UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y URBANISMO.

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

"DISEÑO DE PISTAS, VEREDAS Y RED DE DRENAJE PLUVIAL EN LA URBANIZACIÓN CARLOS STEIN, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, PROVINCIA DE CHICLAYO - REGIÓN LAMBAYEQUE"

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autores:

Bach. Pérez Fernández Yober Roel

Bach. Vásquez González José Elvis

Asesor:

MBA.Ing. Serrepe Ranno Miriam Marcela

Línea de Investigación:

Ingeniería de Procesos

Pimentel – Perú

2018

TESIS

“DISEÑO DE PISTAS, VEREDAS Y RED DE DRENAJE PLUVIAL EN LA URBANIZACIÓN CARLOS STEIN, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, PROVINCIA DE CHICLAYO - REGIÓN LAMBAYEQUE”

Aprobado por:

_____

Dr. Ing. Coronado Zuloeta, Omar
Presidente de jurado

_____

Mg. Idrogo Pérez, Cesar
Secretario de jurado

_____

Mg. Arriola Carrasco Guillermo
Vocal de jurado de tesis

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia quienes en todo momento estuvieron presentes durante mi formación académica brindándome su apoyo económico, moral y sobre todo la confianza brindada a mi persona, de igual forma agradezco a todos los docentes de Ingeniería Civil de la Universidad Señor de Sipán por brindarme sus conocimientos e inculcarme valores para poder construir una sociedad diferente.

Yober Roel

Esta tesis les dedico a mis padres, por su apoyo, consejos y paciencia que me han tenido, su sacrificio que han realizado para cumplir con la economía requerida, para mi formación profesional.

A mis hermanos, que, en forma unida, me han brindado ese apoyo necesario, que siempre han estado preguntando sobre mi formación profesional para cumplir con mi sueño deseado.

José Elvis

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento especial a nuestros padres y hermanos por su apoyo incondicional en estos años como estudiantes universitarios.

A nuestro asesor metodológico MSc. Serrepe Ranno Miriam Marcela, gracias a su paciencia, dedicación y exigencia ha logrado que terminemos el presente proyecto.

Al ing. Coronado Zuloeta, Omar por su gran gestión como director de la Escuela de Ingeniería Civil, logrando que nuestros laboratorios estén equipados para así poder desarrollar los ensayos dentro de nuestra casa de estudios.

A la universidad Señor de Sipán, por brindarnos las facilidades de poder desarrollar los ensayos dentro de sus laboratorios.

Al club de amigo los CAPUS, por su amistad y ayuda en estos largos años de vida universitaria.

Los autores

ÍNDICE

PÁGINA DE JURADOS ii
DEDICATORIA iii
AGRADECIMIENTO iv
ÍNDICE DE TABLAS 6
ÍNDICE DE FIGURAS 7
RESUMEN 9
ABSTRACT 10
I. INTRODUCCIÓN 12
1.1. Realidad problemática 13
1.2. Trabajos previos 16
1.3. Teorías relacionadas al tema 20
1.4. Delimitación de la Investigación. 71
1.5. Formulación del problema 73
1.6. Justificación e importancia de la investigación 73
1.7. Hipótesis 75
1.8. Objetivos 75
II. MATERIAL Y MÉTODOS 77
2.1. Tipo y diseño de investigación 77
2.2. Método de investigación 78
2.3. Variables 78
2.4. Población y muestra 85
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 85
2.6. Métodos de análisis de datos 88
2.7. Aspectos éticos 88
III. RESULTADOS 90
3.1. Levantamiento topográfico 90
3.2. Cálculo hidrológico 91
3.3. Características mecánicas del suelo 95
3.4. Sistema de drenaje elegido 106
3.5. Informe técnico de ingeniería 107
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 118
4.1. Topografía 118
4.2. Hidrología 118
4.3. Características de los estudios de suelos realizados 119
4.4. Sistema de drenaje empleado 120
4.5. Informe técnico 120
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 122
5.1. Conclusiones 122
5.2. Recomendaciones 123
6. REFERENCIAS 124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. *Coeficientes de escorrentía para ser utilizados en el método racional* 22
Tabla 2. *Coeficientes de escorrentía promedio para áreas urbanas para periodos de retorno entre 5 y 10 años.* 23
Tabla 3. *Coeficientes de escorrentía en áreas no desarrolladas en función del tipo de suelo* 24
Tabla 4. *Coeficientes de rugosidad de Manning* 29
Tabla 5. *Diámetros mínimos* 34
Tabla 6. *Coeficientes de rugosidad de Manning* 35
Tabla 7. *Velocidades Máximas para Tuberías de Alcantarillado* 36
Tabla 8. *Técnicas de investigación según R.N.E, E. 050* 42
Tabla 9. *Ensayos de laboratorio según RNE. E. 050* 43
Tabla 10. *Técnicas de investigación según RNE. E. 050* 44
Tabla 11. *Simbología estratigráfica según RNE. E. 050* 44
Tabla 12. *Número de puntos a investigar según RNE. E. 050* 46
Tabla 13. *Técnicas de investigación, según CE.010* 49
Tabla 14. *Número de puntos de investigación, según CE.010* 50
Tabla 15. *Requerimientos Granulométricos para Subbase y Base Granular, según CE.010* 51
Tabla 16. *Requerimientos de calidad para subbase granular, según CE.010* 51
Tabla 17. *Valor Relativo de Soporte CBR* para Base Granular, según CE.010* 52
Tabla 18. *Requerimientos del Agregado Grueso de Base Granular, según CE.010* 52
Tabla 19. *Requerimientos del Agregado Fino de Base Granular, según CE.010* 53
Tabla 20. *Ensayos de Agregados Finos, según CE.010* 53
Tabla 21. *Ensayos de Agregados Gruesos, según CE.010* 54
Tabla 22. *Ensayo de Consistencia de Mezcla, según CE.010* 54
Tabla 23. *Ensayo de Resistencia de Concreto, según CE.010* 54
Tabla 24. *Requisitos Mínimos según Tipos de Pavimentos, según CE.010* 55
Tabla 25. *Requisitos Mínimos según Tipos de Pavimentos, según CE.010* 57
Tabla 26. *Ensayos para el proyecto según las NTP* 59
Tabla 27.. *Características técnicas de Topmix Permeable.* 61
Tabla 28. *Diseño de la Investigación.* 77
Tabla 29. *Operacionalización de variable independiente* 79
Tabla 30. *Operacionalización de la variable dependiente* 82
Tabla 31. *Principales datos de levantamiento topográfico* 90
Tabla 32. *Precipitaciones máximas anuales* 91
Tabla 33. *Resumen de estudio de mecánica de suelos* 99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. *Zonas inundadas y viviendas colapsadas producto de la acumulación de aguas.* *16*
Figura 2. *Secciones de cunetas.* *28*
Figura 3*. Tipos de sumideros.* *30*
Figura 4*: Sumidero Tipo S1* *31*
Figura 5*: Sumidero Tipo S2* *31*
Figura 6*: Sumidero Tipo S3* *32*
Figura 7*: Sumidero Tipo S4* *32*
Figura 8. *Sección Triángulo rectángulo.* *39*
Figura 9. *Sección Triángulo V.* *40*
Figura 10. *Sección Compuesta* *41*
Figura 11*. Relación de Modulo de Rotura y la Resistencia a la Compresión.* *56*
Figura 12.*Representación de la variación del uso del suelo y la impermeabilización.* *61*
Figura 13*. Organización de las brigadas de emergencia* *65*
Figura 14. *Delimitación del área en estudio (Área: 18.24 ha).* *73*
Figura 15. *Distribuciones teóricas* *93*
Figura 16. *Ubicación de las Calicatas.* *96*
Figura 17. *Máximos Contenidos de humedad* *97*
Figura 18. *Fórmula Polinómica* *114*

ÍNDICE DE ECUACIONES

***Ecuación 1**. Método Racional* _____ *21*
***Ecuación 2.** Tiempo de concentración* _____ *24*
***Ecuación 3.** Tiempo de flujo* _____ *25*
***Ecuación 4.** Intensidad, manual MTC* _____ *26*
***Ecuación 5.** Intensidad, Merril Bernard* _____ *26*
***Ecuación 6.** Velocidad media de desplazamiento* _____ *38*
***Ecuación 7:** Caudal (escorrentía superficial pico)* _____ *38*
***Ecuación 7:** Caudal para sección triángulo rectángulo* _____ *39*
***Ecuación 9:** Caudal para sección triángulo en V* _____ *39*
***Ecuación 10.** Caudal para sección compuesta* _____ *40*
***Ecuación 11:** Perímetro mojado para sección compuesta* _____ *40*
***Ecuación 11.** Ecuación descompuesta de caudal para sección triangulo en V* _____ *40*

RESUMEN

Actualmente la región Lambayeque se viene recuperando de uno de los desastres más fuertes de los últimos tiempos, el denominado “Niño Costero” se presentó trayendo consigo fuertes lluvias en toda la región, lo que generó inundaciones nunca antes vistas desde el fenómeno “El Niño” del año 1998, la Urbanización Carlos Stein se encontró perjudicada duramente este fenómeno la mayoría de viviendas quedaron inhabitables , las calles rápidamente se convirtieron en “piscinas”, esto generado por falta de un sistema de drenaje pluvial en la zona. Por esta razón la presente investigación tiene como objetivo diseñar una red de drenaje pluvial para la urbanización Carlos Stein.

La eficiencia de un sistema de drenaje pluvial depende del tipo de superficie que éste tenga para poder drenar las aguas, el proyecto en mención tiene la característica de ser un sistema que incluye el diseño de pistas y veredas dentro del área donde se desarrollarse el proyecto.

Se realizaron los estudios correspondientes de mecánica de suelos, topografía, pavimento, hidrológicos e hidráulicos para la elaboración de un informe técnico de ingeniería para el diseño de pistas, veredas y red de drenaje pluvial, ésta última mediante el sistema por gravedad.

El proyecto tiene la finalidad de drenar las aguas pluviales hacia la parte sur del área en estudio, en dirección a la Av. Chiclayo, siendo ésta una vía canal que recolecta las aguas y transportarlo hacia el dren 3000.

Palabras Claves: Drenaje pluvial, pavimento, pendiente longitudinal, pendiente transversal, precipitación, caudal.

ABSTRACT

Currently the Lambayeque region has been recovering from one of the strongest disasters in recent times, the so-called "coastal child" was presented bringing heavy rains throughout the region, which generated floods never seen before since the phenomenon "El Niño" of the year 1998, the Urbanization Carlos Stein was severely damaged with this phenomenon, most houses were uninhabitable, the streets quickly became "pools" this generated by lack of a storm drainage system in the area. For this reason, the present investigation has the objective of designing a pluvial drainage network for the Carlos Stein urbanization.

The efficiency of a storm drainage system depends on the type of surface it has to drain the water, the project has the characteristic of being a system that includes the design of tracks and trails within the area where the project is developed.

The corresponding studies of soil mechanics, topography, pavement, hydrological and hydraulic for the preparation of a technical engineering report for the design of tracks, trails and storm drainage network, the latter by the gravity system.

The project has the purpose of draining the rainwater towards the southern part of the study area, in the direction of Chiclayo Avenue, this being a channel that collects the water and transport it to drain 3000.

Key Words: Pluvial drainage, pavement, longitudinal slope, transversal slope, precipitation, flow.

CAPITULO I
INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de drenaje pluvial son indispensables en zonas urbanas, esto con el objetivo de evitar problemas de inundación dentro de la población en temporada de lluvias, la Urbanización Carlos Stein actualmente se encuentra con pistas y veredas sin pavimentar lo que genera que en temporada de lluvias sus vías se conviertan en un verdadero problema para el tránsito vehicular como peatonal esto debido a la acumulación de aguas pluviales dentro las calles, formándose lagunas, lo que genera que los vehículos tengan serios problemas para tu transitabilidad.

El proyecto tiene como objetivo principal diseñar la red de drenaje pluvial para la mencionada urbanización aplicando el sistema de evacuación de aguas por gravedad, siendo este sistema el más adecuado en términos económicos y técnicos ya que se adecua muy bien a la topografía del área, además la mencionada Urbanización limita con la Av. Chiclayo, ésta vía está diseñada para transportar agua producto de lluvia, teniendo un diseño tipo vía canal, el cual aprovecharemos para poder evacuar las aguas que se precipiten dentro del área del proyecto.

Una urbanización con pistas y veredas ejecutadas contribuye al desarrollo poblacional, mejorando su calidad de vida de la población, dejando atrás las vías intransitables en caso de lluvias y el daño estructural que causa en sus viviendas en algunos casos llevándole al colapso total de la edificación.

La estructura del proyecto está dividida en 5 capítulos en los cuales se encuentra la elaboración de un informe técnico de ingeniería con la finalidad de plasmar el diseño de pistas, veredas y red drenaje propuesto a partir de las características físicas y mecánicas del terreno, también estimando el presupuesto y el cronograma de ejecución en caso de la ejecución del presente proyecto.

1.1. Realidad problemática

1.1.1. A nivel internacional

Según (Parada, 2016) el crecimiento urbano es cada vez mayor, sobre todo en los últimos años, en los que la superficie urbana se ha incrementado notoriamente. Sin embargo, la escasa planeación en el uso del suelo ha contribuido que se presenten de manera frecuente problemáticas como los encharcamientos, inundaciones y el decremento del flujo de cuerpos de agua superficial y subterráneo, ya que se ha producido una disminución considerable en la del agua que puede percollar en el terreno natural. Las fuertes lluvias y la impermeabilización del terreno generan un creciente escurrimiento de agua derivado por la pendiente del terreno, aumentando los caudales máximos y los volúmenes de flujos superficiales en las calles y avenidas. Si a este se le incluye el aumento de asentamientos humanos no planeados, se incrementa el riesgo a posibles inundaciones, encharcamientos y sedimentación en áreas urbanas ubicadas en zonas bajas, así como debido al taponeo del sistema de alcantarillado por el arrastre de basura y demás desechos y en algunas zonas, por falta de servicios de alcantarillado. (Parada, 2016).

El problema de inundación en algunas zonas de las ciudades es constante en temporada de lluvias, ya que éstas no cuentan con proyectos hidráulicos y sanitarios para su correcta evacuación, esto empeora cada vez que se registra fuertes y constantes lluvias, tanto en la zona rural como en la zona urbana ya que estos generan un gran incremento de la escorrentía y se debe evacuar de manera correcta. (Martínez, 2013).

Debido a la poca importancia que se le ha dado en el Salvador al tema del tratamiento de todas las aguas residuales, contaminación de las aguas superficiales de ríos y lagos, así como de los mantos acuíferos del país, es alto. Tanto en el casco urbano como la colonia “La Entrevista” carecen de alcantarillado sanitario y pluvial. La mayoría de sus habitantes depositan las excretas en letrinas de hoyo seco, estas letrinas contribuyen a la insalubridad de la población y colaboran a la propagación de moscas, con lo cual aumentan las enfermedades gastrointestinales de los habitantes. Las aguas grises son descargadas directamente a las calles

formando charcos pues no todas estas calles están pavimentadas y no cuentan con drenaje pluvial. (Carpio, Garcia & Tobias, 2015).

1.1.2. A nivel nacional

El aumento progresivo de los asentamientos y pueblos jóvenes en las periferias de la ciudad hace que disminuyan las superficies naturales y áreas libres, generando pérdidas de superficie permeable como consecuencia de las urbanizaciones y así modificando los cursos naturales de escorrentía superficial que causan problemas de inundación o humedecimiento de muros de viviendas construidas de material rustico (tapia o adobe) generalmente en las partes más bajas de la población. (Quispe & Rojas, 2015).

Según Fuentes y Reynoso, el crecimiento poblacional de Arequipa es significativo ya que la zona urbana se viene poblando debido a las migraciones rurales, todas estas sobrepoblaciones debido al desconocimiento se asientan en zonas cercanas o dentro de algunas cuencas hidrográficas. El gran crecimiento que se ha generado, ocasiona que la población empiece a edificar en quebradas dificultando que la lluvia- escorrentía no se evacue de manera adecuada y a la vez genere daños en las edificaciones y el pavimento (asfalto). (Fuentes & Reynoso , 2015)

El Barrio Manto Central ubicado al Sur – Oeste de la carretera Panamericana salida a Moquegua en Puno, es un problema para la población puesto que sus vías se encuentran sin pavimentar (nivel de afirmado), afectando directamente a las familias que viven en la zona intervenida, aumentando los índices de contaminación ambiental, dañando al patrimonio en general tanto, al público y privado; así mismo dificultan el transporte con normalidad de los peatones y vehículos a consecuencia de las precipitaciones pluviales, según la estación meteorológica la precipitación en el distrito de Puno es 750.80 mm, produciéndose ríos de lodo, charcos, barro, entre otros que incomodan al habitante. (Platero, 2017)

1.1.3. A nivel local

Actualmente nuestro país se viene recuperando de uno de los desastres naturales más fuertes suscitados en los últimos tiempos, sobre todo el norte peruano, donde gran parte de nuestra región quedo inundada debido a las fuertes y constantes lluvias registradas en las zonas urbanas, específicamente en la urbanización Carlos Stein las calles quedaron intransitables, esto debido a la acumulación de las aguas, sumado a ella la inexistencia de un drenaje para su evacuación, lo que ocasionó que las viviendas quedaran parcialmente inundadas e inhabitables, en algunos casos generando el colapso de las viviendas, esto debido a la debilitación de sus cimientos ya que algunas viviendas de la zona son de material rústico (adobe).

El área en estudio no cuenta con calles pavimentadas, lo que genera encharcamiento de las aguas y dificultando una adecuada transitabilidad tanto vehicular y peatonal.

En época de lluvias los ciudadanos evacuan parte de las aguas de lluvia hacia la red de alcantarillado (donde sea posible) lo que genera una gran sedimentación en esta red, ocasionado obstrucciones constantes y colapso general de la red de alcantarillado a su vez genera que en otros puntos colapsen las tuberías de desagüe y sumado a las aguas de lluvia se generan focos infecciosos para la población en general.

Figura 1. Zonas inundadas y viviendas colapsadas producto de la acumulación de aguas.
Fuente. Adaptado del noticiero Radio Programas del Perú.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. A nivel internacional

"PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA "LA ENTREVISTA" DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE"

En el Salvador la principal causa de contaminación del agua, es debido a aguas residuales domésticas o municipales y aguas residuales industriales. Los temas ambientales en dicho país carecen de atención por parte de las autoridades estatales y de la población en general. Para ello se está proponiendo un diseño de alcantarillado sanitario, de drenaje pluvial y de una planta de tratamiento para las aguas residuales solamente para la zona urbana de San Cayetano e Istepeque y para la colonia "La Entrevista", elaborándose la carpeta técnica para la construcción del alcantarillado sanitario, del drenaje pluvial y de la planta de

tratamiento. Dentro de la propuesta de diseño del alcantarillado pluvial se contemplan tres sistemas independientes con diferentes sitios de descarga, dos de los cuales se encuentran en la colonia La Entrevista y uno en el barrio San Cayetano. Debido a que el barrio Istepeque se encuentra en su mayor parte dispuesto a la orilla de la carretera que conduce de San Vicente a Tepetitan que además se encuentra muy cerca de Rio Istepeque, el drenaje superficial existente que consiste en cordón de cunetas es adecuado y no presenta problemas hidráulicos. (Carpio, et al., 2015).

"DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA RED DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA ZONA CENTRO – ESTE DE LA CIUDAD DE TRINIDAD"

En este trabajo se analizó la problemática de las inundaciones de la Cuenca Norte del Municipio de Trinidad, considerándose los parámetros hidrológicos, topográficos y geológicos que intervienen en el fenómeno; para que los mismos puedan ser utilizados para el diseño hidráulico y la simulación de una red de alcantarillado pluvial para la zona Centro Este de dicha ciudad, que se prevé su desagüe en el punto de disposición final. Se emplea con esta finalidad el programa de cálculo y diseño óptimo de redes hidráulicas urbanas (ROKO); y para la simulación del comportamiento hidrológico e hidráulico del sistema de drenaje se emplea el software profesional SWMM 5.0. (López, 2016).

