



**FACULTAD INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL**

TESIS

**“DISEÑO DE PISTAS Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL
EN LA URBANIZACIÓN SANTA MARGARITA ETAPA I Y II
EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - PROVINCIA DE
CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

Autores:

LINARES AGIP, Wilder.

ZUMARAN VASQUEZ, Gian Kevin.

Asesor:

Mg. Serrepe Ranno Miriam Marcela

Línea de Investigación:

Ingeniería procesos

Ingeniería Sanitaria

Pimentel – Perú

2017

**“DISEÑO DE PISTAS Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN LA
URBANIZACIÓN SANTA MARGARITA ETAPA I Y II EN EL DISTRITO DE LA
VICTORIA - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE
LAMBAYEQUE”**

Aprobación de Tesis

Dr. Ing. Coronado Zuloeta, Omar

Presidente del Jurado de Tesis

Ing. Idrogo Pérez, Cesar

Secretario del Jurado de Tesis

Ing. Ruiz Saavedra Nepton David

Vocal del Jurado de Tesis

DEDICATORIA

A ti Dios, Virgen de Guadalupe, que me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa. Con mucho cariño principalmente a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento por su ayuda y constante Cooperación.

Wilder

Dedico esta tesis a mis padres Tulio y Consuelo y a mi hermana Chris, que me acompañaron a lo largo del camino, brindándome su apoyo incondicional, la fuerza necesaria para continuar y seguir adelante, sin dejarme vencer, siendo siempre los que han creído en mí brindándome ejemplos de superación, humildad, sobre todo sacrificio y enseñándome a valorar todo lo que tengo y sobre todo no dejarse rendir en la vida.

Gian Kevin

AGRADECIMIENTOS

Al técnico Wilson Olaya Aguilar, encargado del Laboratorio Estudio de Materiales (USS), por el apoyo desinteresado y por el interés demostrado en a lo largo de la realización de la investigación desde su etapa inicial, en la realización de ensayos para el desarrollo de la tesis.

Debemos agradecer de manera especial y sincera a los asesores metodológicos MBA Ing. Serrepe Ranno Miriam Marcela y M. Sc. Ana María Guerrero Millones, quien nos han orientado en todo momento y con su capacidad para guiar nuestras ideas que ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación como investigadores.

Agradecemos a la Universidad Señor de Sipán, la cual nos brindó los laboratorios y equipos (Estudio de Materiales, Suelos y Pavimentos), que nos sirvieron para la realización de los ensayos de laboratorio.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	xiii
ABSTRAC	xiv
I. INTRODUCCIÓN	15
1. Situación Problemática.	16
1.1. A Nivel Internacional.	16
1.2. A nivel Nacional.	16
1.3. A nivel local.	16
1.4. Objeto de estudio.	17
1.6. Formulación del problema.	18
2. Objetivos.	18
2.1. Objetivo General.....	18
2.2. Objetivos específicos.	18
3. Justificación.	18
3.1. Justificación Tecnológica.	19
3.2. Justificación Social.	19
3.3. Justificación Económica.	19
3.4. Justificación Ambiental	19
4. Antecedentes de investigación.	20
4.1. Nivel internacional.	20
4.2. Nivel nacional.	22
4.3. Nivel local.	25

4.4.	Estado del arte:	25
5.	Marco teórico.	26
5.1.	Bases teóricas.	26
5.1.1.	Estudio de mecánica de suelos	26
5.1.2.	Estudio de tráfico.....	34
5.1.3.	Diseño vial urbano.....	41
5.1.4.	Pavimento.	44
5.1.5.	Formulación de proyectos de drenaje.....	54
5.1.6.	Concepto de Drenaje urbano.	55
5.1.7.	Disposiciones generales.(Norma OS.060, 2015).....	58
5.1.8.	Estudios hidrológicos.	68
5.2.	Variable independiente.	78
5.3.	Variable dependiente.	78
5.4.	Normativa (técnica legal, ambiental, seguridad y salud ocupacional).	78
5.5.	Impacto ambiental.	79
5.6.	Gestión de riesgos.	80
5.7.	Método de costos y presupuestos	80
5.8.	Definición de términos básicos.	81
II.	MATERIAL Y MÉTODOS.	83
2.1.	Tipo y diseño de investigación.	83
2.1.1.	Tipo de investigación.	83
2.1.2.	Diseño de investigación.....	83
2.3.	Población y muestra.	84
2.4.	Operalización de variables.	85
2.5.	Hipótesis:	95
2.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	95

2.6.1.	Técnicas de recolección de datos.....	95
2.6.2.	Instrumentos de recolección de datos:.....	95
2.7.	Validación y confiabilidad de los instrumentos.	103
III.	RESULTADOS.	104
3.1.	Levantamiento topográfico.....	104
3.2.	Estudio de mecánica de suelos.	107
3.3.	Determinar los parámetros hidrológicos e hidráulicos el diseño del sistema de drenaje pluvial Urbanización Santa Margarita Etapa I y II en el Distrito de La Victoria.	133
3.4.	Obtener los caudales utilizando el método racional.	134
3.5.	Efectuar el diseño del pavimento rígido	134
3.6.	Elaboración el expediente técnico.	135
IV.	DISCUSIÓN	157
4.1.	Levantamiento topográfico.....	157
4.2.	Estudio de mecánica de suelos.	158
4.3.	Parámetros hidrológicos e hidráulicos para el diseño del sistema de drenaje pluvial Urbanización Santa Margarita Etapa I y II en el Distrito de La Victoria.	159
4.4.	Caudales utilizando el método racional.....	160
4.5.	Efectuar el diseño del pavimento rígido	160
4.6.	Expediente técnico.....	161
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	163
5.1.	Levantamiento topográfico.....	163
5.2.	Estudio de suelos.	163
5.3.	Estudios hidrológicos e hidráulicos.....	163
5.4.	Obtención los caudales utilizando el método racional.	163
5.5.	Diseño del pavimento rígido.	163
5.6.	Expediente técnico.....	163
REFERENCIAS	165

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Profundidad de muestras extraídas por calicata	27
Tabla 2. Clasificación de suelos según AASHTO.....	29
Tabla 3. Clasificación de suelos por el sistema AASHTO.....	31
Tabla 4. Clasificación de suelos por el sistema SUCS	32
Tabla 5. Significado de símbolos	33
Tabla 6. Clasificación de suelos según índice de plasticidad	33
Tabla 7. Correlación de tipo de suelos AASHTO- SUCS	33
Tabla 8. Resultados del conteo de tráfico.....	34
Tabla 9. Periodos de diseño	36
Tabla 10. Tasa de crecimiento anual- departamento Lambayeque.....	37
Tabla 11. Estructura porcentual del valor agregado bruto en el PBI.....	37
Tabla 12. Relación de cara por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos rígidos.	39
Tabla 13. Factores de equivalencia de carga	39
Tabla 14. Pesos y medidas de vehículos.....	40
Tabla 15. Velocidad directriz según el tipo de vía	42
Tabla 16. Pendientes máximas	42
Tabla 17. Anchos de carriles	43
Tabla 18. Bombeo de calzada.....	43
Tabla 19. Periodo de diseño.....	47
Tabla 20. Índices de serviciabilidad.	47
Tabla 21. Factor de distribución por dirección.....	47
Tabla 22. Factor de distribución por carril.	48
Tabla 23. Confiabilidad según el tipo de carretera.	48
Tabla 24. Desviación estándar normal.....	48
Tabla 25. Error estándar combinado.....	49
Tabla 26. Pérdida de serviciabilidad.....	52
Tabla 27. Calidad de drenaje.	52
Tabla 28. Coeficiente de carga.	52

Tabla 29. Coeficientes rugosidad Manning, proporcionados a los diferentes tipos de	62
Tabla 30. Diámetros mínimos según el tipo de colector.	66
Tabla 31. Medias esperadas y desviaciones estándar de extremos reducidos.	72
Tabla 32. Resultados levantamiento topográfico.....	104
Tabla 33. Resumen de clasificación de suelos del proyecto.....	108
Tabla 34. Resultados del contenido de humedad.....	113
Tabla 35. Resultados del LL – LP -IP	114
Tabla 36. Resultados contenido de Sales Solubles.....	121
Tabla 37. Resultados proctor modificado.....	122
Tabla 38. Resultados del proctor Modificado C-8.....	123
Tabla 39. Resultados del proctor Modificado C-12.....	124
Tabla 40. Resultados de la C-01 del CBR AL 95%	125
Tabla 41. Resultados del CBR AL 95% de la C-8	126
Tabla 42. Resultados de la C-12 del CBR AL 95%	127
Tabla 43. Resultados granulometría del agregado fino.	128
Tabla 44. Resultados granulometría del agregado grueso.....	128
Tabla 45. Resultados de peso unitario suelto del agregado fino.....	129
Tabla 46. Resultados de peso compactado del agregado fino.	129
Tabla 47. Resultados de peso unitario suelto del agregado grueso.	130
Tabla 48. Resultados de peso compactado del agregado grueso.....	130
Tabla 49. Resultados contenido de humedad del agregado fino.	131
Tabla 50. Resultados contenido de humedad del agregado grueso.....	131
Tabla 51. Resultados peso específico y absorción del A. Fino.	132
Tabla 52. Resultados peso específico y absorción del A. Fino.	132
Tabla 53. Resultados de Caudales por el método racional.	134

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Módulo de elasticidad del concreto	53
Ecuación 2. Módulo de rotura del concreto.....	53
Ecuación 3. Fórmula del espesor de la losa.....	53
Ecuación 4. Ecuacion de Manning para determinar el caudal en cunetas.....	61
Ecuación 5. Tiempo de concentración.....	69
Ecuación 6. Ecuación de WEISBULL.....	70
Ecuación 7. Precipitación máxima	74
Ecuación 8. Parámetros de diseño	74
Ecuación 9. Caudal de diseño.....	75
Ecuación 10. Precipitación Media.....	75
Ecuación 11. Precipitación máxima	75
Ecuación 12. Precipitación máxima Lebediev.....	76
Ecuación 13. Cálculo del caudal con el método racional.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista satelital de la Urb. Santa Margarita.	17
Figura 2. Elementos que conforman un pavimento rígido.	45
Figura 3. Ábaco de diseño para pavimentos rígidos.....	50
Figura 4. Ábaco de diseño para pavimentos rígidos.....	51
Figura 5. Esquema ilustrativo de un sistema de drenaje urbano.	57
Figura 6. Cuneta de Sección Transversal Triangular.	60
Figura 7. Sección de cuneta triangular de concreto, cuyo espejo de agua es de 1.00 m.	64
Figura 8. Sección de cuneta rectangular de concreto, cuyo espejo de agua es de 0.80 m..	65
Figura 9. Sección de cuneta rectangular de concreto, cuyo espejo de agua es de 0.65 m...	65
Figura 10. Sección de cuneta triangular de concreto, cuyo espejo de agua es de 1.00 m. ..	66
Figura 11.	70
Figura 12. Valores para hallar Gumbel	73
Figura 13. Diagrama del proctor Modificado C-8.....	123
Figura 14. Diagrama del proctor Modificado C-12.....	124
Figura 15. Diagrama del CBR vs. Densidad C-1	125
Figura 16. Diagrama del CBR vs. Densidad C-8	126
Figura 17. Diagrama del CBR vs. Densidad C-12	127
Figura 18. Diagrama de INTENSIDAD vs. DURACIÓN	133
Figura 19. Resultados del espesor de la losa método AASHTO 1993.....	138
Figura 20. Levantamiento topográfico por el google Earth.	157
Figura 21. Vista panorámica de la urbanización Santa Margarita, ubicado en el distrito de La Victoria.	168
Figura 22. Realización del Levantamiento topográfico de la Urbanización Santa Margarita etapa I y II.....	168
Figura 23. Extracción de muestras de la calicata N°8.....	169
Figura 24. Extracción de muestras de la calicatas 7 y 2.....	169

Figura 25. Muestras húmedas se procede llevarlas al horno durante un lapso de 24 horas.	170
Figura 26. Tamizado de las muestras.	170
Figura 27. Tamizado de las muestras de las calicatas.	171
Figura 28. Muestras secas después de 24 horas.	171
Figura 29. Chancado de las muestras de las calicatas.	172
Figura 30. Preparación de las muestras.	172
Figura 31. Se saca una porción de muestra a la ranura cerrada y se procede a determinar el contenido de humedad.	173
Figura 32. Ensayo de límite plástico.	173
Figura 33. Ensayo de contenido de sales.	174
Figura 34. Ensayo de contenido de sales.	174
Figura 35. Ensayo de contenido de proctor modificado.	175
Figura 36. Compactación de la muestra preparada.	175
Figura 37. Ensayo de CBR, realizado muestra obtenida del área de estudio de la Urbanización Santa Margarita etapa I y II.	176
Figura 38. Extracción del material granular, para la realización del CBR para la subbase.	176
Figura 39. Preparación del agregado fino.	177
Figura 40. Preparación del agregado grueso.	177
Figura 41. Tamizado de los agregados.	178
Figura 42. Peso de los agregados finos y gruesos.	178

RESUMEN

El presente informe de investigación tiene como objetivo “Diseñar pistas y sistema de drenaje pluvial en la Urbanización Santa Margarita Etapa I y II en el Distrito de La Victoria - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque”, dicho estudio viene dado por el desarrollo de la Urbanización, es decir, que los transeúntes cuenten con suficiente seguridad, comodidad, la disminución de enfermedades (zika, dengue, etc.) para el bienestar de su población.

El Tipo de investigación realizada es cuantitativa, porque se aplicó fórmulas, aplicaciones para el diseño de pistas de toda la urbanización y del sistema de drenaje pluvial, el diseño de investigación es Analítica, Cuasi experimental porque se realizó el análisis de muestras obtenidas en el laboratorio.

Los resultados obtenidos del levantamiento topográfico tienen como resultado una topografía plana, que presenta una similitud a las curvas del google Earth de 65%; el estudio de suelos presenta un suelo limo- arcilloso de acuerdo a la clasificación de las normas AASHTO y SUCS; con respecto a los estudios hidrológicos e hidráulicos se obtuvo una intensidad de 12.11 mm/hora; se aplicó el método racional obteniéndose, un caudal de 0.303 m³/s para toda la zona en estudio; con respecto al diseño del pavimento rígido se obtuvo un espesor de 15 cm con respecto a la norma AASHTO y por último se elaboró el expediente técnico completo con todas las partidas que conciernen al diseño de pistas(pavimento rígido) y sistema de drenaje pluvial.

Palabras clave: Caudal de diseño, Diseño hidráulico, Drenaje pluvial, Pistas y Pavimento rígido.

ABSTRACT

The present report of research aims to "Design tracks and rain drainage system in the Urbanization Santa Margarita Stage I and II in the district of La Victoria - Province of Chiclayo - Department of Lambayeque," the study is given by the development of urbanization, that is to say, that the passers-by with sufficient security, comfort, the decline of diseases (zika, dengue fever, etc.) for the well-being of its population.

The type of research is quantitative, because it was applied formulas, applications for the design of tracks of all the construction and drainage system, the research design is analytical, quasi-experimental because the analysis of samples obtained in the laboratory.

The results obtained from the survey result in a flat topography which has a similarity with respect to the curves of the Google Earth of 65%; the study of soil has a loamy soil silt-according to the classification of the SUCS and AASHTO standards; hydrological and hydraulic studies was obtained an intensity of 12.11 mm/hour; rational method was applied, resulting in a flow rate of 0.303 m³/s for the entire study area; with regard to the design of the rigid pavement was obtained with a thickness of 15 cm according to the standard AASHTO and finally developed the technical file complete with all the items that relate to the design of tracks(rigid pavement) and stormwater drainage system.

Keywords: design flow, hydraulic design, drainage rain, and rigid pavement.

I. INTRODUCCIÓN.

El presente informe de tesis, consiste en el “Diseño de Pistas y de Sistema de Drenaje Pluvial para la Urbanización Santa Margarita”, ubicado en el distrito de La Victoria. Entre los meses de enero hasta marzo en el norte de nuestro país se presentan fuertes precipitaciones pluviales que afectan considerablemente las actividades económicas y sociales de esta zona del país, debido a que cuentan con un deficiente sistema de drenaje pluvial o carecen de éste.

Y nuestro distrito no ha sido la excepción a este problema pues ha sido seriamente dañada por las precipitaciones más este año como el año pasado.

El distrito Victoriano como en la región Lambayeque, no tiene un Plan Maestro de Drenaje Pluvial y se nota en la dejadez de las autoridades para establecer un horizonte con respecto a este aspecto y se ve un futuro incierto.

Uno de los principales problemas se presenta en la salud, debido que al colapsar el sistema de desagüe por las fuertes lluvias, la población está expuesta a un sinnúmero de enfermedades (zika, dengue, etc.).

Y se escoge la Urbanización Santa Margarita etapa I y II, porque presenta condiciones adecuadas para hacer una intervención para hacer el Diseño de Pistas y el Sistema de Drenaje Pluvial

Por ello, se van a realizar estudios hidrológicos en base a los datos de lluvias registradas en nuestra ciudad, que nos permitan obtener valores máximos de caudales e intensidades de lluvia, como también los estudios de suelos, hidráulicos y finalmente se lleva al diseño del Sistema de Drenaje para la Urbanización Santa Margarita.

1. Situación Problemática.

1.1. A Nivel Internacional.

En las últimas décadas en todos los países del mundo han crecido desordenadamente, esto debido a la falta de planificación y también por los eventos climáticos como es el caso de la ciudad de Bogotá en Colombia que ha vivido una tragedia a nivel de invierno en los últimos 50 años lo que ha lastimado principalmente a la ciudad de escasos ingresos y la vida rústica en ambientes frágiles se ha visto perjudicado por la falta de un sistema de drenaje pluvial en dicha ciudad. (Vanegas Guerrero, 2015).

1.2. A nivel Nacional.

Es el caso del Perú ha sufrido eventos climatológicos a causa del Niño Costero, ocasionando pérdidas humanas como materiales, declarando en estado de emergencia, Lima, Trujillo, Piura y Lambayeque. De esta manera generando deterioro de sus pistas, por no contar con un sistema de drenaje pluvial urbano adecuado.

1.3. A nivel local.

Actualmente el Distrito La Victoria, no existe un sistema de drenaje pluvial donde pueda discurrir las lluvias, la mayoría de calles del distrito se encuentran pavimentadas, en los meses de lluvias de enero hasta marzo; dichas calles (pavimentadas) sufren daños y al no contar con una infraestructura adecuada origina que éstas colapsen.

Este problema se genera por la falta de drenaje pluvial, las aguas de lluvia son evacuadas a través de las alcantarillas de las aguas servidas, la cual se diseña muy aparte del sistema de alcantarillado del distrito, causando en su medida colapso en, avenida Grau, prolongación AV. Unión, AV Amautas, y la urbanización Santa Margarita.

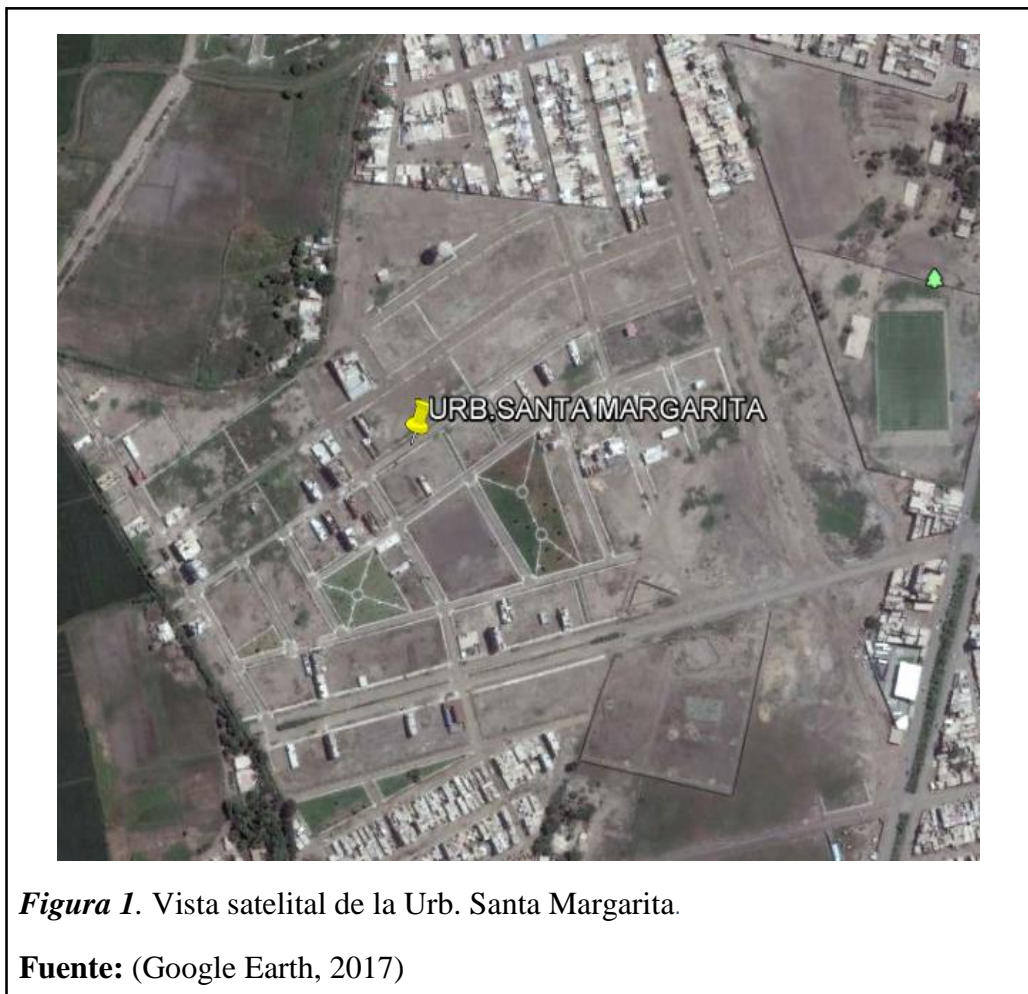
Otro factor sería, el crecimiento demográfico de la población alrededor del distrito La Victoria hace que disminuyan las superficies naturales, áreas libres y ecosistema, generando pérdidas de superficie permeable como consecuencia de las urbanizaciones modificando así sus recursos naturales generando problemas de inundación en las viviendas y también en las personas se presentan enfermedades respiratorias, estomacales entre otras, causadas por la emisión de gases.

1.4. Objeto de estudio.

Es la carencia de un Sistema de Drenaje Pluvial en todo el distrito de La Victoria especialmente en la Urbanización Santa Margarita.

1.5. Delimitación del estudio.

La ubicación geográfica de la zona de estudio es en la Urbanización Santa Margarita etapa I y II, ubicado en Av. Unión, a espaldas del Parque Zonal en el Distrito de La Victoria provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.



1.6. Formulación del problema.

¿En qué medida favorece el Diseño de Pistas y Sistema de Drenaje Pluvial en la Urbanización Santa Margarita Etapa I y II en el Distrito de La Victoria – Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque?

2. Objetivos.

2.1. Objetivo General.

Diseñar Pistas y Sistema de Drenaje Pluvial en la Urbanización Santa Margarita Etapa I y II en el Distrito de La Victoria - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.

2.2. Objetivos específicos.

Realizar estudio topográfico de la Urbanización Santa Margarita Etapa I y II.

Realizar el estudio de suelos mediante la obtención de muestras.

Determinar los parámetros hidrológicos e hidráulicos para el diseño del sistema de drenaje pluvial Urbanización Santa Margarita Etapa I y II en el Distrito de La Victoria.

Obtener los caudales utilizando el método racional.

Efectuar el diseño del pavimento rígido

Elaborar el expediente técnico.

3. Justificación.

El motivo de la investigación viene dada por el desarrollo del Distrito Victoriano es decir, que los transeúntes cuenten con suficiente seguridad, comodidad y orden para su desplazamiento así como el mejoramiento en el tránsito vehicular, como también para el bienestar de su población, coexistiendo la más importante; la mejora del distrito y su conjunto, este distrito necesita estar al desarrollo y por ello contar con un adecuado sistema de drenaje similar a las grandiosas ciudades como Paris.

El diseño de pistas y sistema de drenaje pluvial en la Urbanización Santa Margarita Etapa I y II es de total importancia porque garantizará la transitabilidad vehicular y el funcionamiento adecuado del sistema pluvial para la recopilación, traslado y deposición a un cuerpo receptor de aguas de lluvia, en la cual traerá beneficios a la

población que vive en la urbanización a medida que no sufrirán con los problemas de inundaciones a causa de las lluvias.

3.1. Justificación Tecnológica.

Una pavimentación carente de un Sistema de Drenaje Pluvial, representa un peligro ante un eventual fenómeno del niño como ocurrió en los meses de enero a marzo, es por ello que la presente investigación se propone diseñar un Sistema de Drenaje Pluvial basados en la mejora continua de la Urbanización Santa Margarita.

3.2. Justificación Social.

Proporcionar a los usuarios circulación segura, cómoda y confortable. Como también la mejora la calidad de vida de la población de la urbanización Santa Margarita.

Además La ejecución del proyecto demandará una gran cantidad de obreros y personal capacitado lo que generará ingresos y beneficios para la población Victoriana.

3.3. Justificación Económica.

La realización de un adecuado sistema de drenaje pluvial hace que disminuya en gran magnitud las pérdidas materiales de la población en caso de presentarse un eventual fenómeno del niño.

3.4. Justificación Ambiental

La realización de la investigación, traerá consigo la disminución del riesgo de inundación generado por las lluvias evitando la afectación de las infraestructuras de la urbanización.

Elimina los problemas de enfermedades generados por los efectos del fenómeno del niño tales como el dengue, zika, etc.

4. Antecedentes de investigación.

4.1. Nivel internacional.

(Domingos & Silva, 2015). Realizó la investigación: “Estrategia para el diseño de redes de drenaje pluvial empleando la modelación matemática, para su aplicación en la ciudad de Luanda”- 2015 el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría en la facultad de Ingeniería Civil. En el actual trabajo de investigación se formula algunas estrategias para cumplir con el diseño de redes de drenaje pluvial utilizando herramientas como modelos matemáticos para que sirvan de aplicación localidad de Luanda, Capital de la república de Angola. Tiene como objetivo fabricar un diseño físico para la comprobación y aplicación en redes de drenaje pluvial utilizando un modelo matemático que sirva para las aplicaciones en la ciudad de Luanda, específicamente en el barrio Marcal. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. En la investigación, se obtuvo una diplomacia en el análisis, diseño y comprobación en las redes de drenaje pluvial, basado en la utilización de los presentadores del terreno y usando equipos de modelación precisa, capaz para sus aplicaciones en la localidad de Luanda.
 2. La fabricación del patrón manual del terrenal para la jurisdicción de Marcal tomando como base datos de otros orígenes, variados con las herramientas de modelación espaciales, accedió representar los escurrimientos en la cuenca urbana del propio sector y llevarlos de forma positiva a los arroyos originarios.
 3. Además, se utilizó una destreza en el lugar elegido para la investigación, lo que accedió a instituir razones sobre los riesgos de crecida ante las penetrantes precipitaciones, para dicho análisis de la realidad existente del sector.
- También frente a este análisis se acogió la maniobra de medición apoyada en caudales máximos para las dos vertientes de su cuenca perteneciente al sector Marcal.

(Ingenieria, Bogotá, Del, & Grado, n.d.).Realizó la investigación: “Diseño de la alternativa técnica más favorable que permita implementar un sistema de drenaje urbano sostenibles – SUDS en el parque metropolitano San Cristóbal”-2015 en la Universidad Católica de Colombia.

Se concluye que los efectos producidos por los cambios climáticos y coberturas del suelo producen modificaciones drásticas en las escorrentías superficiales producidas por las aguas de lluvia, planteando un cambio de uso del recurso hídrico y tomar acciones para planear un modelo sostenible ambientalmente para este caso se proyecta la ejecución de un sistema urbano de drenaje sostenible para la cuenca del río San Cristóbal. Teniendo como objetivo proponer una alternativa que permita efectuar un sistema de drenaje sostenible en el parque metropolitano San Cristóbal, para mitigar los caudales de máximas avenidas en la cuenca de ríos San Cristóbal, con la finalidad de reducir el cambio en el ciclo hidrológico y que este se de manera natural y que a su vez reduzca los riesgos por inundación. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. Las medidas de mitigación de riesgo por inundación con bajos costos y a corto plazo son más efectivas con un sistema de drenaje urbano sostenible y con ello el impacto positivo.
2. En los hidrogramas unitarios de la cuenca del río San Cristóbal se destaca el análisis comparativo obtenido mediante el uso de Soil Conservation Service en la cual se aprecia la diferencia del comportamiento de la escorrentía superficial en escenarios naturales y simulados en dicha cuenca.
3. En la presente investigación se tuvo dificultades en acceder a la información (topográfica) de la zona en estudio luego de haber consultado información no fue posible obtener resultados de las condiciones reales de la zona.

(Matamoros, 2017) realizó la investigación: “Modelaje de un sistema Urbano de Alcantarillado Pluvial en el Área de Drenaje de los Esteros Miraflores y Represado, Ciudad de Guayaquil”.

El presente proyecto se propone utilizar diferentes equipos de modelaje matemático e información geográfica para conllevar a dicha determinación. Con estos instrumentos se busca ubicar los sitios críticos de inundación para su posterior comparación con registros históricos para dar posibles soluciones a problemas de inundación. Se utilizan hidrogramas de descarga hacia los cuerpos receptores para modelajes de redes de alcantarillado pluvial. Mediante estos

modelos se podría calcular los caudales reales en sistemas de alcantarillado pluvial utilizando el método de proximidades transientes y estimaciones en un tiempo real.

Teniendo como objetivo dar nuevas soluciones de diseño mediante modelos matemáticos de alcantarillado pluvial para determinar las zonas críticas en donde se producen inundaciones por falta del sistema de drenaje o por topografía. Mediante la información obtenida se ha llegado a la conclusión:

- 1.- Es necesario utilizar la herramienta SWMM para ubicar puntos de inundación, mediante la modelación de redes de drenaje y así prevenir el colapso del sistema de alcantarillado.
- 2.-Comparando las áreas de inundación de registros históricos realizados por la municipalidad de Guayaquil, con las áreas de encharcamiento, nos damos cuenta que es muy parecido, para los cuales se tiene que realizar cálculos exactos de las alturas de inundación realizando estudios topográficos de los puntos críticos y una deducción de daños materiales causados por la inundación. Se propone la conexión de un sistema de cuencas para ampliar el volumen de retención de aguas de lluvia.

4.2. Nivel nacional.

(Llano Sedano, Humberto BACH SICUS QUISPE, Rivelinho ASESOR, Guzman Ibañez, & Salvador, 2015). Realizaron la investigación: “Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial de la Comunidad 3 de mayo de Pucarumi del distrito de Ascensión – Huancavelica” - 2015 en la Universidad Nacional de Huancavelica, escuela profesional de Ingeniería Civil. La propuesta que se hace es la proyección de un sistema de drenaje pluvial subterráneo, con tuberías PVC de sección circular calculados de acuerdo a las características topográficas, demográficas, hidrológicas e hidráulicas de la zona. Con el fin de evacuar las aguas de lluvia que discurren de manera desordenada por las vías precarias de la zona de estudio. El objetivo es en diseñar un sistema de drenaje pluvial en la zona que queda situada en la comunidad 3 de mayo de Pucarumi para evitar daños que puedan ocasionar las precipitaciones pluviales de gran intensidad. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. El crecimiento poblacional modifica de una forma importante la hidrología de la cuenca en estudio. En específico se reduce la capacidad de desagüe de la red de drenaje y con ello aumentan los caudales extremos y el volumen de escorrentía.
2. No existe un sistema de drenaje pluvial en la comunidad 3 de Mayo de Pucarumi por tal flujo de las aguas de lluvia discurren desordenadamente por todas las calles de la zona.
3. El diseño del drenaje pluvial para la comunidad 3 de mayo de Pucarumi esta dimensionado para verter un caudal de $2.65 \text{ m}^3/\text{s}$ de agua hacia el rio Ichu.

(Pollack & Whitaker, 2016).realizaron la investigación: “Evaluación, Diseño y Modelamiento del Sistema de Drenaje Pluvial de la ciudad de Juliaca con la aplicación del software SWMM” – 2016 en la Universidad Nacional del Altiplano, facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Por esta razón, se ha evaluado los componentes determinantes del expediente técnico (estudios de topografía e hidrología, principalmente), con el objetivo de llegar a un análisis e interpretación del entorno y concluir con la problemática existente. Como resultado de esto se ha obtenido un nuevo diseño del proyecto a través del modelamiento por computadora con el software SWMM. Asimismo, se ha realizado una verificación con las pautas y reglamentaciones que se deben cumplir en el diseño de plan de este tipo. Teniendo como objetivo Evaluar el proyecto actual y plantear un actual diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca aplicando el programa de modelamiento SWMM. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. Según la evaluación realizada, se han determinado que los estudios básicos de ingeniería en el expediente técnico han sido desarrollados con un sustento técnico deficiente.
2. La evaluación del expediente técnico “ESTUDIO DEFINITIVO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES DE LA CIUDAD DE JULIACA” se ha realizado en dos etapas, en la etapa de elaboración del perfil de tesis y durante la etapa final después de la recolección de datos de campo. El problema más grave del expediente técnico es que asume que las condiciones reales en campo son aptas para la construcción de las redes

de drenaje sin considerar la deficiente infraestructura vial de la ciudad, el desorden urbano y la grave contaminación del río Torococha.