"EVALUACIÓN DEL DRENAJE PLUVIAL EXISTENTE CON DESCARGA AL MAR CARIBE FRENTE A LA ALTERNATIVA SOLUCIÓN CON DESCARGA SOBRE LA BAHÍA DE CARTAGENA, EN EL ÁREA COMPRENDIDA ENTRE LAS AVENIDAS PRIMERA Y SAN MARTIN"

Para el desarrollo del diseño de la alternativa propuesta se tuvo en cuenta como primera medida, la información topográfica obtenida a través de un levantamiento topográfico que permitió realizar el análisis hidrológico subsecuente para el diseño de la alternativa propuesta y el análisis del drenaje actual, todo esto basado en el método racional que es la base central del proyecto. Además de un inventario de estructuras existentes y sus características físicas para el posterior análisis hidrológico de la zona de estudio. Se obtuvo como resultado más relevante que el

desarrollo de esta alternativa es completamente funcional, pero para garantizar el buen funcionamiento de estas redes de recolección y evacuación de aguas de lluvia se realizó un sobredimensionamiento como resultado de los grandes volúmenes que se manejan y deben ser conducidos al punto de disposición final. De igual forma, se observó que el 35.57% de las vías se encuentran en estado crítico y el 25.52% es inundable, esto agravado fundamentalmente por la intrusión de la manera que debe ser controlada con un paso peatonal elevado. Los índices más altos de riesgo de inundación están en los tramos de la carretera primera entre calles 13 y 14, la Av. San Martin entre calles 11 y 12, y la Av. Sucre entre calles 13 y 15. (Brewer & Herrera, 2015).

1.2.2. A nivel nacional

"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE LA COMUNIDAD 3 DE MAYO DE PUCARUMI DEL DISTRITO DE ASCENSIÓN – HUANCAVELICA"

El crecimiento y la expansión poblacional trae muchas alteraciones a la naturaleza, el principal de ellos es el incremento de superficie impermeable lo cual ocasiona muchos problemas con el drenaje debido a las aguas de lluvia que se presentan frecuentemente, esto genera que los caudales de escorrentía se incrementen y genera un problema con la limitada capacidad de colectores existentes. El presente trabajo fue basado en el estudio de sistemas de drenaje pluvial en la comunidad de 3 de Mayo de Pucarumi del distrito de Ascensión, la cual se encuentra en vías de desarrollo, en caso específico van creciendo las urbanizaciones y por tal los drenajes naturales de la cuenca se ven afectados con variaciones que repercuten en la población, 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, hidrológicas e hidráulicas de la zona. (Quispe & Rojas, 2015).

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN LAS AVENIDAS ANDRÉS AVELINO CÁCERES, DOLORES, ALCIDES CARRIÓN, GARCILASO DE LA VEGA Y ESTADOS UNIDOS UBICADAS EN EL DISTRITO DE JOSÉ LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO, PROVINCIA DE AREQUIPA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA”

En Arequipa no existe un sistema de drenaje pluvial, esto debido al desinterés que tienen las autoridades locales hacia este tan importante sistema, ante este desinterés de las autoridades genera que nos involucremos en la problemática que actualmente vivimos, la falta de este sistema ha traído consigo daños irreparable en la población es el caso de 4 personas fallecidas en temporada de precipitaciones en el año 2013 sumado a esto los grandes daños económicos que genera en la ciudad, ante toda esta problemática nos proponemos a desarrollar el proyecto de drenaje pluvial. En primer lugar ubicaremos una zona que no cuente con el sistema de drenaje pluvial para lo cual elegimos el distrito de José Luis Bustamente y Rivero, esto por la cantidad de población que tiene y la vulnerabilidad en la que se encuentran ante un posible fenómeno de lluvia ya que sus aguas se esparcen por las calles de la ciudad, la intervención que realizaremos ayudara a reducir de manera considerable los problemas que genera las precipitaciones, tales como la cantidad de agua que discurre por la calles y a la vez que lleguen con menor intensidad y velocidad, reduciendo el impacto en la población en general. (Fuentes & Reynoso, 2015).

“EFICIENCIA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN LA AV. ANGAMOS Y JR. SANTA ROSA”

En el presente trabajo de investigación se evaluó el estado del diseño hidráulico y las competencias de operación y mantenimiento del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa, todo esto con el fin de determinar los problemas y a las vez lo que origina la ineficiencia del sistema de drenaje, ya que en temporada de lluvias los niveles de este llegan hasta registros elevados lo que causa un gran malestar y daño a la población de la ciudad de Cajamarca por un mal diseño de un sistema de drenaje pluvial, el incremento de la escorrentía ocasiona inundaciones en las partes topográficamente bajas y a la vez erosiona en

las vías por donde se evacua el agua esto debido al incremento de velocidad de la escorrentía con la que se transporta, generando grandes daños estructurales en superficies expuestas de edificaciones y demás estructuras existentes en la trayectoria. (Yañez, 2014).

1.2.3. A nivel local

"EVALUACIÓN DEL DRENAJE PLUVIAL EN EL DISTRITO DE PIMENTEL Y SUS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN"

En el presente informe se propone plantear y mejorar un sistema de drenaje superficial con la finalidad de evacuar de forma oportuna y constante las aguas producto de las lluvias ya que estas discurren por las calles sin ninguna canalización o red de drenaje que les colecte, generando inundaciones e infiltraciones de las pistas y veredas sobretodo en la red de buzones existentes, para ello se deberá implementar un sistema de drenaje horizontal, si queremos lograr un sistema eficaz se deberá realizar el sistema de pavimentación de las calles y veredas ya que ayudaran con la evacuación de las aguas gracias al material con la que estén realizadas y el bombeo de las calzadas. Además, planteamos que también se puede realizar el diseño de cunetas en las calles (entre la calzada y la vereda) de tal forma que las aguas de las lluvias puedan escurrir a través del bombeo hacia la red de cunetas de la calle para que finalmente por medio de estas poder desembocar en el cuerpo receptor final, algunas de las alternativas para desembocar las aguas de lluvia son el Dren 3000 y el Dren 3100. (Flores, 2013).

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Agua Pluvial

A. Introducción

El agua es un recurso vital para la producción vegetal y animal, pero sí de precipitaciones en zonas urbanas hablamos estas muchas veces se convierten en un problema para la población, debido a la ineficiente o inexistente red de drenaje pluvial con la que se cuente.

B. Definición

Son aquellas aguas producto de las precipitaciones las cuales se escurren libremente por la superficie del terreno, en caso de terrenos naturales se debe a que la precipitación supero el nivel de absorción del suelo, en zonas pavimentadas estas escurren o retienen en casi en su totalidad en la superficie del pavimento.

C. Hidrología

Realizando estos estudios mediante recopilación de datos de campo, y mediante un análisis nos permite conocer el comportamiento de la cuenca, para tener en cuenta sus características y realizar un correcto diseño de drenaje pluvial.

C.1 Cálculo de caudales de escurrimiento

Para el cálculo de caudales aplicaremos el método racional, que según la norma OS-060 nos recomienda aplicar este método para áreas no mayores de 13 km².

C.2 Método Racional

En las áreas donde el drenaje pluvial, tiene diferentes subáreas, con características variables, el caudal máximo que calcularemos viene a ser expresado por la fórmula.

$$Q = CIA/3.6$$

Ecuación 1. Método Racional

Donde:

Q = Viene a ser el caudal máximo expresado en m3/s.

I = Es la intensidad de lluvia expresada en mm/hora.

A = Área del estudio a realizar el proyecto en Km².

C =Es el Coeficiente de escorrentía aplicada a el área a investigar

C.3 Coeficiente de Escorrentía

Para obtener el valor del coeficiente escorrentía se aplicará de acuerdo a los siguientes criterios, Características de la superficie que tenemos en estudio.

Ver qué tipo de área urbana es, la intensidad de la lluvia considerando un tiempo de retorno, la pendiente calculada según las cotas del terreno y las condiciones del proyecto y el tiempo de vida.

Se tomará en cuenta otras características adiciones que se consideren importantes como el nivel freático, el almacenamiento de agua si es exista en alguna parte de la zona y la porosidad del suelo.

Según las tablas que se muestran a continuación Nº 02, Nº 03, Nº 04 podemos tomar valores para determinar el coeficiente es escorrentía de acuerdo al tipo de pavimento, techos, áreas verdes, etc.

Tabla 1.

Coeficientes de escorrentía para ser utilizados en el método racional

CARACTERÍSTICAS DE LA	**PERÍODO DE RETORNO (AÑOS)**						
	2	5	10	25	50	100	500
ÁREAS URBANAS							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / Techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no Desarrolladas							
Área de Cultivos							
Plano 0 - 2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio 2 - 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente Superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61

Pastizales							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Plano 0 - 2%							
Promedio 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Fuente: (R.N.E. OS. 060, 2016)

Tabla 2.

.

Coeficientes de escorrentía promedio para áreas urbanas para periodos de retorno entre 5 y 10 años.

Características de la superficie	Coeficiente de
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	0.2

Fuente: (R.N.E. OS. 060, 2016)

Tabla 3.

Coeficientes de escorrentía en áreas no desarrolladas en función del tipo de suelo

Topografía y Vegetación	Típo de Suelo		
	Tierra Arenosa	Limo arcilloso	Arcilla Pesada
Bosques			
Plano	0.1	0.3	0.4
Ondulado	0.25	0.35	0.5
Pronunciado	0.3	0.5	0.6
Pradera			
Plano	0.1	0.3	0.4
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Pronunciado	0.22	0.42	0.6
Terrenos de Cultivo			
Plano	0.3	0.5	0.6
Ondulado	0.4	0.6	0.7
Pronunciado	0.52	0.72	0.82

Fuente: (R.N.E. OS. 060, 2016)

C.4 Intensidad de la Lluvia.

Se toma el valor promedio de la intensidad para un punto del sistema, de un área que drena hasta llegar a ese punto, teniendo en cuenta cuyo periodo de retorno es igual al tiempo considerado de diseño de la obra de drenaje.

Para calcularla se usará la curva de intensidad-duración-frecuencia (IDF) tomaremos en cuenta el tiempo de concentración de la cuenca el periodo de retorno es igual a la frecuencia natural.

El flujo que se considerará será desde el la parte las lejana, hasta el punto de ingreso del sistema.

El tiempo de concentración estará representado por un t0.

Y el tiempo tf será el tiempo que trascurre el flujo dentro de alcantarillas o canalizaciones siendo este el tiempo más largo.

$$t_c = t_0 + t_f$$

Ecuación 2. Tiempo de concentración

La selección de la ecuación idónea para evaluar to será determinada según esta sea pertinente al tipo de escorrentía superficial que se presente en cada subcuenca.

El tiempo de concentración tiene que ser mayor a 10 minutos, según las recomendaciones del método.

El tiempo del flujo, tf, está dado por la ecuación:

$$t_f = \sum_{i=1}^{n} \frac{L_i}{V_i}$$

Ecuación 3. Tiempo de flujo

Donde:

Li= viene a ser la longitud de todo el conducto.

Vi= se considera como la velocidad del flujo dentro del conducto o canal.

C.5 Área de Drenaje

Para determinar el área de drenaje, se consideró de acuerdo a los planos topográficos actuales, con las curvas de nivel a equidistancias adecuadas, para la identificación de la dirección del flujo.

Se calculó el área de drenaje al que se analizó en subáreas donde contribuyen a los puntos que ingresan en el sistema del drenaje.

Se realizó un esquema de divisoria del drenaje, considerando los límites, hasta donde se realizará el proyecto.

Para realizar el trazo de la divisoria del sistema del drenaje pluvial, se consideró la pendiente del pavimento, localización y sentido del sistema de alcantarillado, parques y otras características que presente la zona de estudio.

C.6 Periodo de Retorno.

En el diseño del drenaje pluvial se consideró un periodo de retorno de 25 años, tomándose en cuenta los eventos sucedidos en los últimos años.

C.7 Información Pluviométrica

Para el cálculo de las curvas de intensidad duración y frecuencia se procedió, considerando lo siguiente.

Investigar si en la zona en estudio existe alguna estación pluviográfica, se usará directamente la curva IDF perteneciente a esa estación.

En el caso de que no exista esta información pluviométrica también se puede realizar mediante la distribución de frecuencia de la precipitación máxima en 24 horas de dicha estación, y después de estimar las precipitaciones para una duración de 24 horas, la intensidad se determinó mediante las siguientes fórmulas.

$$I_{(t,T)} = \frac{P_{(t,T)}}{t}$$

Ecuación 4. Intensidad, manual MTC

Donde: 4

$I_{(t,T)}$ =Considerado como la intensidad para una duración t y periodo de retorno T

$P_{(t,T)}$ = considerado como la precipitación para las mismas condiciones.

$$I = \frac{KT^h}{D^n}$$

Ecuación 5. Intensidad, Merril Bernard

Donde:

I= Intensidad en mm/hr

D= duración de la lluvia en minutos

T= Periodo de retorno en años

K, h, n= Parámetros de ajuste

Adicionalmente se empleó dos métodos más, esto mediante el uso del software hidroesta, estos son:

Dyck y Peschke

Frederich Bell

D.Hidráulica

D.1 Captación en zona vehicular – Pista

Para la evaluación de las aguas pluviales encausadas, veredas provenientes de las viviendas se tomó en cuenta las siguientes consideraciones:

D.1.1 Orientación del flujo

Para el diseño de pistas se considera pendientes tanto horizontales como verticales, esto con motivo de facilitar la evacuación de las aguas pluviales que cae sobre el pavimento.

D.1.2 Captación y transporte de aguas pluviales de calzadas y aceras

La evacuación de las aguas pluviales que se encuentran sobre el pavimento de la calzada se realizará mediante cunetas, éstas se encargan de transportar el flujo hacia las zonas bajas donde entregan a los sumideros y posteriormente estos evacuan hacia las alcantarillas pluviales.(MTC, 2013)

D.1.3 Secciones transversales de cunetas

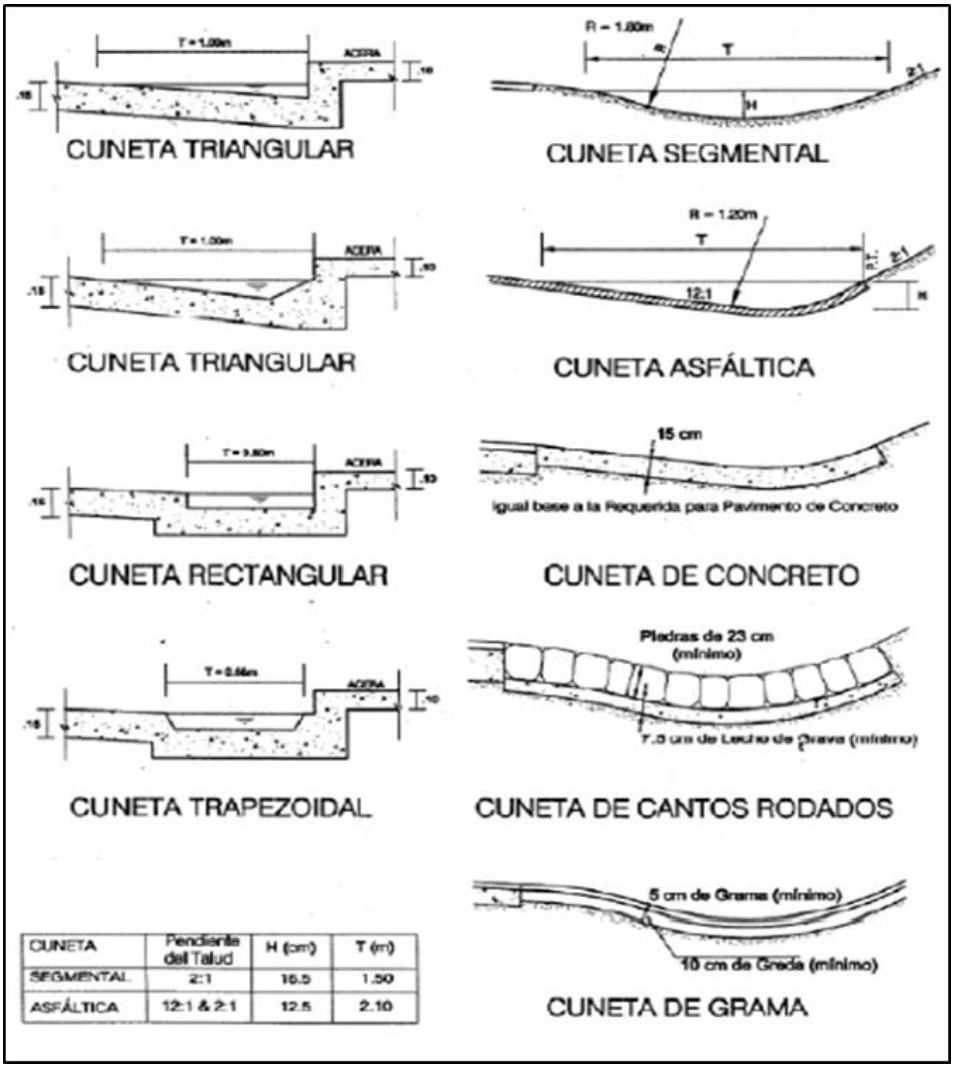
Sección circular.

Sección triangular

Sección trapezoidal

Sección compuesta

Sección V



CUNETA	Pendiente del Talud	H (cm)	T (m)
SEGMENTAL	2:1	16.5	1.50
ASFÁLTICA	12:1 & 2:1	12.5	2.10

Figura 2. Secciones de cunetas.
Fuente: Adaptado de (R.N.E. OS.060, 2016)

D.1.4 Determinación de la capacidad de la cuneta.

Para calcular la capacidad de conducción se realizará utilizando la Ecuación de Manning, en cuanto a las cunetas estas presentan por lo general secciones rectangulares o triangulares con el sardinel.

D.1.5 Coeficiente de rugosidad.

La tabla Nª 4 muestra los valores del “n” de Manning para distintos tipos de acabados de acuerdo al material con el que está hecho la cuneta.

Tabla 4.

Coeficientes de rugosidad de Manning

Cunetas de las calles	n
a. Cuneta de concreto con acabado paleteado	0.012
b. Pavimento asfáltico	
1) textura liso	0.013
2) textura rugosa	0.016
c. Cuneta de concreto de pavimento asfáltico.	
1) Textura liso	0.013
2) Textura rugosa	0.015
d. Pavimento de concreto	
1) Acabado con llano de madera.	0.014
2) Acabados escobillados.	0.016
e. Ladrillo	
f. Para cunetas con pendiente pequeña, donde el sedimento puede acumularse se incrementa los valores arriba indicados de N.	0.002

Fuente: R.N.E. OS. 060, 2016

D.1.6 Evacuación de las aguas transportadas por las cunetas

Para estos casos tendrá que considerarse entradas o sumideros de acuerdo a la pendiente que obtengamos según nuestra topografía y nuestra condición de flujo según el caudal obtenido mediante un estudio hidráulico e hidrológico.

D.1.7 Sumideros

Para elegir el tipo de sumidero se tendrá en cuenta muchas condiciones, dentro de ellas las hidráulicas, de ubicación y sobretodo las económicas.

Los sumideros en sardinel o solera se limitan para tramos donde las pendientes longitudinales son menores al 3%.

Los sumideros de fondo por su parte se utilizan con pendientes longitudinales mayores al 3%.

Los sumideros mixtos consisten en la combinación de sumidero lateral de sardinel y un sumidero de fondo.