3. Se realizó una metodología para que se diseñe el sistema de drenaje urbano quedando como base el modelo matemático SWMM, que tiene como base el movimiento simultaneo del flujo en las calles, mediante el enfoque de onda dinámica en la que se resuelve ecuaciones completas de Saint-Venant para flujos no permanentes en canales.

(De Grado, Zubiri, Supervisor, & Prada, 2014). Realizaron la investigación: “Eficiencia del Sistema de Drenaje Pluvial en la Av. Angamos y JR Santa Rosa”. Mediante esta reciente tesis se evalúa el estado actual del sistema de drenaje, operación y mantenimiento en la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa, con el objetivo de comprobar las causas de ineficiencia en épocas de máximas avenidas alcanzando índice elevados lo cual genera dificultades en la localidad de Cajamarca por el ineficiente sistema de drenaje existente generando inundaciones en la zonas topográficamente bajas y causando erosión por el incremento de velocidad del flujo. Teniendo como objetivo, Determinar la eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa. Por tal se concluyó:

1. Las velocidades tienen que ser las adecuadas para no generar sedimentación la cual reduce la capacidad, en cambio las altas velocidades generan erosión en las secciones del canal.
2. Realizar un buen estudio hidrológico que permita calcular los caudales de diseño con la ayuda de un software técnico para sistemas de drenaje pluvial y con esto mejorar el sistema ineficiente en la localidad de Cajamarca.
3. La eficacia de operación que aprecia la eficacia de operación del sistema de drenaje es más del 100% por tal motivo las secciones actuales soportan mayores caudales a los diseñados generando crecidas en la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa.

4.3. Nivel local.

No se han encontrado investigaciones sobre el tema de drenaje pluvial dentro del Departamento de Lambayeque.

4.4. Estado del arte:

Cada año, durante la temporada lluviosa, las avenidas panameñas se ven afectadas por innumerables daños. Un sistema de drenaje pluvial a través de una tuneladora, es una de las alternativas para solucionar esta situación.

Una inspección hacia cuatro puntos específicos que confrontan problema de inundaciones en la ciudad de Panamá, fueron evaluados por un grupo de técnicos de la empresa de capital español FCO Underground Panamá, S.A., y funcionarios del Ministerio de Obras Públicas (MOP), por lo que se determinó la factibilidad de su tecnología consistente en la colocación de tuberías para el sistema de drenajes pluviales mediante una tuneladora.

Este novedoso sistema lo está empleando la empresa en el proyecto “construcción de la subestación blindada de la línea de alta tensión entre la subestación El Torno hasta La Chorrera”, obra que está desarrollando en la provincia de Panamá Oeste, la compañía de Distribución Eléctrica Metro Oeste. (Cantú, s.f.)

5. Marco teórico.

5.1. Bases teóricas.

5.1.1. Estudio de mecánica de suelos

El estudio de los suelos es muy importante porque permite conocer las características del suelo, para el diseño de la estructura del pavimento (rígido).

Para el estudio de suelos se llevarán a cabo perforaciones o calicatas de 1.50 metros de profundidad mínima.

Para el muestreo de suelos se aplicará todos los procedimientos establecido por las normas MTC E101, MTC E102, MTC E103 Y MTC E104.

5.1.1.1. Exploración de suelos y toma de muestras.

El estudio de suelos se hizo mediante calicatas, con el propósito de ubicar los puntos de excavación de cada uno de ellos, para eso se realizó el reconocimiento de campo, se proyectó la perforación de 12 calicatas en una área de 10 hectáreas, con una profundidad de 1.60 aproximadamente, según lo establecido por la norma técnica C.E. 010 PAVIMENTOS URBANOS, extrayéndose 20 muestras, para posteriormente hacer su estudio de suelos y elaborar sus perfiles estratigráficos.

En el siguiente cuadro se muestran las profundidades de excavación y la cantidad de muestras extraídas en la zona de estudio.

Tabla 1.*Profundidad de muestras extraídas por calicata*

Nº CALICATA	Nº MUESTRA	PROF.(m)
C-1	Muestra 1	0.00-1.70m
	Muestra 2	0.75-1.70m
C-2	Muestra 1	0-1.10m
	Muestra 2	1.10-1.75m
C-3	Muestra 1	0.00-0.75m
	Muestra 2	0.75-1.65m
C-4	Muestra 1	0.00-0.90m
	Muestra 2	0.90-1.65m
C-5	Muestra 1	0.00-0.90m
	Muestra 2	0.90-1.75m
C-6	Muestra 1	0.00-1.10m
	Muestra 2	1.10-1.80m
C-7	Muestra 1	0.75-1.75m
C-8	Muestra 1	0.00-1.60m
C-9	Muestra 1	0.00-1.70m
C-10	Muestra 1	0.00-1.65m
C-11	Muestra 1	0.00-0.90m
	Muestra 2	0.90-1.70m
C-12	Muestra 1	0.00-0.85m
	Muestra 2	0.85-1.80m

Fuente: Elaboración propia.

5.1.1.2. Sistema de clasificación de suelos.

- Sistema AASHTO.

Es el sistema más usado en la clasificación de suelos en carreteras, en esta clasificación los suelos se clasifican en siete grupos (A-1, A-2,..., A-7), según su granulometría y plasticidad. Más concretamente, en función del porcentaje que pasa por los tamices n° 200, 40 y 10, y de los Límites de Atterberg de la fracción que pasa por el tamiz n° 40. Estos siete grupos se corresponden a dos grandes categorías de suelos, suelos granulares (con no más del 35% que pasa por el tamiz n° 200) y suelos limo-arcillosos (más del 35% que pasa por el tamiz n° 200).

La categoría de los suelos granulares; gravas, arenas y zahorras; está compuesta por los grupos A-1, A-2 y A-3, y su comportamiento en explanadas es, en general, de bueno a excelente, salvo los subgrupos A-2-6 y A-2-7, que se comportan como los suelos arcillosos debido a la alta plasticidad de los finos que contiene, siempre que el porcentaje de estos supere el 15%. Los grupos incluidos por los suelos granulares son los siguientes:

Tabla 2.

Clasificación de suelos según AASHTO

Clasificación de suelos según AASHTO	
A-1	Corresponde a una mezcla bien graduada de gravas, arenas (gruesa y fina) y finos no plásticos o muy plásticos.
A-1-a	Incluye los suelos con predominio de gravas, con o sin material fino bien graduado.
A-1-b	Incluye suelos constituidos principalmente por arenas gruesas, con o sin material fino bien graduada.
A-3	Corresponde, típicamente, a suelos constituidos por arena fina de playa o de duna.
A-2:	Este grupo comprende a todos los suelos que contienen un 35% o menos de material que pasa por el tamiz n°200 y que no pueden ser clasificados en los grupos A-1 y A-3, debido a que el porcentaje de finos o la plasticidad de estos.
A-2-4 y A-2-5	En estos subgrupos se incluyen los suelos que contienen un 35% o menos de material que pasa por el tamiz n° 200 y cuya fracción que pasa por el tamiz n° 40 tiene las características de los grupos A-4 y A-5, de suelos limosos. En estos subgrupos están incluidos los suelos compuestos por grava y arena gruesa con contenidos de limo o índices de plasticidad por encima de las limitaciones del grupo A-1.
A-2-6 y A-2-7A-4	El suelo típico de este grupo es un suelo limoso no plástico o moderadamente plástico, que normalmente tiene un 75% o más de material que pasa por el tamiz n° 200.

A-5	El suelo típico de este grupo es similar al descrito en el grupo A-4, salvo que suele tener carácter diatomáceo o micáceo, y pueden ser muy compresibles, como indica su elevado límite líquido.
A-6	El suelo típico de este grupo es un suelo arcillosos plástico, que normalmente tiene un 75% o más de material que pasa por el tamiz n° 200.
A-7	El suelo típico de este grupo es similar al descrito en el grupo A-6, salvo que tiene las características de elevado límite líquido del grupo A-5, y puede ser elástico y estar sujeto a grandes cambios de volumen.
A-7-5	Se incluyen en este subgrupo los suelos con un índice de plasticidad moderado en relación con el límite líquido y que pueden ser altamente compresibles, además de estar sujetos a importantes cambios de volumen.
A-7-6	Se incluyen en este subgrupo los suelos con un índice de plasticidad elevado en relación con el límite líquido y que están sujetos a cambios de volumen muy importantes.

Fuente: (AASHTO, 1993)

Tabla 3.

Clasificación de suelos por el sistema AASHTO

CLASIFICACION GENERAL	Materiales Granulares (igual o menor del 35% pasa el tamiz Nº 200)							Materiales Limo - Arcillosos (más del 35% que pasa el tamiz Nº 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
GRUPOS	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
SUB - GRUPOS	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-6
% que pasa el Tamiz: Nº 10	50 máx.										
Nº 40	30 máx.	50 máx.	51 máx.								
Nº 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del Material que pasa el tamiz Nº 40											
Límite Líquido			NO	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 máx.
Índice de Plasticidad	6máx	6 máx.	PLÁSTICO	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Índice de Grupo	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Tipos de Material	fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina	Grava, arenas limosas y arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
Terreno de Fundación	Excelente a Bueno						Regular a Deficiente				

NOTA: El índice de plasticidad de los suelos A-7-5 es igual o menor que su Límite Líquido 30, el de los A-7-6 mayor que su Límite Líquido (fig. 1) se halla indicada la relación ente lo LL e IP de los materiales finos. Dicho de otro modo, el grupo A-7 es subdividido en A-7-5 ó A-7-6 dependiendo del Límite Plástico (L.P.)
Si el LP ≥ 30, la clasificación es A-7-6
Si el LP < 30, la clasificación es A-7-5

Fuente: (AASHTO, 1993)

- Sistema SUCS

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Unified Soil Classification System (SUCS)) es un sistema de clasificación de suelos usado en ingeniería y geología para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo.

En la siguiente tabla se muestra la clasificación de suelos por el sistema SUCS.

Tabla 4.

Clasificación de suelos por el sistema SUCS

DIVISION MAYOR		SIMBOLO	NOMBRES TIPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACION EN EL LABORATORIO			
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS	Más de la mitad del material es retenido en la malla núm. 200 Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4.	GRAVAS MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA ES RETENIDA POR LA MALLA No. 4. PARA CLASIFICACION VISUAL PUEDE USARSE 1/2 CM. COMO EQUIVALENTE ABERTURA MALLA No. 4.	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.	Coeficiente de uniformidad Cu: mayor de 4 Coeficiente de curvatura Cc: entre 1 y 3 $Cu = (D_{60}/D_{10})$ $Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} \cdot D_{60})$		
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.		NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACION PARA GW	
			GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo.	Límites de Atterbeg abajo de la "Línea A" o I.P. menor que 4 Límites de Atterbeg arriba de la "Línea A" con I.P. mayor que 7		
		ARENAS MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA PASA POR LA MALLA No. 4. PARA CLASIFICACION VISUAL PUEDE USARSE 1/2 CM. COMO EQUIVALENTE ABERTURA MALLA No. 4.	GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla.	Límites de Atterbeg arriba de la "Línea A" con I.P. mayor que 7	Arriba de la "Línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.	
			SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poco o nada de finos.			$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ mayor de 6, $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$ entre 1 y 3
			SP	Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poco o nada de finos.	No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW		
		ARENAS MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA PASA POR LA MALLA No. 4. PARA CLASIFICACION VISUAL PUEDE USARSE 1/2 CM. COMO EQUIVALENTE ABERTURA MALLA No. 4.	SM	Arenas limosas, mezclas de arenas y limo.	Límites de Atterbeg abajo de la "Línea A" con I.P. menor que 4 Límites de Atterbeg arriba de la "Línea A" con I.P. mayor que 7	Arriba de la "Línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.	
			SC	Arenas arcillosas, mezclas de arenas y arcilla.			
			LIMOS Y ARCILLAS LIMITE LIQUIDO MENOR DE 50%	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	EQUIVALENCIA DE SIMBOLOS	
				CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	G = GRAVAS, M = LIMOS, S = ARENAS, C = ARCILLAS, O = SUELOS ORGANICOS. W = BIEN GRADUADOS, P = MAL GRADUADOS, Pt = TURBA L = BAJA COMPRESIBILIDAD, H = ALTA COMPRESIBILIDAD	
LIMOS Y ARCILLAS LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50%	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.	CARTA DE PLASTICIDAD				
	MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, limos elásticos.	PARA LA CLASIFICACION DE SUELOS DE PARTICULAS FINAS EN LAB				
	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.					
	OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.					
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	Pt	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.					

Fuente: (AASHTO, 1993)

Tabla 5.*Significado de símbolos*

Primera y/o segunda letra		Segunda letra	
Símbolo	Definición	Letra	Definición
G	grava		
S	arena	P	pobremente gradado (tamaño de partícula uniforme)
M	limo	W	bien gradado (tamaños de partícula diversos)
C	arcilla	H	alta plasticidad
O	orgánico	L	baja plasticidad

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.**Tabla 6.***Clasificación de suelos según índice de plasticidad*

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.**Tabla 7.***Correlación de tipo de suelos AASHTO- SUCS*

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM-D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

5.1.2. Estudio de tráfico.

El estudio de tráfico hace referencia a las calles o avenidas de mayor circulación, que está cerca al área de urbanización en estudio como es el caso de la AVENIDA UNIÓN que está actualmente pavimentada.

El principal propósito es determinar la demanda vehicular para las vías nuevas construir, teniendo como base dicha avenida y así poder determinar el índice medio diario (IMD) y el número de ejes de cargas equivalentes (EAL) que aguantará la vía dentro de su vida útil.

5.1.2.1. Evaluación del tránsito existente.

El tránsito vehicular existente de la AVENIDA UNIÓN está compuesto en su mayoría por vehículos ligeros: autos, camionetas, combis y por vehículos pesados como: camiones de 2 hasta 4 ejes.

Para el desarrollo de los conteos, que permitan conocer el volumen del tránsito vehicular, se procedió a ubicar en la avenida unión y poder así realizar el conteo en campo durante 7 días de la semana, comenzando el día lunes 23 de septiembre hasta el 29 de septiembre del 2017.

5.1.2.1.1. Cálculo del índice medio diario.

No viene hacer otra cosa que el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado es decir en días completos, dividido entre el número de días de periodo.

En la siguiente tabla se muestra el resumen del conteo de tráfico y clasificación diaria para cada sentido.

Tabla 8.

Resultados del conteo de tráfico

Tipo de vehículo	Lunes	Martes	Miercole	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Autos	1554	1997	1962	1765	1783	1143	1055
Combis	112	103	155	134	113	43	48
Camioneta 4x4	16	17	22	23	23	23	29
Micros	10	9	14	13	14	10	11
Camión 2E	10	9	8	10	10	9	11
TOTAL	1702	2135	2161	1945	1943	1228	1154

Fuente: Elaboración propia

5.1.2.1.2. Análisis de la variación diaria.

Se obtiene a partir del conteo de vehículos realizado en campo.

5.1.2.1.3. Cálculo del tráfico medio diario semanal (IMDS)

Se calcula a partir del volumen diario registrado en el conteo vehicular, empleando la siguiente fórmula.

$$IMDS = \sum \frac{Vi}{7}$$

Donde:

Vi = Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de la semana de conteo.

5.1.2.1.4. Factores de corrección.

Se usa con la finalidad de expandir el volumen de esa muestra al universo anual.

Estos factores se obtienen de los peajes más cercanos a la zona de estudio.

5.1.2.1.5. Cálculo del tráfico medio diario anual (IMDA)

Es obtenido a partir de IMDS y del factor de corrección (FC) aplicando la siguiente fórmula:

$$IMDA = FC \times IMDS$$

5.1.2.2. Proyección de tránsito a futuro

En primera parte es necesario hallar el periodo de proyección del tráfico, el cual está en función del periodo de diseño, así como las tasas de crecimiento que están en función a las tasas demográficas y macroeconómicas.

El crecimiento normal del tránsito, es el crecimiento del volumen de tránsito debido al aumento normal en el uso de los vehículos. El cual se cuantifica a través de una tasa de crecimiento vehicular. Para un periodo de diseño de “n” años, empleando la siguiente fórmula.

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

Donde:

Tn: tránsito proyectado al año en vehículos por día.

To: tránsito anual (año futuro de proyección).

n: año futuro de proyección.

r: tasa anual de crecimiento de tránsito.

5.1.2.3. Periodo de diseño.

Es el número de años desde el inicio del uso de un pavimento hasta la primera rehabilitación.

A continuación se muestra la tabla de periodo de diseño.

Tabla 9.

Periodos de diseño

CLASIFICACIÓN DE LA VÍA	PERIODO DE ANÁLISIS (AÑOS)
Urbana de Alto Volumen de tráfico	30-50
Rural de Alto Volumen de tráfico	20-50
Pavimentada de Bajo Volumen de Tráfico	15-25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10-20

Fuente: (AASHTO, 1993)

5.1.2.4. TASAS DE CRECIMIENTO.

Compuesto por unidades ligeras y vehículos pesados, se toma la tasa de crecimiento del tráfico pesado a la proyección de la tasa de crecimiento del PBI del departamento de Lambayeque.

Tabla 10.

Tasa de crecimiento anual- departamento Lambayeque

AÑO	POBLACION TOTAL ESTIMADA	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL
1995	995240	-
1996	1013605	1.85
1997	1032162	1.83
1998	1050444	1.77
1999	1067983	1.67
2000	1084317	1.53
2001	1099245	1.38
2002	1113080	1.26
2003	1126116	1.17
2004	1138651	1.11
2005	1150982	1.08
2006	1163003	1.04
2007	1174519	0.99
2008	1185684	0.95
2009	1196655	0.93
2010	1207589	0.91
2011	1218492	0.9
2012	1229260	0.88
2013	1239882	0.86
2014	1250349	0.84
2015	1260650	0.82
2016	1270794	0.8
2017	1280788	0.79
2018	1290617	0.77
2019	1300270	0.75
2020	1309731	0.73
2021	1318979	0.71
2022	1328021	0.69
2023	1336892	0.67
2024	1345628	0.65
2025	1354261	0.64

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población.

Tabla 11.

Estructura porcentual del valor agregado bruto en el PBI

AÑO	Lambayeque (%)
2007	2.2
2008	2.2
2009	2.4
2010	2.3
2011	2.2
2012	2.2
2013	2.3

Fuente: INEI - Dirección Nacional de Cuentas Nacionales.

5.1.2.5. Clasificación por tipo de vehículo.

a) Vehículos livianos.

Son vehículos que tienen 10 asientos como máximo, constan de dos ejes y cuatro neumático, lo cual presume menor peso por lo que su capacidad de cargar es menos.

Los tipos de vehículos livianos son:

- **Automóviles (Ap):** Poseen dos ejes simples y sirven para el transporte de pasajeros.
- **Vehículos de carga liviana (Ac):** Poseen dos ejes simple son camionetas de tipo rural, generalmente usados para el transporte de carga liviana, dentro esta clase se incluyen los vehículos tipo Camionetas Pick Up, Camioneta panel, combi rural y/o microbuses.

b) Vehículos pesados.

Constan de dos ejes y seis neumáticos o más con capacidad de carga mayor.

En este grupo de vehículos se encuentran:

- **Ómnibus (B2):** Transporte de pasajeros con dos ejes simples.
- **Camión (C2 y C3):** utilizados para el transporte de carga, uno posee 2 ejes simples y el otro 1 eje simple 1 eje tándem.
- **Remolques y semirremolques:** utilizados para el transporte de carga pesada.

5.1.2.6. Estimación de pesos por eje.

Las formulas son planteados por la norma AASTHO y analizadas por el Manual de Carreteras sección Suelos y pavimentos.

Tabla 12.

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

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

Fuente: Manual de Suelos, Geología y Pavimentos

Tabla 13.





Factores de equivalencia de carga

CARGA BRUTA POR EJE		FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA		
KN	Lb	Ejes Simples	Ejes Tandem	Ejes Tridem
4.45	1000	0.00002		
8.9	2000	0.0018		
17.8	4000	0.00209	0.0003	
26.7	6000	0.01043	0.001	0.0003
35.6	8000	0.0343	0.003	0.001
44.9	10000	0.0877	0.007	0.002
53.4	12000	0.189	0.014	0.006
62.3	14000	0.36	0.027	0.011
71.2	16000	0.623	0.047	0.017
80	18000	1	0.077	0.027
89	20000	1.51	0.121	0.04
97.9	22000	2.18	0.18	0.057
106.8	24000	3.03	0.26	0.08
115.6	26000	4.09	0.364	0.191
124.5	28000	5.39	0.495	0.246
133.4	30000	6.97	0.658	0.313
169	38000	17.2	1.7	
178	40000	21.08	2	

Fuente: Manual De Suelos, Geología Y Pavimentos

Tabla 14.

Pesos y medidas de vehículos

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS								
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
C2		12,30	7	11	---	---	---	16
C3		13,20	7	18	---	---	---	25
C4		13,20	7	23 ¹¹	---	---	---	30
3x4		13,20	7+7 ¹²	18	---	---	---	32

Fuente: Manual De Suelos, Geología Y Pavimentos.

PESOS VEHICULARES POR EJE			
TIPO DE VEHÍCULO	FACTOR CAMIÓN	FACTOR CAMION PAVIMENTO FLEXIBLE	FACTOR CAMION PAVIMENTO RÍGIDO
AP	0.000742	0.000742	0.000742
AC	0.27099	0.27099	0.27099
C2	3.707102	3.477	3.477
C3	2.49858	2.526	3.406

Fuente: Manual De Suelos, Geología Y Pavimentos.

5.1.3. Diseño vial urbano.

5.1.3.1. Diseño geométrico de vías.

Vías urbanas.

Son calles conformantes de un centro poblado, que no forman parte del Sistema Nacional de Carreteras.

Clasificación del sistema vial urbano.

Se clasifican según cuatro categorías.

a. Vías expresas.

Sirven para el tránsito de paso es decir origen y destino distantes entre sí, transporte grandes volúmenes de vehículos y sirven para viajes largos.

Este tipo de vías también se llaman autopistas.

b. Vías arteriales:

Permiten el tránsito vehicular con media o alta fluidez.

c. Vías colectoras:

Sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales y en algunos casos a las vías expresas, pueden ser colectoras distritales o interdistritales.

Este tipo de vías reciben el nombre de Jirón, Vía parque e inclusive Avenida.

d. Vías locales:

Son aquellas cuya función principal es proporcionar acceso a predios o lotes, habiendo llevar únicamente su tránsito propio, por ellas circulan vehículos livianos ocasionalmente semipesados.

Este tipo de vías han acogido el nombre genérico de calles y pasajes.

Parámetros de diseño.

Velocidad de directriz.

Se refiere a la velocidad máxima la cual pueden circular los vehículos con seguridad para una sección vía especificada.

Según el manual de diseño Geométrico de Vías Urbanas, recomienda las siguientes velocidades de diseño de acuerdo al tipo de vía, la cual se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 15.

Velocidad directriz según el tipo de vía

TIPO DE VÍA	VD (KM/H)
Vías Expresas	80 - 100
Vías Arteriales	50 - 80
Vías Colectoras	40 - 60
Vías Locales	30 - 40

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas-2005-VCHI.

Vehículo de diseño.

Con respecto a la identificación de vehículos que mayormente circulan.

Alineamiento vertical.

Los principales criterios a tener en cuenta para el diseño son:

- Pendiente mínima.
- Pendiente máxima: se deberá tener de acuerdo a las consideraciones económicas, constructivas.

A continuación se muestra una tabla en donde se adoptan valores de pendiente máxima según el tipo de vía y tipo de terreno.

Tabla 16.

Pendientes máximas

TIPO DE VÍA	TERRENO PLANO	TERRENO ONDULADO	TERRENO MONTAÑOSO
Vía Expresa	3%	4%	4%
Vía Arterial	4%	5%	7%
Vía Colectora	6%	8%	9%
Vía Local	Según topografía	10%	10%
Rampas de acceso o salidas a vías libres de intersecciones	6%-7%	8%-9%	8%-9%

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas-2005-VCHI

Sección transversal.

Conformado por los siguiente elementos.

- **Número de carriles y anchos de calzada.**

Dependerá de la clasificación de vías y la velocidad de diseño adoptada.

A continuación se muestra la tabla de anchos de carriles de acuerdo al tipo de vía.

Tabla 17.

Anchos de carriles

CLASIFICACION DE VIAS	Velocidad (Km/Hr)	Ancho Recomendable (m)	Ancho mínimo de carril en Pista Normal (m) (2,3)	Ancho mínimo de carril único del tipo solo Bus (m)	Ancho de dos carriles juntos (m) (5)
LOCAL	30-40	3	2.75	3.5	6.5
COLECTORA	40-50	3.3	3	3.5	6.5
ARTERIAL O COLECTORA	50-60	3.3	3.25	3.5	6.75
ARTERIAL	60-70	3.5	3.25	3.75	6.75
ARTERIAL	70-80	3.5	3.5	3.75	7
EXPRESAS	80-90	3.6	3.5	3.75	7.25
EXPRESAS	90-100	3.6	3.5	No aplicable	No aplicable

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas-2005-VCHI

- **Bombeo:**

Con la finalidad de facilitar el drenaje superficial del pavimento, con respecto a la siguiente tabla:

Tabla 18.

Bombeo de calzada

Tipo de Pavimento	Bombeo	
	Precipitación < 500mm/año	Precipitación > 500mm/año
Pavimento superior	2	2.5
Tratamiento superior	2.5 (1)	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5 (1)	3.0-4.9

Fuente: "Manual de diseño geométrico de carreteras del Perú"-2018

- **Sardineles**

Son elementos que delimitan la superficie de calzada, vereda, estacionamiento, etc.

Los sardineles por lo particular tienen alturas superiores a los 15 centímetros.

5.1.3.2. Diseño geométrico de la vereda.

Las veredas son de concreto simple, ubicados a los lados de la calzada con el propósito de garantizar seguridad al peatón, generalmente tienen inclinación hacia a calzada para permitir la evacuación de las aguas pluviales.

Parámetros que condicionan el diseño geométrico de la vereda.

Según el reglamento nacional de edificaciones se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

- El espesor mínimo de la losa será de 4 pulgadas con un ancho mínimo de 1.20 metros.
- Que el bombeo para aguas pluviales debe tener entre 2-4%.
- Se preverá una junta de dilatación cada 6 metros, con un ancho de $\frac{3}{4}$ ", impermeabilizándola con material asfáltico.
- La rasante de la vereda quedará 10 centímetros sobre la rasante de la pista al pie del sardinel.

5.1.4. Pavimento.

Consiste en una estructura laminar, conformada por una o varias de materiales apropiados, comprendidos entre el nivel superior de la subrasante y la superficie. La eficiencia de un pavimento depende de la rapidez, economía y seguridad (evitar accidentes) y sobre todo la comodidad al tránsito del vehículo.

5.1.4.1. Características que debe reunir un pavimento.

Deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- Resistencia a la acción producida por las cargas para evitar fallas y agrietamientos en el pavimento.
- Presentar una textura superficial adecuada a las velocidades previstas de transporte de los autos.
- Deben ser económicos.
- Deberá poseer el color adecuado para evitar reflejos y no provocar fatigas.

5.1.4.2. Clasificación de los pavimentos.

En nuestros medios se dividen en: pavimentos rígidos y pavimentos flexibles.

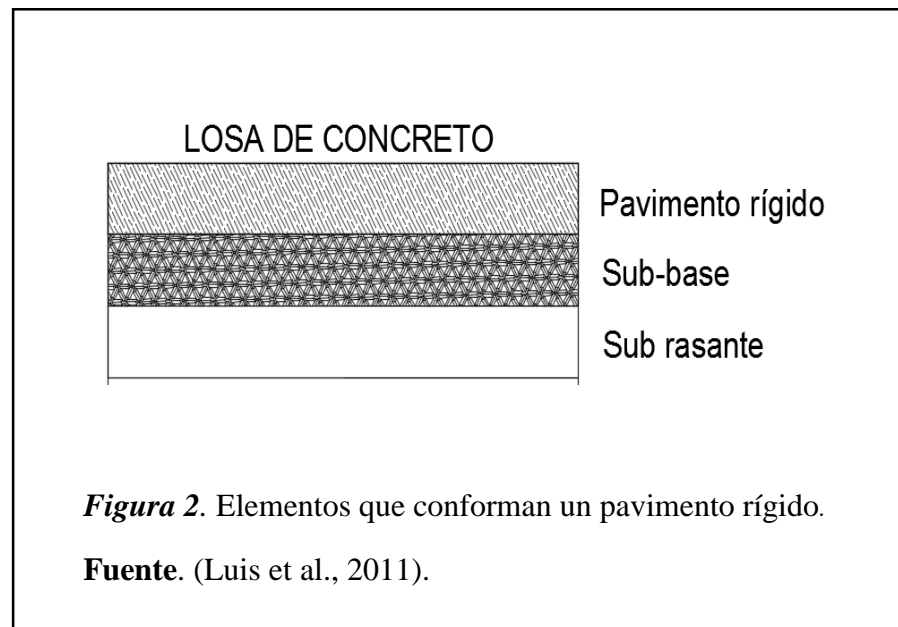
5.1.4.2.1. Pavimentos rígidos (concreto).

Están constituidos por losas de cemento portland, tienen la particularidad de distribuir los esfuerzos en áreas relativamente grandes, además en ciertas ocasiones presenta un armado en acero.

Tienen un costo inicial más elevado que el flexible, y su tiempo de vida varía entre 20 y 40 años aprox.

Los elementos que conforman un pavimento rígido son la: sub rasante, sub-base y la superficie de rodadura- losa de concreto.

A continuación se hará una breve descripción que conforma la estructura del pavimento rígido convencional de mejor aplicación para la región y como las alternativas de solución del deterioro precipitado del pavimento rígido frente a las solicitaciones externas.



Además, dentro del mismo contexto para la determinación de una estructura de pavimento, existen algunos aspectos que forman parte del diseño de una estructura de pavimento rígido que en algunos casos no se les presta la debida atención y son obviadas, tales como: la forma de la losa (ancho y largo); los cuales pueden tener una incidencia notable en el adecuado desempeño de la

estructura de pavimento rígido frente a las solicitaciones externas, principalmente del tránsito vehicular pesado.

a. Sub-rasante.

Es la capa de terreno de una vía que resiste la estructura de pavimento y que se explota hasta una profundidad que no afecta la carga de diseño correspondiente al tránsito previsto.

b. Sub-base.

Es la porción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la sub rasante y la losa pavimento rígido.

Consiste de una o más capas compactas de material granular o estabilizado cuya función principal es prevenir el bombeo de los suelos de granos finos.

c. Superficie de rodadura.

Es la capa superior de la estructura de pavimento, elaborada con concreto, simple o reforzado, asientan la capacidad soporte de tránsito y otros en la losa de concreto.

Tipos de pavimento rígido.

Los diferentes tipos de pavimento rígido son determinados según ing. Alonso Montejo Fonseca

A. Pavimentos rígido de concreto simple.

Están compuestos por losas con dimensiones limitadamente pequeñas con 4.5m de longitud entre juntas, se construyen preferentemente sin varillas de acero y los espesores varían de acuerdo a los usos previstos y de la clasificación de calles urbanas.

B. Pavimentos rígidos reforzados.

Los pavimentos reforzados contienen acero de refuerzo (forma de mallas de barras de acero) y pasadores en juntas de construcción para la transmisión de cargas entre las losas.

Los espaciamientos o las longitudes entre juntas son mayores que las de concreto simple de 4.5m hasta una longitud de 9.00 m.

C. Los pavimentos rígidos con refuerzo continuo.

Los pavimentos continuamente reforzados se construyen sin juntas de contracción y/ o transversales de la losa de concreto.

Debido al refuerzo en acero, en dirección longitudinal, estos pavimentos tienden a desarrollar grietas que se presentan un alto grado de transferencia de cargas debido a que están firmemente unidas por el acero de refuerzo (malla de varillas de acero y/ o mallas electro soldadas), sin embargo, por la presencia de refuerzo tiende a la transmisión de cargas en las caras de las fisuras.

5.1.4.2.2. Procedimiento de diseño para el pavimento rígido.

a) Periodo de diseño.

Tabla 19.

Periodo de diseño.

Tipo de carretera	Periodo de diseño
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 -50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 - 25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10 - 20 años

Fuente: (AASHTO, 1993)

b) Índices de serviciabilidad.

Tabla 20.

Índices de serviciabilidad.