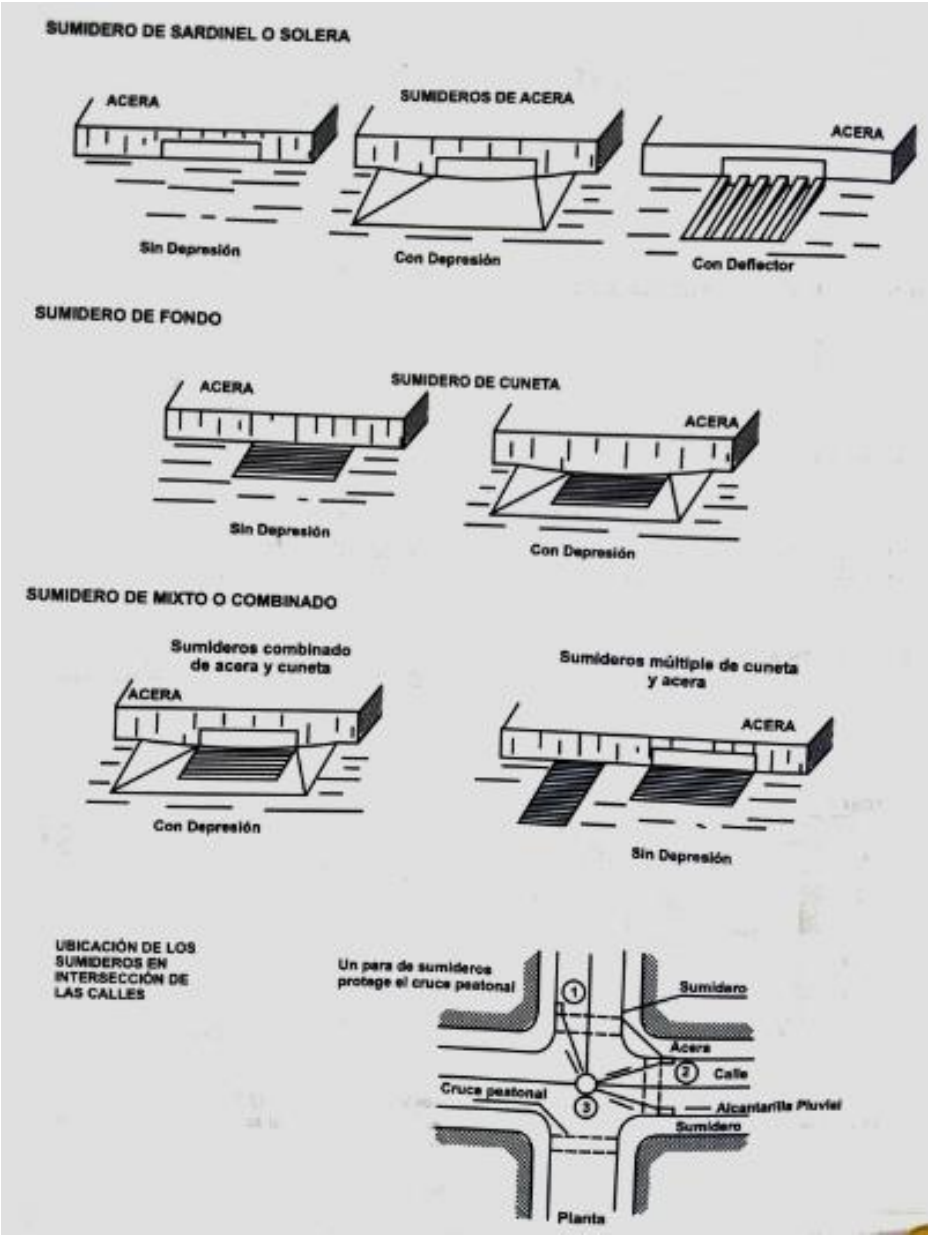


Figura 3. Tipos de sumideros.
Fuente. Adaptado de (R.N.E, OS 060, 2014)

En cuanto a la utilización de sumideros serán de tres tipos de acuerdo a la siguiente figura:

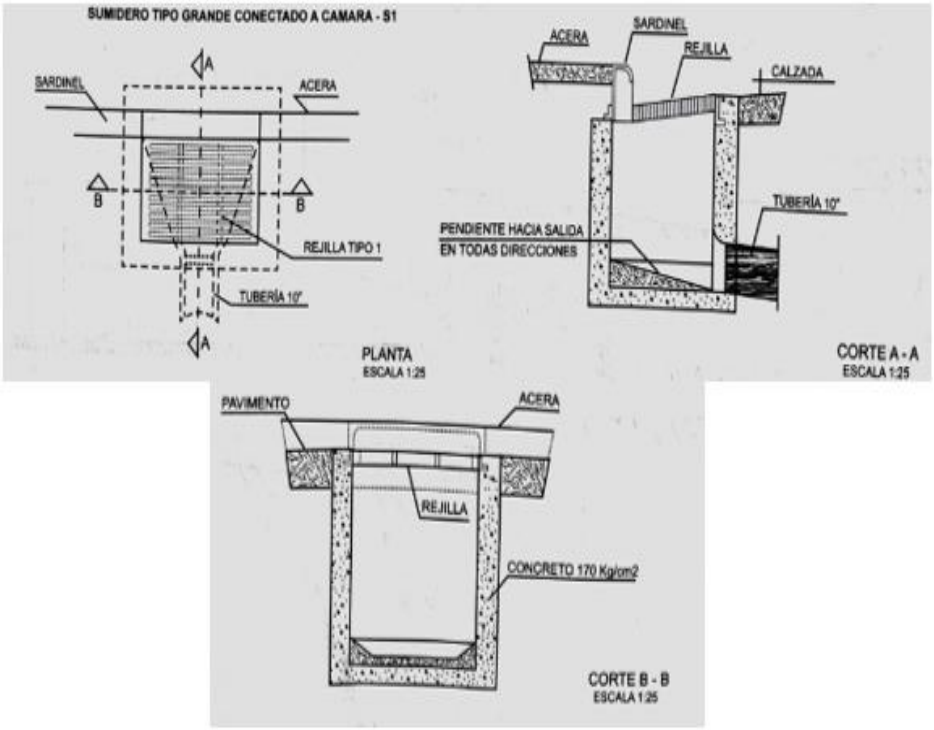


Figura* 4:* Sumidero Tipo S1.
Fuente. Adaptado de (R.N.E, OS 060, 2014)

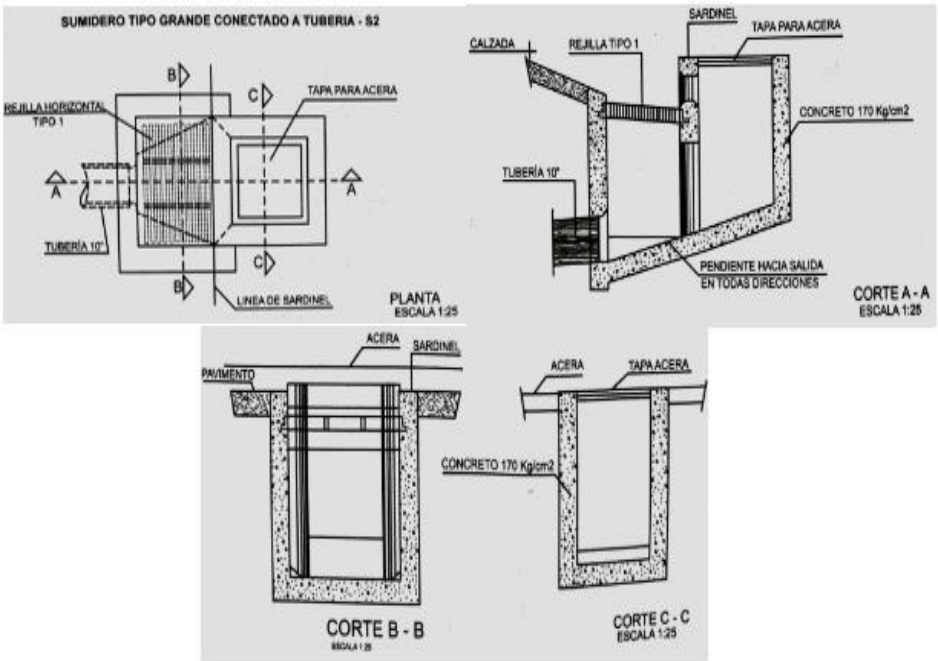


Figura* 5:* Sumidero Tipo S2.
Fuente. Adaptado de (R.N.E, OS 060, 2014)

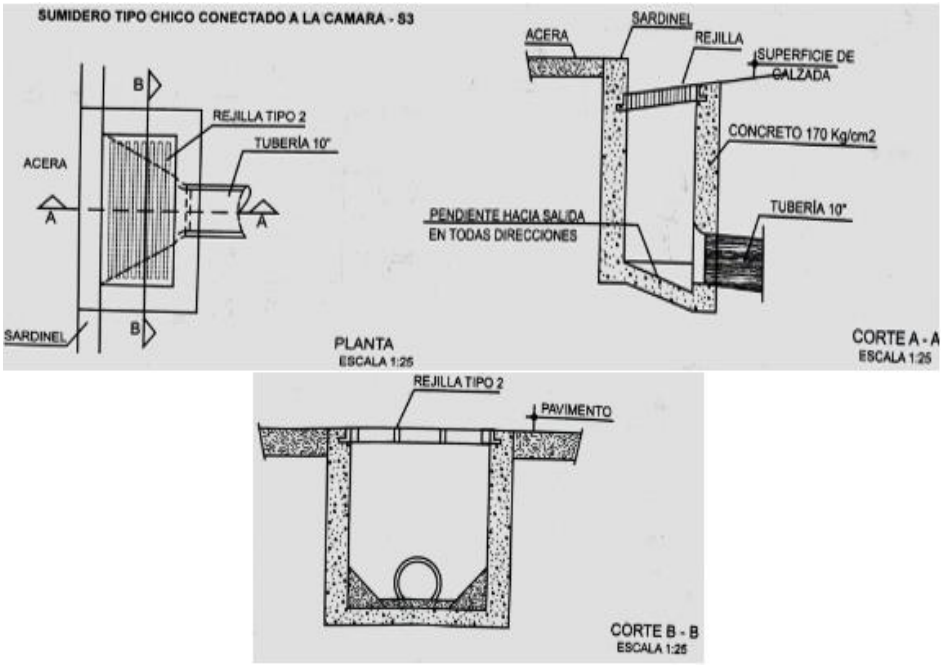


Figura* 6:* Sumidero Tipo S3.
Fuente. Adaptado de (R.N.E, OS 060, 2014)

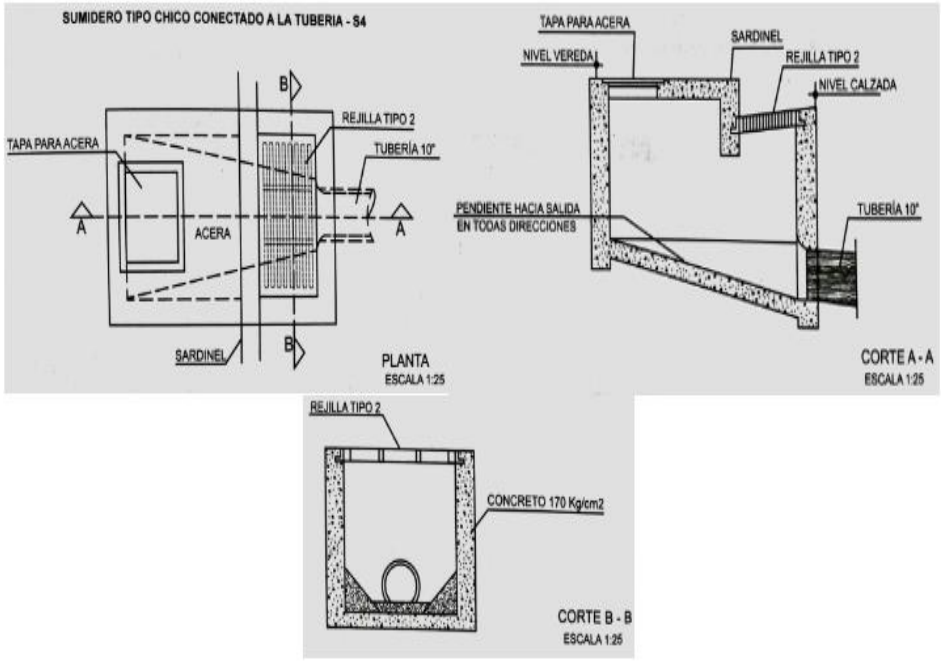


Figura* 7:* Sumidero Tipo S4.
Fuente. Adaptado de (R.N.E, OS 060, 2014)

Para la ubicación de los sumideros dependerá de varios factores tales como la pendiente, geometría de los enlaces, ubicación, ancho del flujo permisible, acceso vehicular y peatonal.

Los sumideros deben ir ubicados en partes bajas por lo general en esquinas de cruces de calles. (Ver figura Nª 3)

El espaciamiento de los sumideros se determina teniendo en cuenta la ubicación de estos, además el proyectista deberá considerar el grado de permeabilidad y erosionabilidad que tiene el suelo.

Para la determinación de espaciamiento de sumideros ubicados en cuneta medianera, el proyectista deberá considerar la permeabilidad del suelo y su erosionabilidad.

Cuando se determine una instalación múltiple de sumideros se dará un espaciamiento mínimo de 6m.

D.1.7.1 Espaciamiento de los sumideros.

Se determinará teniendo en cuenta los factores indicados para el caso de la ubicación de los sumideros, dicho anteriormente.

Es muy importante determinar la erosionabilidad y permeabilidad del suelo para poder dar un adecuado espaciamiento de los sumideros.

Cuando exista la necesidad de instalar una serie de sumideros, éstos deben tener un espaciamiento mínimo será de 6m.

D.1.7.2 Diseño hidráulico de los sumideros

Para el diseño hidráulico se tendrá en cuenta algunas variables tales como el perfil de la pendiente, el coeficiente de rugosidad de las cunetas, las depresiones locales, pendiente de los sumideros, retención de residuos sólidos, etc.

D.1.8 Colectores de aguas pluviales

El agua es aptada a través de los sumideros en las calles y las conexiones domiciliarias y llevadas a una red de conducto subterráneo que van aumentando su diámetro a medida que aumente el área de drenaje y descargan directamente al

punto más cerca no de un curso de agua; por esta razón los colectores pluviales no requieren de tuberías de gran longitud.

Para el diseño de las tuberías a ser utilizadas en los colectores pluviales se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones:

D.1.8.1 Ubicación y alineamiento.

Para el drenaje de la plataforma no se debe instalar colectores bajo las bermas y calzadas.

D.1.8.2 Diámetro de tubos.

Tabla 5.

Diámetros mínimos

Tipo de Colector	Diámetro Mínimo (m)
Colector Troncal	0.50
Lateral Troncal	0.40
Conductor Lateral	0.40

Fuente: (R.N.E. OS.060, 2014)

D.1.8.3 Selección del tipo de tubería

Se tendrá en cuenta las consideraciones especificadas en la Norma Técnica Peruana NTP vigentes, los materiales de las tuberías comúnmente utilizadas en alcantarillados pluviales son:

Asbesto cemento.

Concreto armado centrifugado.

Hierro fundido dúctil.

Concreto pretensado centrifugado.

(Poly cloruro de vinilo) PVC.

Concreto armado vibrado con recubrimiento interior de polietileno PVC.

Poliéster reforzado con fibra de vidrio GRP.

Arcilla vitrificada.

D.1.8.4 Altura de relleno

Serán rellenados en una profundidad mínima de 1m. a partir de la rasante de la calzada hasta la clave de la tubería.

D.1.8.5 Diseño hidráulico

En el diseño hidráulico de los colectores de agua de lluvia, se podrán utilizar los criterios de diseño de conductos cerrados.

Para el cálculo del caudal se usará la fórmula de Manning con los coeficientes de rugosidad para cada tipo de material, según el cuadro siguiente.

Tabla 6.

Coeficientes de rugosidad de Manning

Tubería	n
Asbesto Cemento	0.010
Hierro Fundido Dúctil	0.010
Cloruro de Polivinilo	0.010
Poliéster reforzado con fibra de Vidrio	0.010
Concreto Armado liso	0.013
Concreto Armado con revestimiento de PVC	0.010
Arcilla Vitrificada	0.010

Fuente: (R.N.E. OS.060, 2014)

D.1.8.6 Velocidad mínima

Se debe proveer de una velocidad mínima de 0.90m/s fluyendo a tubo lleno, para evitar la sedimentación producto de las partículas que arrastra el agua de la lluvia.

D.1.8.7 Velocidad máxima

Con el fin de evitar la erosión en las paredes de las tuberías, las velocidades no deben exceder lo indicado en la siguiente tabla.

Tabla 7.

Velocidades Máximas para Tuberías de Alcantarillado

VELOCIDAD MÁXIMA PARA TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO	
MATERIAL DE LA TUBERÍA	**AGUA CON FRAGMENTOS DE ARENA Y GRAVA**
Asbesto Cemento	3.0
Hierro fundido dúctil	3.0
Cloruro de polivinilo	6.0
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	3.0
Arcilla vitrificada	3.5
Concreto armado de:	
140 kg/cm²	2.0
210 kg/cm²	3.3
250 kg/cm²	4.0
280 kg/cm²	4.3
315 kg/cm²	5.0
Concreto armado de curado al vapor > 280 kg/cm²	6.6

Fuente: (R.N.E. OS.060, 2014)

D.1.8.8 Pendiente mínima

La pendiente será en función a la velocidad, para este propósito la pendiente será la que se adecua a la velocidad mínima de 0.9 m/s fluyendo a tubo lleno.

D.2 Depresión para el drenaje

D.2.1 Finalidad

Una depresión para drenaje es una concavidad revestida, dispuesta en el fondo de un conducto de aguas de lluvia, diseñada para concretar e inducir el flujo dentro de la abertura de entrada del sumidero de tal manera que este desarrolle su plena capacidad.

D.2.2 Normas especiales

En pendientes iguales o mayores al 2%, la profundidad de la depresión será de 15cm, y se reducirá a 10cm cuando la pendiente sea menor al 2%.

D.2.3 En cuneta con solera

Serán cuidadosamente dimensionadas: longitud, ancho, profundidad y forma.

Deberán construirse de concreto u otro material resistente a la abrasión de acuerdo a las especificaciones del pavimento de la calzada.

D.2.4 Tipo de pavimento

Las depresiones locales exteriores a la calzada se revestirán con pavimento asfaltico de 5cm de espesor o un revestimiento de piedras unidas con mortero de 10cm de espesor.

D.2.5 Diseño

Salvo por razones de seguridad de tráfico todo sumidero deberá estar provisto de una depresión en la entrada, aun cuando el canal afluente no esté pavimentado. Si el tamaño de la abertura de la entrada está en discusión, se deberá optar por una depresión.

D.3 Consideraciones hidráulicas en sistemas de drenaje urbano mayor.

Estos sistemas de drenaje deberán tener una capacidad suficiente para poder prevenir inundaciones en época de precipitaciones.

D.4 Consideraciones básicas de diseño.

Las caudales para sistema mayor deberán ser calculadas por los métodos del Hidrograma Unitario o Modelos de Simulación. El Método Racional solo deberá aplicarse para cuencas menores de 13Km².

El Periodo de Retorno no debe ser menor de 25 años.

El caudal que pueda ser absorbido por el sistema menor, deberá fluir por calles y superficie del terreno.

La determinación de la escorrentía superficial dentro del área de drenaje urbano o residencial producida por la precipitación generada por una tormenta referida a un cierto periodo de retorno nos permitirá utilizar la ecuación de Manning determinando la capacidad de la tubería capaz de conducir dicho caudal fluyendo a tubo lleno.