Índice de serviciabilidad inicial	Índice de serviciabilidad final
Po = 4.5 para pavimentos rígidos	Pt = 2.5 o más para caminos muy importantes
Po = 4.2 para pavimentos flexibles	Pt = 2.0 para caminos de tránsito menor

Fuente: (AASHTO, 1993)

c) Factor de distribución por dirección.

Tabla 21.

Factor de distribución por dirección.

Número de carriles en ambas direcciones	LD 10
2	0.50
4	0.45
6 o más	0.40

Fuente: (AASHTO, 1993)

d) **Factor de distribución por carril.**

Tabla 22.

Factor de distribución por carril.

Nº de carril en cada sentido	Porcentaje de W18 en el carril de diseño
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4 o más	50 - 75

Fuente: (AASHTO, 1993)

e) **Confiabilidad.**

Tabla 23.

Confiabilidad según el tipo de carretera.

Tipo de carretera	Niveles de confiabilidad R	
	Suburbanas	Rurales
Autopista Regional	85 - 99.9	80 - 99.9
Troncales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	50 - 80

Fuente: (AASHTO, 1993)

f) **Desviación estándar normal**

Tabla 24.

Desviación estándar normal.

DESVIACION ESTANDAR NORMAL , VALORES QUE CORRESPONDEN A LOS NIVELES SELECCIONADOS DE CONFIABILIDAD		
CONFIABILIDAD R (%)	(ZR)	(So)
50	0.000	0.35
60	-0.253	0.35
70	-0.524	0.34
75	-0.647	0.34
80	-0.841	0.32
85	-1.037	0.32
90	-1.282	0.31
91	-1.340	0.31
92	-1.405	0.30
93	-1.476	0.30
94	-1.555	0.30
95	-1.645	0.30
96	-1.751	0.29
97	-1.881	0.29
98	-2.054	0.29
99	-2.327	0.29
99.9	-3.090	0.29
99.99	-3.750	0.29

Fuente: (AASHTO, 1993)

g) Error estándar combinado So.

Tabla 25.

Error estándar combinado.

TIPO	(So)
Pavimentos Rígidos	0.30 - 0.40
Construcción Nueva	0.35
En Sobre Capas	0.40

Fuente: (AASHTO, 1993)

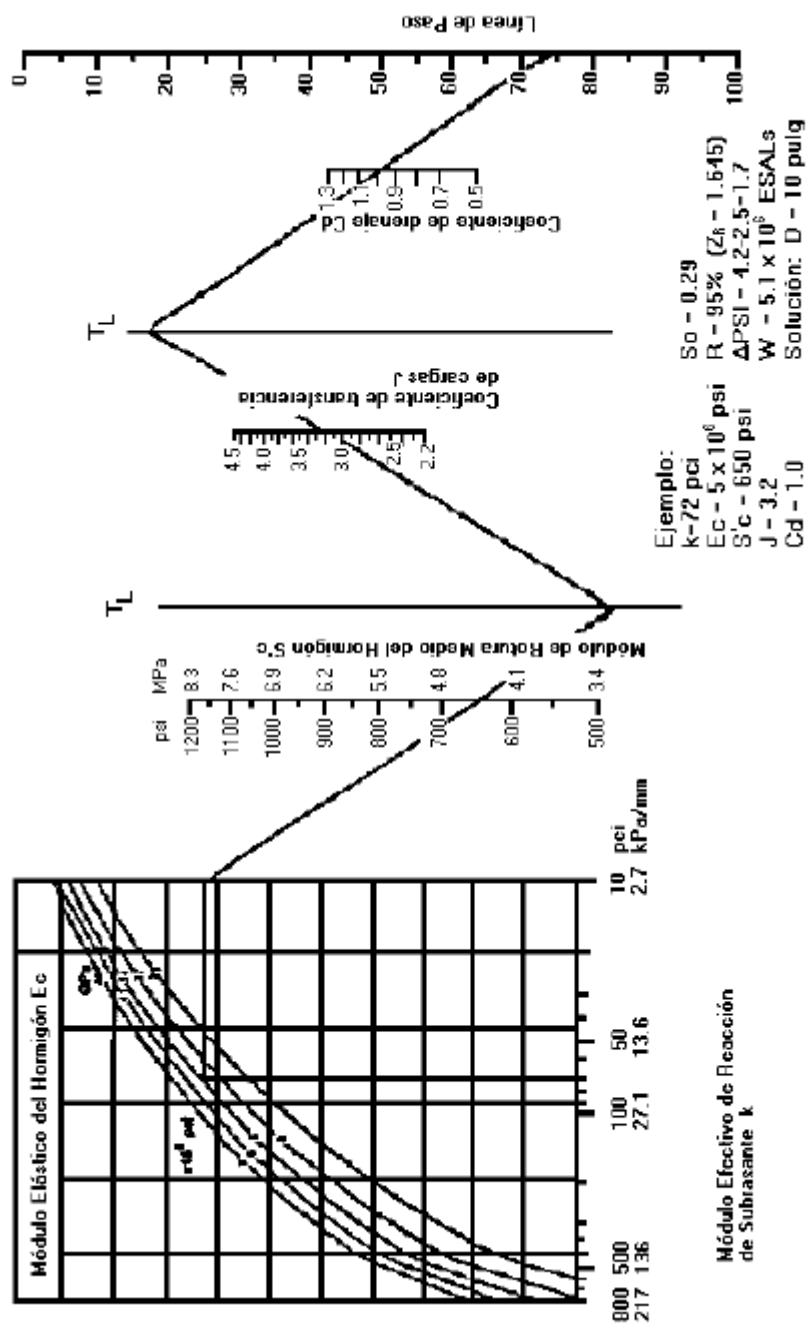


Figura 3. Ábaco de diseño para pavimentos rígidos.

Fuente: (AASHTO, 1993)

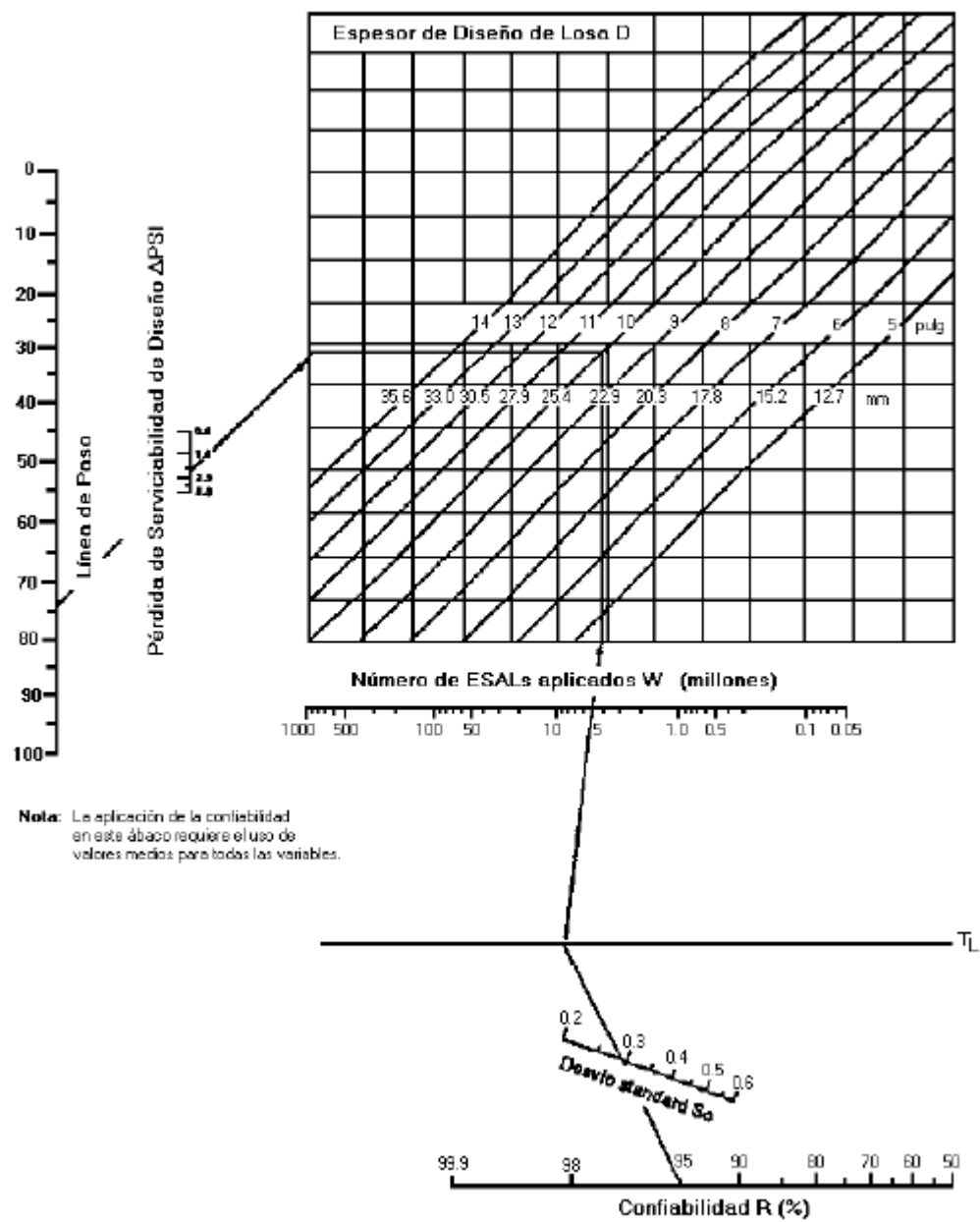


Figura 4. Ábaco de diseño para pavimentos rígidos.

Fuente: (AASHTO, 1993)

h) Pérdida de serviciabilidad.

Tabla 26.

Pérdida de serviciabilidad.

Índice de serviciabilidad inicial	Índice de serviciabilidad final
Po = 4.5 para pavimentos rígidos	Pt = 2.5 o más para caminos muy importantes
Po = 4.2 para pavimentos flexibles	Pt = 2.0 para caminos de tránsito menor

Fuente: (AASHTO, 1993)

Entonces:

$$\Delta\text{PSI} = P_o - P_t$$

i) Drenaje.

Tabla 27.

Calidad de drenaje.

Calidad del drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	el agua no evacua

Fuente: (AASHTO, 1993)

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos de 1%	1 % - 5 %	5 % - 25 %	más del 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Mediano	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Malo	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy malo	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: (AASHTO, 1993)

j) Coeficiente de transmisión de carga.

Tabla 28.

Coeficiente de carga.

Tipo de Pavimento	Con. Asfáltico		Con. Hidráulico	
	SI	NO	SI	NO
No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Reforzado continuo	2.9 - 3.2	----	2.3 - 2.9	----

Fuente: (AASHTO, 1993)

k) Módulo de elasticidad del concreto.

$$E_c = 15000 (f'_c)^{0.5}$$

Ecuación 1. Módulo de elasticidad del concreto

f'_c = resistencia a la compresión.

l) Módulo de rotura del concreto.

$$S'_c = 8 - 10 (f'_c)^{0.5} \text{ En Mpa.}$$

Ecuación 2. Módulo de rotura del concreto.

m) Cálculo el espesor de losa.

Se seguirá el método AASTHO93 que se presenta a continuación:

La fórmula general es la siguiente:

$$\log W_{18} = Z_R S_0 + 7,35 \lg(D+1) - 0,06 + \frac{\lg \frac{\Delta PSI}{4,5-1,5}}{1 + \frac{1,625 \cdot 10^7}{(D+1)^{8,46}}} + (4,22 - 0,32 p_t) * \lg \frac{S'_c C_d (D^{0,75} - 1,132)}{215,63 J \left(D^{0,75} - \frac{18,42}{\left(\frac{E_c}{K} \right)^{0,25}} \right)}$$

Ecuación 3. Fórmula del espesor de la losa.

Fuente: (AASHTO, 1993)

Donde:

W_{18} = Tránsito estimado para el periodo de vida útil en ejes equivalentes de 18 kips (80 kN) “ESALs”

Z_R = Factor de desviación Normal para el nivel de confiabilidad R.

S_0 = Desvío estándar de todas las variables.

D = Espesor de la losa en pulgadas.

ΔPSI = Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño.

p_t = Serviabilidad final.

S'_c = Módulo de rotura del hormigón en (psi).

J = Coeficiente de transferencia de cargas.

C_d = Coeficiente de drenaje.

E_c = Módulo de elasticidad del hormigón en (psi).

K = Módulo efectivo de reacción de la subrasante (psi/pulg).

5.1.4.2.3. Pavimentos flexibles.

Conformado por una carpeta bituminosa, generalmente formado por una o más capas de materiales.

Resultan más económicos en su construcción inicial, por lo que tiene un periodo de vida de 10 a 15 años y de debe realizar manteniendo constante para alargar su vida útil.

5.1.5. Formulación de proyectos de drenaje.

Para formular un proyecto de drenaje hay que considerar tres etapas sucesivas:

- a) Estudios e investigaciones básicas.
- b) Diseños.
- c) Construcción.

En todas estas tres etapas el factor económico es primordial. Por experiencia cabe señalar que es importante realizar los estudios y las investigaciones básicas, tan detallados como pudieran hacerse, sin considerar que el costo de los mismos es una limitación.

En el caso de los diseños estos deben plantearse por etapas, son olvidarnos que la primera etapa en un proyecto de drenaje puede servir como un experimento para la segunda etapa. Por ejemplo si el espaciamiento calculado entre drenes es de 60 metros, primero se pueden diseñar los drenes espaciados el doble de lo calculado y observar cómo reacciona la napa freática.

Finalmente, el éxito de la construcción de un sistema de drenaje dependerá de las dos etapas anteriores.

Buenos estudios garantizan buenos diseños y construcciones exitosas.

5.1.5.1. Factores hidrológicos y geológicos en el diseño de obras de drenaje.

Se debe considerar como el primer factor el tamaño de la cuenca como factor hidrológico (precipitación, intensidad), donde el caudal aportado estará en función a las ambientes climáticos (escorrentía), fisiográficas, topográficas (configuración del terreno), tipo de cobertura vegetal y capacidad de almacenamiento.

Los factores geológicos (aguas subterráneas) que intervienen en el diseño, como también de la naturaleza y condiciones de los suelos (características físico-mecánicas).

5.1.5.2. Estudios de campo.

Se realizan con la finalidad de identificar, conseguir y evaluar la información referida es decir el estado actual de las obras de drenaje existente (construidas), condiciones topográficas, hidrológicas (agua) e hidráulicas al área de estudio.

5.1.6. Concepto de Drenaje urbano.

Comprende una serie de acciones materiales o no dirigidas al logro de los objetivos establecidos entre los cuales resulta mayor relevancia evitar, en la medida de los posibles que las aguas perjudiquen a los habitantes.

Un sistema de drenaje urbano debe estar dirigido al logro de unos objetivos en las cuales son dos: uno básico (evitar daños a la personas por la lluvia) y otro complementario (garantizar el desenvolvimiento en la vida de las poblaciones).

5.1.6.1. Acciones en drenaje urbano.

Se pueden clasificar en dos tipos de acciones:

1. Las de carácter preventivo que consisten en la aplicación apropiada de estrategias que aminoran los daños de las áreas urbanas.
2. Las acciones correctivas que se aplican en la medida de que las preventivas son insuficientes.

5.1.6.2. Grado de protección en drenaje urbano.

Se puntualiza como el nivel admisible de riesgo de ocurrencia de daños o molestias es decir constarán fundamentalmente 2 grados de protección, uno a la función básica y otra a la complementaria.

5.1.6.3. Drenaje superficial, secundario y primario.

- A. El drenaje superficial.-comprende las cunetas, canaletas, calles y vías en general, etc.
- B. El drenaje secundario.- conformado por sumideros, colectores, obras de control de sedimentos, etc.
- C. El drenaje primario.- comprende cauces naturales, embalses, lagunas, obras de descarga, etc.

5.1.6.4. Sistemas de drenaje pluvial.

Se compone de las siguientes partes:

- a) Estructuración de captación.- captan y recolectan las aguas y transportan tales como los sumideros, ubicados en los puntos más bajos del terreno.
- b) Estructuras de conducción.- transportan las aguas recolectadas hacia el sitio de tratamiento así tenemos como los canales y tuberías.
- c) Estructuras de conexión y mantenimiento.- permiten la conexión de varias tuberías incluso de distinto diámetro o material.

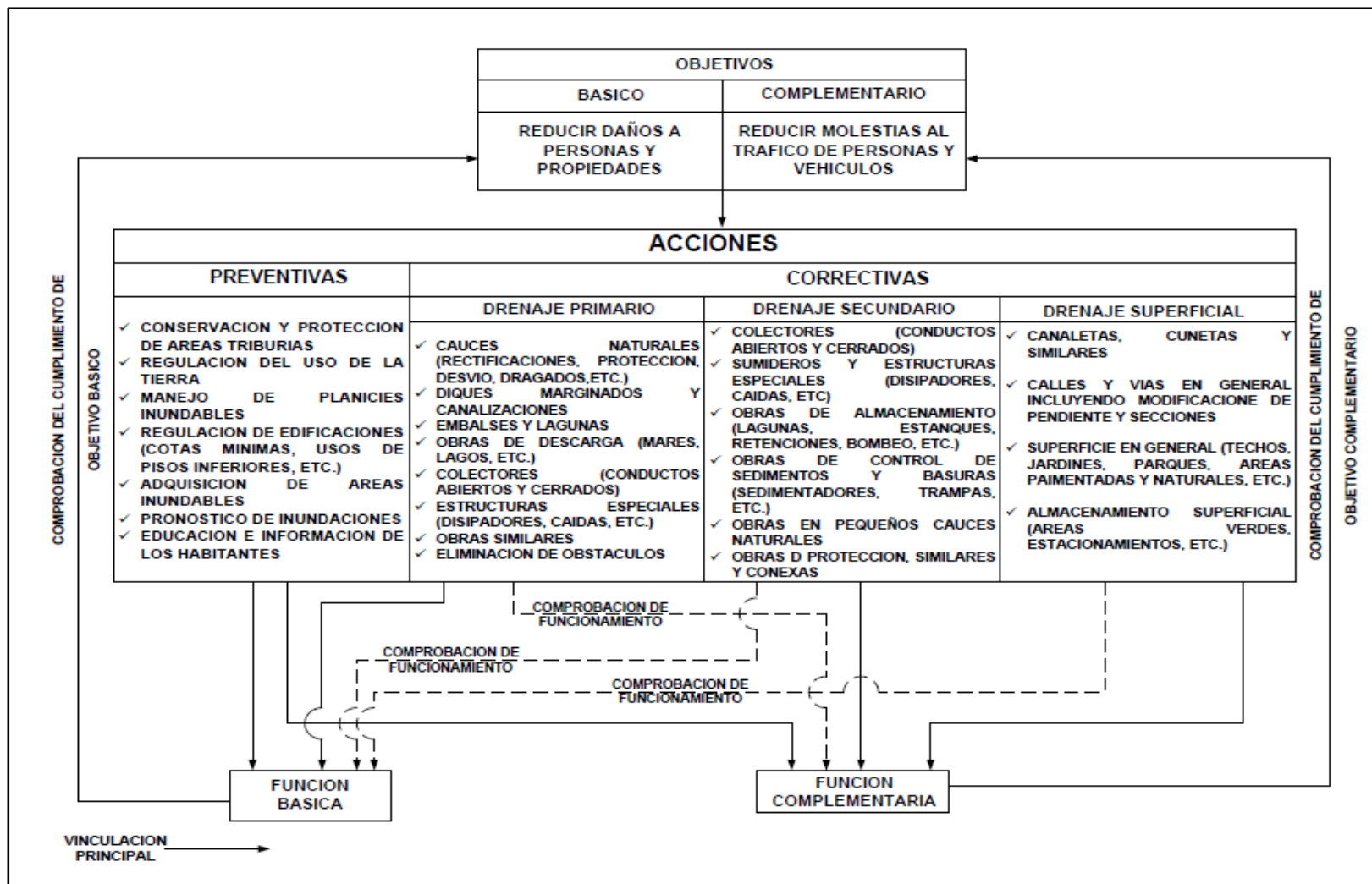


Figura 5. Esquema ilustrativo de un sistema de drenaje urbano.

Fuente: Bolinaga.

5.1.7. DISPOSICIONES GENERALES.(Norma OS.060, 2015)

5.1.7.1. Introducción.

Para toda elaboración de proyectos tales como agua, alcantarillado, etc. se debe considerar los estudios fundamentales como la topografía, hidrología (estudio del agua), suelos (tipo de suelo), hidráulicos y sobre impacto ambiental (flora y fauna).

5.1.7.2. Sistema de drenaje urbano.

Son un conjunto de tuberías y obras complementarias indispensables para recibir, conducir y evacuar las aguas residuales a través de las alcantarillas, producidas por las lluvias.

5.1.7.3. Clasificación del sistema de drenaje urbano.

a. Sistema de alcantarillado sanitario.

Diseñado para evacuar de forma rápida y segura las aguas residuales domésticas e industriales hacia una planta de tratamiento.

b. Sistema de alcantarillado pluvial.

Es el sistema que capta y conduce el agua de lluvia para su disposición final.

c. Sistema de alcantarillado combinado.

Capta y transporta al 100% las aguas de los dos sistemas indicados inicialmente.

5.1.7.4. Aplicación de la Norma.(Norma OS.060, 2015)

Información fundamental para el diseño de drenaje pluvial. Tenemos:

- Información meteorológica del lugar a realizar.
- Planos catastrales (Municipalidad de la zona).
- Planos de uso de suelo.

5.1.7.5. La presentación del proyecto de drenaje urbano.

Deberá contener:

A. Planos topográficos.

La Escala varía entre 1:500 a 1:1000 con curvas de nivel equidistancias de 1m o 0.50m según el caso.

Plano del área (especificada), a escala entre 1:500 a 1:250.

Perfil longitudinal del eje de las tuberías la escala horizontal a la escala vertical de este esquema será de 10:1.

Dibujo de las secciones de ejes de tuberías a cada 25 metros a una escala no mayor de 1:100.

B. Estudios de suelos.

Se ejecutarán calicatas cada 100 metros como mínimo y cada 500m como máximo. El informe (estudio de suelos) deberá abarcar:

Referencias de la calidad del suelo.

Ensayos de laboratorio (granulometría, límite líquido, plástico, etc.)

Perfil del suelo: señalado en el reglamento E.050.Suelos y cimentaciones.

Profundidad de la Napa freática.

5.1.7.6. Consideraciones hidráulicas en sistemas de drenaje urbanismo.

A. Consideraciones del caudal de diseño.

Por el método racional, puede ser aplicado a cuencas que no excedan a 1300 has ó 13 km².

Por el método del hidrógrafa unitarios, para cuencas mayores de 13 km².

El período de retorno deberá considerarse de 2 a 10 años.

B. Captación en zona vehicular – pista.

Alineación del flujo.

Se deberá prever pendientes para facilitar la concentración del agua hacia los extremos de la calzada.

- Pendientes longitudinales (S) > 0.5%

- Pendientes transversales (T) de 2 % a 4%

C. Captación y Transporte de aguas Pluviales de calzada y aceras

La evacuación de las aguas que discurren sobre la calzada y aceras se realizará mediante cunetas, las que conducen el flujo hacia las zonas

bajas donde los sumideros captarán el agua para conducirla en dirección a las alcantarillas pluviales de la ciudad.

a) Las cunetas construidas para este fin podrán tener las siguientes secciones transversales.

- Sección Circular.
- Sección Triangular.
- Sección Trapezoidal.
- Sección Compuesta.
- Sección en V.

b) Determinación de la capacidad de la cuneta.

La capacidad de construcción de las cunetas se hará uso de la ecuación de Manning.

La sección transversal de las cunetas generalmente tiene una forma de triángulo rectángulo con el sardinel formando el lado vertical del triángulo. La hipotenusa puede ser parte de la pendiente recta desde la corona del pavimento y puede ser compuesta de dos líneas rectas.

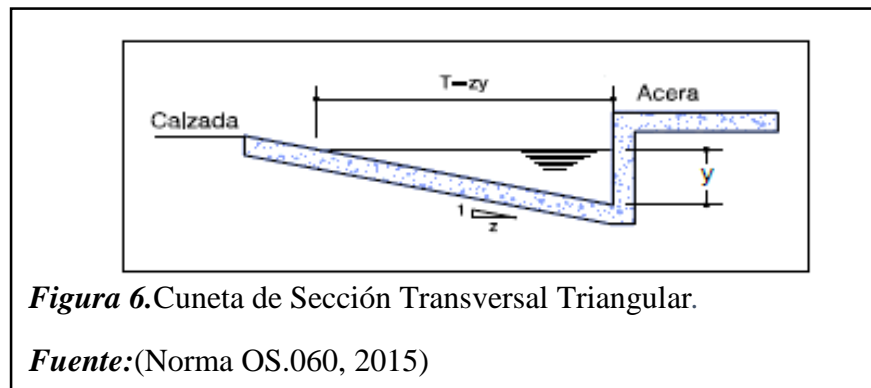


Figura 6. Cuneta de Sección Transversal Triangular.

Fuente:(Norma OS.060, 2015)

Dónde:

T = Espejo de agua.

y = Tirante de agua.

Adoptamos la sección transversal en forma de triángulo rectángulo, por su facilidad en el proceso constructivo.

Ecuación de Manning para la determinación de caudales en Cunetas

Tomando como referencia el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, la determinación de la capacidad de la cuneta, se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Q = \left(\frac{A x S^{1/2} R h^{2/3}}{n} \right)$$

Ecuación 4. Caudal en cunetas.

Dónde:

Q = Caudal en m³/seg.

n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

S.= Pendiente longitudinal del Canal (m/m).

A = Área de la sección en metros cuadrados

Rh = Radio hidráulico que es igual A/P

P = Perímetro mojado en metros.

a. Coeficiente de rugosidad (MANNING).

En la tabla 29, se muestran los valores de los diferentes acabados de los materiales de las cunetas de las calles y la berma central.

Tabla 29.

Coefficientes rugosidad Manning, proporcionados a los diferentes tipos de Acabados según el tipo de material.

CUNETAS DE LAS CALLES	COEFICIENTES DE RUGOSIDAD MANNING
a) Cuneta de concreto con acabado plateado	0.012
b) Pavimento asfáltico.	
- Textura lisa.	0.013
- Textura rugosa.	0.016
c) Cuneta de concreto con pavimento asfáltico.	
- Liso.	0.013
- Rugoso.	0.015
d) Pavimento de concreto.	
- Acabado con llano de madera.	0.014
- Acabado escobillado.	0.016
e) Ladrillo.	0.016
f) Cunetas con pendiente pequeña, donde el sedimento puede acumularse.	0.002

Fuente: (Norma OS.060, 2015)

b. Diseño de la Cuneta

Con el valor obtenido del coeficiente de Manning obteniendo, se adopta valores para “T” y “Y” con el fin de tabular valores del caudal que soporta la cuneta.

Evacuación de aguas transportadas por las cunetas:

1. Sumideros:

Es una estructura diseñada y construida para captar aguas de lluvia, que corren por las cunetas de las vías y entregarlas al alcantarillado combinado o de lluvia y para su mantenimiento se debe realizar por las rejillas previstas por sumideros.

Está dividido en 3 tipos:

- a. Sumideros laterales en sardinel: consiste en una abertura vertical a través del cual discurre el flujo de las cunetas.
- b. Sumideros de fondo: este ingreso consiste en una abertura o más sumideros en la cuneta cubierta por uno o más sumideros. Se utilizarán cuando las pendientes longitudinales de las cunetas sean mayores al 3%.
- c. Sumideros mixtos o combinados: consiste en la combinación de las dos anteriores, tratando de tomar lo más positivo para su elección.

1.1. Ubicación de los sumideros.

Deben ubicarse, en los puntos bajos y se deben ubicar cerca de las alcantarillas o conductos de desagüe.

Cambio de pendiente longitudinal de las vías.

Antes de las intersecciones de las calles, para evitar que el tráfico deba sortear las corrientes superficiales.

1.2. Espaciamiento de los sumideros.

El proyectista deberá estudiar la infiltración del suelo y su racionabilidad, además se deberá tomar en cuentas los factores de ubicación, es decir si es una instalación múltiple o serie de sumideros, el espaciamiento mínimo será de 6 metros.

2. Rejillas:

Las rejillas es un elemento que permiten el paso del agua y filtran todo tipo de residuos y pueden ser en forma de rectángulos, circulares y cuadrados.

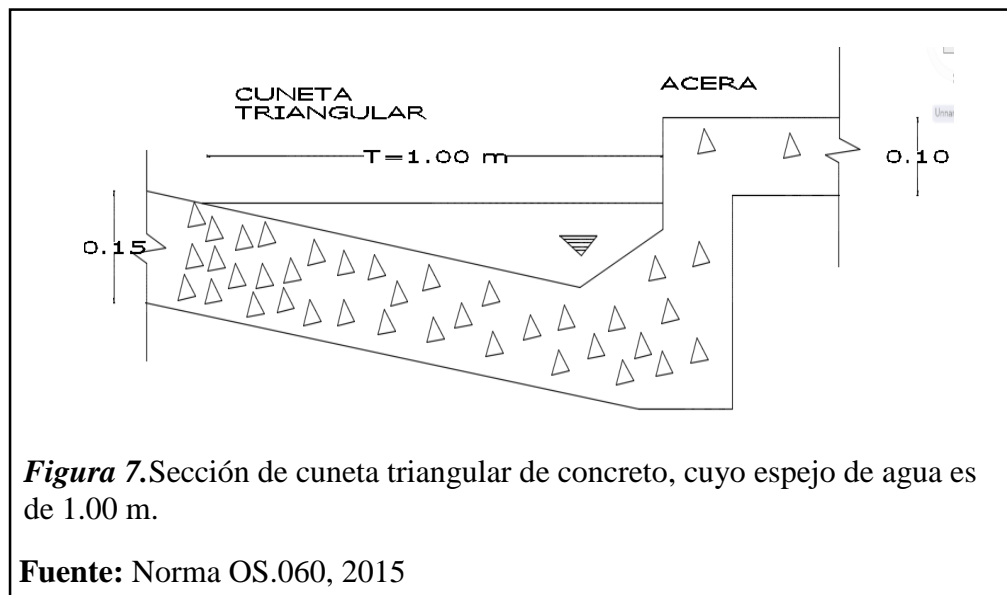
Usualmente se eligen rejillas de dimensiones rectangulares, se elaboran en dimensiones de 60mm x 100 mm y 45mm x 100 mm

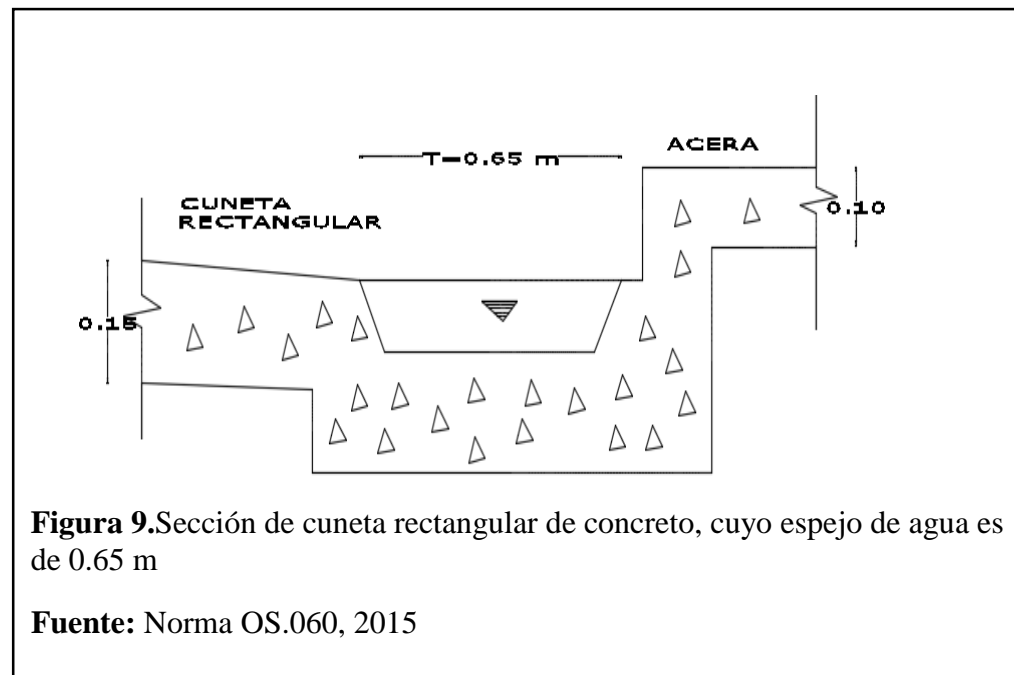
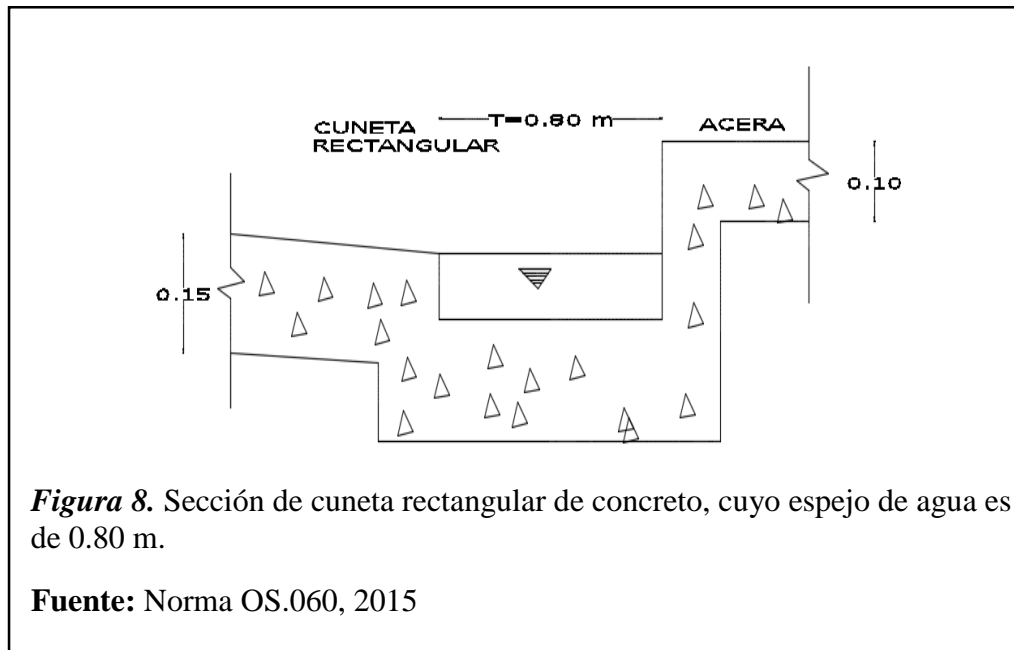
La distancias entre barras (rejillas), cambia entre 20mm x 35 mm – 50 mm (3/4" - 13/8" – 2") depende si los sumideros van hacer usados en zonas urbanas o en carreteras.

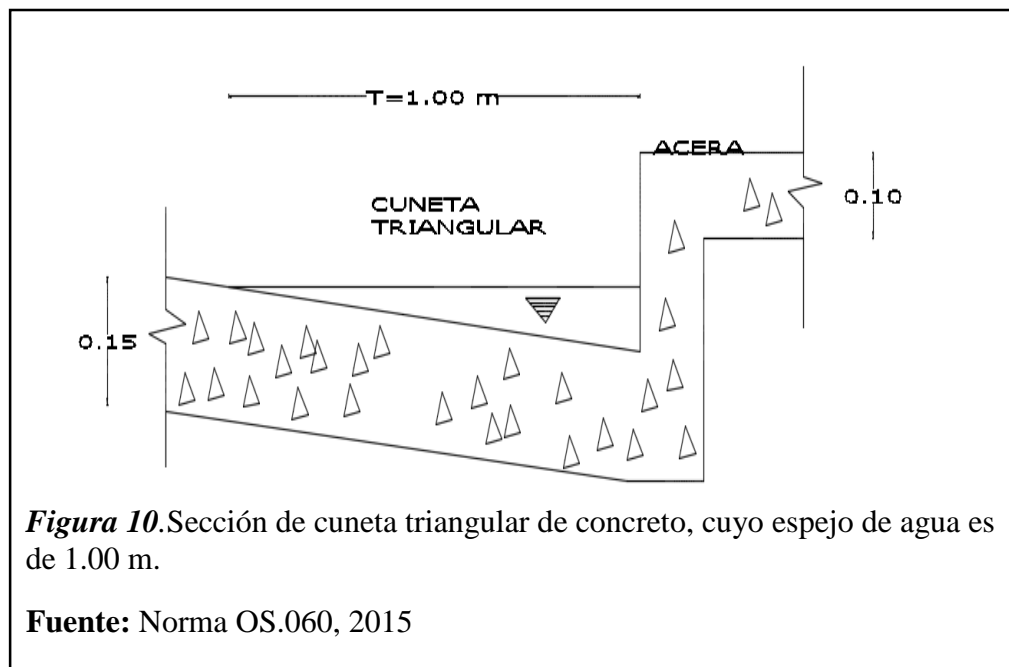
Se clasifican bajo dos consideraciones:

- a. Por el material; pueden ser:
 - Fierro fundido.
 - Fierro laminado.

3. Secciones transversales de cunetas.







4. Colectores de aguas pluviales:

Conformado por un conducto que recoge agua producida por las lluvias y la transporta a una alcantarilla.

Para la elección de la tubería al ser manipuladas se deberá considerar lo siguiente:

a. Lugar del alineamiento.

Se convendrá evitar la ubicación de colectores bajo calzadas y bermas de las pistas.

b. Tipo de diámetro de tubos.

Tabla 30.

Diámetros mínimos según el tipo de colector.

Tipo de colector	Diámetro mínimo (cm)
Colector troncal	50
Lateral troncal	40
Conductor lateral	40

Fuente: Norma OS.060, 2015

Se aumentarán en diámetro 50 centímetros en las instalaciones situadas parcial o totalmente bajo la calzada cuyos diámetros, están restringidos por el tipo material con la que se elaboran.

c. Resistencia:

Especificaciones de resistencia detalladas en las Normas Técnicas Peruanas NTP actuales.

5. Sistemas de evacuación

El sistema de evacuación se divide en:

- a. Sistema de evacuación por gravedad.
- b. Sistemas de evacuación por bombeo.

a. Sistema de evacuación por gravedad.

- En caso de descarga al mar, el nivel de agua en la entrega (tubería o canal) debe estar 1.50 m sobre el nivel medio del mar.
- En el caso de descarga a un río el nivel del agua en la descarga (tubería o canal) deberá estar por lo menos a 1 metro sobre el máximo nivel de agua esperado para un nivel del agua esperado para un periodo de retorno de 50 años.
- En el caso de un lago, el nivel de evacuación del pelo del agua del evacuador o dren principal estará a 1.00 metro por encima del nivel del agua que alcanzará el lago para un periodo de 50 años.

b. Sistema por bombeo.

Cuando no es posible la evacuación por gravedad, se debe considerar la alternativa de evacuación mediante el uso de un equipo de bombas móviles o fijas (plantas de bombeo).

5.1.8. Estudios hidrológicos.

5.1.8.1. Cuenca hidrológica.

Una cuenca es una zona de la superficie terrestre donde las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida.

Desde el punto de vista de su salida, existen fundamentalmente dos tipos de cuencas: endorreicas y exorreicas. En las primeras el punto de salida está dentro de los límites de la cuenca y generalmente es un lago, en las segundas el punto de salida se encuentra en los límites de la cuenca y está en otra corriente o en el mar.

5.1.8.2. Consideraciones generales.

Se tiene que estudiar la cantidad de lluvia que ha caído en la ciudad; es importante determinarla para ver cuánto puede precipitar en posteriores eventos futuros, es necesario también tener los registros de lluvias que ha ocurrido en los últimos años, esto nos permite estimar un periodo retorno de lluvia y estimar en base a gráficos como los hidrogramas o las curvas IDF la lluvia de diseño y así calcular los caudales necesarios para hacer el diseño de las tomas de agua y el diseño hidráulico que conduzca el agua de lluvia a los cauces de las torrenteras aledañas a la zona de intervención.

Y además es necesario hacer una evaluación de las cuencas que rodea la zona de intervención, ver su comportamiento y así estimar el tiempo de concentración, periodos de retorno que nos sirvan para realizar una correcta simulación de su comportamiento y hacer un correcto diseño.

5.1.8.3. Factores hidrológicos y geológicos en el diseño de obras de drenaje.

El primer factor a considerar se refiere al tamaño de la cuenca como factor hidrológico, donde el caudal aportado estará en función a las condiciones climáticas, fisiográficas, topográficas, tipo de cobertura vegetal, tipo de manejo de suelo y capacidad de almacenamiento.

Los factores geológicos que influyen en el diseño se refieren a la presencia de aguas subterráneas, naturaleza y condiciones de las rocas filtrables y suelos: su homogeneidad, estratificación, etc.

a) Área del proyecto – estudio de la cuenca.

El estudio de cuencas está orientado a determinar sus características hídricas y geomorfológicas respecto a su aporte y el comportamiento hidrológico. Es importante determinar las características físicas de las cuencas como son: el área, forma de la cuenca, sistemas de drenaje, características del relieve, suelos, etc.

b) Selección del periodo de retorno.

El tiempo promedio en años en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada “T” años, se le denomina Periodo de retorno “T”. Si se supone que los eventos anuales son independientes, es posible calcular la probabilidad de falla para una vida útil de n años.

c) Tiempo de concentración (Tc).

Tiempo de concentración, es el tiempo transcurrido, desde que una gota de agua cae, en el punto más alejado de la cuenca hasta que llega a la salida de esta (estación de aforo) Está en función de ciertas características geográficas y topográficas de la cuenca; como pendiente, vegetación etc. Según Kirpich, la fórmula para hallar el tiempo de concentración es:

$$T_c = 0.0195 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

Ecuación 5. Tiempo de concentración.

Donde:

H=Diferencia de altura (m).

L=longitud del cauce (m).

Tc= tiempo de concentración (min).

d) Determinación del coeficiente de escorrentía (C).

Para efectos de la aplicabilidad de la fórmula del método Racional (ecuación 2.4.12), el coeficiente de escorrentía “C” varía de acuerdo a las características de la superficie de la zona: topografía, naturaleza del suelo y vegetación de la cuenca, como se muestra:

Figura 11.

Coefficiente de escorrentía promedio para áreas urbanas.

Para 5 y 10 años de periodo de retorno.

Características de la superficie	Coefficiente de Escorrentía
Calles	
Pavimento Asfáltico	0,70 a 0,95
Pavimento de concreto	0,80 a 0,95
Pavimento de Adoquines	0,70 a 0,85
Veredas	0,70 a 0,85
Techos y Azoteas	0,75 a 0,95
Césped, suelo arenoso	
Plano (0 - 2%) Pendiente	0,05 a 0,10
Promedio (2 - 7%) Pendiente	0,10 a 0,15
Pronunciado (>7%) Pendiente	0,15 a 0,20
Césped, suelo arcilloso	
Plano (0 - 2%) Pendiente	0,13 a 0,17
Promedio (2 - 7%) Pendiente	0,18 a 0,22
Pronunciado (>7%) Pendiente	0,25 a 0,35
Praderas	0,20

Fuente: Norma OS.060, 2015

Para el presente estudio, se considera un coeficiente de escorrentía igual a: **C=0.880**, que resulta del promedio del tipo de superficie para pavimento rígido de **Figura 11**, con el que se trabajó para el cálculo del caudal de diseño.

e) Análisis de bondad de ajuste.

Las pruebas de bondad de ajuste se harán también, para el registro de caudales máximos anuales para diferentes periodos de retorno (5, 10, 25, 50,100 años) Usando la fórmula de WEISBULL para diferente periodo de retorno:

$$Tr = \frac{n + 1}{m}$$

Ecuación 6.Ecuación de WEISBULL.

f) Determinación del caudal por los diferentes métodos estadísticos.

Los métodos estadísticos, se basan en considerar que el caudal máximo anual, es una variable aleatoria que tiene una cierta distribución.

Para utilizarlos se requiere tener como datos, el registro de caudales máximos anuales, cuanto mayor sea el tamaño de registro, mayor será también la

aproximación del cálculo del caudal de diseño, el cual se calcula para un determinado período de retorno.

Método de Gumbel:

Para calcular el caudal máximo para un periodo de retorno determinado se usa la ecuación:

$$P_{\text{máx}} = X - \frac{S}{\sigma_N} (Y_N - \ln T)$$

Donde:

$P_{\text{máx}}$ = Precipitación máxima 24 horas para un periodo de retorno determinado.

N = número de años de registro.

S = Desviación estándar.

σ , Y_n = En función de N en la siguiente tabla.

X = Media.

Para calcular el intervalo de confianza o sea aquel dentro del cual puede variar $Q_{\text{máx}}$ dependiendo del registro disponible se hace el siguiente.

Si $\theta = 1 - \frac{1}{T}$ varía entre 0.20 y 0.80, el intervalo de confianza se calcula con la fórmula:

$$\Delta P(a) = \pm \sqrt{N\alpha\sigma} \cdot \frac{S}{\sigma_N \sqrt{N}}$$

Donde:

N = número de años de registro.

$\sqrt{N\alpha\sigma}$. = Constante en función de la figura 12.

σ_N = En función de N de la Tabla 31.

σ_Q = Desviación estándar de los caudales de la ecuación...

Tabla 31.*Medias esperadas y desviaciones estándar de extremos reducidos.*

N	Yn	Sn
20	0.5236	1.0628
21	0.5252	1.0695
22	0.5268	1.0755
23	0.5282	1.0812
24	0.5296	1.0865
25	0.5309	1.0915
26	0.5309	1.0961
27	0.5320	1.1004
28	0.5332	1.1047
29	0.5353	1.1086
30	0.5362	1.1124
31	0.5371	1.1159
32	0.5380	1.1193
33	0.5388	1.2260
34	0.5396	1.2550
35	0.5403	1.1285
36	0.5410	1.1313
37	0.5418	1.1339
38	0.5424	1.1363
39	0.5430	1.1388
40	0.5436	1.1413
41	0.5442	1.1436
42	0.5448	1.1458
43	0.5453	1.1480
44	0.5458	1.1499
45	0.5463	1.1519
46	0.5468	1.1538
47	0.5473	1.1557
48	0.5477	1.1574
49	0.5481	1.1590

N	Yn	Sn
50	0.5485	1.1607
51	0.5489	1.1623
52	0.5493	1.1638
53	0.5497	1.1653
54	0.5501	1.1667
55	0.5504	1.1681
56	0.5508	1.1696
57	0.5510	1.1708
58	0.5552	1.1721
59	0.5552	1.1734
60	0.5521	1.1747
62	0.5527	1.1770
64	0.5333	1.1793
66	0.5538	1.1814
68	0.5543	1.1834
70	0.5548	1.1854
72	0.5552	1.1873
74	0.5557	1.1890
76	0.5561	1.1906
78	0.5565	1.1923
80	0.5569	1.1938
82	0.5572	1.1953
84	0.5576	1.1967
86	0.5580	1.1980
88	0.5583	1.1994
90	0.5586	1.2007
92	0.5589	1.2020
94	0.5592	1.2032
96	0.5595	1.2044
98	0.5598	1.2055

Fuente: Análisis de frecuencias de fenómenos en hidrología. “Universidad Nacional Agraria La Molina”

Figura 12. Valores para hallar Gumbel

ϕ	$\sqrt{N\alpha\sigma_m}$
0.01	(2.1607)
0.02	(1.7894)
0.05	(1.4550)
0.10	(1.3028)
0.15	1.2548
0.20	1.2427
0.25	1.2494
0.30	1.2687
0.35	1.2981
0.40	1.3366
0.45	1.3845
0.50	1.4427
0.55	1.5130
0.60	1.5984
0.65	1.7034
0.70	1.8355
0.75	2.0069
0.80	2.2408
0.85	2.5849
0.90	(3.1639)
0.95	(4.4721)
0.98	(7.0710)
0.99	(10.000)

Calculo de la Precipitación diseño para un cierto periodo de retorno será igual al:

$$P_d = P_{\text{máx}} \pm \Delta P$$

O también.

Usando la expresión de Dick y Peschke (1978), se calcula la precipitación de diseño:

$$P_d = P_{\text{máx}} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

Donde:

Pd= Precipitación total (mm)

d=Duración en (mín.), para 5, 10, 15, 25, 30, 60, 90, 120, 240,300 y 360 minutos.

Pmáx= Precipitación máxima en 24 horas (mm)

Para el cálculo de la **INTENSIDAD**, como ya se cuenta con la duración de la tormenta se divide la precipitación (Pd) entre la duración para diferentes periodos de retorno y diferentes duraciones.

Método de Nash:

Nash considera que el caudal máximo para un período de retorno se puede calcular con la ecuación:

$$P_{\max} = a + b \log \left\{ \log \left[\frac{T}{T-1} \right] \right\}$$

Ecuación 7. Precipitación máxima

Donde:

a y b: parámetros.

P_{máx}: Precipitación máxima.

T: Período de retorno en años.

Los parámetros a y b se estiman utilizando el método de mínimos cuadrado con la ecuación lineal: $Q = a + bX$ usando las siguientes ecuaciones:

$$a = P_m - b X_m$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^N X_i * P_i - N X_m P_m}{\sum_{i=1}^N X_i^2 - N X_m^2}$$

Ecuación 8. Parámetros de diseño

Donde:

N = número de años de registro.

P_m = precipitaciones máximas anuales.

$$P_m = \frac{\sum P_i}{N}$$

$$X_m = \frac{\sum X_i}{N}$$

El intervalo dentro el cual puede variar el P_{máx}

$$\Delta P = \pm 2 \sqrt{\frac{S_{qq}}{N^2 * (N-1)} + (X - X_m)^2 * \frac{1}{N-2} * \frac{1}{S_{xx}} (S_{qq} - \frac{S_{xq}^2}{S_{xx}})}$$

Siendo:

$$S_{xx} = N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2$$

$$S_{qq} = N \sum P_i^2 - (\sum P_i)^2$$

$$S_{xq} = N \sum X_i * P_i - (\sum X_i) * (\sum P_i)$$

Caudal de diseño

$$Q_d = P_{\max} + \Delta P$$

Ecuación 9. Caudal de diseño.

Método de logaritmo Pearson III.

1.- Se calcula la inclinación o coeficiente de sesgo (Csy):

$$CS_y = \frac{N \times \sum (Y - Y_y)^3}{(N - 1) \times (N - 2) \times \sigma_y^3}$$

2. Se calcula el coeficiente de variación:

$$C_v = \sigma_y / Y_y$$

3.- Luego la ecuación de predicción será:

$$\text{Log} Y = Y_y + \sigma_y * K$$

Método de Lebediev.

Caudal medio.

$$P_m = \frac{\sum P_i}{N}$$

Ecuación 10. Precipitación Media.

Caudal máximo.

$$P_{\max} = P_m (K * C_v + 1)$$

Ecuación 11. Precipitación máxima

Coficiente de variación

$$c_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i}{P_m} - 1\right)^2}{n}}$$

Coeficiente de sesgo

$$c_s = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i}{P_m} - 1 \right)^3}{N * c_v}$$

$$C_s = 3 * c_v$$

Se escoge el mayor

Cálculo de las probabilidades para los diferentes periodos de retorno (5, 10, 25,50 y 100 años)

$$P = \frac{1}{T} * 100$$

Aplicando fórmula

$$P_{\max} = P_m (K * C_v + 1)$$

Ecuación 12. Caudal máximo Lebediev

Método Racional

La concepción del método racional asume que si una lluvia con intensidad “I” empieza en forma instantánea y continua en forma indefinida, la tasa de escorrentía continuará hasta que se llegue al tiempo de concentración t_c , en el cual toda la cuenca está contribuyendo al flujo en la salida. El producto de la intensidad de lluvia “I” y el área de la cuenca “A” es el caudal de entrada al sistema, “IA”, y la relación entre este caudal y el caudal pico “Q” (que ocurre en el tiempo de concentración t_c), se conoce como el coeficiente de escorrentía “C” ($0 < C < 1$).

Este método esta expresado matemáticamente por la relación:

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

Ecuación 13. Cálculo del caudal con el método racional.

Dónde:

Q: Descarga máxima de diseño, en m³/seg

C: Coeficiente de escorrentía. (Ver figura N° 11)

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

A: Área de la micro cuenca, en Km².

5.1.8.4. Métodos para determinar los datos faltantes de las precipitaciones máximas.

Frecuentemente en las precipitaciones faltan datos en los registros de las lluvias, esto se debe principalmente al ausentismo del operador o a fallas instrumentales, entre otras. Se llama correlación a la operación por el cual se completan los datos faltantes, para ello se utilizan los datos de las estaciones índices que si tienen datos completos y que se seleccionan de modo que estén lo más cerca y sean de altitud parecida a la estación en estudio. Distancia y altitud pues son los factores principales para la selección de las estaciones índices.

a. Método de los promedios.

Este método consiste en escoger una estación índice A, cuya precipitación media anual es \bar{X}_A , si la estación problema es X, se halla su correspondiente precipitación anual media X, y se establece la proporción $X/\bar{X} = \bar{X}_A/\bar{X}_A$, luego despejando X, se tiene:
 $X = \bar{X} * \bar{X}_A / \bar{X}_A$.

5.2. Variable independiente.

Aguas pluviales.

Suelos.

Topografía del terreno.

5.3. Variable dependiente.

Diseño de red de drenaje pluvial.

Diseño de pistas (Pavimento rígido).

5.4. Normativa (técnica legal, ambiental, seguridad y salud ocupacional).

La normalización es la actividad que consiste en la elaboración, difusión y aplicación de las normas técnicas, destinadas a establecer la calidad que deben reunir los productos o servicios.

a) Normas ASTM

Fundado en 1898, ASTM international (American Society for Testing and Materials) es una de las organizaciones internacionales de desarrollo de normas más grandes del mundo. Las normas ASTM international se usan en investigaciones y proyectos de desarrollo, sistemas de calidad comprobación y aceptación de productos y transacciones comerciales por todo el mundo y abarcan áreas tales como metales, pintura, plásticos, textiles, petróleo, etc.

b) Normas AASHTO

Corresponde por sus siglas en inglés de American Association of State Highway and Transportation Officials, es un órgano que establece normas y hace pruebas de protocolos y guías usadas en el diseño y construcción de autopistas, ferrocarriles, agua y transporte público.

c) Normas NTP.

Corresponde a la comisión de reglamentos técnicos y comerciales (CRT) del INDECOPI, en su calidad de Organismo Peruano de Normalización, aprobar y poner a disposición las Normas Técnicas Peruanas (NTP).

5.5. Impacto ambiental.

La gran importancia que ha adquirido realizar los estudios de impacto ambiental debido a las transformaciones y fenómenos naturales que se presentan en medio a causa del cambio climático y a la acción destructiva del hombre al ambiente en el cual radica y hace uso de esto.

En la actualidad estos estudios trae es necesario en todo proyecto para que se analice que consecuencias traerá consigo la construcción y operación del mismo, si es viable su construcción se evalúa las soluciones mitigando los efectos que causan los proyecto para que se puedan concretar sin afectar a la población y a las obras civiles en general.

En este informe de investigación se identificará que puede ocurrir tanto en la fase de construcción y operación y se establecerá planes de acción, es decir como correctivos para minimizar los daños y afecto negativos al proyecto.

Impactos favorables del proyecto son:

- Disminución de riesgos de inundación en la urbanización.
- Disminución de riesgos de proceso erosivos.
- Disminución de enfermedades como el dengue, zica, etc.

Impactos desfavorables del proyecto:

- Arrojo de desechos y/o basura por parte de la población.
- Invasión del cauce.
- Disposición de materiales excedentes de la obra.
- Ruido generado por la maquinaria pesada, durante el proceso constructivo de la obra.
- Alteración de la calidad de suelos.

5.6. Gestión de riesgos.

Durante la etapa de construcción de las pistas y sistema de drenaje pluvial se tomará medida para prever, controlar disminuir y evitar los efectos generados por la presencia de probables impactos negativos al medio ambiente la cual se detallan a continuación.

- Durante la construcción se deberá asignar un lugar para que se utilice como depósito de materiales excedentes e obra.
- Implementar dispositivos de seguridad, limpieza permanente de obra y adecuada utilización de las maquinarias pesada para evitar afectar la salud de los trabajadores de la obra.
- Se debe implementar señalización correspondiente; así mismo solicitar brigadas de control de tránsito.
- Se recomienda alquilar un local para la instalación de campamento de obra (almacén, patio de máquinas, etc.)
- Al culminar la obra las zonas de las áreas de depósitos de materiales excedentes deberán restaurarse de manera que guarden armonía con la morfología existente del área.
- Se deberá realizar la limpieza y mantenimiento de las infraestructuras construidas para garantizar el correcto funcionamiento y así evitar impacto negativo al medio ambiente.

5.7. Método de costos y presupuestos

Para la obtención de costos y presupuestos, se tuvo que obtener el metrados de cada una de las partidas que corresponden para el diseño de las pistas como el drenaje pluvial, además se consiguieron los precios de cada insumo para la valorización de cada partida y costo por hora hombre para incluir en los precios.

Una vez obtenido todos los datos se procede a la valorización total del proyecto, incluyendo el IGV para el presupuesto.

Se utilizó en el programa S10, una herramienta útil para obtención del presupuesto.

5.8. Definición de términos básicos.

Afirmado. Es una capa de material compactado de material granular selecto, y funciona como soporte al tráfico en vías no pavimentadas.

Alcantarilla. Se define como un conducto subterráneo que recoge las aguas residuales y el agua de lluvia de una ciudad.

Análisis granulométrico. Procedimiento para determinar la granulometría de un material o la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños.

Berma. Se refiere a la zona adyacente asfaltada o no de la vía generalmente, usadas a efectuar paradas de urgencia para no originar la paralización de los vehículos.

Bombeo del pavimento. Se refiere a la pendiente transversal (expresada en porcentaje) contada a partir del eje de la vía, por lo general una vía debe tener una pendiente del 2%.

Buzón. Es una estructura de forma tubular, que son construidos de concreto y usualmente son de 1.2 m de diámetro.

Calzada. Parte de pavimento destinado a la circulación de los vehículos

Calicata. Excavación superficial que se realiza en un terreno con la finalidad de permitir la observación de estratos del suelo a diferentes profundidades.

Capa asfáltica de superficie. Capa superior de un pavimento asfáltico, donde transitan los vehículos su espesor depende del tipo de diseño.

Captación. Es una estructura hidráulica que accede la entrada de las aguas como puede ser una bocatoma, etc.

Carril. Parte de la carretera destinada al transporte de los autos.

CBR. (California Bearing Ratio) es el valor relativo de soporte del suelo o material, que se mide por la penetración

Coefficiente de escorrentía. Se define como la relación entre la lluvia que escurre superficialmente y la lluvia total, además este coeficiente sirve para hacer uso en el método racional.

Coefficiente de fricción. Se refiere a la ecuación de rugosidad de Manning.

Cuneta. Son zanjas que se ubican longitudinalmente al borde de la calzada que tiene finalidad de transportar las aguas de lluvia.

Drenaje. Dar salida al exceso de agua no servible.

Sistema de Drenaje urbano. Se refiere al sistema que evacua el drenaje de las ciudades siguiendo criterios de diseño provenientes de las lluvias.

Intensidad de lluvia. Es la cantidad de agua caída por unidad de tiempo, se expresa en $\left(\frac{\text{mm}}{\text{hora}}\right)$.

Losa de concreto de cemento Portland. Superficie de rodadura en los pavimentos rígidos con dimensiones que varían de 10 cm – 18 cm, dependiendo del diseño.

Pavimentos rígidos. Se define así a los pavimentos de concreto de cemento hidráulico en la que está formado por su losa de concreto, base y subrasante

Periodo de retorno de una avenida. Es uno de los de los parámetros más significativos y se define como el intervalo de recurrencia (T) a un lapso promedio en años, entre un evento igual o mayor a una magnitud dada.

Precipitación. Es toda forma de humedad que originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo.

II. Material y métodos.

2.1. Tipo y diseño de investigación.

2.1.1. Tipo de investigación.

Cuantitativa, porque se aplicó fórmulas, aplicaciones para el diseño del sistema de drenaje pluvial.

2.1.2. Diseño de investigación.

Analítica, Cuasi experimental porque se realizó el análisis de muestras obtenidas en el laboratorio de suelos, como además la aplicación de distintos software (AutoCAD, CivilCAD, etc.) para el diseño.

2.2. Método de investigación.

a. Deductivo.

Porque después de haber definido la variable independiente y dependiente y sus respectivos indicadores, se tendrá que inferir la hipótesis para un adecuado diseño de pistas y drenaje pluvial en la Urbanización Santa Margarita Etapa I y II.

b. Inductivo.

Porque después de haber obtenido con éxito conocer con éxito el desarrollo del presente informe de investigación que implicó el proceso de un estudio topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio de tráfico, estudio hidrológicos e hidráulicos, se podrá dar inicio al diseño de pistas y drenaje pluvial en la Urbanización Santa Margarita Etapa I y II.

c. Análisis.

Porque tenemos que descomponer el objeto de estudio en su parte para conocer riesgos y ventajas para luego se planteará una solución al problema de estudio.

2.3.Población y muestra.

En la presente investigación se tuvo como Población el Distrito de La Victoria, se escogería como muestra la Urbanización Santa Margarita Etapa I y II teniendo un área de la urbanización:

Etapa I: 104,591.00 m²

Etapa II: 104,470.00 m²

2.4.Operacionalización de variables.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB- ÍNDICES	ÍNDICES	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACION	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
Aguas pluviales	Caudal	Coefficiente de escorrentía	escorrentía precipitaciones	m ³ /seg mm	Observación	Guía de observación	Recolección de datos hidrológicos
		Intensidades de las precipitaciones	Precipitación	mm	Observación	Guía de observación	Pluviómetro
			Tiempo de concentración	seg	Observación	Guía de observación	Recolección de datos hidrológicos
		Área de la cuenca	-----	m ²	Observación Entrevista	Guía de observación Cuestionario	Recolección de datos hidrológicos
Suelo	Humedad	Cantidad de agua	-----	%	Observación	Guía de observación	Formatos y ensayos laboratorio de mecánica de suelos de la USS.
	Sales	Contenido de sales	-----	ppm	Observación	Guía de observación	Formatos y ensayos laboratorio de mecánica de suelos de la USS.
		Grava	-----	>4.75mm	Observación	Guía de observación	Formatos y ensayos en el

							laboratorio de mecánica de suelos de la USS
	Granulometría	Arena	-----	>4.75mm	Observación	Guía de observación	Formatos y ensayos laboratorio de mecánica de suelos de la USS.
		Finos	-----	----- -	Observación	Guía de observación	Formatos y ensayos laboratorio de mecánica de suelos de la USS.
	Consistencia	Límite líquido	N° de golpes Contenido de humedad.	%	Observación	Guía de observación	Formatos y ensayos laboratorio de mecánica de suelos de la USS.
		Límite plástico	Unidades de moldeo (cilindros).	unidad	Observación	Guía de observación	
	Densidad	masa	-----	m	Observación	Guía de observación	Formatos y ensayos laboratorio de mecánica de suelos de la USS
		volumen		cm			
	Pendiente	Cotas	-----	m.s.n.m.	Observación	Guía de observación	Teodolito

Topografía del terreno					Observación	Guía de observación	Nivel Jalones
		Longitud	-----	km			
	Coordenadas	Longitud	-----	UTM	Observación	Guía de observación	Teodolito brújula Jalones
		Latitud	-----	UTM			
	Área	Poligonal	Longitud	km	Observación	Guía de observación	Recolección de datos
			Ángulos	°			

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB- ÍNDICES	ÍNDICES	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACION	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
Diseño del drenaje pluvial	Levantamiento topográfico	Altimetría	Cotas	m.s.n.m	Observación	Guía de observación	Estación total Teodolito Nivel
		Planimetría	longitud	m			
		Contenido de humedad	-----	% w	Observación	Guía de observación	Formatos y ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos de la USS.
		Contenido de sales	-----	ppm	Observación	Guía de observación	Formatos y ensayos en el laboratorio de mecánica

	Estudio de mecánica de suelos						de suelos de la USS.
		Límites de Atterberg	Límite líquido	% w	Observación Observación	Guía de observación	Formatos y ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos de la USS
			Límite plástico	% w			
		Granulometría	Grava	>4.75mm	Observación	Guía de observación	Formatos y ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos de la USS.
			Arena	>4.75mm			
			Finos	<4.75mm			
		CBR	proctor	-----	Observación	Guía de observación	Formatos y ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos de la USS.
	caudal	intensidad	mm/h	Observación	Guía de observación		

	Estudios hidrológicos	área	-----	m ²	Observación	Guía de observación	Formatos y ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos de la USS.
		tiempo	-----	hora	Observación	Guía de observación	
	Estudios hidráulicos	Parámetros hidráulicos	Rugosidad	-----	Observación	Guía de observación	Recolección de datos
			Pendiente	m/m			
			Área	m ²			
Perímetro			m				
Velocidad	m/s						

	Diseño propiamente dicho	Sistema de diseño	gravedad	m ³ /seg	Observación	Guía de observación	Recolección de datos
	Impacto ambiental	Propuesta	protocolo	positivo	Observación	Guía de observación	
		Instrumento de gestión ambiental	documento	negativo			
	Costos y presupuestos	Costos directos	Metrados – costos unitarios	km	Observación	Guía de observación	Elaboración de formatos en Excel
		Costos hidráulicos	Gastos generales	s/			

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB- ÍNDICES	ÍNDICES	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACION	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
Diseño de pistas	Levantamiento topográfico	Altimetría	Cotas	m.s.n.m	Observación	Guía de observación	Estación total Teodolito Nivel
		Planimetría	longitud	m			
	Estudio de mecánica de suelos	Contenido de humedad	-----	% w	Observación	Guía de observación	Formatos y ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos de la USS.
		Contenido de sales	-----	ppm	Observación	Guía de observación	Formatos y ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos de la USS.
			Límite liquido	% w			Formatos y ensayos en el

		Límites de Atterberg	Límite plástico	% w	Observación	Guía de observación	laboratorio de mecánica de suelos de la USS
	Granulometría	Grava		>4.75mm	Observación	Guía de observación	Formatos y ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos de la USS.
		Arena		>4.75mm			
		Finos		<4.75mm			
	CBR	proctor	-----	Observación	Guía de observación	Formatos y ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos de la USS.	
área	-----	m ²	Observación	Guía de observación			

		tiempo	-----	hora	Observación	Guía de observación	
	Diseño del pavimento	Estudio de tránsito	-----	-----	Observación	Guía de observación	Recolección de datos
		Pavimento rígido					
	Impacto ambiental	Propuesta	protocolo	positivo	Observación	Guía de observación	
		Instrumento de gestión ambiental	documento	negativo			
	Costos y presupuestos	Costos directos	Metrados – costos unitarios	km	Observación	Guía de observación	Elaboración de formatos en Excel
		Costos hidráulicos	Gastos generales	s/			

2.5. Hipótesis:

Al diseñar las Pistas y el Sistema de Drenaje Pluvial, se logrará mejorar la transitabilidad vehicular y por ende las condiciones de calidad de vida de los habitantes de la Urbanización Santa Margarita etapa I y II.