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

Ecuación 6. Velocidad media de desplazamiento

$$Q = VxA \ \rightarrow Q = \frac{AxR^{2/3}xS^{1/2}}{n}$$

Ecuación 7: Caudal (escorrentía superficial pico)

Donde:

V= Velocidad media de desplazamiento (m/s)

R= Radio medio hidráulico (m)

S= Pendiente de la canalización

N= Coeficiente de rugosidad de Manning

A= Sección transversal de la canalización (m^2)

Q= Caudal (Escorrentía superficial pico) (m^3/s)

D.5 Ecuación de Manning en la determinación de caudales en cunetas triangulares

D.5.1 Sección triángulo rectángulo:

$$Q = 315\frac{Z}{n} * S^{\frac{1}{2}} y^{\frac{8}{3}} \left(\frac{z}{1+\sqrt{1+z^2}}\right)^{2/3}$$

Ecuación* 8*: Caudal para sección triángulo rectángulo

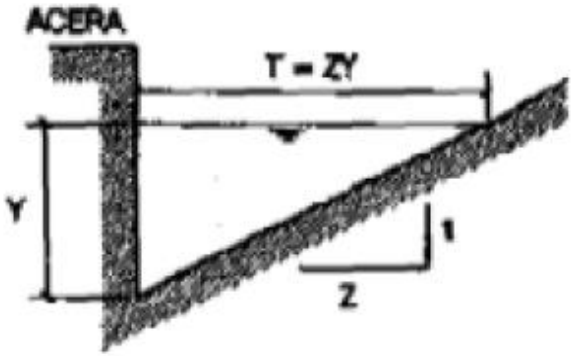


***Figura* 8.** *Sección Triángulo rectángulo.*
Fuente*. Adaptado del (R.N.E, OS 060, 2014)*

D.5.2 Sección triángulo en V:

$$si\ Za = Zb = z$$

$$Q = 630\frac{Z}{n} * S^{\frac{1}{2}} y^{\frac{8}{3}} \left(\frac{z}{1+\sqrt{1+z^2}}\right)^{2/3}$$

$$si\ Za \neq Zb \dashrightarrow Zm = \frac{Za + Zb}{2}$$

Ecuación* 9*: Caudal para sección triángulo en V

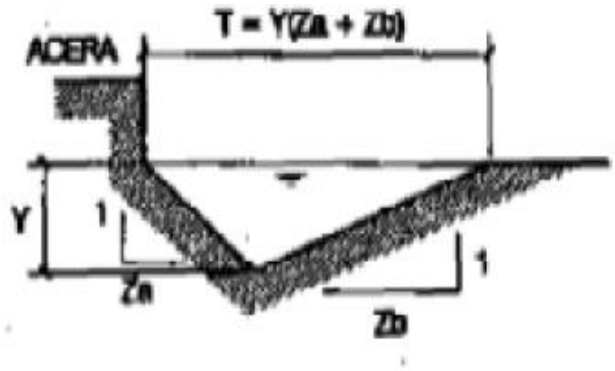


***Figura* 9.** *Sección Triángulo V.*
***Fuente**. Adaptado del (R.N.E, OS 060, 2014)*

D.5.3 Sección compuesta:

$$Q = 1000\frac{Zm}{n} * S^{\frac{1}{2}} y^{\frac{8}{3}} \left(\frac{Zm}{1 + Za^2 + \sqrt{1 + Zb^2}}\right)^{2/3}$$

Ecuación 10. Caudal para sección compuesta

$$P = Y + X\sqrt{1 + \left(\frac{1}{Za}\right)^2} + \left(y * \frac{x}{Za}\right) * \sqrt{1 + Zb^2}$$

Ecuación* 11*: Perímetro mojado para sección compuesta

$$Q = 315\frac{s^{\frac{1}{2}}}{n}\left(2xy - \frac{x^2}{Za} + Zb\left(y - \frac{x}{Za}\right)^2\right)^{5/3} P^{2/3}$$

Ecuación 12. Ecuación descompuesta de caudal para sección triangulo en V

$$Q = Caudal\ (\frac{litros}{seg})$$

$n = Coeficiente\ de\ rugosidad\ de\ Manning.$

$s = Pendiente\ longitudinal\ del\ canal.$

$Z = Valor\ recíproco\ de\ la\ pendiente\ trasversal\ (1{:}Z).$

$Y = Tirante\ de\ agua\ (m).$

$T = Ancho\ de\ la\ superficie\ (m).$

$P = Perímetro\ mojado\ \ (m).$

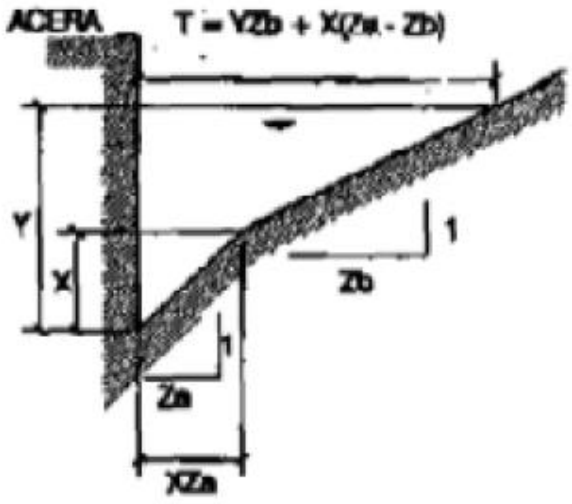


***Figura* 10.** *Sección Compuesta*
***Fuente**. Adaptado del (R.N.E, OS 060, 2014)*

E. Suelos

E.1 Introducción

El estudio de mecánica de suelos es fundamental para la ejecución de toda obra civil, mediante ensayos realizados a un estrato dentro de un laboratorio se puede estudiar sus principales características físicas y químicas como su granulometría, plasticidad, resistencia al corte, etc.

Los estudios de suelos realizados para el presente diseño, fueron de acuerdo con el R.N.E. OS-060, para la extracción muestras se tomarán cada 500 m, en la longitud que se va realizar el drenaje pluvial, tomando el rango máximo especificado en dicha norma.

Los ensayos a realizar en el laboratorio serán los que la norma E-050 recomiende.

E.2 Definición

El globo terrestre está formado por varias capas, se denomina suelo a la última capa de la corteza terrestre, bilógicamente activa, todo esto se genera producto de la desintegración o alteración ya sea química o física de las rocas, sumado a ello todo tipo de residuo que puede generar los seres vivos que habitan sobre ella.

E.3 Información Previa

Para la ejecución del diseño de drenaje pluvial, la información que se obtendrá será de toda la zona o área a investigar. Tales como planos de ubicación, planos de curvas de nivel, limites por se realizará el proyecto, obras que existan dentro de la zona y parques.

E.4 Datos Generales de la Zona

De la urbanización Carlos Stein se investigó información que existente de algunos proyectos anteriores realizados.

E.5 De los Terrenos Colindantes

Mediante planos se delimitó todo el perímetro en donde se realizó el estudio para el diseño de drenaje pluvial, los límites serán las calles, Charles Conrad, Los Linos, Los Helenios y La Primavera.

E.6 Técnicas de Investigación

Tabla 8.

Técnicas de investigación según R.N.E, E. 050

TÉCNICA	NORMA APLICABLE
Método de Ensayo de Penetración Estándar SPT	NTP 339.133 (ASTM D 1586)
Método para la Clasificación de Suelos con Propósitos de Ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D 2487)
Densidad In Situ Mediante el Método del Cono de Arena	NPT 339.143 (ASTM D 1556)
Descripción e Identificación de Suelos (Procedimiento Visión – Manual)	NTP 33.150 (ASTM D 2488)
Método de Ensayo Normalizado para la Auscultación con Penetrómetro Dinámico Ligero de Punta Cónica (DPL)	NTE 339.159 (DIN 4094)
Norma Practica para la Investigación y Muestreo de Suelos por perforación con barrena	NTP 339.161 (ASTM D 1452)

Fuente: (RNE. E.050, 2014)

E.6.1 Calicatas

Son excavaciones que se realizaron a una profundidad mínima de 1.50 m altura, y cada 500 m longitudinales como máximo. Las calicatas y trincheras fueron realizadas según la NTP 339.162 (ASTM D 420)

E.7 Ensayos de Laboratorio

Tabla 9.

Ensayos de laboratorio según RNE. E. 050

ENSAYOS DE LABORATORIO	
ENSAYO	NORMA APLICABLE
Contenido de humedad	NTP 339.127 (ASTM D 2216)
Análisis granulométrico	NTP 339.128 (ASTM D 422)
Limite líquido y limite plástico	NTP 339.129 (ASTM D 4318)
Peso específico relativo de solidos	NTP 339.131 (ASTM D 854)
Clasificación unificada de suelos SUCS	NTP 339.134 (ASTM D 2487)
Densidad relativa	NTP 339.137 (ASTM D 4253)
	NTP 339.138 (ASTM D 4254)
Peso volumétrico del suelo cohesivo	NTP 339.139 (BS 1377)
Límite de contracción	NTP 339.140 (ASTM D 427)
Ensayo de comparación proctor modificado	NTP 339.141 (ASTM D 1557)
Descripción Visual – Manual	NTP 339.150 (ASTM D 2488)
Contenido de sales solubles totales en suelos y aguas subterráneas	NTP 339.152 (BS 1377)

Fuente: (RNE. E.050, 2014)

E.8 Planos y Perfiles del Suelo

E.8.1 Plano de ubicación del programa de excavación

Los planos topográficos y de ubicación están relacionados mostrando una cota un punto de referencia o una cota (BM), que servirá de referencia para la ubicación, donde se identificara mediante símbolos que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 10.

Técnicas de investigación según RNE. E. 050

TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN		
TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	SIMBOLO	
Pozo o Calicata	C – n	
Perforación	P – n	
Trinchera	T – n	
Auscultación	A – n	

n **=** número relativo de sondajes.

Fuente: (RNE. E.050, 2014)

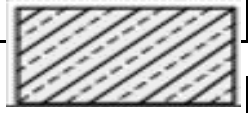
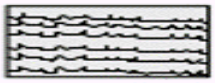
E.8.2 Perfil Estratigráfico por Punto Investigado

Se sugiere incluir los siguientes símbolos de la figura a continuación:

Tabla 11.

Simbología estratigráfica según RNE. E. 050

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENAS Y SUELOS ARENOSOS	SW		AREANA BIEN GRADUADA

		SP		AREANA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL<50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO INORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL>50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO INORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS		Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS

Fuente: (RNE. E.050, 2014)

E.9 Estudios Adicionales Para la Pavimentación Urbana

E.9.1 Técnicas de investigación de campo

Tabla 12.

Número de puntos a investigar según RNE. E. 050

TIPO DE VÍA	NUMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	AREA (m^2)
Expresas	1 cada	1000
Arteriales	1 cada	1200
Colectoras	1 cada	1500
Locales	1 cada	1800

Fuente: (RNE. E.050, 2014)

Los puntos en donde se excavaron las calicatas estuvieron ubicados, preferentemente en cruces de vía.

La profundidad mínima para la excavación fue de 1.50 m por debajo de la rasante.

F. Topografía

F.1 Introducción

La topografía es indispensable para cualquier tipo de obra civil, ésta permite conocer el relieve y las principales características físicas superficiales del terreno, en el caso de la presente investigación es el requisito fundamental ya que se empleará un sistema de evacuación por gravedad siendo las pendientes del terreno las vías de evacuación.

F.2 Definición

Es la ciencia que se encarga de estudiar las características físicas superficiales de la tierra, tanto natural como artificial, en lo que corresponda la altimetría y la planimetría, todos estos trasladados a un detalle de dibujo.

F.3 Presentación

Los planos se presentarán en una escala adecuada, y las curvas de nivel distanciadas a 0.5 cm entre ellas o un 1m según sea el área de la superficie. Las escalas varían de acuerdo al tipo de plano a presentar, como el área donde se va

realizar el proyecto se presentará en 1:500 o 1: 125.y para el perfil longitudinal se tomarán la escala horizontal con respecto a la escala vertical en 10:1 en la representación de las secciones transversales se realizará de cuerdo al tipo de diseño que se elija como en un rango de 10 m a 25 m según de acorde con el proyecto, pero en escala como máximo de 1:1000. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006)

G. Red de drenaje pluvial

G.1 Introducción

Hoy en día los cambios climáticos se han visto muy frecuentes, registrándose lluvias inesperadas en temporadas que por años no se han suscitado, esto con lleva a que estemos cada vez más preparados ante estos posibles fenómenos naturales, contar con una red de drenaje pluvial es fundamental dentro de un proyecto urbano.

G.2 Definición

En la ingeniería una red de drenaje pluvial es un sistema de tuberías, sumideros e instalaciones de tal forma que permita la rápida y eficiente evacuación de las aguas producto de las lluvias para evitar daños materiales y daños generales en la población.

G.3 Evacuación de las aguas recolectadas

Todas las aguas recolectadas por los Sistemas de Drenaje Pluvial Urbano, se deberán evacuar hacia un cuerpo receptor natural como (mar, ríos, lagos, quebradas, depresiones, etc.).

G.4 Sistema de evacuación

Clasificación:

Sistemas de Evacuación por Gravedad.

Sistemas de Evacuación por Bombeo.

G.1.1 Sistema de Evacuación por Gravedad

Si la descarga se va a realizar al mar, el nivel de agua de entrega ya sea tubería o canal debe sobrepasar 1.50m sobre el nivel medio del mar.

Para descargas hacia ríos el nivel de la descarga (tubería o canal) debe estar a 1m. como mínimo sobre el nivel máximo para un periodo de retorno de 50 años.

En general el sistema de evacuación debe descargar libremente (> de 1.00m sobre los máximos niveles esperados), para evitar la obstrucción y destrucción del sistema de drenaje pluvial.

G.1.2 Sistema de 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 (planta de bombeo).

H. Diseño de Pistas y Veredas

H.1 Introducción

La calidad de vida de la población también depende en el estado situacional de la infraestructura urbana, y las pistas y veredas son requisitos indispensables para la población, si a esto sumamos la ejecución en conjunto con el sistema de drenaje pluvial será lo más adecuado para una urbanización modernizada, también teniendo en cuanta que un sistema de drenaje pluvial funcionaria más adecuado siempre y cuando la urbanización cuente con pistas y veredas.

H.2 Definición

Se denomina vereda al camino formado por el tránsito peatonal, este puede ser de terreno natural o con una cobertura pavimentada de tal forma que el transito sea de manera cómoda y sin obstáculos en lo posible, en cuanto a la pista es aquella vía destinada para el pase vehicular éstas llevan una capa de pavimento ya sea asfáltico o de concreto formando una vía de tránsito vehicular.

H.3 Información previa para la ejecución de los estudios y diseño

H.3.1 Información relativa al terreno

Previamente a los estudios y diseño pertinente es necesario conocer la información disponible del terreno, para lo cual se debe tener el plano topográfico donde se identifique los linderos, obras existentes, ubicación de vías a pavimentar, también se debe tener en cuanta si la zona tiene material de relleno, presencia de estructuras enterradas, etc.

H.3.2 Información relativa al proyecto

El responsable debe definir el tipo de pavimento a diseñar, además debe disponer de información sobre el tráfico de las vías, el tráfico esperado durante la vida útil del proyecto y la disponibilidad de materiales que conformaran las respectivas capas del pavimento.

H.4 Técnicas de investigación de campo

Tabla 13.

Técnicas de investigación, según CE.010

Norma	Denominación
MTC E101-2000	Pozos, calicatas
NTP 339.143:1999	SUELOS. Método de ensayo estándar para la densidad y el peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.
NTP 339.144:1999	SUELOS. Método de ensayo estándar para la densidad in-situ de suelo y suelo-agregado por medio de métodos nucleares (Profundidad superficial).
NTP 339.250:2002	SUELOS. Método de ensayo para la determinación en campo del contenido de humedad, por el método de presión del gas carburo de calcio. 1a. ed.
NTP 339.161:2001	SUELOS. Práctica para la investigación y muestreo de suelos por perforaciones con barrena.
NTP 339.169:2002	SUELOS. Muestreo geotécnico de suelos con tubos de pared delgada.
NTP 339.172:2002	SUELOS. Método de prueba normalizada para el contenido de humedad de suelo y roca in situ por métodos nucleares (poca profundidad).

NTP 339.175:2002	SUELOS. Método de ensayo normalizado in-situ para CBR (California Bearing Ratio-Relación del Valor Soporte) de suelos.
ASTM D 6951 / D6951M - 09	Método de ensayo estándar para el uso del penetrómetro dinámico de Cono en aplicaciones superficiales de pavimentos.
ASTM E2835 - 11	Método de ensayo estándar para la medición de las deflexiones usando un dispositivo portátil de placa por impulsos.
ASTM D 4695 - 03(2008)	Guía estándar para la medición general de las deflexiones en el pavimento.

Fuente: (RNE. CE.010, 2014)

Tabla 14.

Número de puntos de *investigación*, según CE.010

TIPO DE VÍA	NÚMERO MÍNIMO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	ESPACIAMINETO MÍNIMO (m)
Expresas	1 cada	200
Arteriales	1 cada	300
Colectoras	1 cada	400
Locales	1 cada	500

Fuente: (RNE. CE.010, 2014)

Los puntos para investigación se ubicarán preferentemente en cruces de vía.

La profundidad mínima de investigación será de 1.50m por debajo de la cota de rasante final de la vía.

En caso de que el punto de investigación sea relleno este debe profundizarse en 0.50m como mínimo dentro del terreno natural.

Todos los puntos de extracción deben ser rellenados con su material natural una vez concluida el muestreo y la extracción de las mismas.

Se determinará 1 CBR por cada 5 puntos de investigación o menos según indicado en la tabla 2 y por lo menos 1 CBR por cada tipo de suelo de subrasante.

H.5 Requisitos de los materiales

Todos materiales empleados en la construcción de pavimentos urbanos deben cumplir con los requisitos mínimos que se detallan a continuación.

El mejoramiento del suelo consiste en reemplazar el suelo en un espesor previamente diseñado, para ser reemplazado con materiales debidamente compactados.

Tabla 15.

Requerimientos Granulométricos para Subbase y Base Granular, según CE.010

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A	**Gradación B**	**Gradación C**	**Gradación D**
50 mm (2”)	100	100	---	---
25 mm (1”)	---	75 - 95	100	100
9,5 mm (3/8”)	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4,75 mm (Nº 4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2,0 mm (Nº 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
425 um (Nº 40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 Um (Nº 200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

Fuente: (Sección 402 de las EG-2013 del MTC)

Tabla 16.

Requerimientos de calidad para subbase granular, según CE.010

Ensayo	Norma	Requerimiento
Abrasión Los Ángeles	NTP 400.019:2002	50% máximo
CBR de laboratorio	NTP 339.145:1999	40% máximo
Limite Liquido	NTP 339.129:1999	25 máximo
Índice de Plasticidad	NTP 339.129:1999	6 máximo
Equivalente de Arena	NTP 339.146:2000	25% máximo

Sales Solubles de Sulfatos	NTP 339.152:2002	0.1% (1000ppm) máximo para concreto reforzado o sin refuerzo
Sales Solubles de Cloruros	NTP 339.152:2002	0.15% (1500ppm) máximo para concreto reforzado

Fuente: (RNE. CE.010, 2014)

*Referido al 100% de su Máxima Densidad Seca Proctor Modificado.

**Cuando se excedan los valores máximos, el PR deberá proponer la mejor solución para contrarrestar estos efectos.

***Partes por millón.

Tabla 17.

Valor Relativo de Soporte CBR para Base Granular, según CE.010*

Vías Locales	Mínimo 80%
Vías Arteriales y Expresas	Mínimo 100%

Fuente: (RNE. CE.010, 2014)

*Para el 100% de compactación Proctor Modificado

Tabla 18.

Requerimientos del Agregado Grueso de Base Granular, según CE.010

Ensayo	**Norma**	**Requerimientos**
Partículas con una cara fracturadas	MTC E210-2000	80% mínimo
Partículas con dos caras Fracturadas	MTC E210-2000	40% mínimo 50% mínimo*
Abrasión Los Ángeles	NTP 400.019:2002	40% máximo
Sales Solubles	NTP 339.152:2002	0.5% (500ppm) máximo
Perdida con Sulfato de Magnesio	NTP 400.016:1999	18% máximo
Partículas chatas y alargadas	ASTM D4791	15% máximo

Fuente: (RNE. CE.010, 2014)

*Aplicable solo en pavimentos ubicados en zonas con riesgo de daños por acción de las heladas.

Tabla 19.