2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

2.6.1. Técnicas de recolección de datos.

- a) **Observación:** en esta fase se tuvo que ir a lugar donde se dónde se hizo un reconocimiento de campo, se tomó algunas medidas del terreno de la Urbanización Santa Margarita.
- b) **Análisis de documental:** En esta fase del proyecto de investigación se recurrió a la revisión de libros, proyectos de investigación, artículos científicos, revistas y también al uso del internet referente al tema. Además, se tomarán datos históricos del SENAMHI y el ANA.
- c) **Entrevista.**
Se hizo la entrevista Ingeniero Pablo Valdivia Chacón, especialista en el tema de drenaje pluvial, donde nos absolvió preguntas puntuales correspondientes a los criterios que se debe tener con respecto al diseño de drenaje pluvial.

2.6.2. Instrumentos de recolección de datos:

2.6.2.1. Guía de observación: Se empleó 20 formatos de recopilación de datos a fin de registrar los resultados obtenidos según los ensayos realizados en laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad señor de Sipán; para ello se tuvo que revisar las normas correspondientes (VER ANEXO N°2).

Para lo cual se aplicó las siguientes guías:

1. Guía de observación para análisis granulométrico por tamizado.
Se hizo, 12 calicatas con 2 muestras en la gran mayoría obteniendo un total de 20 muestras.
2. Guía de análisis contenido de humedad.

Se hizo; 12 calicatas con 2 muestras en la gran mayoría obteniendo un total de 20 muestras para determinar el porcentaje de contenido de humedad.

3. Guía de análisis contenido de porcentaje de sales

Se hizo; 12 calicatas con 2 muestras en la gran mayoría obteniendo un total de 20 muestras para determinar el porcentaje de contenido de porcentaje de sales.

4. Guía de análisis de límite líquido y plástico.

Se hizo; 12 calicatas con 2 muestras en la gran mayoría obteniendo un total de 20 muestras para determinar el límite líquido y plástico de las muestras.

5. Guía de análisis proctor.

Se hizo; con 3 calicatas; la calicata 1, calicata 8 y calicata 12, debido a que el terreno tiene las mismas características de suelo.

6. Guía de análisis C.B.R.

Se hizo; con 3 calicatas; la calicata 1, calicata 8 y calicata 12, calicatas debido a que el terreno tiene las mismas características de suelo.

2.6.2.2. Guía de documentos: se usó las normativas ASTM, NTP y ASHTO; que son fundamentales para la ejecución de los ensayos de laboratorio para obtener los resultados confiables.

2.6.2.3. Guía de análisis documental.

Nombre de ensayo	Objeto	Finalidad	Norma	Materiales y equipos	Procedimiento	Parámetros														
Granulométrico por tamizado	Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.	Determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (N° 200).	ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.	Equipos: - Balanzas - Horno. Materiales: - Juego de tamices. - Envases. - Cepillo y brocha.	Sepárese la porción de muestra en una serie de fracciones usando los tamices. Se mueve el tamiz o tamices de un lado a otro. Se determina el peso de cada fracción en una balanza.	Para la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4). <table border="1" data-bbox="1559 616 2078 863"> <thead> <tr> <th>Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)</th> <th>Peso mínimo aproximado de la porción (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9,5 (3/8")</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>19,6 (3/4")</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>25,7 (1")</td> <td>2000</td> </tr> <tr> <td>37,5 (1 1/2")</td> <td>3000</td> </tr> <tr> <td>50,0 (2")</td> <td>4000</td> </tr> <tr> <td>75,0 (3")</td> <td>5000</td> </tr> </tbody> </table>	Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (g)	9,5 (3/8")	500	19,6 (3/4")	1000	25,7 (1")	2000	37,5 (1 1/2")	3000	50,0 (2")	4000	75,0 (3")	5000
Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (g)																			
9,5 (3/8")	500																			
19,6 (3/4")	1000																			
25,7 (1")	2000																			
37,5 (1 1/2")	3000																			
50,0 (2")	4000																			
75,0 (3")	5000																			
		La humedad o contenido de			Se determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo															

<p>Contenido de humedad.</p>	<p>Establecer el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo</p>	<p>humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso del agua es una masa dada del suelo, la peso de las partículas solidas</p>	<p>ASTM D-2216 :Standard Test Method of Laboratory y Determination of Water Content of Soil and Rock</p>	<p>Equipos: - Horno de secado. - Balanza. Materiales: - Recipientes. - Utensilios para manipulación de recipientes.</p>	<p>hasta un peso constante en un horno controlado a 110 ± 5 °C. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua.</p>	<table border="1" data-bbox="1572 328 2040 588"> <thead> <tr> <th colspan="3">ESPECIMEN DE ENSAYO</th> </tr> <tr> <th>TAMAÑO MAXIMO DE PARTICULAS</th> <th>TAMAÑO MALLAS ESTANDAR</th> <th>MASA MINIMA ESPECIMEN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2 mm.</td> <td>Nº 10</td> <td>20 g *</td> </tr> <tr> <td>4.75 mm.</td> <td>Nº 4</td> <td>100 g</td> </tr> <tr> <td>9.5 mm.</td> <td>3/8"</td> <td>500 g</td> </tr> <tr> <td>19.0 mm.</td> <td>3/4"</td> <td>2.5 Kg</td> </tr> <tr> <td>37.5 mm.</td> <td>1/2"</td> <td>10 Kg</td> </tr> <tr> <td>75.0 mm.</td> <td>3"</td> <td>50 Kg</td> </tr> </tbody> </table>	ESPECIMEN DE ENSAYO			TAMAÑO MAXIMO DE PARTICULAS	TAMAÑO MALLAS ESTANDAR	MASA MINIMA ESPECIMEN	2 mm.	Nº 10	20 g *	4.75 mm.	Nº 4	100 g	9.5 mm.	3/8"	500 g	19.0 mm.	3/4"	2.5 Kg	37.5 mm.	1/2"	10 Kg	75.0 mm.	3"	50 Kg
ESPECIMEN DE ENSAYO																														
TAMAÑO MAXIMO DE PARTICULAS	TAMAÑO MALLAS ESTANDAR	MASA MINIMA ESPECIMEN																												
2 mm.	Nº 10	20 g *																												
4.75 mm.	Nº 4	100 g																												
9.5 mm.	3/8"	500 g																												
19.0 mm.	3/4"	2.5 Kg																												
37.5 mm.	1/2"	10 Kg																												
75.0 mm.	3"	50 Kg																												
	<p>Arbitrariamente se elige como el contenido de humedad, al cual el zanja separador de dos porciones de una pasta de suelo se cierra a lo extenso de su fondo</p>	<p>Determinar el contenido de humedad de la muestra.</p>	<p>NTP 339.129</p>	<p>Equipos: - Recipiente para almacenaje. - Copa Casagrande. - Calibrador.</p>	<p>Se obtiene una porción de la muestra para proporcionar 150 g a 200 g de material pasante del tamiz (Nº 40). Preparar la muestra con agua destilada.</p>	<p>El número de golpes requeridos para cerrar la ranura del suelo se debe hallar en cada uno de los siguientes intervalos: 25-35; 20-30; 15-25.</p>																								

Límite líquido	en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo.			<ul style="list-style-type: none"> - Horno de secado. - Balanza. <p>Materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Espátula. <p>Insumos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pureza del agua (agua destilada). 	Colocar una porción del suelo preparado, en la copa Casagrande. Utilizando el acanalador, dividir la muestra contenida en la copa. Registrar el número de golpes, N, necesario para cerrar la ranura.	
Límite plástico	Este método de ensayo en varios sistemas de clasificación en Ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos.	Determinar el contenido de humedad e índice de plasticidad de la muestra.	NTP 339.129	<p>Equipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recipiente - Horno. - Balanza. - Espátula. - Agua destilada. 	Se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz N°40. Se amasa con agua Destilada para formar cilindros de unos 3,2 mm, hasta	<p>DISPERSIÓN</p> <p>Exactitud: No existe un valor de referencia aceptable para este método de ensayo; la exactitud no puede ser determinada.</p>

				- Vidrios de reloj.	que se pueda desmoronar. Se toma una porción de 1,5 g a 2,0 g. El secado previo del material en horno.	
Proctor Estándar	Establecer el método de ensayo para la compactación del suelo	Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la Relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva	NTP 339.141	Equipos: - Ensamblaje del molde. - Molde de 4 pulgadas. - Molde de 6 pulgadas. - Pisón o martillo. - Extractor de muestras. - Balanza.	Tamizar la muestra en la malla N°4 aproximadamente 16 kilos. Luego se esparce la muestra en una fuente para luego agregar agua (contenido de humedad). Se coloca la muestra en el molde por capas y se apisona cada una con 56 golpes.	El óptimo Contenido de Agua Modificado, con aproximación al 0,5 %. Manual de Ensayo de Materiales El Peso Unitario Seco Máximo, con aproximación a 0,5 lbf/pie3.

<p>CBR (California Bearing Ratio)</p>	<p>Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte.</p>	<p>de compactación). Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base.</p>	<p>ASTM D 1883</p>	<p>- Horno de secado. Materiales: - Regla. - Tamices N°4 Espátula. Equipos. Molde cilíndrico Disco espaciador Pisón metálico. Dispositivo para medir la expansión. Pesos de sobrecarga Pistón de penetración Dispositivo de carga Tanque de remojo.</p>	<p>Después extrae la muestra para luego determinar su contenido de humedad y se lleva al horno. Para compactación en un molde de 152mm (6 pulgadas) Cuando más del 75% pasa la muestra por el tamiz de ¾ “se usa todo el material para preparar los especímenes de compactación.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría de la subrasante</th> <th>CBR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Inadecuada.</td> <td>DE CBR <3%</td> </tr> <tr> <td>Pobre</td> <td>DE CBR ≥ 3% A CBR < 6%</td> </tr> <tr> <td>Regular</td> <td>DE CBR ≥ 6% < 10%</td> </tr> <tr> <td>Buena</td> <td>DE CBR ≥10% A CBR < 20%</td> </tr> <tr> <td>Muy buena</td> <td>DE CBR ≥20% A CBR < 30%</td> </tr> <tr> <td>excelente</td> <td>DE CBR ≥30%</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría de la subrasante	CBR	Inadecuada.	DE CBR <3%	Pobre	DE CBR ≥ 3% A CBR < 6%	Regular	DE CBR ≥ 6% < 10%	Buena	DE CBR ≥10% A CBR < 20%	Muy buena	DE CBR ≥20% A CBR < 30%	excelente	DE CBR ≥30%
Categoría de la subrasante	CBR																			
Inadecuada.	DE CBR <3%																			
Pobre	DE CBR ≥ 3% A CBR < 6%																			
Regular	DE CBR ≥ 6% < 10%																			
Buena	DE CBR ≥10% A CBR < 20%																			
Muy buena	DE CBR ≥20% A CBR < 30%																			
excelente	DE CBR ≥30%																			

				Horno eléctrico. Recipientes para contenido de humedad.		
--	--	--	--	--	--	--

2.7. Validación y confiabilidad de los instrumentos.

Todos los estudios realizados en esta investigación son confiables, ya que se ejecutaron según los parámetros brindados por la respectiva normativa.

Además, se contó con formatos de laboratorio Mecánica de Suelos, pertenecientes a la Universidad Señor de Sipán, para la recolección de datos, esto brindó seguridad en la veracidad de los resultados.

III. RESULTADOS.

3.1. Levantamiento topográfico.

La Urbanización Santa Margarita Etapa I y II cuenta con una extensión de 20.9 hectáreas, Se tomó como referencia los BM-6 y BM-44 para dicho levantamiento topográfico, el cual presenta una topografía plana. El BM-44 se encuentra presente en la cabecera de dicha zona en estudio esta cuenta con un canal que desemboca en un buzón a la altura de vía evitamiento.

Tabla 32.

Resultados levantamiento topográfico.

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA
BM-44	603177.057	9241402.75	23.21
PUNTO 2	602623.304	9241802	23.19
PUNTO 3	602653.218	9241782.75	23.12
PUNTO 4	602611	9241757.12	23.07
PUNTO 5	602632.003	9241737.94	24.11
PUNTO 6	602607.665	9241725.53	23.07
PUNTO 7	602604.467	9241716.94	23.16
PUNTO 8	602597.856	9241704.76	23.14
PUNTO 9	602619.884	9241686.14	23.42
PUNTO 10	602734.436	9241708.74	23.49
PUNTO 11	602705.897	9241683.04	23.53
PUNTO 12	602791.234	9241696.01	23.53
PUNTO 13	602840.959	9241698.31	23.44
PUNTO 14	602593.334	9241665.48	22.94
PUNTO 15	602590.788	9241632.84	22.84
PUNTO 16	602722.103	9241661.35	23.53
PUNTO 17	602659.894	9241618.53	23.48
PUNTO 18	602611.943	9241586.71	23.38
PUNTO 19	602584.528	9241599.34	23.02
PUNTO 20	602907.171	9241678.47	23.77
PUNTO 21	602808.895	9241641.04	23.55
PUNTO 22	602754.518	9241618.72	23.42
PUNTO 23	602687.477	9241572.59	23.39
PUNTO 24	602632.903	9241541.19	23.31
PUNTO 25	602585.657	9241509.97	23.19
PUNTO 26	602517.046	9241461.75	22.98
PUNTO 27	602438.148	9241413.01	22.86
PUNTO 28	602415.683	9241389.41	21.20

PUNTO 29	602579.942	9241573.73	23.82
PUNTO 30	602561.606	9241554.79	22.80
PUNTO 31	602546.478	9241543.62	22.78
PUNTO 32	602510.186	9241533.15	22.73
PUNTO 33	602490.122	9241503.79	23.37
PUNTO 34	602466.59	9241530.7	22.68
PUNTO 35	602455.464	9241484.3	23.34
PUNTO 36	602430.453	9241522.71	24.01
PUNTO 37	602399.547	9241545.93	22.54
PUNTO 38	602382.813	9241490.68	23.19
PUNTO 39	602320.206	9241567.62	22.39
PUNTO 40	602309.019	9241560.37	22.37
PUNTO 41	602308.063	9241554.9	22.36
PUNTO 42	602332.178	9241518.43	22.35
PUNTO 43	602356.301	9241481.64	22.33
PUNTO 44	602407.117	9241450.96	23.11
PUNTO 45	602388.311	9241432.05	21.51
PUNTO 46	602438.079	9241355.08	21.12
PUNTO 47	602464.452	9241364.9	22.78
PUNTO 48	602508.488	9241393.06	22.85
PUNTO 49	602544.928	9241417.75	22.9
PUNTO 50	602614.211	9241470.32	23.04
PUNTO 51	602683.027	9241505.14	23.15
PUNTO 52	602717.31	9241530.99	23.23
PUNTO 53	602821.551	9241591.69	23.51
PUNTO 54	602929.258	9241630.94	23.73
PUNTO 55	602953.602	9241851.52	23.63
PUNTO 56	602889.331	9241559.5	23.26
PUNTO 57	602840.849	9241545.21	23.18
PUNTO 58	602795.585	9241518.06	23.02
PUNTO 59	602743.638	9241488.21	22.86
PUNTO 60	602707.319	9241465.22	22.85
PUNTO 61	602646.437	9241423.3	22.74
PUNTO 62	602574.813	9241375.77	22.70
PUNTO 63	602538.752	9241341.19	22.75
PUNTO 64	602499.503	9241317.19	23.63
PUNTO 65	602453.755	9241333.37	20.98
PUNTO 66	602481.466	9241290.01	20.87
PUNTO 67	602509.364	9241303.85	22.47
PUNTO 68	602554.527	9241318.22	22.50
PUNTO 69	602599.667	9241331.11	22.58

PUNTO 70	602690.478	9241352.41	22.62
PUNTO 71	602769.613	9241375.82	22.83
PUNTO 72	602811.663	9241384	22.86
PUNTO 73	602841.767	9241395.28	23.05
PUNTO 74	602889	9241405.94	23.11
PUNTO 75	602885.369	9241435.56	23.15
PUNTO 76	602915.581	9241486.7	23.04
PUNTO 77	602952.357	9241526.39	23.32
PUNTO 78	602499.9	9241261.86	20.87
PUNTO 79	602520.898	9241230.1	20.83
PUNTO 80	602535.668	9241249.32	22.43
PUNTO 81	602706.52	9241291.08	22.51
PUNTO 82	602825.154	9241323.86	22.6
PUNTO 83	602919.881	9241345.46	22.94
PUNTO 84	603030.661	9241376.44	23.15
PUNTO 85	602548.859	9241183.18	20.72
PUNTO 86	603089.99	9241387.53	23.21
BM-6	603164.206	9241404.8	23.29

Fuente: Elaborado por los tesistas.

El plano se muestra en el **anexo 01**.

3.2. Estudio de mecánica de suelos.

En el presente estudio se determinó el número de puntos de extracción de muestras midiendo la longitud total de las calles pertenecientes a dicha urbanización y posterior calculo especificado por la norma OS.060 obteniendo un total de 12 calicatas, **ver anexo 02** de ubicación de puntos de muestreo.

3.2.1. Ensayos de laboratorio

a. Análisis granulométrico por tamizado.

La urbanización en estudio, donde se hizo las perforaciones se ha predominado suelo del tipo CL (ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD) - ML (LIMO DE BAJA PLASTICIDAD), con respecto a la clasificación del SUCS.

De acuerdo a la clasificación del AASHTO se homogeniza un suelo A-5(9); A-7-6(12); A-7-6(13); A-4(9); A-7-5(9); A-5(10); del terreno tipo **REGULAR –MALO**.

Tabla 33.Resumen de clasificación de suelos del proyecto.

N° CALICATA	N° MUESTRA	PROF.(m)	AASHTO	SUCS	ASTM
C-1	Muestra 1	0.00-1.70m	A-5(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
	Muestra 2	0.75-1.70m	A-4(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
C-2	Muestra 1	0-1.10m	A-7-6(13)	CL	Arcilla de baja plasticidad.
	Muestra 2	1.10-1.75m	A-7-6(12)	CL	Arcilla de baja plasticidad.
C-3	Muestra 1	0.00-0.75m	A-5(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
	Muestra 2	0.75-1.65m	A-4(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
C-4	Muestra 1	0.00-0.90m	A-7-6(12)	CL	Arcilla de baja plasticidad.
	Muestra 2	0.90-1.65m	A-4(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
C-5	Muestra 1	0.00-0.90m	A-4(9)	CL	Arcilla de baja plasticidad.
	Muestra 2	0.90-1.75m	A-4(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
C-6	Muestra 1	0.00-1.10m	A-7-6(13)	CL	Arcilla de baja plasticidad.
	Muestra 2	1.10-1.80m	A-4(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
C-7	Muestra 1	0.75-1.75m	A-4(9)	CL	Arcilla de baja plasticidad.
C-8	Muestra 1	0.00-1.60m	A-4(9)	CL	Arcilla de baja plasticidad.
C-9	Muestra 1	0.00-1.70m	A-5(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
C-10	Muestra 1	0.00-1.65m	A-4(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
C-11	Muestra 1	0.00-0.90m	A-4(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
	Muestra 2	0.90-1.70m	A-4(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
C-12	Muestra 1	0.00-0.85m	A-5(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
	Muestra 2	0.85-1.80m	A-4(9)	ML	Limo de baja plasticidad.

Fuente: Elaboración de los Tesistas

En la calicata 1.

En la muestra 1:

Del estudio de suelos realizados para la calicata C-1 de la muestra 1, se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un tipo de suelo **ML** de acuerdo a la clasificación del AASHTO es A-5(9) del terreno tipo **REGULAR –MALO.**

En la muestra 2:

Del estudio de suelos realizados para la calicata C-1 de la muestra 2, se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un tipo de suelo **ML**, de acuerdo a la clasificación del AASHTO es A-4(9) del terreno tipo **REGULAR –MALO.**

En la calicata 2.

En la muestra 1:

Del estudio de suelos realizados para la calicata C-2 de la muestra 1, se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un tipo de suelo **CL**, de acuerdo a la clasificación del AASHTO es A-7-6(13) del terreno tipo **MALO.**

En la muestra 2:

Del estudio de suelos realizados para la calicata C-2 de la muestra 2, se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un tipo de suelo **ML**, de acuerdo a la clasificación del AASHTO es A-7-6(12) del terreno tipo **MALO.**

En la calicata 3.

En la muestra 1:

Del estudio de suelos realizados para la calicata C-3 de la muestra 1, se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un tipo de suelo **ML**, de acuerdo a la clasificación del AASHTO es A-5(9) del terreno tipo **REGULAR –MALO.**

En la muestra 2:

Del estudio de suelos realizados para la calicata C-3 de la muestra 2, se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un tipo de suelo **ML**, de acuerdo a la clasificación del AASHTO es A-4(9) del terreno tipo **REGULAR –MALO.**

En la calicata 4.

En la muestra 1:

Del estudio de suelos realizados para la calicata C-4 de la muestra 1, se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un tipo de suelo **CL**, de acuerdo a la clasificación del AASHTO es A-7-6(12) del terreno tipo **MALO**.

En la muestra 2:

Del estudio de suelos realizados para la calicata C-4 de la muestra 2, se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un tipo de suelo **ML**, de acuerdo a la clasificación del AASHTO es A-4 (9) del terreno tipo **REGULAR-MALO**.

En la calicata 5.

En la muestra 1:

Del estudio de suelos realizados para la calicata C-5 de la muestra 1, se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un tipo de suelo **CL**, de acuerdo a la clasificación del AASHTO es A-4(9) del terreno tipo **REGULAR –MALO**.

En la muestra 2:

Del estudio de suelos realizados para la calicata C-5 de la muestra 2, se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un tipo de suelo **ML**, de acuerdo a la clasificación del AASHTO es A-4(9) del terreno tipo **REGULAR-MALO**.

En la calicata 6.

En la muestra 1:

Del estudio de suelos realizados para la calicata C-6 de la muestra 1, se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un tipo de suelo **CL**, de acuerdo a la clasificación del AASHTO es A-7-6(13) del terreno tipo **MALO**.

En la muestra 2:

Del estudio de suelos realizados para la calicata C-6 de la muestra 2, se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un tipo de suelo **ML**, de acuerdo a la clasificación del AASHTO es A-4(9) del terreno tipo **REGULAR –MALO**.

En la calicata 7.

En la muestra 1:

Del estudio de suelos realizados para la calicata C-7 de la muestra 1, se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un tipo de suelo **CL**, de acuerdo a la clasificación del AASHTO es A-4(9) del terreno tipo **REGULAR - MALO.**

En la calicata 8.

En la muestra 1:

Del estudio de suelos realizados para la calicata C-8 de la muestra 1, se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un tipo de suelo **CL**, de acuerdo a la clasificación del AASHTO es A-4(9) del terreno tipo **REGULAR - MALO.**

En la calicata 9.

En la muestra 1:

Del estudio de suelos realizados para la calicata C-9 de la muestra 1, se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un tipo de suelo **ML**, de acuerdo a la clasificación del AASHTO es A-5(9) del terreno tipo **REGULAR - MALO.**

En la calicata 10.

En la muestra 1:

Del estudio de suelos realizados para la calicata C-10 de la muestra 1, se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un tipo de suelo **ML**, de acuerdo a la clasificación del AASHTO es A-4(9) del terreno tipo **REGULAR -MALO.**

En la calicata 11.

En la muestra 1:

Del estudio de suelos realizados para la calicata C-11 de la muestra 1, se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un tipo de suelo **ML**, de acuerdo a la clasificación del AASHTO es A-4(9) del terreno tipo **REGULAR - MALO.**

En la muestra 2:

Del estudio de suelos realizados para la calicata C-11 de la muestra 2, se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un tipo de suelo **ML**, de acuerdo a la clasificación del AASHTO es A-4(9) del terreno tipo **REGULAR -MALO.**

En la calicata 12.

En la muestra 1:

Del estudio de suelos realizados para la calicata C-12 de la muestra 1, se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un tipo de suelo **ML**, de acuerdo a la clasificación del AASHTO es A-5(9) del terreno tipo **REGULAR - MALO.**

En la muestra 2:

Del estudio de suelos realizados para la calicata C-12 de la muestra 2, se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un tipo de suelo **ML**, de acuerdo a la clasificación del AASHTO es A-4(9) del terreno tipo **REGULAR - MALO.**

b. Ensayo de contenido de humedad.

Tabla 34.

Resultados del contenido de humedad.

N° CALICATA	N° MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%W)
C-1	Muestra 1	0.00-0.75m	39.35
	Muestra 2	0.75-1.70m	40.29
C-2	Muestra 1	0-1.10m	16.73
	Muestra 2	1.10-1.75m	16.06
C-3	Muestra 1	0.00-0.75m	22.75
	Muestra 2	0.75-1.65m	23.17
C-4	Muestra 1	0.00-0.90m	24.58
	Muestra 2	0.90-1.65m	25.10
C-5	Muestra 1	0.00-0.90m	24.69
	Muestra 2	0.90-1.75m	21.41
C-6	Muestra 1	0.00-1.10m	17.90
	Muestra 2	1.10-1.80m	19.96
C-7	Muestra 1	0.75-1.75m	42.59
C-8	Muestra 1	0.75-1.60m	27.52
C-9	Muestra 1	0.00-1.70m	27.81
C-10	Muestra 1	0.00-1.65m	28.26
C-11	Muestra 1	0.00-0.90m	21.82
	Muestra 2	0.90-1.70m	27.58
C-12	Muestra 1	0.00-0.85m	17.16
	Muestra 2	0.85-1.80m	22.16

Fuente: Elaboración de los Tesistas

Se puede apreciar en la tabla N°34, que en todas las 12 calicatas, todas las muestras 1, tiene menor contenido de humedad con respecto a todas las muestras 2, eso ocurre, debido a que las todas las muestras 2, se encuentran más profundas y llegan al nivel freático (agua) en el subsuelo. La realización del ensayo, se realiza con el fin de obtener un probable comportamiento del suelo frente a la construcción de una edificación.

c. Límite líquido - Limite Plástico e Índice de plasticidad.

Tabla 35.

Resultados del LL – LP -IP

N° CALICATA	N° MUESTRA	LL (%)	LP (%)	IP (%)
C-1	Muestra 1	42.09	40.00	2.79
	Muestra 2	33.79	23.49	10.30
C-2	Muestra 1	45.52	25.15	20.37
	Muestra 2	25.84	18.30	16.06
C-3	Muestra 1	41.50	33.61	7.89
	Muestra 2	36.39	26.48	9.91
C-4	Muestra 1	42.13	10.57	31.45
	Muestra 2	36.95	26.07	10.88
C-5	Muestra 1	28.74	20.59	8.19
	Muestra 2	35.93	25.37	10.56
C-6	Muestra 1	47.80	15.43	32.42
	Muestra 2	39.32	32.38	6.94
C-7	Muestra 1	23.32	15.09	10.23
C-8	Muestra 1	32.90	22.70	10.20
C-9	Muestra 1	44.47	34.37	10.10
C-10	Muestra 1	24.50	21.12	3.37
C-11	Muestra 1	39.31	29.39	10.42
	Muestra 2	34.06	24.44	9.61
C-12	Muestra 1	45.05	36.14	8.91
	Muestra 2	34.59	27.70	6.89

Fuente: Elaboración de los Tesistas

En la calicata 1.

En la muestra 1:

- Se observa que el porcentaje de limite liquido es 42.09 % ubicando con grado expansión según DAKSHANAMURTHY y RAMAN de **HINCHAMIENTO MEDIO**.
- Con respecto al índice plástico de la muestra 1, se observa que tiene un porcentaje de 2.90 % ubicando con grado expansión según SEED, WOODWARD Y LUDDGREN, el potencial de hinchamiento es **BAJO HINCHAMIENTO**.

En la muestra 2:

- Se observa que el porcentaje de limite liquido es 33.79 % ubicando con grado expansión según DAKSHANAMURTHY y RAMAN de **BAJO HINCHAMIENTO**.
- Con respecto al índice plástico de la muestra 2, se observa que tiene un porcentaje de 10.30 % ubicando con grado expansión según SEED, WOODWARD Y LUDDGREN, el potencial de hinchamiento es **MEDIO**.

En la calicata 2.

En la muestra 1:

- Se observa que el porcentaje de limite liquido es 45.52 % ubicando con grado expansión según DAKSHANAMURTHY y RAMAN de **HINCHAMIENTO MEDIO**.
- Con respecto al índice plástico de la muestra 1, se observa que tiene un porcentaje de 20.37 % ubicando con grado expansión según SEED, WOODWARD Y LUDDGREN, el potencial de hinchamiento es **ALTO**.

En la muestra 2:

- Se observa que el porcentaje de limite liquido es 44.14 % ubicando con grado expansión según DAKSHANAMURTHY y RAMAN de **HINCHAMIENTO MEDIO**.
- Con respecto al índice plástico de la muestra 2, se observa que tiene un porcentaje de 18.30 % ubicando con grado expansión

según SEED, WOODWARD Y LUDDGREN, el potencial de hinchamiento es **MEDIO**.

En la calicata 3.

En la muestra 1:

- Se observa que el porcentaje de limite liquido es 41.50 % ubicando con grado expansión según DAKSHANAMURTHY y RAMAN de **ALTO HINCHAMIENTO**.
- Con respecto al índice plástico de la muestra 1, se observa que tiene un porcentaje de 7.89 % ubicando con grado expansión según SEED, WOODWARD Y LUDDGREN, el potencial de hinchamiento es **BAJO**.

En la muestra 2:

- Se observa que el porcentaje de limite liquido es 36.39 % ubicando con grado expansión según DAKSHANAMURTHY y RAMAN de **HINCHAMIENTO MEDIO**.
- Con respecto al índice plástico de la muestra 2, se observa que tiene un porcentaje de 9.91 % ubicando con grado expansión según SEED, WOODWARD Y LUDDGREN, el potencial de hinchamiento es **BAJO**.

En la calicata 4.

En la muestra 1:

- Se observa que el porcentaje de limite liquido es 42.13 % ubicando con grado expansión según DAKSHANAMURTHY y RAMAN de **HINCHAMIENTO MEDIO**.
- Con respecto al índice plástico de la muestra 1, se observa que tiene un porcentaje de 31.56 % ubicando con grado expansión según SEED, WOODWARD Y LUDDGREN, el potencial de hinchamiento es **ALTO**.

En la muestra 2:

- Se observa que el porcentaje de limite liquido es 36.95 % ubicando con grado expansión según DAKSHANAMURTHY y RAMAN de **HINCHAMIENTO MEDIO**.
- Con respecto al índice plástico de la muestra 2, se observa que tiene un porcentaje de 10.88 % ubicando con grado expansión según SEED, WOODWARD Y LUDDGREN, el potencial de hinchamiento es **MEDIO**.

En la calicata 5.

En la muestra 1:

- Se observa que el porcentaje de limite liquido es 28.74 % ubicando con grado expansión según DAKSHANAMURTHY y RAMAN de **HINCHAMIENTO BAJO**.
- Con respecto al índice plástico de la muestra 1, se observa que tiene un porcentaje de 8.13 % ubicando con grado expansión según SEED, WOODWARD Y LUDDGREN, el potencial de hinchamiento es **BAJO**.

En la muestra 2:

- Se observa que el porcentaje de limite liquido es 35.93 % ubicando con grado expansión según DAKSHANAMURTHY y RAMAN de **HINCHAMIENTO MEDIO**.
- Con respecto al índice plástico de la muestra 2, se observa que tiene un porcentaje de 10.56 % ubicando con grado expansión según SEED, WOODWARD Y LUDDGREN, el potencial de hinchamiento es **MEDIO**.

En la calicata 6.

En la muestra 1:

- Se observa que el porcentaje de limite liquido es 47.80% ubicando con grado expansión según DAKSHANAMURTHY y RAMAN de **HINCHAMIENTO MEDIO**.
- Con respecto al índice plástico de la muestra 1, se observa que tiene un porcentaje de 32.42 % ubicando con grado expansión

según SEED, WOODWARD Y LUDDGREN, el potencial de hinchamiento es **MEDIO**.

En la muestra 2:

- Se observa que el porcentaje de limite liquido es 39.32 % ubicando con grado expansión según DAKSHANAMURTHY y RAMAN de **HINCHAMIENTO MEDIO**.
- Con respecto al índice plástico de la muestra 2, se observa que tiene un porcentaje de 6.94 % ubicando con grado expansión según SEED, WOODWARD Y LUDDGREN, el potencial de hinchamiento es **BAJO**.

En la calicata 7.

En la muestra 1:

- Se observa que el porcentaje de limite liquido es 23.32% ubicando con grado expansión según DAKSHANAMURTHY y RAMAN de **HINCHAMIENTO BAJO**.
- Con respecto al índice plástico de la muestra 1, se observa que tiene un porcentaje de 10.23 % ubicando con grado expansión según SEED, WOODWARD Y LUDDGREN, el potencial de hinchamiento es **BAJO**.

En la calicata 8.

En la muestra 1:

- Se observa que el porcentaje de limite liquido es 32.90% ubicando con grado expansión según DAKSHANAMURTHY y RAMAN de **HINCHAMIENTO MEDIO**.
- Con respecto al índice plástico de la muestra 1, se observa que tiene un porcentaje de 10.32 % ubicando con grado expansión según SEED, WOODWARD Y LUDDGREN, el potencial de hinchamiento es **BAJO**.

En la calicata 9.

En la muestra 1:

- Se observa que el porcentaje de limite liquido es 44.47% ubicando con grado expansión según DAKSHANAMURTHY y RAMAN de **HINCHAMIENTO MEDIO.**
- Con respecto al índice plástico de la muestra 1, se observa que tiene un porcentaje de 10.10 % ubicando con grado expansión según SEED, WOODWARD Y LUDDGREN, el potencial de hinchamiento es **MEDIO.**

En la calicata 10.

En la muestra 1:

- Se observa que el porcentaje de limite liquido es 24.50% ubicando con grado expansión según DAKSHANAMURTHY y RAMAN de **BAJO HINCHAMIENTO.**
- Con respecto al índice plástico de la muestra 1, se observa que tiene un porcentaje de 3.37 % ubicando con grado expansión según SEED, WOODWARD Y LUDDGREN, el potencial de hinchamiento es **BAJO.**

En la calicata 11.

En la muestra 1:

- Se observa que el porcentaje de limite liquido es 39.81% ubicando con grado expansión según DAKSHANAMURTHY y RAMAN de **HINCHAMIENTO MEDIO.**
- Con respecto al índice plástico de la muestra 1, se observa que tiene un porcentaje de 10.42 % ubicando con grado expansión según SEED, WOODWARD Y LUDDGREN, el potencial de hinchamiento es **MEDIO.**

En la muestra 2:

- Se observa que el porcentaje de limite liquido es 34.06 % ubicando con grado expansión según DAKSHANAMURTHY y RAMAN de **BAJO HINCHAMIENTO.**
- Con respecto al índice plástico de la muestra 2, se observa que tiene un porcentaje de 9.61% ubicando con grado expansión según

SEED, WOODWARD Y LUDDGREN, el potencial de hinchamiento es **BAJO**.

En la calicata 12.

En la muestra 1:

- Se observa que el porcentaje de limite liquido es 45.05% ubicando con grado expansión según DAKSHANAMURTHY y RAMAN de **HINCHAMIENTO MEDIO**.
- Con respecto al índice plástico de la muestra 1, se observa que tiene un porcentaje de 8.91 % ubicando con grado expansión según SEED, WOODWARD Y LUDDGREN, el potencial de hinchamiento es **BAJO**.

En la muestra 2:

- Se observa que el porcentaje de limite liquido es 34.54% ubicando con grado expansión según DAKSHANAMURTHY y RAMAN de **HINCHAMIENTO MEDIO**.
- Con respecto al índice plástico de la muestra 2, se observa que tiene un porcentaje de 6.89 % ubicando con grado expansión según SEED, WOODWARD Y LUDDGREN, el potencial de hinchamiento es **BAJO**.

d. Ensayo de contenido de sales solubles.

Tabla 36.

Resultados contenido de Sales Solubles.

N° CALICATA	N° MUESTRA	SALES (%)
C-1	Muestra 1	0.20
	Muestra 2	1.30
C-2	Muestra 1	0.20
	Muestra 2	0.50
C-3	Muestra 1	0.20
	Muestra 2	0.40
C-4	Muestra 1	0.40
	Muestra 2	0.90
C-5	Muestra 1	0.60
	Muestra 2	0.90
C-6	Muestra 1	0.20
	Muestra 2	0.40
C-7	Muestra 1	1.30
C-8	Muestra 1	0.10
C-9	Muestra 1	0.30
C-10	Muestra 1	0.20
C-11	Muestra 1	0.50
	Muestra 2	1.20
C-12	Muestra 1	0.40
	Muestra 2	1.20

Fuente: Elaboración de los Tesistas

El suelo de fundación de la zona en estudio con respecto al era asignado al pavimento rígido se tiene presencia de sales solubles de una porcentaje que indican que varía de 0.20% a 1.30% según los resultados obtenidos en las muestras representativas de las calicatas realizadas.

e. Resultados del proctor modificado.

Para el presente informe de investigación, la capacidad de soporte de los suelos encontrados según las calicatas realizadas se muestran los valores de CBR obtenidos al 95 % de la máxima densidad.

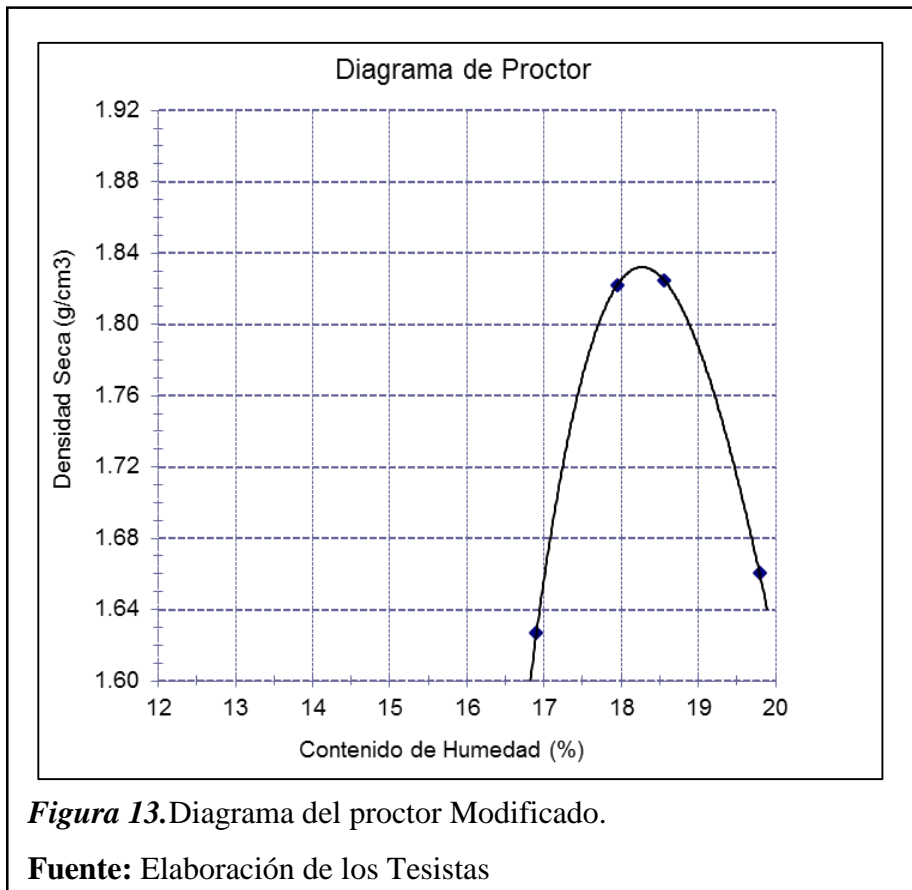
Para el cual se hallaron un total de 3 valores de CBR del informe de investigación en los siguientes puntos:

Tabla 37.

Resultados proctor modificado.

Calicata	Máxima densidad seca g/cm³	Óptimo contenido de humedad (%)
C-01	1.833	18.26

Fuente: Elaboración de los Tesistas



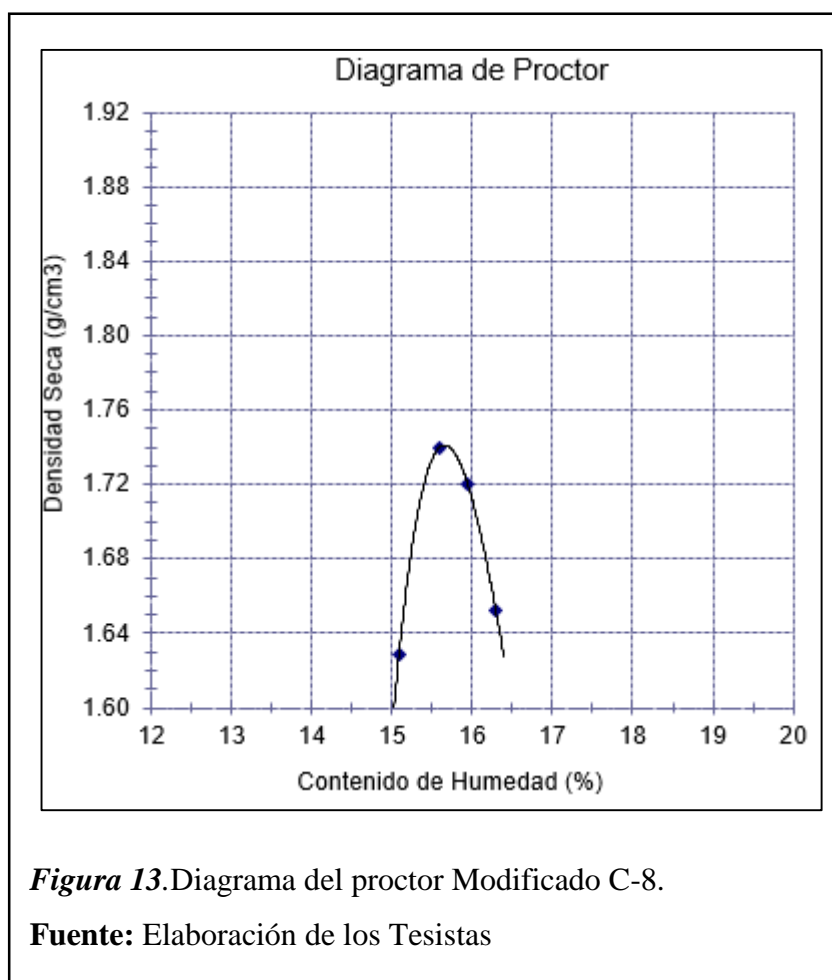
En la figura N°13 se presenta la curva del proctor modificado de la calicata N°1, obteniendo como resultado que la Máxima densidad seca es 1.833 g/cm³ y el Óptimo contenido de humedad 18.26%, clasificando el suelo de tipo **ARCILLA**.

Tabla 38.

Resultados del proctor Modificado C-8.

Calicata	Máxima densidad seca g/cm ³	Optimo contenido de humedad (%)
C-8	1.718	15.65

Fuente: Elaboración de los Tesistas



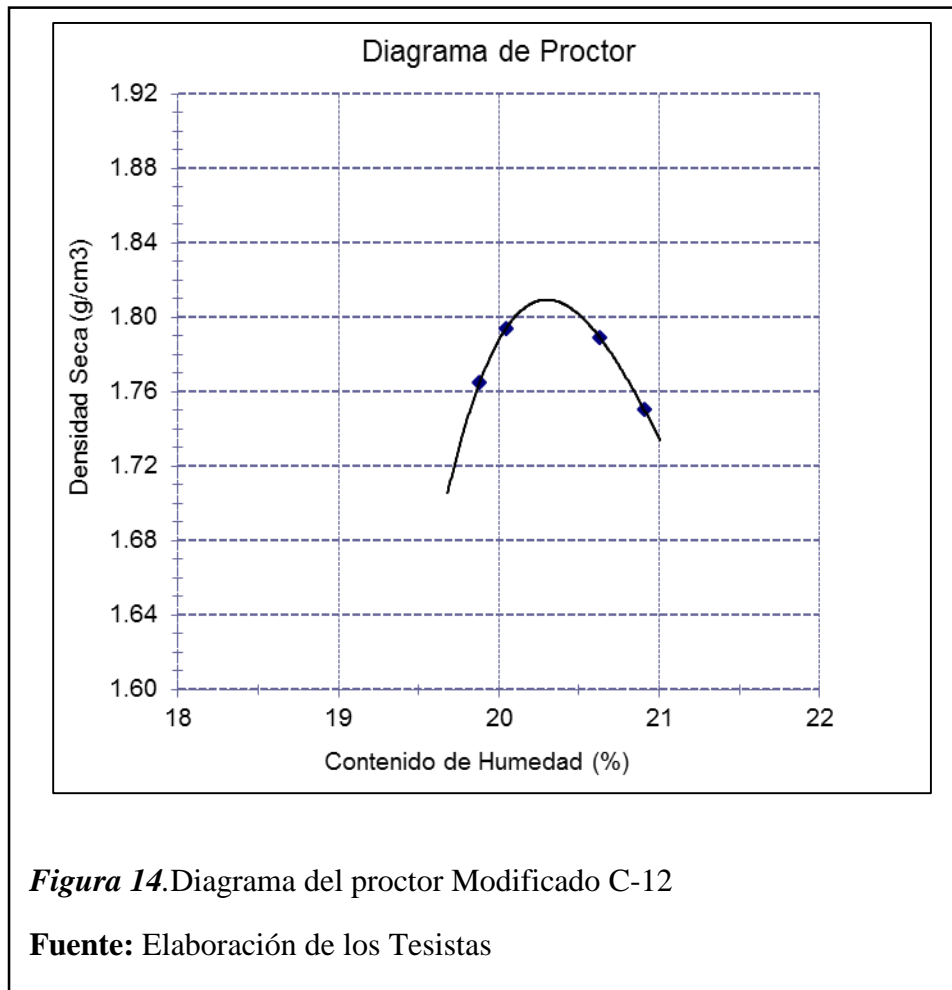
En la figura N°13 se presenta la curva del proctor modificado de la calicata N°8, obteniendo como resultado que la Máxima densidad seca es 1.718 g/cm³ y el Óptimo contenido de humedad 15.65%, clasificando el suelo de tipo **ARCILLA**.

Tabla 39.

Resultados del proctor Modificado C-12

Calicata	Máxima densidad seca g/cm³	Optimo contenido de humedad (%)
C-12	1.809	20.48

Fuente: Elaboración de los Tesistas



En la figura N°10 se presenta la curva del proctor modificado de la calicata N°8, obteniendo como resultado que la Máxima densidad seca es 1.809 g/cm³ y el Óptimo contenido de humedad 20.48%, clasificando el suelo de tipo **ARCILLA**.

f. Resultados del CBR

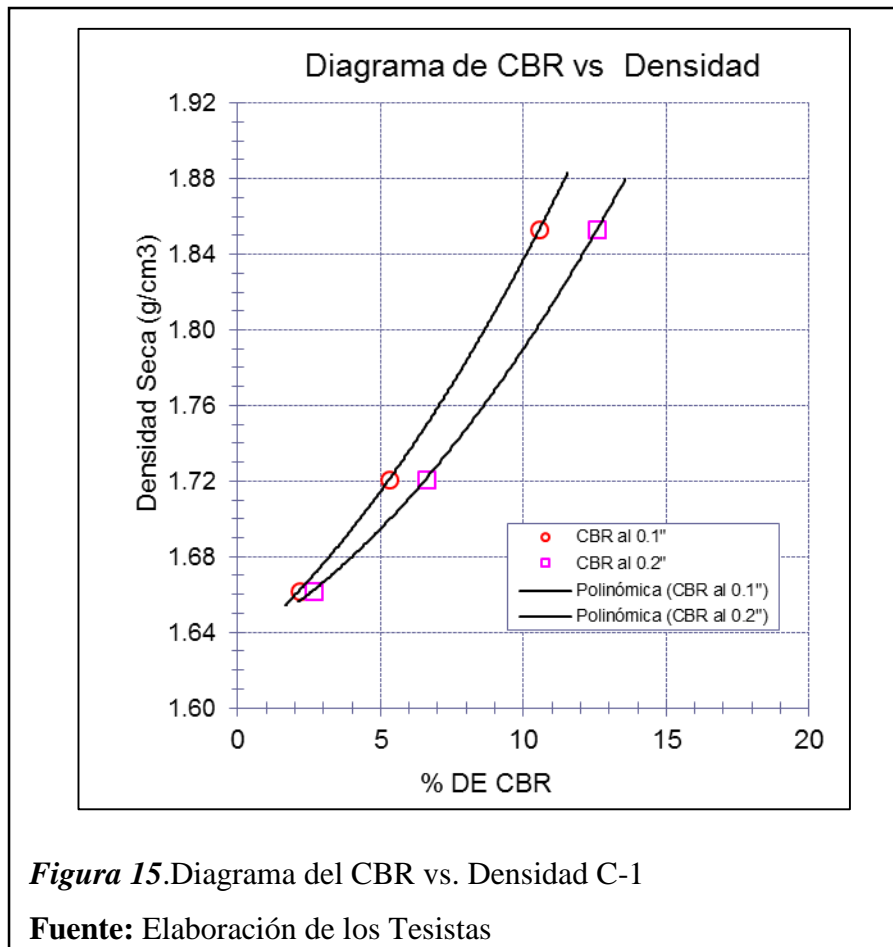
CALICATA 1:

Tabla 40.

Resultados de la C-01 del CBR AL 95%

Calicata	CBR AL 95%
C-1	6.39

Fuente: Elaboración de los Tesistas



El ensayo realizado en la calicata 1, para el diseño de la subrasante, se obtuvo un C.B.R al 95% de 6.39 de la máxima densidad seca clasificándolo como categoría de **SUBRASANTE REGULAR**.

CALICATA 8:

Tabla 41.

Resultados del CBR AL 95% de la C-8

Calicata	CBR AL 95%
C-8	6.31

Fuente: Elaboración de los Tesistas

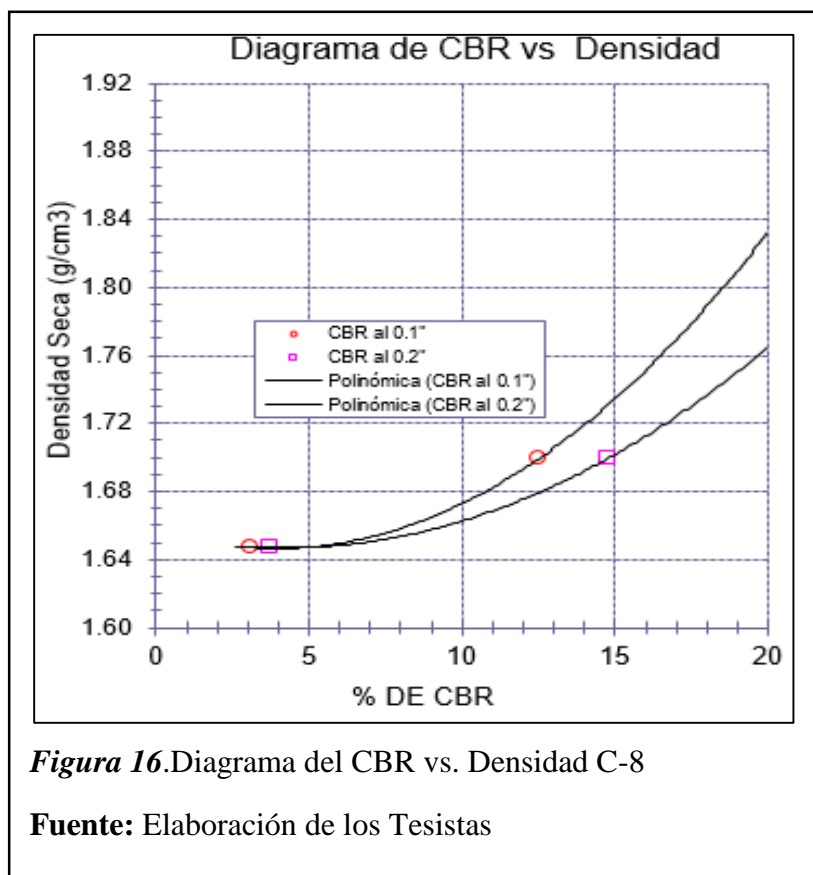


Figura 16. Diagrama del CBR vs. Densidad C-8

Fuente: Elaboración de los Tesistas

El ensayo realizado en la calicata 8, para el diseño de la subrasante, se obtuvo un C.B.R al 95% de 6.31 de la máxima densidad seca clasificándolo como categoría de **SUBRASANTE REGULAR**.

CALICATA 12:

Tabla 42.

Resultados de la C-12 del CBR AL 95%

Calicata	CBR AL 95%
C-12	7.17

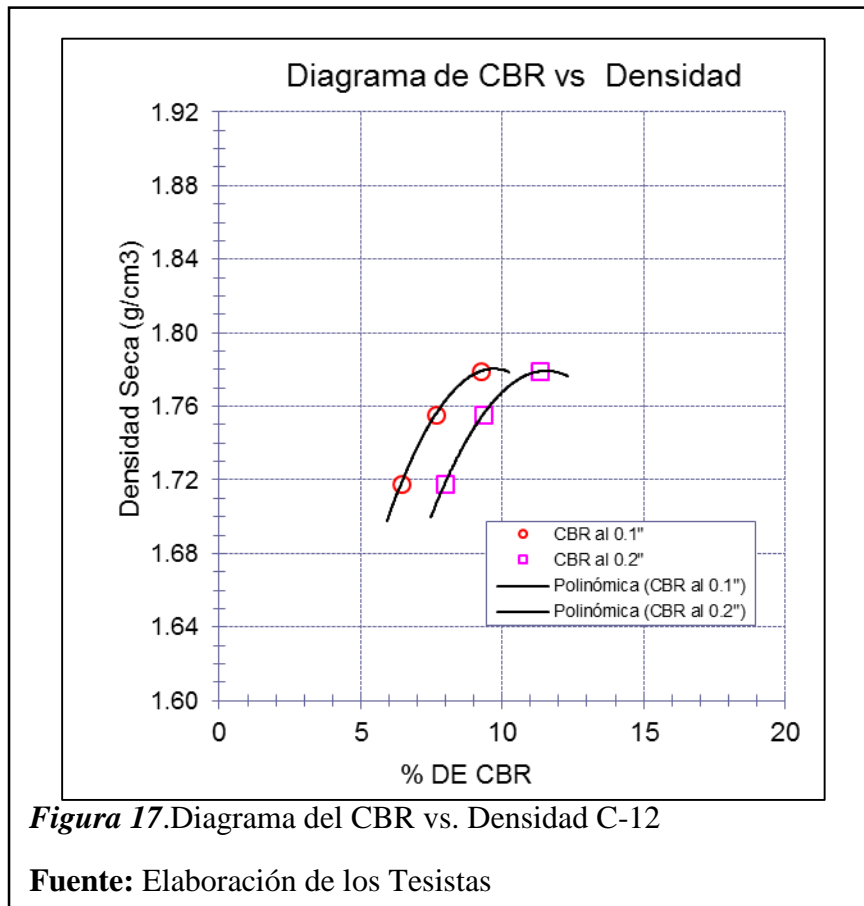


Figura 17.Diagrama del CBR vs. Densidad C-12

Fuente: Elaboración de los Tesistas

El ensayo realizado en la calicata 12, para el diseño de la subrasante, se obtuvo un C.B.R al 95% de 7.17 de la máxima densidad seca clasificándolo como categoría de **SUBRASANTE REGULAR.**

ENSAYOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS

A. Resultados granulometría del agregado fino.

Tabla 43.

Resultados granulometría del agregado fino.

Malla	Peso retenido	% retenido	% Ret. Acum.	% Que pasa
3/8"	4	0.41	0.41	99.59
N°4	61.10	6.32	6.73	83.27
N°8	115.30	11.92	18.65	81.35
N°16	170.20	17.60	36.25	63.75
N°30	228.20	23.59	59.84	40.16
N°50	232.70	24.06	83.90	16.10
N°100	95.20	9.84	93.70	6.30
FONDO	60.50	6.26	100	0

Fuente: Elaboración de los Tesistas

En el análisis estudio de mecánica de suelos realizados para agregado fino se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un **SP** (**Arena pobremente graduada**), ya no resulta necesario efectuar el ensayo de límites, debido a que son carentes de ello.

B. Resultados granulometría del agregado grueso.

Tabla 44.

Resultados granulometría del agregado grueso.

Malla	Peso retenido	% retenido	% Ret. Acum.	% Que pasa
2"	0	0	0	100
1 1/2"	0	0	0	100
1"	0	0	0	100
3/4"	433.90	22.73	22.73	77.27
1/2"	894.90	46.89	69.62	30.38
3/8"	265.90	13.93	83.55	16.45
N°4	266	13.94	97.49	2.51
FONDO	48	2.51	100	0

Fuente: Elaboración de los Tesistas

En el análisis estudio de mecánica de suelos realizados para agregado fino se determinó según su clasificación por el método SUCS que pertenece a un **GP** (**Grava pobremente graduada**), ya no resulta necesario efectuar el ensayo de límites, debido a que son carentes de ello.

C. Resultados de peso unitario suelto y compactado del agregado fino

Tabla 45.

Resultados de peso unitario suelto del agregado fino.

-Peso de la muestra húmeda + molde.	23.050	
-Peso del molde.	11.41	
-Volumen del molde.	0.008798	
-Peso unitario suelto húmedo.	1296.89	
-Peso unitario suelto seco.	1296.89 kg/m³	

Fuente: Elaboración de los Tesistas

El ensayo realizado de peso unitario del agregado fino, dio como resultado 1296.89 kg/m³ que nos servirá para la realización del diseño de mezclas para el pavimento rígido.

Tabla 46.

Resultados de peso compactado del agregado fino.

-Peso de la muestra húmeda.	10.605	
-Volumen del molde.	0.0070	
-Peso unitario suelto húmedo.	1496.20	
-Peso unitario compactado seco.	1496.20 kg/m³	

Fuente: Elaboración de los Tesistas

El ensayo realizado de peso compactado del agregado fino, dio como resultado 1496.20 kg/m³ que nos servirá para la realización del diseño de mezclas para el pavimento rígido.

D. Resultados de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

Este ensayo fue realizado a las muestras de suelo seleccionadas en granulometría, consiste en determinar el peso que ocupan en un mismo molde (con o sin la aplicación de varillado).

Tabla 47.

Resultados de peso unitario suelto del agregado grueso.

-Peso de la muestra húmeda + molde	27.68
-Peso del molde	11.41
-Volumen del molde	0.01081
-Peso unitario suelto húmedo	1483.81
-Peso unitario suelto seco.	1483.81 kg/m³

Fuente: Elaboración de los Tesistas

El ensayo realizado de peso unitario del agregado grueso, dio como resultado 1483.81 kg/m³ que nos servirá para la realización del diseño de mezclas para el pavimento rígido.

Tabla 48.

Resultados de peso compactado del agregado grueso.

-Peso de la muestra húmeda.	16.075
-Volumen del molde.	0.01061
-Peso unitario suelto húmedo.	1515.08
-Peso unitario compactado seco.	1515.08 kg/m³

Fuente: Elaboración de los Tesistas

El ensayo realizado de peso compactado del agregado grueso, dio como resultado 1496.20 kg/m³ que nos servirá para la realización del diseño de mezclas para el pavimento rígido.

E. Resultados contenido de humedad.

Tabla 49.

Resultados contenido de humedad del agregado fino.

A.-Peso de la muestra húmeda +tara	1000 gr	
B.- Peso de la muestra seca +tara	967.20	
C.-peso tara	22.57	
D.-Cont. Humedad $((A-B)/(B-C))*100$	3.47%	
E.-Promedio	3.47%	

Fuente: Elaboración de los Tesistas

El ensayo ejecutado de contenido de humedad del agregado fino, dio como resultado 3.47% que nos servirá para la realización del diseño de mezclas para el pavimento rígido.

Tabla 50.

Resultados contenido de humedad del agregado grueso.

A.-Peso de la muestra húmeda +tara	1300 gr
B.- Peso de la muestra seca +tara	1280.04
C.-peso tara	28.50
D.-Cont. Humedad $((A-B)/(B-C))*100$	1.595%
E.-Promedio	1.595%

Fuente: Elaboración de los Tesistas

El ensayo realizado de contenido de humedad del agregado grueso, dio como resultado 1.595% que nos servirá para la realización del diseño de mezclas para el pavimento rígido.

F. Resultados peso específico y absorción del A. Fino y A. Grueso

Este ensayo fue realizado a la arena y agregado grueso; sin embargo, el procedimiento adoptado en cada caso fue distinto. Para la arena, se recurrió al empleo de una secadora, pisón metálico, fiolas y balanza electrónica. Por otro lado, para el agregado grueso se utilizó una canastilla metálica y una balanza mecánica.

Agregado fino.

Tabla 51.

Resultados peso específico y absorción del A. Fino.

A.- Peso específico de la arena.	g/cm ³	2.51
B.- Peso específico de la masa S.S.S.	g/cm ³	2.59
C.- Peso específico aparente	g/cm ³	2.59
D.- Porcentaje de absorción.	%	1.21

Fuente: Elaboración de los Tesistas

El ensayo realizado para el agregado fino, dio como resultado 3.47 g/cm³ para el peso específico y 1.21% para el porcentaje de absorción, que nos servirá para la realización del diseño de mezclas para el pavimento rígido.

Agregado grueso.

Tabla 52.

Resultados peso específico y absorción del A. Fino.

A.- Peso específico de la grava.	g/cm ³	2.25
B.- Peso específico de la masa s.s.s.	g/cm ³	2.35
C.- Peso específico aparente	g/cm ³	2.51
D.- Porcentaje de absorción.	%	4.51

Fuente: Elaboración de los Tesistas

El ensayo realizado para el agregado grueso, dio como resultado 2.51 g/cm³ para el peso específico y 4.51% para el porcentaje de absorción, que se utilizará para la elaboración del diseño de mezclas para el pavimento rígido.

3.3. Determinar los parámetros hidrológicos e hidráulicos para el diseño del sistema de drenaje pluvial Urbanización Santa Margarita Etapa I y II en el Distrito de La Victoria.

Se determinó los parámetros hidrológicos mediante las obtención de las curvas I-D-F aplicando como base la precipitaciones de la estación pluviométrica de Chiclayo obteniendo como resultados una intensidad igual 12.11 mm/hora para un periodo de retorno de 10 años usando la fórmula de Weibull. Y un coeficiente de escorrentía de 0.88 que es determinado mediante un promedio según la tabla adjuntada en el anexo 03.

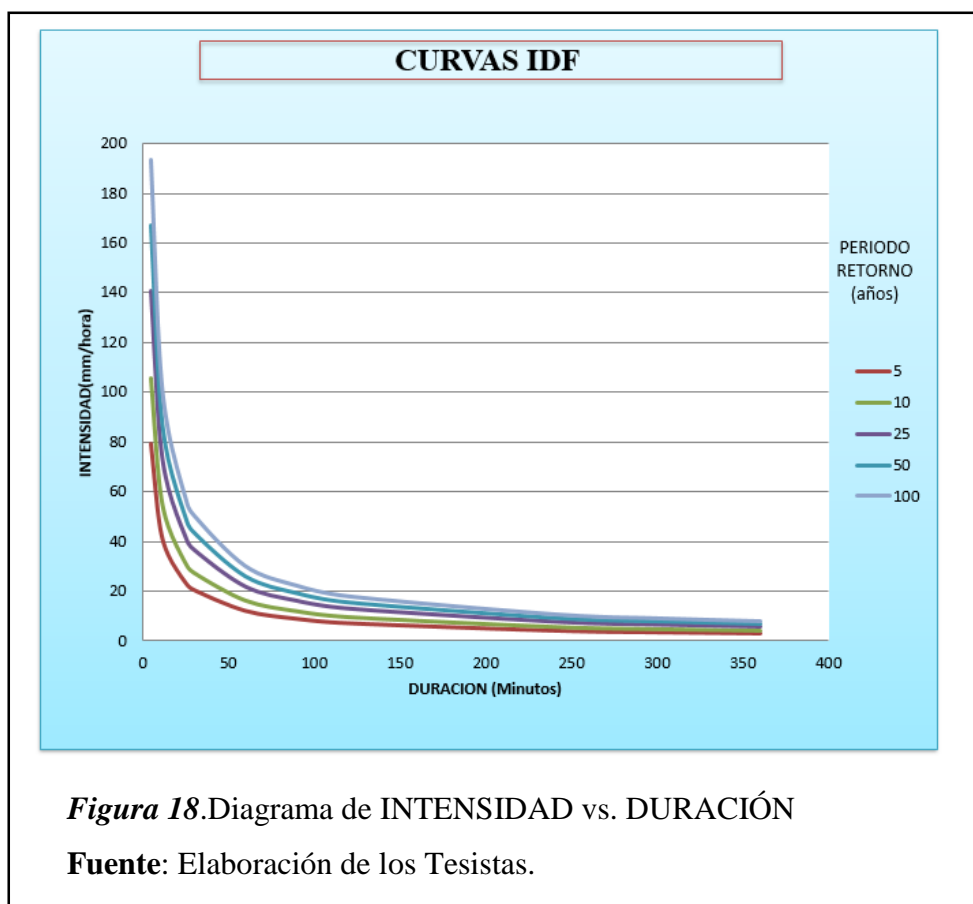


Figura 18. Diagrama de INTENSIDAD vs. DURACIÓN

Fuente: Elaboración de los Tesisistas.