Requerimientos del Agregado Fino de Base Granular, según CE.010

Ensayo	Norma	Requerimientos	
Índice Plástico	NTP 339.129:1999	4% máximo	25 máximo*
Equivalente de arena	NTP 339.146:2000	35% mínimo	45% mínimo*
Sales Solubles	NTP 339.152:2002	0.5% (5000ppm) máximo	
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E209	----	15% mínimo

Fuente: (RNE. CE.010, 2014)

*Aplicable solo en pavimentos ubicados en zonas con riesgo de daños por acción de las heladas.

H.6 Controles de mezclas de concreto hidráulico

Se tendrá que aprobar un diseño de mezclas y una vez en campo se llevara un estricto control en las cantidades especificadas en dicho diseño, tanto en agua, agregados y cemento Portland.

Tabla 20.

Ensayos de Agregados Finos, según CE.010

Ensayo	Norma	Frecuencia
Granulometría	NTP 400.012:2001	250 m³
Material que pasa la malla 75 um (Nº200)	NTP 400.018:2002	1000 m³
Terrones de arcillas y partículas deleznables	NTP 400.015:2002	1000 m³
Equivalente de Arena	NTP 339.146:2000	1000 m³
Método químico para determinar la reactividad potencial de álcali-sílice de los agregados*	NTP 334.099:2001	1000 m³
Cantidad de partículas livianas	NTP 400.023:2001	1000 m³
Contenido de Sulfatos	NTP 400.042:2001	1000 m³
Contenido de Cloruros	NTP 400.042:2001	1000 m³
Durabilidad**	NTP 400.016:1999	1000 m³

Fuente: (RNE. CE.010, 2014)

Tabla 21.

Ensayos de Agregados Gruesos, según CE.010

Ensayo	Norma	Frecuencia	Lugar
Granulometría	NTP 400.012:2001	250 m³	Cantera
Desgaste de los Ángeles	NTP 400.019:2002	1000 m³	Cantera
Partículas Fracturadas	MTC E210 - 2000	500 m³	Cantera
Terrones de arcillas y partículas deleznables	NTP 400.015:2002	1000 m³	Cantera
Cantidad de Sulfatos	NTP 400.023:2001	1000 m³	Cantera
Contenido de cloruros	NTP 400.042:2001	1000 m³	Cantera
Contenido de carbón y lignito	NTP 400.023:1979	1000 m³	Cantera
Reactividad	NTP 334.099:2001	1000 m³	Cantera
Durabilidad	NTP 400.016:1999	1000 m³	Cantera
Porcentaje de Partículas Chatas y Alargadas (relación largo espesor)	NTP 400.040:1999	250 m³	Cantera

Fuente: (RNE. CE.010, 2014)

Tabla 22.

Ensayo de Consistencia de Mezcla, según CE.01032

Ensayo	Norma	Frecuencia	Lugar
Consistencia	NTP 339.035:1999	1 por cada 3 m³	Punto de vaciado

Fuente: (RNE. CE.010, 2014)

Tabla 23.

Ensayo de Resistencia de Concreto, según CE.010

Ensayo	Norma	Frecuencia	Lugar
Resistencia a la Compresión	NTP 339.078:2001 NTP 339.034:1999	Una muestra por cada 450 m², pero no menos de una por día	Laboratorio

Fuente: (RNE. CE.010, 2014)

H.7 Diseño estructural de pavimentos urbanos

H.7.1 Método de diseño

La norma CE 010 dice que es aceptable el uso de cualquier método siempre y cuando se sustente en teorías y experiencias a largo plazo, tales como las metodologías del Asphalt Institute, de la AASHTO, de la PCA, del ACI o de la ACPA, comúnmente empleados en Perú.

H.7.2 Diseño estructural

Cualquiera se al método usado siempre se tendrá en cuenta para el diseño los siguientes parámetros:

A. Calidad y valor portante de las capas de subrasante y de fundación.
B. Características y volumen de tráfico durante el periodo de diseño.
C. Condiciones climáticas y de drenaje.
D. Características geométricas de la vía.
E. Tipo de pavimento a usarse.

H.7.3 Especificaciones técnicas constructivas

A continuación, se muestra las tablas 25 y 26 que muestran los requisitos mínimos para los diferentes tipos de pavimentos.

Tabla 24.

Requisitos Mínimos según Tipos de Pavimentos, según CE.010

Tipo de Pavimento / Elemento	Flexible	Rígido
Capa de Subrasante	95% de compactación: Suelos Granulares – Proctor Modificado Suelos Cohesivos Proctor Estándar Espesor de Compactado: ≥250mm – Vías Locales y Colectoras ≥250mm – Vías arteriales y expresas	
Capa de Subbase	CBR ≥ 40%	CBR ≥ 30%

Capa Base		100% Compactación Proctor Modificado CBR ≥ 80%	100% Compactación Proctor Modificado NA
Riego de Imprimación/ Capa de Apoyo		100% Compactación Proctor Modificado Penetración de la Imprimación ≥ 5mm	NA
Espesor de la capa de Rodadura	Vías locales	CA ≥ 50mm	CH ≥ 150mm
	Vías colectoras	CA ≥ 60mm	
	Vías arteriales	CA ≥ 70mm	
	Vías expresas	CA ≥ 80mm	CH ≥ 200mm
Resistencia Mínima	Vías locales	NA	MR ≥ 3.4 MPa (34kg/cm²)*
	Vías colectoras		
	Vías arteriales	NA	MR ≥ 4.5 MPa (45kg/cm²)*
	Vías expresas		

Fuente: (RNE. CE.010, 2014)

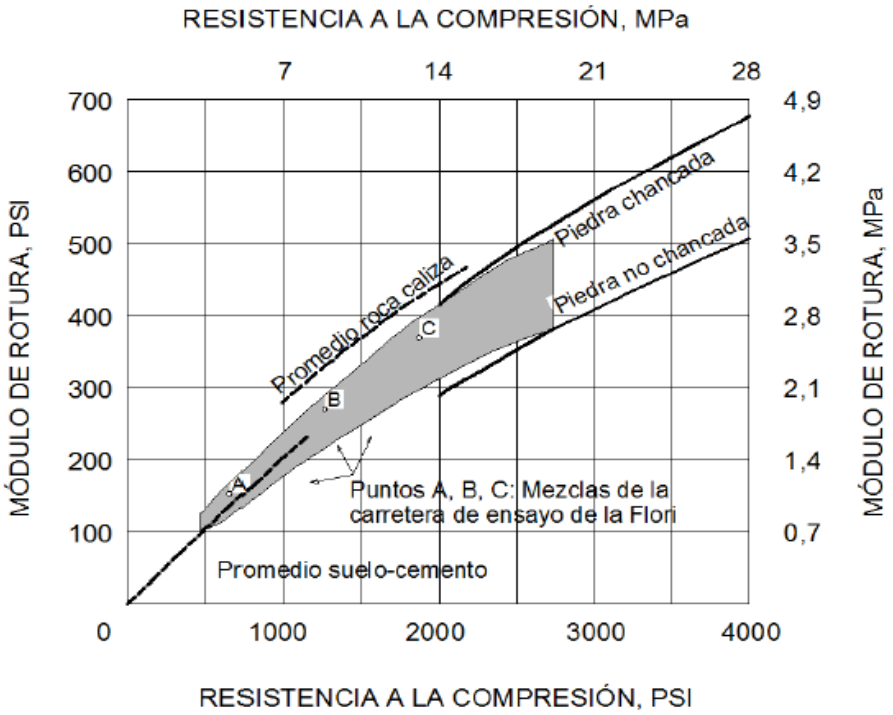


***Figura* 11**. Relación de Modulo de Rotura y la Resistencia a la Compresión.
Fuente. Adaptado de (PCA, Diseño de Pavimento de Concreto para calles y carreteras.1984)

H.7.4 Pavimentos especiales

Según la CE 010 todos los pavimentos especiales deben cumplir con los requisitos de la tabla 25 considerándose como pavimentos especiales a los siguientes:

F. Aceras o Veredas.
G. Pasajes Peatonales.
H. Ciclovías.

Tabla 25.

Requisitos Mínimos según Tipos de Pavimentos, según CE.010

Elemento \ **Tipo de vía**		**Aceras o Veredas**	**Pasajes Peatonales**	**Ciclovias**
Subrasante		95% de compactación: Suelos Granulares – Proctor Modificado Suelos Cohesivos Proctor Estándar Espesor Compactado ≥ 150 mm		
	Base	CBR ≥ 30%		CBR ≥ 60%
Espesor de la capa de Rodadura	Asfáltico	≥ 30 mm		
	Concreto cemento Portland	≥ 100 mm		
Material	Asfaltico	Concreto Asfaltico		
	Concreto de cemento Portland	F'c ≥ 17.5 MPa (175 kg/cm²)		

Fuente: (RNE. CE.010, 2014)

I. Normativa

I.1 Técnica

I.1.1 Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

a) OS.060. Drenaje Pluvial Urbano

El Reglamento Nacional de Edificaciones presenta la norma OS.060 la cual tiene como objetivo establecer los criterios generales de tal forma que se puedan realizar la elaboración de proyectos de Redes de Drenaje Pluvial Urbano, con criterios dados desde el momento de la caída de la lluvia sobre el área urbana, hasta la entrega al cuerpo receptor, involucrando dentro de todo la recolección y el transporte de los mismos.

b) E.050 Suelos y Cimentaciones

La presente norma cumple el objetivo de establecer los requisitos para la realización de Estudios de Mecánica de Suelos principalmente para obras que requieran de cimentación y otras indicadas en la presente norma, los ensayos y estudios que se realicen será con el objetivo principal de garantizar la estabilidad y permanencia de todas las obras.

c) CE.010 Pavimentos urbanos

La presente norma presenta los requerimientos mínimos para el diseño, construcción, mantenimiento, rotura, rehabilitación y reposición de pavimentos urbanos, tanto en lo que corresponde a mecánica de suelos e Ingeniería de pavimentos, con la finalidad de garantizar el correcto diseño y posterior buen comportamiento de los mismos durante su vida útil.

d) Norma Técnica Peruana (NTP)

Comprenden un conjunto de documentos en las cuales se establecen especificaciones o requisitos de calidad para la estandarización de los productos, procesos y servicios.

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).

Dentro de las normas aplicables al presente proyecto tenemos:

Tabla 26.

Ensayos para el proyecto según las NTP

Nº	Ensayo	Descripción	NTP
1	Suelos	Método para la reducción de las muestras de campo a tamaños de muestras de ensayo	NTP 339.126:1998
2	Suelos	Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo	NTP 339.127:1998
3	Suelos	Método de ensayo para el análisis granulométrico	NTP 339.128:1999
4	Suelos	Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.	NTP 339.129:1999
5	Suelos	Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz 75 µm (N° 200)	NTP 339.132:1999
6	Suelos	Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (SUCS Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)	NTP 339.134:1999
7	Suelos	Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.	NTP 339.135:1999
8	Suelos	Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.	NTP 339.145:1999
9	Agregados	Método de prueba estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino	NTP 339.146:2000
10	Suelos	Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterráneas.	NTP 339.152:2002
11	Agregados	Abrasión de los Ángeles	NTP 400.019:2002

Fuente: (RNE. CE.010, 2014)

I.2 Ambiental

I.2.1 Ley General del Ambiente Nº 28611

La Ley General del Ambiente regula toda acción destinada a la conservación y protección del medio ambiente la cual debe adoptarse en el desarrollo de toda acción humana. Son de obligatorio cumplimiento para toda persona ya sea esta natural o jurídica, público o privada, dentro de las actividades que realice en el territorio nacional, el cual abarca el suelo, subsuelo, el mar, lacustre, hidrológico e hidrogeológico y el espacio aéreo.

I.2.2 Banco interamericano de desarrollo

Es una organización financiera internacional que se encarga de trabajar por el desarrollo de América Latina y el Caribe, tiene como objetivo alcanzar el desarrollo de manera sostenible y respetuosa con el clima, entre los temas prioritarios que tiene esta la inclusión social, productividad e innovación y sobre todo la sostenibilidad ambiental.

I.3 Seguridad

I.3.1 G 050 Seguridad Durante la Construcción

Esta norma presenta consideraciones mínimas que se debe tener en cuenta durante la ejecución de trabajos de construcción civil, su aplicación está limitada a todas las actividades de construcción en general, desde su preparación hasta la conclusión de los mismos.

J. Estado del arte

Según (Lafarge Tarmac, 2015), el entorno construido ha crecido rápidamente en los últimos 50 años, dando lugar a grandes áreas de tierra que se pavimentan con materiales impermeables, lo que genera que el agua no drene de manera natural y permanente.

Actualmente con el cambio climático previsto para conducir a las condiciones cada vez más cálidas y más húmedas, las precipitaciones es probable que continúen aumentando. Como resultado, muchos expertos creen que el tipo de

inundación a gran escala que se observó en el 2007 y en el invierno del 2013-2014 será cada vez más frecuente, a menos que se tomen medidas dramáticas ahora.

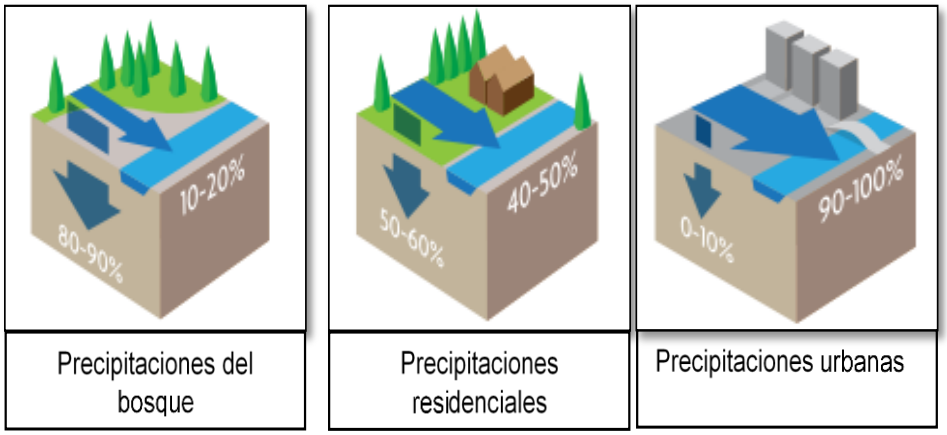


Figura 12.Representación de la variación del uso del suelo y la impermeabilización.
Fuente. Adaptado de (Lafarge Tarmac, 2015)

En las ciudades y pueblos donde hay mucho paisaje duro y espacio verde limitado, el agua absorbida por suelo es demasiado bajo, se puede estimar en un 80 a 90 % dentro de zonas rurales.

Este sistema desempeña un papel muy importante dentro de los diseños de Sistema de Drenaje Urbano Sostenible (SUDS), proporcionando una respuesta práctica a largo plazo a las inundaciones de aguas superficiales que se pueden implementar rápida y económicamente.

Una nueva solución es pavimento de hormigón de drenaje rápido, evacua el agua de las lluvias fuera de las calles, calzadas y pasarelas; a diferencia del concreto que presenta un contenido de poros entre el 20-35%, esto permite que el agua superficial se drene a través de los sub-estratos y se disipe naturalmente, reduciendo el riesgo de inundación de agua superficial y contaminación del curso de agua.

Tabla 27.

Características técnicas de Topmix Permeable.

Capacidad de drenaje	De 150-1000 litros por metro cuadrado por minuto.
Contenido de vacíos	20-35 %

Resistencia a la compresión típica	10-20 N/mm^2
Fuerza flexible	1.5-3 N/mm^2
Mezcla de 6 mm	Final estético
Mezcla de 10mm	Estabilización del suelo debajo de los bloques

Fuente: (Lafarge Tarmac, 2015)

Un sistema permeable eficaz del pavimento será diseñado de modo que la capa subyacente de la atenuación almacene el agua que pasa a través de él. Debido a esto, no se debe dejar agua sentada dentro de la estructura superficial. Sin embargo, si el agua se dejó depositar en el interior del sistema (debido a cambios en el clima fututo, etc.), el Topmix permeable de Lafarge Tarmac ofrece una excelente resistencia al congelamiento-descongelamiento debido a la capacidad de congelación del agua para expandirse en los huecos. Además, el Topmix permeable de Lafarge Tarmac no contiene refuerzo de acero, por lo que no es propenso al ataque de agua o cloruro.

El Topmix permeable de Lafarge Tarmac tiene una resistencia al deslizamiento comparable al asfalto de baja textura y al hormigón utilizado típicamente en la construcción de senderos y aparcamientos en el Reino Unido cuando se prueba en condiciones húmedas de acuerdo con ENG1-961 Y HD26/ 011. Por lo tanto, se recomienda para aplicaciones de baja velocidad, normalmente a menos de 30 millas/hora.

K. Impacto ambiental

Todo proyecto de Drenaje Pluvial Urbano deberá contar con una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). La presentación de la EIA deberá seguir las normas establecidas por el BID (Banco Interamericano de Desarrollo)

Se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

Los problemas ambientales que presenta el área en donde se desarrolla el proyecto.

Los problemas jurídicos e institucionales en lo referente a las leyes, normas, procedimientos de control y organismos reguladores.

Los problemas que pudieran derivarse de la vulnerabilidad de los sistemas ante una situación de catástrofe o de emergencias.

La ubicación en zona de riesgo sísmico y las estructuras e instalaciones expuestas a ese riego.

Impedir la acumulación del agua por más de un día, evitando la proliferación de vectores transmisores de enfermedades.

Evitar el uso de sistemas de evaluación combinados, por la posible saturación de las tuberías de agua servidas y la afloración de estas en la superficie o en las cunetas de drenaje, con la consecuente contaminación y proliferación de enfermedades.

Realizar la evaluación económica social del proyecto en términos cuantitativos y cualitativos.

El proyecto debe considerar los aspectos de seguridad para la circulación de los usuarios (circulación de personas y vehículos, etc) a fin de evitar accidentes.

Se debe compatibilizar la construcción del sistema de drenaje pluvial urbano con la construcción de las edificaciones (materiales, inadecuación en ciertas zonas por razones estáticas y paisajistas, niveles y arquitectura).

L. Gestión de riesgos

K.1 Alcance

Este Plan será aplicado por todo el personal involucrado en la construcción del Proyecto, incluyendo visitantes y entidades de apoyo. Este alcance comprende desde el momento de la notificación de una emergencia hasta que es controlada.

K.2 Base Legal

a) Ley Nª 28551, Ley que establece la obligación de elaborar y presentar Planes de Contingencias.
b) Ley N° 29783 Ley de seguridad y salud en el trabajo.
c) D.S.005-2012/TR Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo.
d) Ley 30222 Ley que Modifica la ley 29783 de seguridad y salud en el trabajo.

e) D.S. 006-2014 Modifican Reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el trabajo.
f) Norma G-50 Seguridad durante la construcción.

K.3 Situaciones de riesgo

Por las características del proyecto y su ámbito de ubicación geográfica, las situaciones de riesgo que se podrían presentar son las siguientes:

K.4 Riesgos Naturales

En este caso, se consideran los terremotos o sismos como los riesgos naturales que pueden afectar a las instalaciones y sus consecuentes daños a la propiedad y personal.

K.5 Riesgos Externos

Riesgos que pueden presentarse por actos delincuenciales, terrorismo o vandalismo.

K.6 Organización y Conformación de Brigadas de Emergencia

Se debe constituir y organizar Brigadas de Emergencia para estar preparados y listos para actuar frente a una contingencia en las diferentes frentes de trabajo.

En cada Obra debe instalarse tres (03) Brigadas de Emergencia:

La Brigada de Evacuación y Rescate

La Brigada de Contraincendios y

La Brigada de Primeros Auxilios.

El número de Brigadistas se determinará en función de la cantidad de trabajadores de la Obra, cuando menos deberá existir un miembro por cada Brigada, los cuales serán elegidos por presentación voluntaria, en caso contrario, por invitación especial que cada prevencioncita tenga que hacer al personal calificado.