3.4. Obtener los caudales utilizando el método racional.

Para la obtención de caudales se utilizó el método racional para cada calle obteniendo los caudales mostrados en la tabla, áreas y coeficientes de escorrentías, intensidad **ver anexo 03**-hoja calculo caudal por áreas.

Tabla 53.

Resultados de Caudales por el método racional.

CAUDALES QUE CONVERGEN A LA URBANIZACIÓN SANTA MARGARITA				
AVENIDA. CALLE	C	I(mm/hora)	Q(m3/seg)	
CALLE 1	0.88	12.11	0.0081	
CALLE 2	0.88	12.11	0.0293	
CALLE 3	0.88	12.11	1.031	
CALLE 4	0.88	12.11	0.0180	
CALLE 5	0.88	12.11	0.0034	
CALLE 6	0.88	12.11	0.0140	
CALLE 7	0.88	12.11	0.0254	
CALLE 8	0.88	12.11	0.222	
CALLE 9	0.88	12.11	0.0077	
CALLE 10	0.88	12.11	0.006	
CALLE 11	0.88	12.11	0.0106	
CALLE 12	0.88	12.11	0.0236	
PASAJE 1	0.88	12.11	0.0180	
PASAJE 2	0.88	12.11	0.0223	
PASAJE 7	0.88	12.11	0.0116	
PASAJE 7A	0.88	12.11	0.0167	
PASAJE 10	0.88	12.11	0.001	
PROL.AV.UNION	0.88	12.11	0.0300	
AV. TRUJILLO	0.88	12.11	0.0156	
TOTAL			0.303	

Fuente: Elaboración de los Tesistas

3.5. Efectuar el diseño del pavimento rígido

De acuerdo al estudio realizado a la Urbanización Santa Margarita esta presenta con un CBR de 63.86 al 100 % de la MDS por lo que se está usando una capa de afirmado de 0.15 m como capa de apoyo de la losa de concreto, se utilizó el método de la asociación de cemento, Portland y se determinó un espesor de losa de 0.15 m (**ver anexo 05**).

3.6. Elaboración el expediente técnico.

El expediente técnico consta de la siguiente estructura, para más detalle ver **anexo 06**.

a. Memoria descriptiva

	Extensión
Santa Margarita Etapa I	104,591.00 m ²
Santa Margarita Etapa II	104,470.00 m ²

b. Memoria de cálculo.

Se va a detallar los cálculos hidrológicos, hidráulicos y estructurales que son necesarios para el diseño de las pistas y drenaje pluvial.

c. Especificaciones técnicas.

Se va a añadir cada uno de las partidas correspondientes para la elaboración del proyecto como:

- **Para las obras provisionales.**

Cartel de identificación de obra

Alquiler de almacén y oficina.

- **Pavimentos.**

Trabajos preliminares.

 Limpieza de terreno natural.

 Trazo niveles y replanteo.

Movimiento de tierras.

 Corte con Maquinaria en terreno natural.

 Perfilado, Nivelación y compactación de la subrasante en zonas de corte.

 Base Granular e=15cm

 Concreto simple.

 Losa de Rodadura, Mortero f'c = 210 Kg/cm², e=0.15 m.

 Encofrado y Desencofrado de Losa de Rodadura.

 Levantamiento de Buzones Existentes a nivel de rasante.

 Curado.

 Curado de Losa de Rodadura, durante 7 días - 4 veces x día.

 Juntas.

Juntas de contracción e=6mm

Juntas asfálticas en pavimentos, e=1"

Señalización

Señalización horizontal

Pintado de Franjas en Pavimento - Señalización

Señalización vertical

Señalización Preventiva de lado 0.60 x 0.60.

Eliminación de material excedente.

Eliminación de Material Excedente a una Distancia + 25% esponjamiento c/volquete.

- **Veredas.**

Trabajos preliminares.

Limpieza de Terreno Manual

Trazo, Nivel y Replanteo

Movimiento de tierras.

Excavación de sardineles hasta h=60 cm

Concreto simple

Concreto f'c = 175 Kg/cm² vaciado con mezcladora

Encofrado y Desencofrado

Acero Corrugado fy=4200 kg/cm², Grado 60

Relleno de Juntas de Dilatación con mortero asfáltico 1"x2"
m en sardinel

Tarrajeo pulido en sardineles

Curado de sardinel con material de préstamo, durante 7
días - 4 veces x día

Eliminación de material excedente

Eliminación de Material Excedente a una Distancia = 5 Km
+ 25% esponjamiento c/volquete

- **Cunetas rectangulares.**

Trabajos preliminares

Limpieza de Terreno Manual

Trazo, Nivel y Replanteo

Movimiento de tierras

Excavación de cunetas

Concreto simple

Concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ vaciado con mezcladora

Acero Corrugado $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$, Grado 60

Encofrado y Desencofrado

Tarrajeo pulido en Cunetas

Curado de sardinel y cuneta con material de préstamo,
durante 7 días - 4 veces x día

Eliminación de material excedente

Eliminación de Material Excedente a una Distancia = 5 Km
+ 25% esponjamiento c/volquete.

- Rejillas
- Varios.

Limpieza Final de Obra.

Mitigación de impacto ambiental.

d. Estudios de suelos.

Va a realizar los siguientes ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Señor de Sipán, las cuales se detallan a continuación:

- Contenido de humedad.
- Análisis granulométrico por tamizado.
- Limite líquido.
- Limite plástico.
- Contenido de sales.
- Proctor modificado.
- C.B.R.

e. Estudio de pavimento.

DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

Metodo AASHTO 1993

TESIS : "DISEÑO DE PISTAS Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN LA URBANIZACIÓN SANTA MARGARITA ETAPA I Y Y EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"

TESISTAS: LINARES AGIP WILDER - ZUMARAN VASQUEZ GIAN KEVIN

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	2.31E+05
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.5
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.0
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	80%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.842
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.40

2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

a. RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f _c (kg/cm ²)	210
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f _c (psi)	2,980.64
b. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO E _c (psi)	3,111,928.14
c. MODULO DE ROTURA S _c (psi)	623.87
d. MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE- K (pci)	168.15
e. TRANSFERENCIA DE CARGA (J)	4.0
f. COEFICIENTE DE DRENAJE (C _d)	1.0

3. CÁLCULO DEL ESPESOR DE LOSA (Variar D Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Cálculo)

$$\log_{10} W_{32} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_f) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_d (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 k \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

D (pulg)	G _t	N18 NOMINAL	N18 CÁLCULO
5.500	-0.07918	5.36	5.36

4. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

A. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (D _f), pulgadas	5.50	pulg
B. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (D _f), centímetros	14	cm
C. ESPESOR DE SUB BASE (SB), pulgadas	6	pulg
D. ESPESOR DE SUB BASE (SB), centímetros	15	cm

*El espesor de la losa de concreto será de 15 centímetros.

* El espesor de la subbase será 15 centímetros.

Figura 19. Resultados del espesor de la losa método AASHTO 1993.

Fuente: (AASHTO, 1993)

f. Estudio de topografía.

Se realizaron los planteamientos técnicos para el diseño, los planos serán:

- Plano de ubicación y localización.
- Plano topográfico.
- Perfil longitudinal.
- Plano de ubicación de las calicatas.
- Planta general del proyecto.
- Plano de corte de la vía.

g. Planilla de metrados.

RESUMEN DE METRADOS			
OBRA	CONSTRUCCION DE PISTAS Y DRENAJE PLUVIAL EN LA URBANIZACIÓN SANTA MARGARITA ETAPA I Y II - DISTRITO DE LA VICTORIA - PROVINCIA DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
Ítem	Descripción	Und.	Metrado
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES		
01.01.00	Cartel de identificación de Obra de 3.60 x 8.50 m.	und	1.00
01.02.00	Alquiler de Almacén y Oficina	mes	4.00
02.00.00	PAVIMENTOS		
02.01.00	TRABAJOS PRELIMINARES		
02.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m²	30,165.67
02.01.02	Trazo, Nivel y Replanteo	m²	30,165.67
02.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.02.01	Corte con Maquinaria en terreno natural	m³	25,562.82
02.02.02	Perfilado, Nivelación y compactación de la subrasante en zonas de corte	m²	30,165.67
02.02.03	Subbase Granular e=15cm	m²	30,165.67
02.03.00	CONCRETO SIMPLE		
02.03.01	Losa de Rodadura, Concreto f'c = 210 Kg/cm ² , e=0.15 m.	m²	30,165.67
02.03.02	Encofrado y Desencofrado de Losa de Rodadura	m²	852.09
02.03.03	Levantamiento de Buzones Existentes a nivel de rasante	und	57.00
02.04.00	CURADO		
02.04.01	Curado de Losa de Rodadura, durante 7 días - 4 veces x día	m²	30,165.67
02.05.00	JUNTAS		
02.05.01	Juntas de contracción e=6mm	m	4,260.47
02.05.02	Juntas asfálticas en pavimentos h=15 cm, e=1"	m	4,260.47
02.06.00	SEÑALIZACIÓN		
02.06.01	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL		
02.06.01.01	Pintado de Franjas en Pavimento - Señalización	m²	493.38
02.07.02	SEÑALIZACIÓN VERTICAL		
02.07.02.01	Señalización Preventiva de lado 0.60 x 0.60	und	29.00
02.08.00	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE		
02.08.01	Eliminación de Material Excedente a una Distancia = 5 Km + 25% esponjamiento c/ volquete	m³	31,953.53

03.00.00	VEREDAS		
03.01.00	TRABAJOS PRELIMINARES		
03.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m ²	5,052.56
03.01.02	Trazo, Nivel y Replanteo	m ²	5,052.56
03.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
03.02.01	Corte manual de terreno	m ³	2,021.03
03.02.02	Nivelación y Apisonado en Veredas	m ²	5,052.56
03.02.03	Relleno Compactado C/ Material de préstamo (Afirmado) para base de vereda	m ²	5,052.56
03.03.00	CONCRETO SIMPLE		
03.03.01	Concreto f'c=175 Kg/cm ² en veredas, acabado frot., inc. Bruña.	m ²	5,052.56
03.03.02	Concreto f'c=175 kg/cm ² en Rampas	m ²	128.76
03.03.03	Encofrado, desencofrado de Vereda.	m ²	2,441.66
03.04.00	JUNTAS Y BRUÑADO		
03.04.01	Junta de dilatación 1" x 4" de concreto asfáltico a 3.0 m	m	3356.89
03.04.02	Bruñado de veredas	m	5503.00
03.04.03	Bruñado de rampas	m	3036.00
03.05.00	CURADO		
03.05.01	Curado de vereda con arena fina , durante 7 días - 4 veces x día	m ²	5,181.32
03.06.00	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJAS PARA AGUA Y DESAGUE		
03.06.01	Suministro y colocación de encimado de cajas para agua	und	901.00
03.06.02	Suministro y colocación de encimado de cajas para desagüe	und	901.00
03.07.00	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE		
03.07.01	Eliminación de Material Excedente a una Distancia = 5 Km + 25% esponjamiento c/ volquete	m ³	1,943.00
04.00.00	SARDINEL		
04.01.00	TRABAJOS PRELIMINARES		
04.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m ²	2,034.72
04.01.02	Trazo, Nivel y Replanteo	m ²	2,034.72
04.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
04.02.01	Excavación de sardineles hasta h=60 cm	m ³	1220.83
04.03.00	CONCRETO SIMPLE		
04.03.01	Concreto f'c = 175 Kg/cm ² vaciado con mezcladora	m ³	999.27
04.03.02	Encofrado y Desencofrado	m ²	10392.42
04.03.03	Acero Corrugado Ø 3/8", fy=4200 kg/cm ²	kg	75,868.55
04.03.04	Relleno de Juntas de Dilatación con concreto asfáltico 1"x2" m en sardinél	m	686.34
04.03.05	Tarrajeo pulido en sardineles	m ²	2420.52
04.03.06	Curado de sardinél con arena fina, durante 7 días - 4 veces x día	m ²	3197.67

04.04.00	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE		
04.04.01	Eliminación de Material Excedente a una Distancia = 5 Km + 25% esponjamiento c/ volquete	m³	1526.04
05.00.00	CUNETAS RECTANGULARES		
05.01.00	TRABAJOS PRELIMINARES		
05.01.00	Limpieza de Terreno Manual	m²	5870.79
05.02.00	Trazo, Nivel y Replanteo	m²	8276.46
05.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
05.02.01	Excavación de cunetas triangulares	m³	557.55
05.03.00	CONCRETO SIMPLE		
05.03.01	Concreto f _c = 175 Kg/cm ² vaciado con mezcladora	m³	3618.95
05.03.02	Encofrado y Desencofrado	m²	6962.87
05.03.03	Tarrajeo pulido en Cunetas triangulares	m²	5813.67
05.03.04	Curado de cunetas, durante 7 días - 4 veces x día	m²	6567.73
05.04.00	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE		
05.04.01	Eliminación de Material Excedente a una Distancia = 5 Km + 25% esponjamiento c/ volquete	m³	696.94
06.00.00	CARPINTERIA METÁLICA		
06.00.01	Carpintería metálica	m	619.96
07.00.00	VARIOS		
07.01.00	Limpieza final de obra	m²	68215.96
07.02.00	Mitigación del impacto ambiental	glb	1.00

h. Lista de insumos.

MANO DE OBRA	
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh
TOPOGRAFO	hh
OPERARIO	hh
OFICIAL	hh
PEÓN	hh
MATERIALES	
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg
ALAMBRE NEGRO # 16	kg
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 1 1/2 "	kg
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg
ACERO LISO DE 3/4"	kg
ACERO PARA DOWELS	kg
ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60	kg
ARENILLA	m ³
ARENA FINA	m ³
TIERRA DE CHACRA O VEGETAL	m ³
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m ³
PIEDRA OVER $D_{max}=4"$	m ³
AFIRMADO	m ³
ARENA DE RIO	m ³
ARENA GRUESA	m ³
ASFALTO RC-250	gal
ASFALTO SOLIDO PEN 40-50	gal
ENCIMADO DE CAJAS DESAGUE	u
ENCIAMADO DE CAJAS PARA AGUA	u
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls
CORDON DE RESPALDO PARA SELLANTE E=20MM	m
YESO EN BOLSAS DE 20 kg	bls
WATER STOP PVC DE 6"	m
THINNER ACRILICO	gal
SELLANTE ELASTOMERICO	gal
SOLDADURA E-6011 1/8"	kg
PINTURA REFLECTORIZANTE	gal
KEROSENE	gal
ALQUILER DE ALMACEN	mes
AGUA	m ³
GIGANTOGRAFIA C/MODELO SEGUN ESPECIFICACIONES	u
TECNOPORT 1.20 m x 2.40 m x 1"	pl
LEÑA	u

MADERA NACIONAL P/ ENCOFRADO Y CRPINTERIA	p ²
REGLA DE MADERA	p ²
ESTACA DE MADERA 2" x 2" x 1'	pza
PLANTA ORNAMENTAL	u
MADERA EUCALIPTO 4"	m
MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p ²
GRASS	m ²
PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal
PINTURA ANTICORROSIVA	gal
IMPRIMANTE PARA JUNTAS ELASTOMERICAS	gal
PINTURA DE TRAFICO	gal
PINTURA ESMALTE PARA TRAFICO	gal
PLANCHA DE TECKNOPOR DE 1" X 4' X 8'	pl
PLANCHA DE TECKNOPOR DE 3" X 4' X 8'	pl
TAPON PVC DE 1"	u
TUBERIA PVC S/P 5M x 1" CL 10	m
PLANCHA DE ACERO 1.20 x 2.40 x3/16"	pl
PREPARACION DE MATERIAL GRANULAR	m ³
HORMIGÓN	m ³
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO
QUEMADORA A COMBUSTIBLE	hm
PISTOLA APLICADOR DE SELLANTE	hm
SOPLETADOR MANUAL	hm
CORDEL	m
MIRAS Y JALONES	hm
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p ³	hm

i. Análisis de costos unitarios.

Cada actividad debe estar sustentada con su respectivo costo. Los precios de los insumos o materiales deben ser, preferentemente, los que figuran en el mercado local.

j. Análisis de gastos generales.

Que va a servir para la elaboración del presupuesto obteniendo un total de S/. 602,877.01 soles.

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

**DISEÑO DE PISTAS Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN LA URBANIZACIÓN SANTA MARGARITA ETAPA I Y II -
DISTRITO DE LA VICTORIA - PROVINCIA DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE**

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S./.)	Parcial (S./.)
01	OBRAS PROVISIONALES				4402.35
01.01	Cartel de identificación de Obra de 3.60 x 8.50 m.	u	1.00	2002.35	2002.35
01.02	Alquiler de Almacén y Oficina	mes	4.00	600.00	2,400.00
02	PAVIMENTOS				2,015,728.83
02.01	TRABAJOS PRELIMINARES				184431.15
02.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m ²	27859.69	5.34	148770.74
02.01.02	Trazo, Nivel y Replanteo	m ²	27859.69	1.28	35660.40
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				460800.36
02.02.01	Corte con Maquinaria en terreno natural	m ³	25,562.82	4.73	120912.14
02.02.02	Perfilado, Nivelación y compactación de la subrasante en zonas de corte	m ²	27859.69	4.99	139019.85
02.02.03	Subbase Granular e=15cm	m ²	27859.69	7.21	200868.36
02.03	CONCRETO SIMPLE				504379.92
02.03.01	Losa de Rodadura, Mortero f _c = 210 Kg/cm ² , e=0.15 m.	m ³	4178.95	86.36	360984.12
02.03.03	Encofrado y Desencofrado de Losa de Rodadura	m ²	1849.40	56.11	103769.83
02.03.04	Levantamiento de Buzones Existentes a nivel de rasante	u	62.00	640.58	39715.96
02.04	CURADO				101409.27
02.04.01	Curado de Losa de Rodadura, durante 7 días - 4 veces x día	m ²	27859.69	3.64	101409.27
02.05	JUNTAS				62518.26
02.05.01	Juntas de contracción e=6mm	m	4566.71	1.76	8037.41
02.05.04	Juntas asfálticas en pavimentos e=1"	m	4566.71	11.93	54480.85
2.06	SEÑALIZACIÓN				6241.99
02.06.01	SEÑALIZACIÓN HORIZONTALES				4693.82
02.06.01.01	Pintado de Franjas en Pavimento - Señalización	m ²	781.94	5.99	4693.82
02.06.02	SEÑALIZACIÓN VERTICAL				1558.17
02.06.02.01	Señalización Preventiva de lado 0.60 x 0.60	u	29.00	53.73	1558.17
2.07	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE				698947.88
02.07.01	Eliminación de Material Excedente a una Distancia = 5 Km + 25% esponjamiento c/volquete	m ³	31,953.53	21.78	698947.88
03	VEREDAS				1,124,047.64

03.01	TRABAJOS PRELIMINARES								59853.78
03.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m ²	9027.72	5.34					48208.02
03.01.02	Trazo, Nivel y Replanteo	m ²	9027.72	1.29					11645.76
03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								195702.80
03.02.01	Corte manual de terreno en Veredas	m ³	1805.54	28.59					51620.39
03.02.02	Nivelación Reglado y Apisonado en Vereda c/volquete	m ²	9027.72	6.51					58770.46
03.02.03	Relleno Compactado c/Material de préstamo (Afirmado) para base de vereda	m ²	9027.72	9.45					85311.95
03.03	CONCRETO SIMPLE								566539.88
03.03.01	Concreto f'c=175 Kg/cm ² en veredas, acabado frot.	m ²	9027.72	58.80					530829.94
03.03.02	Concreto f'c=175 Kg/cm ² en Rampas	m ²	112.32	62.07					6971.70
03.03.03	Encofrado, desencofrado de Vereda	m ²	1504.62	19.10					28738.24
03.04	JUNTAS Y BRUNADO								138032.43
03.04.01	Junta de dilatación 1" x 4" de mortero asfáltico a 3.0 m	m	7523.10	11.09					83431.18
03.04.02	Brunado De Veredas	m	7523.10	5.01					37690.73
03.04.03	Brunado De Rampas	m	3,036.00	5.57					169610.52
03.05	CURADO								36468.76
03.05.01	Curado de vereda con material de préstamo, durante 7 días - 4 veces x día	m ²	9140.04	4.99					36468.76
03.06	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJAS PARA AGUA Y DESAGUE								52798.60
03.06.01	Suministro y Colocación encimado de Cajas Para Agua	u	901.00	24.30					21894.30
03.06.02	Suministro y Colocación encimado de Cajas Para Desague	u	901.00	34.30					30904.30
03.07	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE								74651.39
03.07.01	Eliminación de Material Excedente a una Distancia = 5 Km + 25% esponjamiento c/volquete	m ³	3427.52	21.78					74651.39
04	SARDINELES								774,854.05
04.01	TRABAJOS PRELIMINARES								7481.76
04.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m ²	1128.47	5.34					6026.03
04.01.02	Trazo, Nivel y Replanteo	m ²	1128.47	1.29					1455.73
04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								9678.86
04.02.01	Excavación de sardineles hasta h=40 cm	m ³	338.54	28.59					9678.86
04.03	CONCRETO SIMPLE								748,476.80
04.03.01	Concreto f'c = 175 Kg/cm ² vaciado con mezcladora	m ³	682.06	352.06					240126.04
04.03.02	Encofrado y Desencofrado	m ²	2256.93	55.26					124717.95
04.03.03	Acero Corrugado fy=4200 kg/cm ² , Grado 60	kg	41206.92	5.02					206858.74
04.03.04	Relleno de Juntas de Dilatación con mortero asfáltico 1"x2" m en sardinel	m	7523.10	9.21					69287.75
04.03.05	Tarrajeo pulido en sardineles	m ²	2,256.93	45.62					102961.15
04.03.06	Curado de sardinel con material de préstamo, durante 7 días - 4 veces x día	m ²	1128.47	4.01					4525.16
04.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE								9216.64

04.04.01	Eliminación de Material Excedente a una Distancia = 5 Km + 25% esponjamiento c/volquete	m ³	423.17	21.78	9216.64
05.00.00	CUNETAS RECTANGULARES				316,810.51
05.01.00	TRABAJOS PRELIMINARES				24267.45
05.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m ²	3616.61	5.34	19312.70
05.01.02	Trazo, Nivel y Replanteo	m ²	3616.61	1.37	4954.76
05.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
05.03	Excavación de cunetas rectangulares	m ³	1257.59	26.13	32860.83
05.03.00	CONCRETO SIMPLE				251287.80
05.03.01	Concreto f'c = 175 Kgr/cm ² vaciado con mezcladora	m ³	200.63	352.06	70633.80
05.03.02	Encofrado y Desencofrado	m ²	1933.99	45.54	88073.90
05.03.03	Tarrajeo pulido en Cunetas rectangulares	m ²	1933.99	43.88	84863.48
05.03.04	Curado de sardinel y cuneta con material de préstamo, durante 7 días - 4 veces x día	m ²	1933.99	3.99	7716.62
5.04.00	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE				8394.43
05.04.01	Eliminación de Material Excedente a una Distancia = 5 Km + 25% esponjamiento c/volquete	m ³	1571.99	5.34	8394.43
06.00.00	CARPINTERIA METÁLICA				1,734,171.80
06.00.01	Carpintería metálica	m	8064.04	215.05	1734171.80
7.00.00	VARIOS				55254.93
07.01.00	Limpieza Final de Obra	m ²	68215.96	0.81	58754.93
07.02.00	Plan mitigación del impacto ambiental	glb	1.00	3500	3500
					S/. 6,028,770.09
	COSTO DIRECTO				S/. 602,877.01
	GASTOS GENERALES	10.00%			S/. 602,877.01
	UTILIDAD	10.00%			=====
	SUB TOTAL				S/. 7,234,524.11
	IGV (Impuestos)	18.00%			S/. 1,302,214.34
					=====
	VALOR REFERENCIAL				S/. 8,536,738.45
	SUPERVISIÓN	4.00%			S/. 341,469.54
	EXPEDIENTE TECNICO	3.00%			S/. 256,102.15
					=====
	PRESUPUESTO DE OBRA A CONTRATAR				S/. 9,134,310.14

k. Formula polinómica.

$$K = 0.190*(Mr / Mo) + 0.136*(Ar / Ao) + 0.062*(Ar / Ao) + 0.070*(Cr / Co) + 0.076*(Mr / Mo) + 0.466*(Ir / Io)$$

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.190	100.000	M	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.136	100.000	A	05	AGREGADO GRUESO
3	0.062	100.000	A	02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO
4	0.070	100.000	C	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
5	0.076	100.000	M	43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.
6	0.466	100.000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

l. Presupuesto.

La construcción de pistas y drenaje pluvial tuvo un presupuesto de S/.9,134,310.14 soles.

m. Estudio de impacto ambiental.

En el expediente técnico se tomó en cuenta los impactos positivos y negativos que traerá consigo la realización del proyecto y se hará uso de medidas de prevención.

Matriz de Leopold Modificada

Es uno de los métodos más aceptados para analizar y valorar los impactos, que pueden presentarse durante la construcción y se evalúa con los siguientes criterios: Efecto, Extensión, Magnitud, Duración y Reversibilidad (solo para impactos negativos).

La calificación es cualitativa que se presenta entre baja, moderada o alta, es la resultante de los valores asignados a los criterios ya mencionados. Se determina por la siguiente expresión:

$$S_g = \pm(Ef + Ex + Mg + Dr + Rv)$$

Símbolo	Criterios de Evaluación	Escala Jerárquica Cualitativa	Ponderación de Impactos	
			Negativo(-)	Positivo(+)
Sg	Significancia	1=Baja	5-8	4-7
		2= Moderada	9-11	8-10
		3= Alta	12-14	11-13

Los criterios son los siguientes:

- I. **Magnitud del efecto:** Se refiere al grado de afectación que presenta el impacto sobre el medio. Cuando no sea posible cuantificar el efecto se presenta una calificación suficientemente sustentada como: baja, moderada, alta o muy alta.

- II. **Mitigabilidad:** Se identifica si los efectos negativos pueden ser disminuidos y se les da una calificación de: poco mitigable, medianamente mitigable, altamente mitigable y totalmente mitigable. Depende de la factibilidad técnica y económica.

- III. **Significancia:** Es un análisis global del efecto, en relación con los criterios anteriores determinando su grado de importancia de este sobre el ambiente receptor. Su calificación cualitativa se presenta como: baja, moderada, alta o muy alta. Distingue los impactos por etapas tanto en la construcción como en el funcionamiento de la obra, como según el tipo de efecto positivo o negativo.

Cuadro-Evaluación de Impactos – Etapa de Construcción

COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	SIGNO	TIPO DE EFECTO	EXTENSIÓN	MAGNITUD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	SIGNIFICANCIA	
Paisaje	Alteración de la calidad estética Del paisaje	Negativo (-)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(-5)	BAJO
Geología	Inestabilidad física del suelo	Negativo (-)	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)	(-7)	BAJO
Suelo	Destrucción del asfalta, base y sub base existente	Negativo (-)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(-5)	BAJO
	Acumulación de material de relleno y eliminación.	Negativo (-)	(2)	(1)	(3)	(1)	(1)	(-8)	BAJO
Ruido	Aumento de los niveles sonoros	Negativo (-)	(2)	(2)	(2)	(1)	(1)	(-8)	BAJO
Calidad del aire	Generación de material particulado	Negativo (-)	(2)	(1)	(1)	(1)	(1)	(-6)	BAJO
	Incremento de Emisiones gases	Negativo (-)	(2)	(2)	(1)	(1)	(1)	(-7)	BAJO

Agua	Aumento de sedimentos en Río	Negativo (-)	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)	(-7)	BAJO	
	Alteración calidad de agua canal Tocnope	Negativo (-)	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)	(-7)	BAJO	
	Fauna	Perturbación y desplazamiento de animales	Negativo (-)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(-5)	BAJO
	Flora	Acumulación excesiva de tierra en jardines y parques.	Negativo (-)	(2)	(1)	(3)	(1)	(1)	(-8)	BAJO
	Hidrobiológico	Posibles disminución de calidad de agua en su hábitat	Negativo (-)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(-5)	BAJO
Empleo	Generación de Puestos de trabajo	Positivo (+)	(3)	(3)	(3)	(2)		(11)	ALTO	
Economía	Dinamización Economía Local	Positivo (+)	(2)	(2)	(2)	(2)	-	(8)	MODERADO.	

	Aumento de demanda de servicios	Positivo (+)	(2)	(2)	(3)	(2)	-	(8)	MODERADO
Salud	Posibles accidentes En zona De trabajo	Negativo (-)	(2)	(2)	(1)	(1)	(1)	(-7)	BAJO
	Aumento de agentes Contaminantes Por basura en lugar de trabajo	Negativo (-)	(2)	(1)	(2)	(1)	(1)	(-7)	BAJO

Cuadro – Evaluación de Impactos – Etapa de Funcionamiento y Mantenimiento

COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	SIGNO	TIPO DE EFECTO	EXTENSIÓN	MAGNITUD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	SIGNIFICANCIA	
Aire	Incremento de emisiones gaseosas	Negativo (-)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(-5)	BAJO
Ruido	Incremento de Ruido	Negativo (-)	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)	(-5)	BAJO
Paisaje	Acumulación de basura cerca de sumideros	Negativo (-)	(2)	(1)	(2)	(1)	(1)	(-7)	BAJO
Suelo	Erosión interna a causa de excesiva escorrentía	Negativo (-)	(2)	(1)	(2)	(1)	(1)	(-7)	BAJO
Agua	Mayor escorrentía por obstrucción de sumideros	Negativo (-)	(2)	(1)	(2)	(2)	(1)	(-8)	BAJO
	Contaminación que llega al río por el agua de lluvia	Negativo (-)	(2)	(1)	(1)	(1)	(1)	(-6)	BAJO
Fauna	Perturbación y desplazamiento	Negativo (-)	(2)	(2)	(1)	(1)	(1)	(-7)	BAJO

	de la fauna								
Flora	Falta de reposición de cobertura vegetal a acumulación	Negativo (-)	(2)	(2)	(1)	(1)	(1)	(-7)	BAJO
Hidrobiología	Disminución y/o desplazamiento parcial de especies de río	Negativo (-)	(2)	(2)	(1)	(1)	(1)	(-7)	BAJO
Empleo	Generación de puestos de trabajo	Positivo (+)	(2)	(2)	(2)	(2)	-	(8)	MODERADO
Economía	Leve incremento movimiento económico local	Positivo (+)	(2)	(2)	(2)	(2)	-	(8)	MODERADO
	Demanda de servicios	Positivo (+)	(2)	(2)	(2)	(2)	-	(8)	MODERADO
Salud	Posibles accidentes de trabajo	Negativo (-)	(2)	(2)	(1)	(1)	(1)	(-7)	BAJO

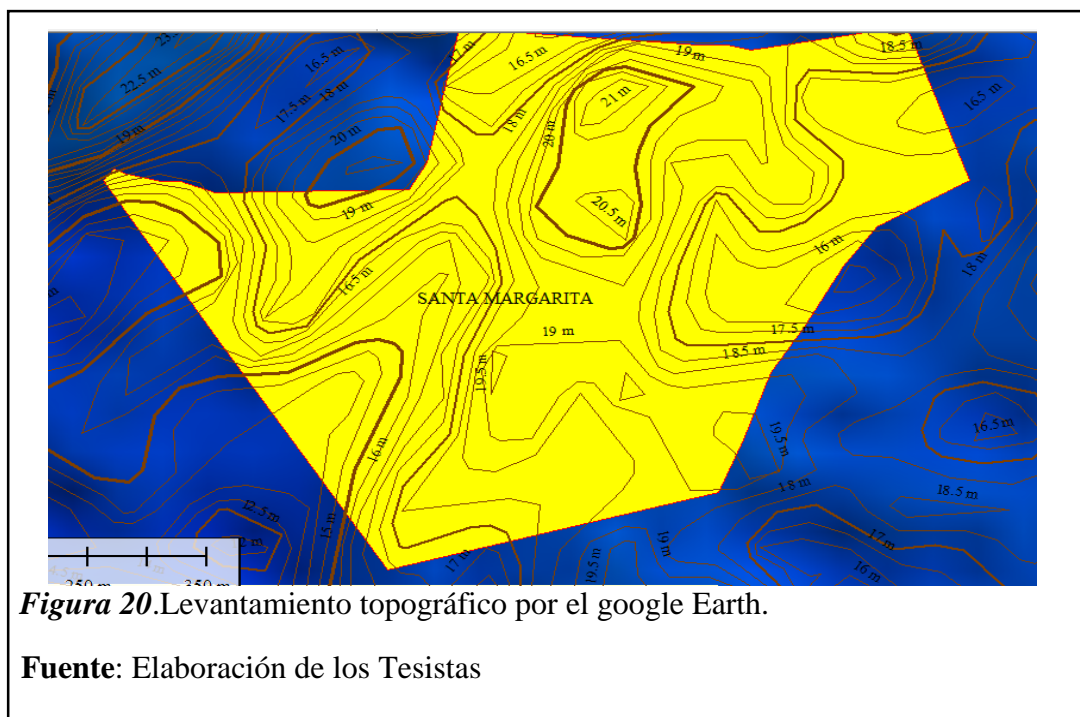
	Focos de infecciones alrededor de sumideros obstruidos por basura	Negativo (-)	(2)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(-6)	BAJO
--	---	--------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------

Los impactos negativos que se muestran tienen una significancia negativa baja, esto quiere decir que estos impactos se pueden reducir o se pueden mitigar con suma facilidad, tomando en cuenta las medidas pertinentes para solucionarlos. Los impactos positivos tienen una significancia moderada trayendo beneficios a la población aledaña, tanto en el empleo como en su economía, haciendo que la **CONSTRUCCIÓN DE ESTE PROYECTO SEA AMBIENTALMENTE VIABLE.**

IV. Discusión

4.1. Levantamiento topográfico.

El presente resultado se comparó con las curvas del google Earth en las cuales se concluye que hay una similitud de un 65% por ciento respecto al levantamiento topográfico realizado en campo esto debido a que se está comparando con un programa que tiene un margen de error debido a la altura, tan bien porque en la actualidad se encuentra la zona en estudio de una manera más poblada respecto a la topografía del google Earth ya que debido al crecimiento de población esta modifica la topografía Ver anexo 06 topografías de google Earth.