Para tal efecto, la estructura de las brigadas quedará conformada de la siguiente manera pudiendo estar constituida por un mismo grupo capacitado en las tres especialidades:

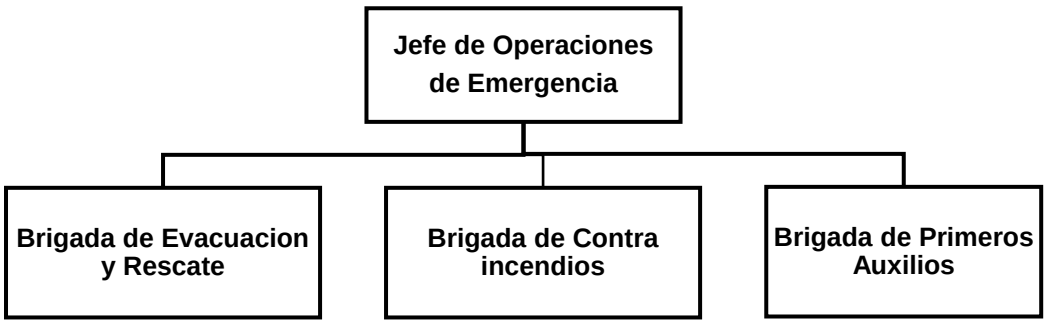


Figura 13. Organización de las brigadas de emergencia
Fuente. Elaboración propia.

K.7 Funciones específicas de cada brigada

K.7.1 Brigada de evacuación y rescate

a) En la prevención

Conocer y difundir las diferentes vías de escape, zonas de seguridad externas existentes en la base operativa de la obra.

Capacitar al personal para estar preparados en una emergencia de sismo, incendio, derrumbes, caídas u otra emergencia que pueda presentarse.

Realizar simulacros de evacuación y rescate en forma conjunta con las demás brigadas, en caso de sismos, incendios, derrumbes, caídas y otras emergencias.

Tener la relación del personal que labora en cada zona de trabajo.

b) En la emergencia

Evacuar al personal, a las zonas de seguridad.

Ingresar a la obra después de la emergencia con el debido cuidado e iniciar la búsqueda de las personas atrapadas, rescatándolas y trasladándolas en las camillas si es el caso a las zonas seguras para ser atendidos por los brigadistas de primeros auxilios.

En caso de presentarse dificultades para rescatar a los heridos, pedir ayuda a los demás miembros de las brigadas

En el caso de inundaciones y derrumbes, se solicitará el apoyo de la Compañía de Bomberos, PNP, y otras instituciones para auxiliar y evacuar al personal accidentado o atrapado.

K.7.2 Brigada de primeros auxilios

a) En la prevención

Capacitarse y prepararse en técnicas de primeros auxilios

Difundir y capacitar al personal en técnicas de primeros auxilios tales como: transporte de heridos, entablillado de fracturas, control de hemorragias, curación de heridas, vendajes, para estar preparados en una emergencia.

Tener los equipos necesarios de primeros auxilios como: botiquines debidamente implementados, camillas, etc.

Realizar simulacros de primeros auxilios en forma conjunta con las demás brigadas.

Conocer las zonas donde se prestarán los primeros auxilios a los accidentados.

b) En la emergencia

Brindar los primeros auxilios a los accidentados y posteriormente al resto del personal.

Evaluar a los accidentados y conducirlos a los centros de atención médica más cercanos.

Evaluar el tipo de lesión o accidente, si la persona no respira y no tiene pulso, aplicar las técnicas de reanimación cardiopulmonar (RCP) y hacerlo hasta que la persona recupere la respiración y el pulso.

K.7.3 Brigada contra incendios

a) En la prevención

Conocer la ubicación de los equipos contra incendio en las diferentes zonas de trabajo de la obra.

Conocer los diferentes tipos de extintores para sofocar los diferentes tipos de incendios.

Capacitarse y estar entrenado en el uso de los equipos contra incendios para sofocar en forma oportuna, eficaz y adecuadamente el fuego.

Enseñar a todo el personal de la obra, las diferentes maneras de combatir el fuego y las formas de usar los extintores adecuadamente.

Realizar simulacros de incendios en forma conjunta con las demás brigadas.

Realizar inspecciones periódicas de los equipos contra incendio para que estos se mantengan operativos.

Contar con los elementos de protección personal para protegerse del fuego como: cascos, caretas, botas, guantes, en el caso de ser necesario.

Contar con los extintores necesarios para sofocar los incendios.

Contar con elementos complementarios al equipo contra incendios como: baldes con arena fina, herramientas de corte o fractura de puertas y otros.

b) En la emergencia:

Al observar presencia de humo o inicio de incendio acudir en forma inmediata a dicha zona para combatir el incendio.

Evaluar en forma rápida el incendio que puede ser de tipo A. B o C para utilizar los extintores de acuerdo a la clase de incendio.

Si se observa que el incendio se propaga rápidamente y no se puede controlar con los extintores debe llamar en forma inmediata a la Compañía de Bomberos de la localidad.

M. Método de costos y presupuesto

En cuanto al presupuesto del proyecto éste se elaborará mediante el uso de un software el cual nos permite introducir las cantidades metradas a partir de los planos del proyecto y adicionar los recursos necesarios para la ejecución de la partida, el software más apropiado para este tipo de trabajo es el S10 Costos y Presupuestos

Pistas: S/. 7,683,163.78

Veredas: S/. 1,239,257.85

Martillos: S/. 153,718.85

Rampas: S/. 116,076.12

Sardineles: S/. 624,567.58

Jardinería S/. 154,263.83

Drenaje S/. 980,097.99

Costo directo: S/. 11,175,618.11

Gastos generales (10%) = S/. 1,117,561.81

Utilidad (7%) = S/. 782,293.27

Sub total = S/. **13,075,473.19**

IGV = S/. 2,353,585.17

SUPERVISION DE OBRA (5%)= S/. 558,780.91

EXPEDIENTE TECNICO (1.5%) = S/. 167,634.27

PRESUPUESTO TOTAL = S/. 16,155,473.54

N.Definición de Términos Básicos

Alcantarilla: Conducto subterráneo para conducir agua de lluvias, aguas servidas o una combinación de ellas.

Alcantarillado Pluvial: Conjunto de alcantarillas que trasportan agua de lluvia.

Base: Capa del suelo compactado debajo de la superficie de rodadura de un Pavimento.

Berma: zona lateral que puede será pavimentada o no que la utilizan para paradas de emergencia y no causar interrupción en el tránsito vehicular.

Bombeo de la Pista: Son pendientes trasversales que se da a las pistas, calculadas a partir del eje y expresadas en porcentajes.

Calzada: Parte del pavimento que sirve para el tránsito vehicular, puede estar conformada por uno o más carriles.

Canal: Conducto de forma geométrica variable que puede ser abierto o cerrado, destinado a transportar aguas pluviales.

Captación: Estructura que nos permite recolectar el agua de la lluvia hacia un sistema de drenaje pluvial.

Coeficiente de Fricción: También llamado coeficiente de rugosidad de Manning, factor que mide la resistencia al flujo en un canal.

Cuenca: Es el área del terreno que se considerada desde la cota más alta y más lejana que sus aguas drenan a el lugar más bajos o un lugar dado.

Cuneta: Estructura hidráulica descubierta generalmente ubicada en sentido longitudinal en un extremo o los extremos de la calzada, su diseño geométrico varia, con la finalidad de transportar las aguas de las lluvias.

Dren: Zanja o tubería donde descarga el drenaje.

Drenaje: Evacuar el agua acumulada o en exceso que no utilizable.

Drenaje Urano: drenaje de poblados y ciudades siguiendo un criterio urbanístico.

Drenaje Urbano Mayor: Es el sistema de drenaje pluvial que evacua caudales que se presentan con poca frecuencia y además de utilizar los sistemas de drenaje menor se utiliza las calzadas delimitada por veredas como canales de evacuación.

Drenaje Menor: Este sistema de drenaje evacua las aguas que se presentan con frecuencia de 2 a 10 años.

Duración de la Lluvia: Es el intervalo de tiempo expresado en minutos, calculado desde que inicia la lluvia hasta su final.

Frecuencia de Lluvias: Es la cantidad de veces que se repite las precipitaciones en un cierto periodo de tiempo.

Filtro: Se puede construir natural o artificial, su función es evitar el ingreso de los sedimentos y no obstaculizar las tuberías o canales.

Histograma: Grafica de la que se representa entre la distribución de tiempo en el eje de las abscisas y la intensidad de lluvia en el eje de las ordenadas.

Intensidad de Lluvia: Es la cantidad de caudal producto de la precipitación pluvial sobre una superficie, se mide en (mm /hora) o también en litros por segundo por hectárea. (lts/s/ha).

Lluvia Efectiva: Es la cantidad de agua que se escurre superficialmente, después de que se haya almacenado, filtrado o evaporado.

Pelo de Agua: Nivel que alcanza el agua en un conducto vacío.

Pendiente Longitudinal: Porcentaje inclinación que se da a un conducto.

Pendiente Trasversal: Porcentaje que se da a un conducto ubicado de forma perpendicular a su eje longitudinal.

Periodo de Retorno: Es un evento que se da con una magnitud con un cierto intervalo de tiempo. Estos se pueden igualar o exceder a la magnitud especifica.

Precipitación: Es un fenómeno natural atmosférico que se da en forma de lluvia, nieve o granizo.

Rejilla Estructura de Metal: generalmente de tamaño uniforme para retener solidos u objetos flotantes en las aguas de lluvia o residuales y evitar que estos obstruyan la tubería o canal.

Registro: Estructura subterránea que permite el acceso desde la superficie a un conducto subterráneo continuo con el objetivo de lo, conservarlo o repararlo.

Sardinel: Borde de la vereda.

1.4. Delimitación de la Investigación.

Nuestra investigación y toma de datos se realizó en urbanización Carlos Stein, dentro del perímetro de las calles: Charles Cornad, Los Linos, Los Helenios y La Primavera, Distrito de José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque, presentando las siguientes coordenadas.

Calle Charles Conrad:

Desde:

Latitud: 6º 44’ 53.59” S

Longitud: 79º 49’ 58.56’’ O

Hasta:

Latitud: 6º 44’ 39.87’’ S

Longitud: 79º 49’ 55.04’’ O

Calle Los Linos:

Desde:

Latitud: 6º 44’ 39.87’’ S

Longitud: 79º 49’ 55.04’’ O

Hasta:

Latitud: 6º 44’ 43.93’’ S

Longitud: 79º 49’ 40.51’’ O

Los Helenios.

Desde:

Latitud: 6º 44’ 43.93’’ S

Longitud: 79º 49’ 40.51’’ O

Hasta:

Latitud: 6º 441 58.67’’ S

Longitud: 79º 49’ 44.33’’ O

Av. Primavera:

Desde:

Latitud: 6º 44’ 57.25’’ S

Longitud: 79º 49’ 53.60’’ O

Hasta:

Latitud: 6º 44’ 58.67’’ S

Longitud: 79º 49’ 44.33’’ O

***Figura* 14.** Delimitación del área en estudio (Área: 18.24 ha).
Fuente. Adaptado de Google Maps, 2017

1.5. Formulación del problema

¿El diseño de pistas, veredas y red de drenaje pluvial ayudará a mejorar la evacuación de las aguas pluviales en la Urbanización Carlos Stein, Distrito de José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque?

1.6. Justificación e importancia de la investigación

1.6.1. Justificación Tecnológica

El presente diseño se desarrolla dentro de la ingeniería sanitaria así mismo abarca parte de la hidrología e hidráulica, del modo tal que se emplearán equipos

y softwares según sea el caso, la parte hidráulica se analizará y diseñará con el software Autocad Civil 3D, todo esto con el fin de obtener un sistema eficiente y eficaz, propio del siglo XXI y dejar de lado a los modelos y/o diseños empíricos.

Para el estudio de suelos del área del proyecto se tendrá en cuenta el equipamiento con el que cuenta el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Señor de Sipán, lugar a donde se trasladará todas las muestras obtenidas del suelo y se realizarán todos los ensayos correspondientes para poder obtener, analizar y demostrar las características físicas y químicas del suelo.

1.6.2. Justificación Ambiental

Teniendo en cuenta el impacto que causa cuando ocurre precipitaciones en el área en estudio, y no contando con pistas, veredas pavimentadas y un sistema de drenaje pluvial, esto se convierte en una emergencia generalizada, en tal sentido la propuesta del diseño de pistas, veredas y red de drenaje pluvial evitará muchos problemas en la zona, tales como la contaminación de las aguas servidas con las de lluvia. Por lo que se drenará el agua de la lluvia hacia un lugar adecuado sin ocasionar problemas en su trayectoria.

Actualmente en épocas de lluvias los pobladores drenan el agua hacia los buzones de la red de alcantarillado sanitario, lo que genera el colapso del mismo, producto de la sedimentación que produce, esto debido a que las calles no están pavimentadas y hay una gran cantidad de arrastre de sedimentos que van a parar hacia la red de alcantarillado sanitario. Al contar con la red de drenaje pluvial estas aguas drenarán automáticamente hacia el cuerpo receptor, sin ocasionar malestar en la población.

1.6.3. Justificación Socioeconómica

Al realizar un correcto diseño de pistas, veredas y red de drenaje pluvial en la urbanización Carlos Stein, y en un futuro sea ejecutado este proyecto se evitará enfermedades, intransitabilidad vehicular como peatonal y malestar entre la población, adicional a ello se previene una posible inundación del lugar producto de las aguas de lluvia, lo que a su vez genera daños estructurales en las viviendas y en algunos casos llevándoles al colapso, también genera deterioro de la rasante

de las calles por tratarse de vías sin pavimentar, enfermedades, etc. Sumados todo este genera una gran pérdida económica ya que es indispensable sanar, reparar y/o reconstruir las partes afectadas, por lo general todo este gasto lo cubre el estado, pero sin embargo se puede prevenir ejecutándose proyectos como este que son mucho menos costosos que una reconstrucción posterior.

Actualmente se está destinado una suma inicial de 800 millones de nuevos soles para la reconstrucción de las regiones de Tumbes, Piura, La Libertad y Lambayeque motivo de las precipitaciones suscitadas meses atrás producto del fenómeno natural llamado "El Niño costero" (Fuente: Diario La República).

1.7. Hipótesis

Diseñando las pistas, veredas y red de drenaje pluvial en la Urbanización Carlos Stein, distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo región Lambayeque, se podrá mejorar la evacuación de las aguas de lluvia y a su vez no generar problemas con la transitabilidad cuando se genere una lluvia.

1.8. Objetivos

1.8.1. Objetivo General

Diseñar las pistas, veredas y red de drenaje pluvial en la Urbanización Carlos Stein, Distrito de José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo Región Lambayeque.

1.8.2. Objetivos específicos

A. Realizar un levantamiento topográfico de toda la zona en estudio.

B. Realizar un estudio hidrológico del lugar.

C. Estudiar las características mecánicas del suelo en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Señor de Sipán.

D. Definir el tipo de sistema a emplear en la red de drenaje pluvial.

E. Elaborar un informe técnico de ingeniería.

CAPITULO II MATERIALES Y MÉTODOS

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

Para el presente proyecto el tipo de investigación fue Analítico – Descriptivo, puesto que recopilaremos toda la información necesaria y posteriormente poder inquirir respecto a lo recopilado, todo esto para realizar el correcto diseño de pistas, veredas y red de drenaje pluvial.

2.1.2. Diseño de investigación

La investigación es del tipo aplicada, ya que se realizaron los estudios previos para posteriormente poder realizar un correcto diseño del proyecto, además es tangible, observable y medible

Tabla 28.

Diseño de la Investigación.

PROBLEMA	SOLUCIÓN	REALIDAD
Acumulación de aguas de lluvia producto de la inexistencia de pistas, veredas y red de drenaje pluvial en la Urbanización Carlos Stein.	Proponer un diseño de pistas, veredas y red de drenaje pluvial para la urbanización Carlos Stein.	a) Realizar un diseño de pistas, veredas y red de drenaje pluvial, para que su funcionamiento sea por gravedad. b) Realizar un adecuado cálculo hidrológico, hidráulico y sanitario, de tal forma que en caso de ejecutarse en un futuro tenga un funcionamiento óptimo y mejore la calidad de vida de la población.

Fuente: (Elaboración propia)

2.2. Método de investigación

2.2.1. Método deductivo

Porque una vez elegido las variables dependientes e independientes, con sus respectivas dimensiones e indicadores, permitió inferir la hipótesis, para desarrollar un adecuado diseño de la red de drenaje pluvial en la Urbanización Carlos Stein del Distrito de José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque.

2.2.2. Método inductivo

Porque después de concluir con el diseño del presente proyecto, la cual estuvo basada en la normativa peruana y con apoyo del laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Señor de Sipán se determinó las principales características de la red de drenaje pluvial en la Urbanización Carlos Stein, Distrito de José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque.

2.2.3. Método analítico

Porque se tuvo como objeto de estudio la acumulación de agua producto de las lluvias en la Urbanización Carlos Stein, el mismo que se descompuso mediante variables tal como se muestra en la presente investigación, de tal forma que se logró llegar al objetivo obteniéndose un adecuado y correcto diseño de la red de drenaje pluvial.

2.3. Variables

2.3.1. Variable independiente

Inexistencia de pistas, veredas y red de drenaje pluvial.

2.3.2. Variable dependiente

Diseño de pistas, veredas y red de drenaje pluvial

2.3.3. Operacionalización de variables

Tabla 29.

Operacionalización de variable independiente.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	ÍNDICES	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
AGUA PLUVIAL	Caudal	Coeficiente de escorrentía	Características de la superficie	mm/mm	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Bibliografía consultada: R.N.E. OS.060
		Intensidad	Precipitación	mm	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Registro de datos – SENAMHI
			Tiempo	hr			
		Área	----------	Ha	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Estación Total
SUELOS	Humedad	Cantidad de Agua	----------	%	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Balanza
	Sales	Cantidad de Sales	----------	ppm	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Balanza

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	ÍNDICES	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
SUELOS	Granulometría	Grava	----------	$> 4.75mm$	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Tamices
		Arena	----------	$0.075 - 4.75mm$	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Tamices
		Finos	----------	$< 0.075mm$	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Tamices
	Consistencia	Limite Liquido	Nº de Golpes	%	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Copa Casagrande
		Limite Plástico	Unidades de Moldeo (cilindros)	%	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Balanza

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	ÍNDICES	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
TOPOGRAFIA	Área	Poligonal	----------	Km^2	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Estación Total
	Coordenadas	Longitud Latitud	----------	UTM	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	GPS
	Pendiente	Cotas Longitud	----------	$msnm$ Km	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Estación Total

Fuente: (Elaboración propia)

Tabla 30.
Operacionalización de la variable dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	ÍNDICES	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
DISEÑO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL	Levantamiento Topográfico	Altimetría	Cotas	msnm	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Estación Total
		Planimetría	Longitud	m			
	Estudio de Mecánica de Suelos	Contenido de Humedad	----------	%	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	GPS
		Contenido de Sales	----------	ppm	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Balanza
		Límites de Atterberg	Limite Liquido	%	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Copa Casagrande
			Limite Plástico	%			Balanza
		Granulometría	Gravas	$> 4.75mm$	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Tamices
			Arenas	$0.075 - 4.75mm$			
			Finos	$< 0.075mm$			
		CBR	----------		Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Proctor Modificado

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	ÍNDICES	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
DISEÑO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL	Estudio Hidrológico	Caudal	Intensidad	$\mathrm{mm/hr}$	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Registro de datos – SENAMHI
		Área	----------	Km^2			
		Tiempo	----------	hr			
	Estudio Hidráulico	Parámetros Hidráulicos	Rugosidad	m	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Calculo Hidráulico
			Pendiente	%			
			Área	m^2			
			Perímetro	m			
			Velocidad	m/s			
			Energía	m			
DISEÑO DE PISTAS	Levantamiento Topográfico	Planimetría	Cotas	msnm	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Estación Total
		Altimetría	Longitud	m			
	Estudio de Mecánica de Suelos	CBR	Proctor		Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	
		Granulometría	Gravas	$> 4.75mm$	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Tamices
			Arenas	$0.075 - 4.75$			
			Finos	$< 0.075mm$			

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	ÍNDICES	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
DISEÑO DE PISTAS	Diseño del Pavimento	Pavimento Flexible	Asfalto Bitumen Agregado	gl gl m^3	Observación y análisis de documentos	Guía de observación - Análisis de documentos	Civil 3D

Fuente: (Elaboración propia)

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

Para el presente proyecto se tomó como población a la Urbanización Carlos Stein, lugar donde se desarrolló el mencionado proyecto.

2.4.2. Muestra

La muestra será el área dentro del perímetro de las calles Charles Conrad, Los Linos, Los Helenios y Av. Primavera.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.5.1. Técnicas de recolección

2.5.1.1. Observación

Se realizó un completo estudio en la mecánica de suelos dentro del laboratorio de la Universidad Señor de Sipán, mediante un muestreo de los distintos estratos obtenidos en cada calicata.

2.5.1.2. Análisis documental

Se obtuvo información pluviométrica e hidrométrica del SENAMHI, además se realizó un análisis de documentos relacionada al tema con el objetivo de hacer un completo diseño.

2.5.1.3. Entrevistas

Se realizó entrevistas a expertos en el tema con el objetivo de conocer su punto de vista respecto al proyecto y recibir alguna ayuda técnica por parte de ellos.

2.5.2. Instrumentos de recolección

2.5.2.1. Guías de observación

A. Formatos para el estudio de suelos

A.1. Granulometría

Para el análisis granulométrico se empleó el formato de laboratorio, que consiste en una hoja Excel, en la cual todos los datos obtenidos producto del ensayo de granulometría fueron ingresados en orden según el diámetro del tamiz

y producto de estos obtenemos nuestra curva granulométrica, que nos permite visualizar mediante un gráfico la gradación de las partículas del suelo para los cuales se realizaron 22 ensayos.

A.2. Contenido de humedad

Para el ensayo de contenido de humedad se empleó un formato en hoja Excel, que consiste en tomar pesos de la muestra en estado húmedo posteriormente ingresar al horno por 24 horas y nuevamente tomar el peso en estado seco todos estos datos se ingresas a la hoja de cálculo y finalmente mediante operaciones básicas se obtiene el contenido de humedad de la muestra ensayada.

A.3. Contenido de sales solubles

Al igual que los demás ensayos, este formato consiste en ingresar los datos de los pesos de las muestras ensayadas en estados de saturación y posteriormente en estados secos para que mediante las operaciones básicas obtener el contenido de sales de la muestra.

A.4. Límites de Atterberg (L. Líquido y L. Plástico)

Se ingresaron los datos tanto del número de golpes como los pesos en estados húmedos y secos de la muestra y mediante un gráfico donde se relaciona el número de golpes con el contenido de humedad obtenemos nuestra curva de fluidez, y realizando la diferencia entre limite líquido y el limite plástico obtenemos el índice de plasticidad.

A.5. Ensayo de compactación (Proctor Modificado)

Se ingresaron los datos de los pesos respectivos de la muestra y el molde, se eligió el método a utilizar y definió en función a este último el número de golpes a aplicar, con todos los datos obtenidos se grafica la curva de proctor.

A.6. Formatos para el diseño hidráulico e hidrológico

Estos formatos se emplearon con la finalidad de obtener nuestras precipitaciones en orden cronológico y en función a estas poder obtener un caudal de diseño.

2.5.2.2. Cuestionario y redacción

Según el Ing. Alfonso Viera Prada, con CIP 122644, menciona que Chiclayo es una ciudad que necesita proyectos de drenaje pluvial en toda las zonas, para evitar inundaciones, daños estructurales en las edificaciones, y para realizar este tipo de proyectos se debe tener en cuenta a donde se va a derivar el agua proveniente en épocas de lluvias, por lo que dicha cuidad cuenta con solo tres acequias que se podrían derivar, tomando como una de ellas el punto de derivación a la avenida Chiclayo, por encontrarse el área de estudio en el límite de dicha vía.

Según el Ing. Robert Mena Becerra, con CIP 163586, manifiesta lo siguiente: "Para proyectar y ejecutar un sistema de drenaje pluvial en la Ciudad de Chiclayo es muy complicado, en primer lugar, por la cultura que tiene la población, la falta de educación ambiental de la población ocasionaría que estos proyectos que no funcionen de la manera como se diseñó, para poner un ejemplo vamos a la Av. Chiclayo, esta Av. Está totalmente copada de basura, en el último fenómeno natural llamado el Niño Costero la Av. Chiclayo tenía un funcionamiento adecuado, no optimo o como queríamos, pero si evacuaba las aguas producto de la lluvia, llegaban a puntos donde la basura represaba toda el agua que escurría formando lagunas y en algunos caso colapsando y filtrándose a las viviendas aledañas, es muy importante que los gobiernos de turno realicen una política de concientización sobre medio ambiente con la población en general.

2.5.2.3. Guía de análisis documental

A. Norma OS.060." Drenaje pluvial urbano"

Corresponde al reglamento nacional de edificaciones y tiene como objetivo establecer los criterios generales de tal forma que se puedan realizar la elaboración de proyectos de Redes de Drenaje Pluvial Urbano.

B. Norma CE.010. "Pavimentos urbanos"

Esta norma presenta los requerimientos mínimos para el diseño, construcción, mantenimiento, rotura, rehabilitación y reposición de pavimentos urbanos.

2.6. Métodos de análisis de datos

2.6.1. Enfoque cuantitativo

Es un enfoque cuantitativo por los diversos resultados obtenidos a partir de la extracción de muestras de suelo, levantamientos topográficos y ensayos realizados dentro de las instalaciones del laboratorio de mecánica de suelos y de materiales, adicionalmente se emplearon softwares para el procesamiento de los resultados, tales como, Autocad, Civil 3D, Hidroesta, Hcanales, Excel y Word.

2.7. Aspectos éticos

Para el buen desarrollo de los procesos de investigación fueron consultados con especialistas renombrados y de prestigio a nivel regional, con la finalidad de asegurar la validez de los criterios adoptados.

Se validó todos los formatos en Excel, tanto del laboratorio de mecánica de suelos, como los empleados en campo con la finalidad de extraer datos de carácter técnico y que sirvan para el buen desarrollo de la presente investigación.

La recolección de información sirvió para un correcto análisis de interpretación y posterior diseño, de tal forma que se obtuvo un correcto y adecuado diseño de pistas, veredas y red de drenaje pluvial, esto con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población de Carlos Stein.

CAPITULO III

RESULTADOS

III. RESULTADOS

3.1. Levantamiento topográfico

3.1.1. Reconocimiento del terreno

Como actividad de campo se ha realizado un recorrido por todo el terreno a levantar ubicándose los vértices de la poligonal para tener enmarcada los perímetros del área a levantar, se encontró obstáculos en algunas calles con vegetación existente lo que obstaculizaría algunas vistas de la estación total con el prisma generando continuos cambios de estación.

3.1.2. Ejecución del levantamiento topográfico

Antes de iniciar con las mediciones de altimetría y planimetría se han puesto en todos los vértices e las poligonales estacas para poder enmarcar nuestra área a levantar, cada punto de estación se radió taquimétricamente como buzones, poste de luz, poste de teléfono, esquina, fachadas, borde de pista, cunetas, etc. Todos estos tomados con la estación total para posteriormente derivarlos a softwares que nos permitan procesar toda la información.

3.1.3. Procesamiento de la información de campo

Toda la información de campo fue almacenada en la memoria de la estación total marca TOPCOM, para después bajar los datos hacia una computadora. El cuadro siguiente muestra los datos principales del terreno levantado:

Tabla 31.

Principales datos de levantamiento topográfico

Calles Principales	Longitud	Cota Alta	Cota Baja	Pendiente
Av. Primavera	298.78 m	20.378	18.681	0.40%
Av. Los Linos	350.49 m	21.278	20.857	0.35%
Av. Los Helenios	471.17 m	21.278	20.378	0.20%
Av. Charles Conrad	508.07 m	20.858	18.681	0.31%
Área Total		184100 m²		

Perímetro Total	1622.78 m

Fuente: (Elaboración propia)

3.1.4. Pendientes

Según las curvas de nivel obtenidas producto del levantamiento topográfico se determinaron la orientación de la pendiente de cada una de las calles, todas las calles tienen una depresión con dirección de Norte a Sur, con dirección a la Av. Primavera, siendo ésta avenida el colector que posteriormente derivaré las aguas escurridas en dirección a la Av. Chiclayo, en tanto las calles horizontales drenarán las aguas hacia la Av. Charles Conrad, en sentido de Este a Oeste, sirviendo la Av. Charles Conrad como un colector que evacuara las aguas en dirección a la Av. Chiclayo.

3.2. Cálculo hidrológico

3.2.1. Registros pluviométricos

Para el análisis en el estudio de las precipitaciones se tomaron datos hidrológicos de la estación Lambayeque ubicada en las siguientes coordenadas (-6.703333 S; -79.92111O), Obteniendo registros desde los años 1964- hasta 2017.

Tabla 32.

Precipitaciones de diseño

N	AÑO	PRECIP. (mm)	N	AÑO	PRECIP. (mm)
1	1964	58.86	28	1991	62.00
2	1965	45.80	29	1992	51.29
3	1966	44.40	30	1993	43.50
4	1967	48.80	31	1994	51.77
5	1968	42.87	32	1995	45.74
6	1969	48.71	33	1996	57.96
7	1970	52.47	34	1997	45.90
8	1971	51.58	35	1998	39.98
9	1972	31.57	36	1999	59.15
10	1973	47.73	37	2000	46.91
11	1974	53.10	38	2001	32.31
12	1975	49.16	39	2002	51.67
13	1976	54.00	40	2003	51.48
14	1977	49.05	41	2004	51.75

15	1978	59.76	42	2005	54.35
16	1979	60.94	43	2006	45.93
17	1980	61.56	44	2007	55.53
18	1981	45.44	45	2008	46.83
19	1982	61.92	46	2009	48.09
20	1983	38.33	47	2010	59.23
21	1984	44.75	48	2011	42.51
22	1985	49.78	49	2012	63.42
23	1986	43.98	50	2013	45.15
24	1987	49.95	51	2014	50.85
25	1988	57.06	52	2015	55.77
26	1989	52.38	53	2016	44.84
27	1990	56.16	54	2017	38.44

Fuente: (Elaboración propia)

3.2.2. Pruebas KS

Valores de Δmax según los diferentes Tr			**Δ crítico**
Δmax según Weibull	0.0505	<	0.1851
Δmax según California	0.0559		
Δmax según Hazen	0.0473		
Δmax según Tukey	0.0578		

Fuente: (Elaboración propia)

La prueba que más se ajusta es la de Hazen por que presenta el menor delta, con respecto al crítico

3.2.3. Distribuciones teóricas

Periodo de retorno (años)	**Precipitaciones según Funciones de Probabilidad (mm) - HIDROESTA**				
	Normal	**Log. Normal 2 Par.**	**Gumbel**	**Log. Gumbel**	**Gamma 2 Par.**
2	50.05	49.50	48.85	48.28	49.68
5	56.15	56.25	55.27	55.22	56.13
10	59.34	60.14	59.51	60.35	59.71
15	60.94	62.18	61.91	63.46	61.55
25	62.75	64.59	64.87	67.53	63.69
50	64.95	67.63	68.85	73.40	66.35

Fuente: (Elaboración propia)

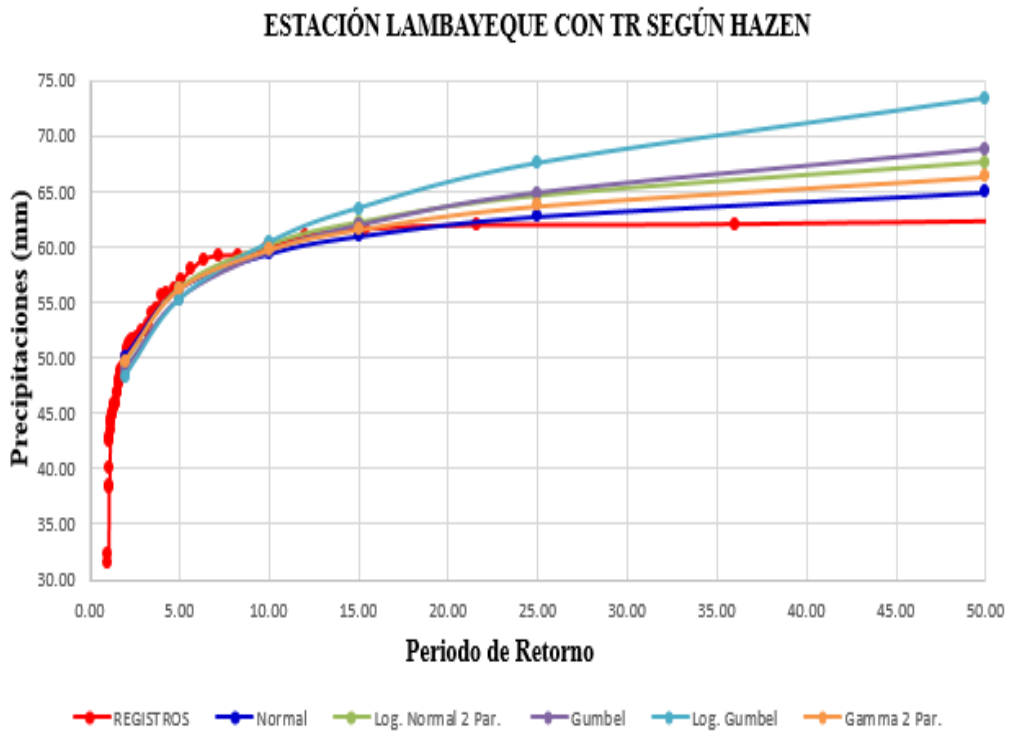


***Figura* 15.** Distribuciones teóricas
Fuente. Elaboración propia

La distribución que más se ajusta con respecto a los registros, es la distribución normal, las mismas que fueron obtenidas mediante el software hidroesta.

3.2.4. Intensidad

Para calcular la intensidad se emplearon 4 métodos los cuales se describen a continuación, para luego proceder a elegir la más adecuada y a partir de esta calcular el caudal para una duración de 60 minutos con un TR de 25 años.

Manual de Hidrologia y Drenaje MTC

Merril Bernard

Dyck y Peschke

Frederich Bell

3.2.5. Caudales

CALLE	Tc (min) Asumido	I (mm/hr) MTC	I (mm/hr) Merril Bernard	I (mm/hr) Dyck y Peschke	I (mm/hr) Frederich Bell	I (mm/hr)	C	AREA (ha)	CAUDAL (m^3/s)
CH. CONRAD	60.00	18.83	18.55	30.97	31.15	18.83	0.84	0.1850	0.0081
CH. CONRAD	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.84	0.1421	0.0063
CH. CONRAD	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.84	0.1442	0.0064
CH. CONRAD	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.84	0.1433	0.0064
CH. CONRAD	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.84	0.2003	0.0089
CH. CONRAD	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.84	0.1873	0.0083
CH. CONRAD	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.84	0.1933	0.0086
CH. CONRAD	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.84	0.1938	0.0086
CH. CONRAD	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.84	0.1881	0.0083
LOS LINOS	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.7225	0.0323
LOS CEDROS	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.6647	0.0298
LAS MORAS	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.6718	0.0301
CASTAÑEDA	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.84	0.1465	0.0065
CASTAÑEDA	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.84	0.1423	0.0063
CASTAÑEDA	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.84	0.1376	0.0061
LOS LINOS	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.7225	0.0323
LOS CEDROS	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.6825	0.0306
LAS MORAS	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.6946	0.0311
LOS TULIPANES	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.7119	0.0319
LOS TULIPANES	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.6620	0.0297
LOS ALHELIES	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.6710	0.0300
LAS MARGARITAS	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.6564	0.0294
LAS DIAMELAS	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.6342	0.0284
LAS ESMERALDAS	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.6340	0.0284
LOS DIAMANTES	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.6732	0.0302
PRIMAVERA	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.6302	0.0282
PRIMAVERA	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.2327	0.0104
PRIMAVERA	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.2351	0.0105
LA PRIMAVERA	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.2351	0.0105
LOS HELENIOS	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.84	0.4071	0.0181
LOS HELENIOS	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.84	0.5265	0.0234
LOS HELENIOS	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.84	0.2010	0.0089
LOS HELENIOS	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.84	0.2025	0.0090

LOS HELENIOS	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.84	0.2026	0.0090
LOS HELENIOS	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.84	0.1983	0.0088
LOS CEIBOS	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.4898	0.0221
CEIBOS	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.5785	0.0261
PS. S/N 1	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.86	0.1436	0.0065
PS. S/N 2	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.84	0.1429	0.0063
LOS MANGLARES	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.4447	0.0199
MANGLARES	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.6357	0.0284
PS. S/N 1	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.86	0.1069	0.0049
C. CASTAÑEDA	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.2219	0.0099
C. CASTAÑEDA	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.1934	0.0087
C. CASTAÑEDA	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.1965	0.0088
C. CASTAÑEDA	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.1993	0.0089
C. CASTAÑEDA	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.2137	0.0096
C. CASTAÑEDA	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.1060	0.0048
LOS ALHELIES	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.85	0.5872	0.0263
PS. S/N 1	60.00	19.02	18.58	30.70	30.72	19.02	0.86	0.1053	0.0048

Fuente: (Elaboración propia)

3.3. Características mecánicas del suelo

3.3.1. Excavación Manual a Tajo Abierto (calicatas)

Se realizaron la evaluación y ubicación de cada una de las calicatas dentro del área del proyecto, ajustándose a lo que manda el reglamento OS.060, distribuyéndose de manera equitativa en toda el área, se realizaron 12 calicatas, siguiendo el procedimiento de las Norma Técnica Peruana.

En cada calicata se obtuvo de 1 a 2 estratos, haciéndose la identificación de forma visual, posteriormente en laboratorio se encontró que en algunos casos tenían las mismas características.

Se tomaron muestras disturbadas representativas de los tipos de suelos encontrados (Mab), en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de laboratorio las muestras se trasladaron al laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Señor de Sipán con delicadez evitando que estas pierdan sus características naturales.

***Figura* 16.** Ubicación de las Calicatas.
Fuente. Adaptado del (Google Earth)

3.3.2. Ensayo de Contenido De Humedad

La humedad natural encontrada en cada estrato es variable en función a la profundidad de la muestra, en las calicatas que se han obtenido dos estratos la humedad natural en el primer estrato varía entre 15% hasta un 25%, en caso de los estratos más profundos la humad natural está entre 25% y 35%.

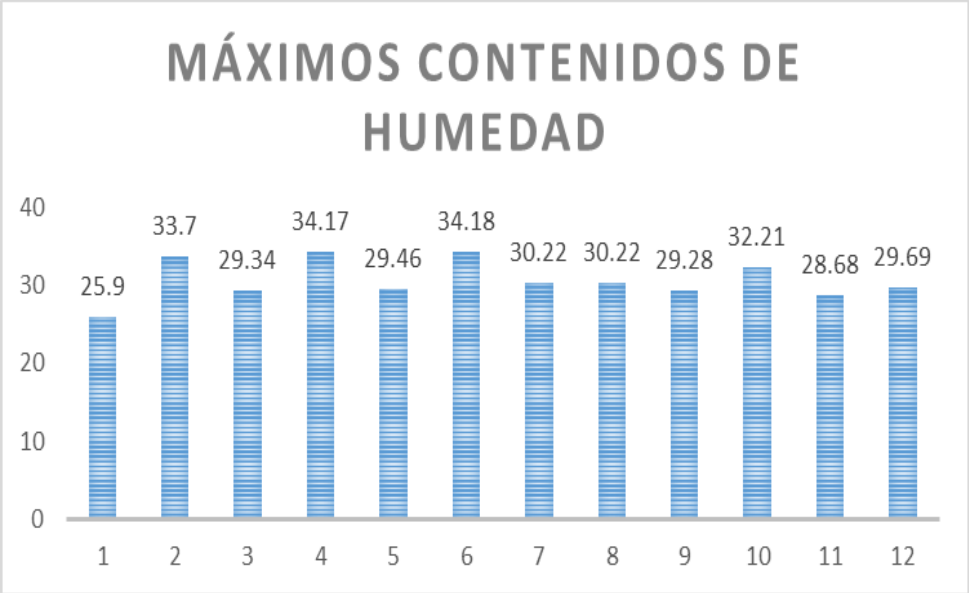


***Figura* 17.** Máximos Contenidos de humedad
Fuente. Elaboración propia

3.3.3. Ensayo de Límites de Atterberg

En los ensayos de consistencia de las muestras se encontró limites líquidos que varían desde el 27% hasta un 51% cerrando cada uno de estos a partir de los 18 hasta 33 golpes en la Copa Casagrande generando una curva de fluidez continua, en cuanto a la plasticidad de las muestras estas presentan de mediana a alta plasticidad, con contenidos de humedad que varían desde los 15% hasta el 40%, a su vez estos generando índices plásticos mínimos de 5% hasta máximos de 28%, tal como se muestra en la tabla 33.