4.2. Estudio de mecánica de suelos.

a. Análisis granulométrico por tamizado.

El análisis granulométrico realizado determinó el tipo de suelo del área del proyecto es el tipo CL (arcilla de baja plasticidad) y la ML (limo de baja plasticidad) con lo que concuerda con la norma ASTM D-422, las normas AASHTO y SUCS.

b. Contenido de humedad.

De las 12 calicatas y los 20 muestras realizados en el laboratorio, se determinó que el porcentaje de humedad está en el rango de 16.06% al 40.29%, es decir esto no sobrepasan el 100%, que es el rango máximo que establece la ASTM D-2216.

c. Límites Atterberg.

De todos las 12 calicatas y los 20 muestras realizados se determinaron que el límite líquido varía entre 23.32% al 47.80% como plástico varía 10.57% al 40.00% es decir estos porcentajes no sobrepasa del 100% según lo establecido por la norma ASTM.

Con respecto al índice de plasticidad de todos los ensayos realizados varía entre 2.90% a 32.42% que sirvieron para la clasificación del suelo establecido por la norma ASTM.

d. Presencia de sales.

Los 20 ensayos realizados en el laboratorio, se obtuvo la presencia de sales solubles de un porcentaje que varía de 0.20 % a 1.30% según los resultados obtenidos se establece que será necesario colocar una capa anticontaminante, debido a que los porcentajes son mínimos según la norma ASTM D 1888.

e. Proctor modificado.

Los 3 ensayos realizados determinaron el óptimo contenido de humedad no sobrepasa del 100% establecido por la norma N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883.

f. CBR.

Los ensayos de CBR realizados al 95% de la máxima densidad seca clasificándolo como una sub rasante pobre a regular, respectivamente de acuerdo al Manual de ingeniería de pavimentos ICG -2013 (Autor: Ing. José Rafael Méndez Acurio).

g. Ensayos para el diseño de mezclas.

Los resultados provenientes de los ensayos practicados a las arenas y grava (ver ANEXO 2), permitieron apreciar que a mayor porcentaje de finos en las muestras, se incrementa el contenido de humedad (natural y saturado), el peso específico, el peso unitario (suelto y compactado) y la máxima densidad seca. Sin embargo, esto a su vez genera la reducción de propiedades como el porcentaje de absorción de los materiales.

4.3. Parámetros hidrológicos e hidráulicos para el diseño del sistema de drenaje pluvial Urbanización Santa Margarita Etapa I y II en el Distrito de La Victoria.

La Información Pluviométrica que la norma os.060, establece que se debe tomar una estación del entorno al área en estudio por tal motivo los datos son de la estación de Lambayeque, se estimaran las precipitaciones para duraciones menores de 24 horas.

Según el estudio realizado tenemos un tiempo de concentración de 27.23 minutos lo cual la norma antes mencionada hace referencia que en ningún caso el tiempo de concentración debe ser inferior a 60 minutos.

El periodo de retorno establecido por la norma antes mencionada es de 5,10, 25,50 y 100 años en el estudio realizado es de 10 años la cual depende de la importancia económica de la urbanización.

El coeficiente de escorrentía para el caso de áreas de drenaje con condiciones heterogéneas será estimado como un promedio ponderado de las diferentes coeficientes como techos, pavimentos, áreas verdes para este caso se tomó como pavimentos obteniendo un coeficiente de escorrentía de 0.88.

4.4. Caudales utilizando el método racional.

Según el reglamento nacional de edificaciones OS.060 para obtener el caudal debe determinarse el tamaño y forma de la cuenca o subcuenca bajo consideraciones utilizando mapas topográficos actualizados, los intervalos entre las curvas de nivel deben ser lo suficiente para poder distinguir la dirección del flujo en este proyecto se realizó el levantamiento topografía en campo para obtener las áreas, se está aplicando el método racional ya que este es aplicable para áreas menores de 13km^2 ya que el área en estudio es de 20.9 hectáreas lo cual está dentro de lo establecido por dicha reglamento nacional de edificaciones, el caudal calculado en nuestra área en estudio es de $0.303\text{ m}^3/\text{seg}$.

4.5. Efectuar el diseño del pavimento rígido

El espesor de la capa de rodadura para pavimentos rígidos establecido por el reglamento nacional de edificaciones CE.010 pavimentos urbanos establece para vías locales un espesor igual o mayor de 15 cm, en la presente tesis se obtuvo un espesor de 15 cm lo cual es admisible de acuerdo a la normativa.

4.6. Expediente técnico.

a. Memoria descriptiva.

La memoria descriptiva se ejecutó de acuerdo a la topografía, área, aviación, clima, etc. que son indispensables para la elaboración del expediente técnico.

b. Memoria de cálculo.

Se tomó el programa Excel para cálculo de del diseño de estructuras, pavimento y otros que conciernen a la elaboración del expediente técnico contenida en ella y los resultados estarán en el anexo.

c. Especificaciones Técnicas.

Todas las partidas que intervienen en el expediente son obtenidas por el reglamento nacional de metrados.

d. Estudios de suelos.

Los estudios realizados sirvieron para determinar la clasificación del suelo que establece las normas ASTM y ASSHTO y los resultados estarán en el anexo.

e. Estudios de pavimento.

Los estudios realizados sirvieron para determinar la clasificación del suelo que establece la norma ASSHTO 93 y los resultados estarán en el anexo.

f. Estudio de topografía.

Los estudios realizados serán comparados por el Google Earth o los planos catastrales proporcionados por la municipalidad.

g. Metrados.

Se realizó los Metrados de acuerdo a las unidades de medida en base a la norma de Metrados y las consideraciones que se tienen contenida en ella y los resultados estarán en el anexo.

h. Lista de insumos.

Se va a detallar la mano de obra, materiales y equipos o herramientas para la elaboración de los metrados y costos unitarios.

i. Análisis de Costos Unitarios.

Se tomó el formato de análisis de costos unitarios propuesto por el programa S10 2005, se van usó los rendimientos que utiliza la Cámara Peruana de la Construcción, CAPECO.

Todos los análisis de costos unitarios de todas las partidas estarán en el anexo.

j. Fórmula Polinómica

Para su elaboración se tuvo en cuenta las consideraciones de la base legal del estado peruano y su normativa además de los documentos utilizados.

k. Programación de obra.

Para su elaboración se tuvo en cuenta las consideraciones de la base legal del estado peruano y su normativa además de los documentos utilizados.

l. Presupuesto de la Obra.

Se calculó el 10% gastos generales que es un valor referencial además el porcentaje de 10% para la utilidad es un valor promedio que se ha puesto considerando que no es un valor muy bajo ni muy alto y puede asumirse como tal.

Son valores académicos, valores referenciales que pueden ser considerados o no, de acuerdo al criterio del que tome en base nuestro proyecto de tesis.

m. Estudio de impacto ambiental.

Se evaluó como es afectado actualmente el medio y como será afectado por el conjunto de acciones que conlleva a la ejecución del proyecto, así para determinar los efectos del medio ambiente sobre el proyecto.

Esto permitió aplicar un Plan de Manejo Ambiental, el cual logrará prevenir con medidas de control y seguimiento la conservación del medio ambiente.

Ninguno de estos impactos es de tal significancia, o son limitantes y/o restrictivos para la ejecución y operación del mismo, considerándose entonces que, **el proyecto es ambientalmente viable.**

V. Conclusiones y recomendaciones.

5.

5.1. Levantamiento topográfico.

Se realizó la topografía de la urbanización, concluyéndose que el terreno es plano.

5.2. Estudio de suelos.

Se realizó los estudios realizados en la mecánica de suelos para toda la urbanización, donde, predomina un tipo de suelo ML (limo de baja plasticidad) y CL (Arcilla de baja plasticidad), clasificándolos de Regular – Malo.

5.3. Estudios hidrológicos e hidráulicos.

Se determinaron los registros hidrológicos de la estación Lambayeque, obteniendo una intensidad de 12.11 mm/hora para un periodo de retorno de 10 años de acuerdo O.S. 0.60 Drenaje Pluvial y un coeficiente de escorrentía de 0.88.

5.4. Obtención los caudales utilizando el método racional.

Se aplicó el método racional obteniéndose, un caudal de 0.303 m³/s para toda la zona en estudio.

5.5. Diseño del pavimento rígido.

Se efectuó el diseño pavimento obteniendo un espesor 0.15 m para la subbase y 0.15 m para losa de concreto, de acuerdo a los criterios de diseño de la normas AASHTO; con bombeo de 2%.

5.6. Expediente técnico.

Se elaboró el expediente técnico completo que sustenta el diseño de pistas y sistema de drenaje pluvial para la Urbanización Santa Margarita.

RECOMENDACIONES.

Se recomienda que antes de realizar el levantamiento topográfico del terreno se debe hacer un reconocimiento de toda el área en estudio.

Se recomienda, implementar en el distrito de La Victoria una red de Estaciones Meteorológicas automáticas para el registro de la variación de las intensidades de precipitación en intervalos coherentes con la Hidrología Urbana, registros de precipitación que estén por debajo de una hora, esto a cargo de SENAMHI.

Para la adopción de parámetros de diseño de estructuras hidráulicas, se recomienda referenciarse a la Norma Técnica O.S. 060 Drenaje Pluvial Urbano.

Se recomienda el adecuado control de calidad durante el proceso de construcción del pavimento, tanto de la mano de obra, materiales y lo referente a la dirección técnica, ya que sólo se garantizará su satisfactoria ejecución, poniendo especial cuidado en los controles de calidad y sobre todo con el medio ambiente.

Se recomienda que la compactación de la subrasante deba alcanzar un mínimo de 95% de la densidad seca máxima del proctor modificado realizado en laboratorio.

En la elaboración del expediente técnico, se recomienda hacer el presupuesto con los precios actuales.

REFERENCIAS

REFERENCIAS.

De Grado, P., Zubiri, F., Supervisor, A. M., & Prada, J. J. (2012). Facultad de Ingeniería.

Domingos, D., & Silva, D. A. (2015). Estrategia para el diseño de redes de drenaje pluvial , empleando la modelación matemática , para su aplicación en la ciudad de Luanda Tesis en opción al grado científico de Estrategia para el diseño de redes de drenaje pluvial , empleando la modelación m.

Ingenieria, F., Bogotá, D. C., Del, G., & Grado, T. D. E. (n.d.). RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE – ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS AÑO DE ELABORACIÓN : 2015 TÍTULO : DISEÑO DE LA ALTERNATIVA TÉCNICA MÁS FAVORABLE QUE PERMITA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE DRENAJE URBANO SOTENIBLE – SUDS EN EL PARQUE METROPOLITANO , 1–6.

Llanco Sedano, B., Humberto BACH SICUS QUISPE, J., Rivelinho ASESOR, Y., Guzman Ibañez, I., & Salvador, C. (2015). Universidad Nacional De Huancavelica. *LLANCO SEDANO, James Humberto*.

Luis, S. A. N., Ica, G. D. E., Civil, F. D. E. I., Gregorio, B., Cancho, A., Sergio, B., & Ccaulla, A. (2011). Ingeniero civil.

Matamoros, D. E. (2017). Modelaje De Un Sistema Urbano De Alcantarillado Pluvial En El Área De Drenaje De Los Esteros Miraflores Y Represado ..., (May).

Norma OS.060. (2015). Norma os.060, 51.

Pollack, S. K., & Whitaker, C. M. (2002). F Si S. *Polymer*, 4(2), 326–327.

<https://doi.org/10.2135/cropsci2007.10.0022IPBS>

Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos, Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje- MTC.

Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005 – VCHI.

Diseño de Pavimento Rígido, Veredas y Drenaje Pluvial de la urbanización progresiva La Tina.

ANEXOS

RECONOCIMIENTO DE CAMPO DE LA URBANIZACIÓN SANTA MARGARITA



Figura 21. Vista panorámica de la urbanización Santa Margarita, ubicado en el distrito de La Victoria.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



Figura 22. Realización del Levantamiento topográfico de la Urbanización Santa Margarita etapa I y II.

EXTRACCIÓN DE MUESTRAS



*Figura 23.*Extracción de muestras de la calicata N°8



*Figura 24.*Extracción de muestras de la calicatas 7 y 2.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Ensayos de laboratorio.

A. Análisis granulométrico



Figura 25. Muestras húmedas se procede llevarlas al horno durante un lapso de 24 horas.



Figura 26. Tamizado de las muestras.



Figura 27. Tamizado de las muestras de las calicatas.



Figura 28. Muestras secas después de 24 horas.

Limites líquido y plástico.



Figura 29.Chancado de las muestras de las calicatas.



Figura 30.Preparación de las muestras.



Figura 31. Se saca una porción de muestra a la ranura cerrada y se procede a determinar el contenido de humedad.



Figura 32. Ensayo de límite plástico.

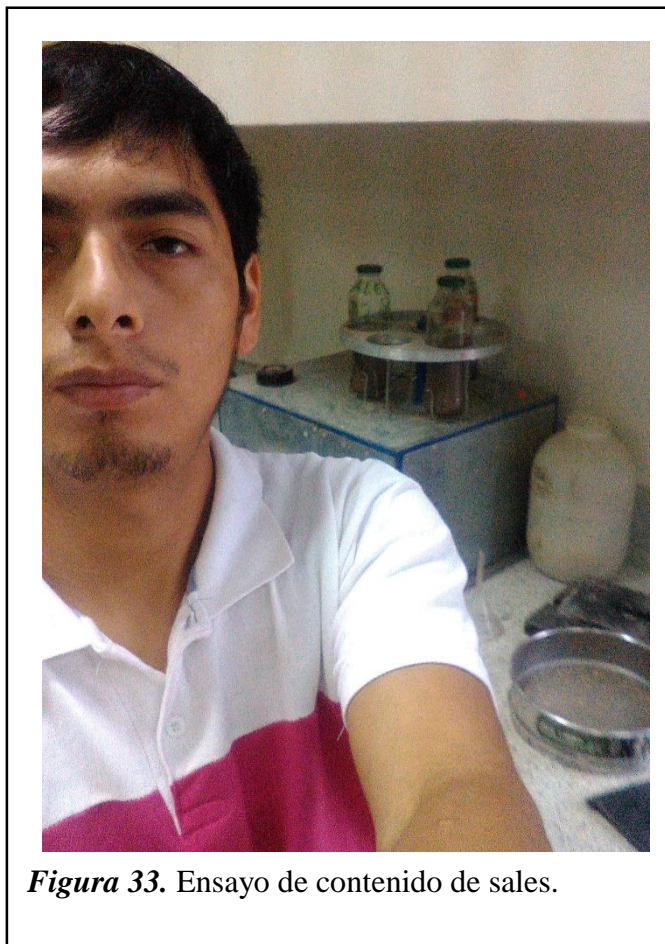


Figura 33. Ensayo de contenido de sales.



Figura 34. Ensayo de contenido de sales.



Figura 35. Ensayo de contenido de proctor modificado.



Figura 36. Compactación de la muestra preparada.



Figura 37.Ensayo de CBR, realizado muestra obtenida del área de estudio de la Urbanización Santa Margarita etapa I y II.



Figura 38.Extracción del material granular, para la realización del CBR para la subbase.



Figura 39. Preparación del agregado fino.



Figura 40. Preparación del agregado grueso.



Figura 41. Tamizado de los agregados.



Figura 42. Peso de los agregados finos y gruesos.

DESCRIPCIÓN DE PROCESOS

1. Recolección de la información disponible.

Consistió en la recolección de la información disponible de estudios realizados de las entidades respectivas como el ANA, SENAMHI, bases bibliográficas, Tesis, Municipalidad Distrital de La Victoria entre otros relacionados con investigación.

2. Levantamiento topográfico.

Consistió en el levantamiento topográfico con nivel de la Urbanización Santa Margarita en la Etapa I y II (entre la Av. Prolongación Unión y Av. Miguel Grau) Chiclayo – Lambayeque considerando un levantamiento en planta y curvas de nivel y la elaboración del perfil longitudinal y las secciones transversales a cada 20 metros para la realización de diseño.

a. Metodología del trabajo.

Se efectuó el levantamiento topográfico al detalle, mediante la Estación total, facilitando la determinación de un levantamiento topográfico altimétrico y planímetro, empleando el sistema en tiempo real, para evitar las dificultades del tránsito, con las coordenadas geográficas y de sistema de coordenadas transversal de Mercador las cuales están referidas al sistema Instituto Geógrafo Militar y a un banco de marca (B.M.) oficial existente.

b. Personal de campo y gabinete.

En el presente informe se trabaja con el siguiente personal:

02 Bach. En Ingeniería Civil.

01 operador de nivel.

01 jalonero.

01 policía para la seguridad de los equipos.

c. Equipo:

En el presente informe se trabaja con los siguientes equipos:

Nivel.

Mira

Huinchas de mano 50 metros.

d. Trabajo de Gabinete.

Computadora hp corre i5.

Impresora Hp.

Plotter hp.

Programa de AutoCAD civil 3d para la elaboración de las curvas de nivel, perfil y secciones transversales.

3. Estudio de tráfico vehicular.

Este estudio consistió en realizar un conteo de vehículos durante 7 días durante 24 horas para determinar el índice medio diario.

Materiales.

Papel bond.

Lápiz.

Recursos humanos:

Personal	Número.
Tesistas.	2

3.1. Investigación y coordinación previa.

En esta etapa se realizó una visita de inspección a la zona de trabajo, habiéndose realizado un recorrido de campo por la urbanización Santa Margarita (entre la Av. Prolongación Unión y Av. Miguel Grau), donde se va a efectuar el estudio de tráfico observándose.

Uno de los puntos estratégicos para el conteo de vehículos se consideró la prolongación Av. Unión.

Para el presente estudio, no se ha considerado el tráfico de vehículo menor como mototaxis, debido a que no influirán o no serán considerados en el diseño estructural y urbanístico de la Urbanización.

3.2. Conteo y clasificación vehicular.

El conteo y la clasificación vehicular se llevaron a cabo por los tesistas, la forma de conteo fue manual.

El periodo del conteo fue de 7 días, se ejecutaron en forma continua durante las 24 horas del día.

Los trabajos se iniciaron el lunes 23 de septiembre a las 7:00 AM. Horas y concluyó el domingo 29 de septiembre del 2017.

3.3. Procesamiento de datos.

- Revisión de la información.
- Clasificación de la información.
- Procesamiento de los datos en la computadora.
- Resultados del índice Medio Diario.

- Proyección de muestras a una semana.

4. Estudio de mecánica de suelos.

Se realizó el estudio de mecánica de suelo; está relacionado principalmente a determinar las características principales del suelo como el tipo de suelo, su clasificación AASHTO Y SUCS, perfil estratigráfico, determinar su capacidad de soporte del suelo.

Recursos humanos.

Personal	Número
Tesistas	2
Técnico de suelos	1

Equipo.

Los equipos serán los que cuente el Laboratorio de Suelos de la Universidad Señor de Sipán.

4.1. Ensayos de laboratorio.

Para definir el perfil estratigráfico se realizaron las prospecciones de estudio realizándolas 12 calicatas a cada 400 metros como máximo, ubicadas longitudinalmente como transversal a distancias aproximadamente iguales y en forma alternada en la Urbanización Santa Margarita etapa I y II, donde se procedió a realizar los ensayos en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Señor de Sipán, los ensayos son los siguientes:

4.1.1. Análisis granulométrico por tamizado.

Objetivo.

Los objetivos principales para el ensayo del análisis granulométrico de suelos por tamizado es determinar la distribución de tamaños de las partículas del suelo y determinar los porcentajes de suelo retenido que pasan por los distintos tamices hasta la malla 200.

$$\% \text{ partícula} = \frac{\text{Peso de la partícula}}{\text{Peso total seco}} \times 100$$

Principio teórico.

Se basa en las propiedades físicas del suelo, como tamaño.

Equipo y materiales.

Balanza.

Tamices de mallas circulares.

Procedimiento.

- a) Se escoge una muestra del suelo y se procede hacer el cuarteo.

- b) Luego se coloca en el horno para tener un suelo seco, pasado las 24 horas procedemos a pesarlo.
- c) Luego la muestra seca se lava con la malla número 200 para este modo en el fondo del tamiz debe tener un peso cero de limos y arcillas.
- d) Luego lo ponemos al horno durante 24 horas y de esta manera tendríamos un peso de suelo seco lavado.
- e) Después se seca la muestra del horno, se pesa en la balanza y se procede a realizar el tamizado.

Número de Ensayos.

Se realizó un ensayo por cada muestra, se han obtenido 20 muestras en 12 calicatas.

Normativa.

ASTM – D422

AASHTO T88

Norma Técnica Peruana.

MTC E107

4.1.2. Límites de Atterberg.

a. Limite Líquido.

Objetivo.

Determinar el porcentaje de contenido de humedad de la muestra.

$$\%W = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1}$$

Principio teórico.

Se basa en los principios de Atterberg o también llamados límites consistencia se basan en el concepto de que los suelos finos, presentes en la naturaleza, pueden encontrarse en diferentes estratos, dependiente de su propia naturaleza y la cantidad de agua que contengan.

Equipos Utilizados.

Copa Casagrande, muestra, Tamiz #40, horno, balanza, recipiente y espátula.

Procedimiento.

Se dispone de muestras de suelo que pasan por el tamiz N°40 preparadas previamente y listas para la ejecución del ensayo.

- a) Mezclar completamente el suelo en recipiente metálico usando la espátula hasta obtener una pasta homogénea y densa que pueda moldearse fácilmente con los dedos.
- b) Colocar una porción de esta pasta en la copa, sobre la parte que descansa en la base, extendiéndola rápida y cuidadosamente con la espátula cuidando que no queden atrapadas burbujas de aire.
- c) Con la espátula enrasar la superficie del suelo de tal manera que tenga una profundidad de 1 cm en la sección de espesor máximo, el suelo sobrante regresar al recipiente metálico.
- d) Con el acanalador realizar un canal en el suelo evitando deslizarlo de la Copa Casagrande de manera que el plano de simetría del canal sea perpendicular a la articulación de la copa y procurando además, que el acanalador se mantenga normal a la superficie de la copa.
- e) Para evitar la rotura de los lados del canal o el deslizamiento del suelo de la copa, se permiten hacer hasta seis recorridos del acanalador.
- f) Cuidando que la superficie inferior de la copa de la base se encuentren libres de suelo y agua, girar la manivela a una velocidad de 2 golpes /seg contar los golpes necesarios para que las dos mitades de suelo se pongan en contacto al fondo del canal.
- g) Si el número de golpes para la primera determinación está entre los 25 y 45 golpes continuar normalmente sino añadir agua o secarla al aire lo que fuere más apropiado y repetir los anteriores pasos hasta que esta condición se obtenga.
- h) Regresar el suelo de la copa al recipiente metálico mezclar completamente, limpiar y secar la copa y el acanalador y repetir los pasos b a f, hasta que se obtenga dos determinaciones congruentes con diferencia máxima de un golpe.

Número de ensayos.

Se realizó un ensayo por cada muestra, se han obtenido 20 muestras en 12 calicatas.

Normativa.

ASTM – D4318

Norma Técnica Peruana.

MTC E110

b. Limite plástico.

Objetivo.

Determinar el contenido de agua de un suelo que este contiene para que pase de un estado semisólido ha solido.

$$W_P = \frac{W_1 + W_2 + W_3}{3}$$

Principio teórico.

Se basan en el concepto de que los suelos finos presentes en la naturales puedan encontrarse en diferentes estados, dependiendo de su propia naturaleza y la cantidad de agua que contengan.

Equipos.

Tara, espátula, superficie de rodadura (vidrio), recipientes, balanza y horno eléctrico.

Procedimiento.

- a. Tomar una porción de 1.5 a 2.0 gramos de la masa de suelo y forme una masa elipsoidal.
- b. Rodar la masa del suelo entre la palma de las manos y la placa del vidrio hasta obtener un hilo de diámetro uniforme a una velocidad de 80 a 90 ciclos por minuto. El hilo se irá formando hasta que si diámetro alcance 3 a 3.2 mm.
- c. Cuando el hilo del suelo obtiene un diámetro de 3 mm y no se ha desmoronado, romper en seis u ocho pedazos para formar una nueva masa elipsoidal y nuevamente re enrollar.
- d. Repetir el proceso cuantas veces sea necesario hasta que se desmorone aproximadamente con dicho diámetro.

Resultados.

VER ANEXO II

Número de ensayos.

Se realizó un ensayo por cada muestra, se han obtenido 20 muestras en 12 calicatas.

Normativa.

AASTHO T- 90

ASTM – D4318

Norma Técnica Peruana.

MTC E111

c. Contenido de humedad.**Objetivo.**

Determinar el contenido de agua que tiene la muestra.

Principio teórico.

Se basan en el concepto de que los suelos finos, presentes en la naturaleza pueden diferentes estados y la cantidad de agua que contengan.

Equipos.

Muestra del suelo, recipientes, balanza y horno eléctrico.

Resultados.

VER ANEXO II

Procedimiento.

- a. Pesar la muestra húmeda de suelo aproximadamente 500 gramos.
- b. Luego se lleva la muestra al horno durante un lapso de 24 horas.
- c. Se saca la muestra seca y se pesa.

Número de ensayos.

Se realizó un ensayo por cada muestra, se han obtenido 20 muestras en 12 calicatas.

Normativa.

ASTM – D2216

Norma Técnica Peruana.

MTC E108

d. Proctor Modificado.

Objetivo.

Hallar la máxima densidad y el óptimo contenido de humedad del material de base.

Principio teórico.

Es uno de los más importantes procedimientos de estudio y control de calidad de la compactación de un terreno.

Equipos.

Molde de 6" de diámetro, horno de secado, pisonos manuales estándar y modificadas 10 libras.

Tamices

Espátula

Cuchara

Brocha

Balanza

Recipientes

Probeta de 50. ml.

Procedimiento.

- a. se pesa el molde sin collarín.
- b. Se determina el volumen del molde.
- c. Se toma 3 kilos de muestra de afirmado por recipiente para cada uno de los cinco ensayos, se utiliza el material que pase el tamiz N°4.
- d. Se agrega el agua necesaria para cada muestra (variando el porcentaje de humedad de manera progresiva) y luego se homogeniza.
- e. Se compacta la muestra tres en capas.
- f. Al terminar de compactar se quita el collarín, se enraza se restira todo el material que se encuentre fuera del molde y se pesa (se obtiene el peso húmedo compactado).
- g. Extraer muestras húmedo compactado colocarlos en las taras y pesarlas.

h. Llevarlos al horno a 110 ± 5 °C y deja secar por 24 horas y pesar (se obtiene el Contenido de Humedad).

Número de ensayos.

La cantidad de ensayos es 3 es decir uno por cada calicata.

Normativa.

ASTM – D1557

Norma Técnica Peruana.

e. Ensayo de Razón de Soporte de California C.B.R.

Objetivo.

Determinar el C.B.R. de un suelo que está sometido a esfuerzos cortantes, además evaluar la calidad efectiva del suelo.

Principio teórico.

Se establece en este método una correlación entre la resistencia a la penetración de un suelo y capacidad de soporte con base de sustentáculo para el diseño de pavimentos.

Equipos.

Molde cilíndrico

Disco espaciador.

Pisón metálico.

Dispositivo para medir la expansión.

Pesos de sobrecarga

Pistón de penetración

Dispositivo de carga

Tanque de remojo.

Horno eléctrico.

Recipientes para contenido de humedad.

Procedimiento.

Para compactación en un molde de 152mm (6 pulgadas)

Cuando más del 75% pasa la muestra por el tamiz de $\frac{3}{4}$ “se usa todo el material para preparar los especímenes de compactación.

Si el material que pasa el tamiz de 2 pulgadas y es retenido en el tamiz de 19.0mm sea superior a un 25% se aparta y se sustituye por una cantidad equivalente material que pasa por el tamiz de 19.0mm y es retenido en el tamiz 4.75mm (N°4).

La relación de soporte del óptimo contenido de agua.

De una muestra que tenga un peso de 35 kg o más seleccione una porción representativa de una masa aproximada de 11 kg(25lb) para una prueba de humedad- densidad y divida al resto de la muestra para obtener tres porciones representativas que tengan una masa 6.80 kg(15 lb) cada una.

Empalme el molde a la base de plato y pese con una aproximación de 5 gr (0.01lb).

Inserte el disco espaciador dentro del molde y coloque un papel filtro en la parte superior del disco.

Mezcle cada una de las tres porciones de 6.8 kg (15lb) ya preparadas con suficiente agua para obtener el contenido de humedad.

Se detalla las curvas Esfuerzo vs. Penetración para cada molde colocando en las abscisas cada uno de los valores de penetración y en las coordenadas los respectivos esfuerzos.

En cada una de las curvas, el cero debe ser desplazado, para así compensar los errores debidos a irregularidades en la superficie de las muestras y para corregir la curva si esta empieza cóncava hacia arriba.

Número de ensayos.

Se realizó 3 ensayos.

Normativa.

AASTHO T-99

AASTHO T-265

ASTM – D1883

Norma Técnica Peruana.

f. Ensayo determinación del porcentaje de salinidad.

Objetivo.

Determinar las sales solubles en el suelo.

Resultados.

VER ANEXO II

Número de ensayos.

Se realizó 20 ensayos 12 calicatas.

Normativa.

ASTM

Financiamiento de la tesis.

CÓDIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	N°	TIEMPO	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL S/.
01.00.00	MANO DE OBRA						2400
	Tesistas	Día	2	80	15		
02.00.00	MATERIALES						102
	Papel A-4	Millar	1		12		
	Libros relacionados al tema de tesis	Glb	2		20		
	Memoria USB	Unid.	1		20		
	Útiles de escritorio	Glb	1		30		
03.00.00	SERVICIOS						4475
	Tipecies de tesis	hojas	300		0.3		
	Ploteos de planos.	Glb	10		3		
	Fotocopias	Unid.	300		0.1		
	Elaboracion de planos	Unid.	10		120		
	Empastado	Glb	1		25		
	Servicio de internet	Mes	9		90		
	Energía eléctrica	Mes	9		50		
	Levantamiento topografico	hec	20		80		
	Alquiler de maquinaria pesada	hora	2		120		
04.00.00	VALORIZACIÓN DE ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO						3000
	Granulometría	Glb	20		30		
	Contenido de humedad	Glb	20		30		
	Límite líquido y plástico	Glb	20		40		
	Corte directo	Glb	20		50		
05.00.00	VIÁTICOS Y ASIGNACIONES						1320
	Movilidad	Días	120		5		
	Alimentación	Días	120		6		
COSTO TOTAL DE LA TESIS							S/. 11,297.00