3.3.4. Ensayo de Contenido de Sales

Los contenidos de sales encontrados en las muestras de suelos son mínimas, que para casos de diseño se considera nulas ya que no llegan ni al 1%, en los ensayos realizados se encontró el más alto contenido de sales en la calicata Nº 11 Estrato 2 a profundidad de 1.50m conteniendo 0.30% de sales, la tendencia general de las calicatas respecto al contenido de sales es mínima con un porcentaje del 0.05%, en la tabla 33 se detalla el contenido de sales encontrados en cada estrato.

3.3.5. Ensayo de Granulometría

Los suelos presentan un gran contenido de finos, en el lavado que se realizó después de extraer la muestra del horno se eliminó más del 50% de la muestra, quedando una pequeña fracción para ser nuevamente introducida en el horno y para su posterior tamizado, se realizó el tamizado por las mallas normalizadas Nº 4, 10, 20, 40, 60, 140, 200. Para su posterior grafico de la curva de gradación granulométrica.

Tabla 33.

Resumen de estudio de mecánica de suelos

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CALICATA			LIMITES DE ATTERBERG (%)					CLASIFICACIÓN		CBR		REFERENCIA
Nº C	E	PROFUNDIDAD	W%	LL	LP	IP	SALES	SUCS	AASHTO	95%	100%	ANEXO
01	E-1	0.50m – 1.10m	12.44	11.71	11.43	0.28	0.15	ML	A-4 (9)	---	----	10
	E-2	1.10m – 1.50m	11.64	11.49	11.10	0.39	0.15	ML	A-4 (9)	6.8	9.4	10
02	E-1	0.40m – 1.00m	24.64	32.67	27.62	5.05	0.10	ML	A-4 (9)	---	----	10
	E-2	1.00m – 1.50m	33.70	32.13	27.10	5.03	0.05	ML	A-4 (9)	---	----	10
03	E-1	0.30m – 1.50m	29.34	33.65	29.53	4.12	0.05	ML	A-4 (9)	---	----	10
04	E-1	0.40m – 0.95m	24.20	46.15	19.79	26.36	0.15	CL	A-7-6 (16)	---	----	10
	E-2	0.95m – 1.50m	34.17	42.63	22.60	20.03	0.15	CL	A-7-6 (12)	---	----	10
05	E-1	0.40m – 1.20m	23.13	42.78	23.39	19.39	0.20	CL	A-7-6 (12)	---	----	10
	E-2	1.20m – 1.50m	29.46	48.45	31.56	16.89	0.15	ML	A-7-5 (12)	---	----	10
	E-1	0.40m – 1.10m	25.38	51.95	30.28	21.66	0.05	MH	A-7-5 (15)	---	----	10

06	E-2	1.10m – 1.60m	34.18	44.46	36.09	8.36	0.15	ML	A-5 (9)	---	----	10
07	E-1	0.30m – 0.90m	24.53	47.54	27.54	20.00	0.10	ML	A-7-6 (13)	---	----	10
	E-2	0.90m – 1.50m	30.22	46.38	38.02	8.36	0.05	ML	A-5 (10)	---	----	10
08	E-1	0.40m – 1.60m	13.64	13.41	12.98	0.43	0.10	ML	A-4 (9)	7.04	9.29	10
09	E-1	0.40m – 1.10m	14.10	14.06	13.35	0.71	0.10	ML	A-4 (9)			10
	E-2	1.10m – 1.60m	13.62	13.33	13.14	0.19	0.05	ML	A-4 (9)	6.03	8.28	10
10	E-1	0.30m – 0.90m	26.47	55.34	28.82	26.57	0.15	CH	A-7-6 (18)	---	----	10
	E-2	0.90m – 1.50m	32.21	50.14	34.73	15.41	0.20	MH	A-7-5 (12)	---	----	10
11	E-1	0.30m – 1.00m	22.01	54.20	27.23	26.88	0.15	CH	A-7-6 (18)	---	----	10
	E-2	1.00m – 1.70m	28.68	48.61	32.56	16.04	0.30	ML	A-7-5 (12)	---	----	10
12	E-1	0.30m – 0.90m	22.62	49.16	25.98	23.18	0.20	CL	A-7-6 (15)	---	----	10
	E-2	0.90m – 1.50m	29.69	58.97	33.92	25.05	0.15	MH	A-7-5 (18)	---	----	10

Fuente. Elaboración propia

3.3.6. Análisis Estratigráfico

3.3.6.1. Calicata C-1

Profundidad 0.50m-1.10m

Predomina limos arenosos inorgánicos de baja plasticidad (ML) y según AASHTO A-4 (9), conteniendo un 91.7% de arcilla y limo, 8.2% de material arenoso y un 0.1% de grava, además de estos presenta una humedad natural de 15.45%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.15%. Ver tabla 33.

Profundidad 1.10m-1.50m

En este estrato predomina limos arenosos inorgánicos de baja plasticidad (ML) y según AASHTO A-4 (9), conteniendo un 94.6% de arcilla y limo, 4.7% de material arenoso y un 0.7% de grava, además de estos presenta una humedad natural de 25.90%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.15%, además este suelo presenta un CBR al 95% de 6.8% y el 100% de 9.4%. Ensayo realizado mediante el Proctor Modificado. Ver tabla 33.

3.3.6.2. Calicata C-2

Profundidad 0.40m-1.00m

Predomina la presencia de limos arenosos inorgánicos de baja plasticidad (ML) y según AASHTO A-4 (9), conteniendo un 79.3% de limo, 20.6% de material arenoso y un 0.1% de grava, además de estos presenta una humedad natural de 24.64%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.10%. Ver tabla 33.

Profundidad 1.00m-1.70m

En este estrato predomina limos arenosos inorgánicos de baja plasticidad (ML) y según AASHTO A-4 (9), conteniendo un 83.1% de arcilla y limo, 16.1% de material arenoso y un 0.8% de grava, además de estos presenta una humedad natural de 33.70%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.05%. Ver tabla 33.

3.3.6.3. Calicata C-3

Profundidad 0.30m-1.70m

Predomina la presencia de limos inorgánicos de baja plasticidad (ML) y según AASHTO A-4 (9), conteniendo un 86.7% de limo, 12.1% de material arenoso y un 1.2% de grava, además de estos presenta una humedad natural de 29.34%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.05%. Ver tabla 33.

3.3.6.4. Calicata C-4

Profundidad 0.40m-0.95m

Predomina la presencia de arcillas arenosas inorgánicos de baja plasticidad (CL) y según AASHTO A-7-6 (16), conteniendo un 79.7% de arcillas, 20.2% de material arenoso y un 0.1% de grava, además de estos presenta una humedad natural de 24.20%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.15%. Ver tabla 33.

Profundidad 0.95m-1.70m

En este estrato predomina arcillas arenosas inorgánicos de baja plasticidad (CL) y según AASHTO A-7-6 (12), conteniendo un 76.5% de arcillas, 23.1% de material arenoso y un 0.4% de grava, además de estos presenta una humedad natural de 34.17%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.15%. Ver tabla 33.

3.3.6.5. Calicata C-5

Profundidad 0.40m-1.20m

Predomina la presencia de arcillas inorgánicos de baja plasticidad (CL) y según AASHTO A-7-6 (12), conteniendo un 86.5% de arcillas, 12.4% de material arenoso y un 1.1% de grava, además de estos presenta una humedad natural de 23.13%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.20%. Ver tabla 33.

Profundidad 1.20m-1.50m

En este estrato predomina la presencia de limos inorgánicos de baja plasticidad (ML) y según AASHTO A-7-5 (11), conteniendo un 89.5% de limos, 9.7% de material arenoso y un 0.8% de grava, además de estos presenta una humedad natural de 29.46%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.15%. Ver tabla 33.

3.3.6.6. Calicata C-6

Profundidad 0.40m-1.10m

Predomina la presencia de limos micáceos inorgánicos más elásticos (MH) y según AASHTO A-7-5 (15), conteniendo un 87.6% de limos, 11.3% de material arenoso y un 1.1% de grava, además de estos presenta una humedad natural de 25.38%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.05%. Ver tabla 33.

Profundidad 1.10m-1.60m

En este estrato predomina la presencia de limos inorgánicos de baja plasticidad (ML) y según AASHTO A-5 (9), conteniendo un 91.0% de limos, 7.9% de material arenoso y un 1.1% de grava, además de estos presenta una humedad natural de 34.18%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.15%. Ver tabla 33.

3.3.6.7. Calicata C-7

Profundidad 0.30m-0.90m

Predomina la presencia de limos inorgánicos de ligera plasticidad (ML) y según AASHTO A-7-6 (13), conteniendo un 85.2% de limos arenosos, 14.5% de material arenoso que varía de fino a grueso y un 0.3% de grava, además de estos presenta una humedad natural de 24.53%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.10%. Ver tabla 33.

Profundidad 0.90m-1.50m

En este estrato predomina la presencia de limos arenosos inorgánicos de baja plasticidad (ML) y según AASHTO A-4 (9), conteniendo un 88.3% de material limoso, 11.4% de material arenoso y un 0.3% de grava, además de estos presenta una humedad natural de 30.22%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.05%. Ver tabla 33.

3.3.6.8. Calicata C-8

Profundidad 0.40m-1.60m

Predomina la presencia de limos arenosos inorgánicos de ligera plasticidad (ML) y según AASHTO A-4 (9), conteniendo un 87.4% de limos arenosos, 12.0% de material arenoso que varía de fino a grueso y un 0.6% de grava, además de estos presenta una humedad natural de 30.22%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.10%, además se realizó el ensayo del Proctor Modificado, obteniendo como resultados un CBR al 95% de 7.04% y el 100% de 9.29%. Ver tabla 33.

3.3.6.9. Calicata C-9

Profundidad 0.40m-1.10m

Predomina la presencia de limos arenosos inorgánicos de ligera plasticidad (ML) y según AASHTO A-4 (9), conteniendo un 97.9% de arcillas, 1.4% de material arenoso que varía de fino a grueso y un 0.7% de material gravoso, además de estos presenta una humedad natural de 23.67%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.10%. Ver tabla 33.

Profundidad 1.10m-1.60m

En este estrato predomina la presencia de limos inorgánicos de baja plasticidad (ML) y según AASHTO A-4 (9), conteniendo un 99.0% de material limoso, 0.5% de material arenoso y un 0.5% de grava, además de estos presenta una humedad natural de 29.28%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.05%, además se realizó el ensayo del Proctor modificado , lo cual presenta un CBR al 95% de 6.03% y el 100% de 8.28%. Ver tabla 33.

3.3.6.10. Calicata C-10

Profundidad 0.30m-0.90m

Predomina la presencia de arcillas inorgánicos de alta plasticidad (CH) y según AASHTO A-7-6 (17), conteniendo un 92.5% de arcillas, 7.3% de material arenoso que varía de fino a grueso y un 0.2% de material gravoso, además de estos presenta una humedad natural de 26.47%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.15%. Ver tabla 33.

Profundidad 0.90m-1.50m

En este estrato predomina la presencia de limos micáceos inorgánicos más elásticos (MH) y según AASHTO A-7-5 (12), conteniendo un 89.7% de material limoso, 10.1% de material arenoso y un 0.2% de grava, además de estos presenta una humedad natural de 32.21%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.20%. Ver tabla 33.

3.3.6.11. Calicata C-11

Profundidad 0.30m-1.00m

Predomina la presencia de arcillas inorgánicos de media plasticidad (CH) y según AASHTO A-7-6 (18), conteniendo un 93.1% de arcillas, 6.9% de material arenoso que varía de fino a grueso, además de estos presenta una humedad natural de 22.01%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.15%. Ver tabla 33.

Profundidad 1.00m-1.70m

En este estrato predomina la presencia de limos inorgánicos ligeramente plásticos (ML) y según AASHTO A-7-5 (12), conteniendo un 95.3% de material limoso, 4.7% de material arenoso, además de estos presenta una humedad natural de 28.68%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.30%. Ver tabla 33.

3.3.6.12. Calicata C-12

Profundidad 0.30m-0.90m

Predomina la presencia de arcillas inorgánicos de baja plasticidad (CL) y según AASHTO A-7-6 (15), conteniendo un 91.7% de arcillas, 8.3% de material arenoso que varía de fino a grueso, además de estos presenta una humedad natural de 22.62%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.20%. Ver tabla 33.

Profundidad 0.90m-1.50m

En este estrato predomina la presencia de limos micáceos inorgánicos de alta plasticidad (MH) y según AASHTO A-7-5 (18), conteniendo un 89.3% de material limoso, 10.7% de material arenoso, además de estos presenta una humedad natural de 29.69%, en cuanto al contenido de sales la presencia de estos es muy escasa presenta un 0.15 %. Ver tabla 33.

3.3.6.13. Conclusiones.

El muestreo y análisis de las muestras extraídas de las 12 calicatas nos muestran una constante clasificación según SUCS de suelos tipo “CL” arcillas inorgánicas de baja plasticidad y “ML”, limos inorgánicos ligeramente plásticos en cuanto a la clasificación AASHTO muestra por lo general un suelo del tipo A-6 (9), y A-4 (9), para los contenidos de sales son despreciables en todas las muestras esto debido al bajo contenido que presentan.

3.4. Sistema de drenaje elegido

3.4.1. Sistema de Evacuación por Gravedad

La urbanización Carlo Stein muestra a simple vista una topografía llana lo que llevó hacer un análisis de sus pendientes de cada una de las calles, se realizó el levantamiento topográfico de la zona para determinar si el área en estudio contaba con una pendiente suficiente para evacuar las aguas producto de las precipitaciones por el sistema a gravedad, llegando a conclusión de que si se podía realizar este tipo de sistema, se cuenta con pendientes que varían de 0.3% hasta 0.5% , manejándola estas con la velocidad a la que se va a transportar las aguas

nos resulta factible la utilización del sistema por gravedad. Ver plano de Topografía.

3.5. Informe técnico de ingeniería

3.5.1. Memoria Descriptiva

3.5.1.1. Generalidades

El presente proyecto se desarrolla con la finalidad de brindar una mejor calidad de vida a la población desde el punto de vista urbanístico y sobre todo mitigar el daño que genera las lluvias dentro de la población, el presente sistema de drenaje pluvial tiene la función de atenuar los efectos del fenómeno el niño, la cual se presenta en la zona con una frecuencia de 15 años. Las pérdidas que se evitaran con la instalación de este sistema son cuantiosas la cual se reflejará en una mejor calidad de vida.

3.5.1.2. Características Generales

El proyecto a desarrollarse trata de la red de drenaje pluvial en la Urbanización Carlos Stein, dentro del perímetro de las calles Charles Cornad, Los Linos, Los Helenios y La Primavera abarcando un área de 18.24 hectáreas, dentro de la cual se va a instalar la red de drenaje, pavimentación de las pistas, veredas e instalación de áreas verdes en las calles. Las nuevas calles a pavimentar deberán contar con cunetas y pendiente longitudinal dirigida hacia el sistema evacuador.

El proyecto comprende las siguientes partidas:

Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud.

Pavimentación

Red de drenaje

Veredas

Martillos

Rampas

Sardineles

3.5.1.3. Pavimentación

El pavimento del proyecto presenta las capas de mejoramiento de la sub rasante, Sub base en un espesor de 30cm, base presenta un espesor de 20 cm y la carpeta de rodadura con espesor de .18 cm de pavimento rígido.

3.5.1.4. Veredas

Las veredas presentan un hacho característico de 1.5m en la mayoría de las calles, a excepción de algunas calles que por motivos de que el hacho de vía es corto, la vereda se proyectó a 1m y 1.20m.

3.5.1.5. Martillos

En todas las esquinas de las calles se proyectaron martillos, esto con la finalidad de dar una imagen arquitectónica y también por ser cruces de vías para los peatones, una de las características de estos martillos que van en función al cancho de la vereda y del jardín de la calle.

3.5.1.6. Rampas

Las rampas se proyectaron de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, teniendo una pendiente máxima de 12%, y un ancho de 1m, este tipo de estructura se proyectó en todas las intersecciones de vía.

3.5.1.7. Sardineles

Se proyectaron sardineles de concreto armado en lo largo de todas las calles en una altura de 0.20 que va en función a la jardinería de la vía.

3.5.1.8. Jardinería

Las vías de la urbanización donde se desarrolla el proyecto tienen ancho aproximados de 10 a 14, metros, por lo que es posible la proyección de jardines en lo largo de las vías, estos jardines tienen un ancho 1.50m medidos a partir del límite de la vereda hasta el sardinel.

3.5.2. Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas constituyen el conjunto de reglas y documentos vinculados a la descripción de los trabajos, métodos de construcción, calidad de los materiales, sistemas de control de calidad, todos estos en función al trabajo a ejecutar. Todo proyecto de ingeniería debe contar con sus especificaciones técnicas relacionadas a cada partida, para el presente proyecto se detallan las especificaciones técnicas para cada una de las partidas, las cuales estas divididas de la siguiente manera:

A. - Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud.

B.- Pavimentación

C.- Veredas

D.- Martillos

E.- Rampas

F.- Sardineles

G.- Jardinería

Ver anexo “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS”.

3.5.3. Estudio de Impacto Ambiental

3.5.3.1. Impactos durante la etapa de ejecución y operación de la vía

Los factores ambientales, han sido condicionados tomando en cuenta las características del terreno existente y de su área de influencia directa, así como, las condiciones actuales de la misma.

La identificación de impactos ambientales se llevó a cabo mediante el análisis de la interacción resultante entre los componentes del proyecto y los factores ambientales de su medio circundante. En este proceso se fueron estableciendo las modificaciones del medio natural que son o pueden ser imputables a la realización del proyecto, ya que esto permite ir seleccionando aquellos impactos que por su magnitud e importancia requieren ser evaluados con mayor detalle; asimismo, se fue determinando la capacidad asimilativa del medio por los posibles cambios que

se podrían dar con la ejecución del proyecto y operación, este análisis se realizó con el uso del método de Battelle.

Para la aplicación de este método se listaron los pesos o índices ponderales, luego se procedió con la valoración de los siguientes parámetros:

Carácter (Ca) a la magnitud se le antepuso un signo positivo (+) o negativo (-).

Probabilidad de ocurrencia (Pro) se valoró con una escala predeterminada, la misma que fue arbitraria, así:

Muy poco probable	0.10	-	0.20
Poco probable	0.21	-	0.40
Probable o posible	0.41	-	0.60
Muy probable	0.61	-	0.80
Cierta	0.81	-	1.00

Magnitud (M) se tomó a base de un conjunto de criterios, características y cualidades, que se describen a continuación:

Extensión (Ex) se valoró con una escala de:

Reducida	0
Media	1
Amplia	2

Intensidad (In) se valoró con una escala de:

Baja	0
Media	1
Alta	2

Desarrollo (D) se valoró con una escala de:

Impacto de largo plazo	0
Impacto de mediano plazo	1
Impacto inmediato	2

Reversibilidad (Rv.) se valoró con una escala de:

Reversible	0
Recuperable	1
Irrecuperable	2

Importancia (I) se valoró con una escala que tuvo en cuenta la importancia del impacto en relación con el valor ambiental de cada componente que fue afectado por el proyecto.

La escala guardó las proporciones siguientes:

1 - 3 Componente ambiental con baja calidad y no es relevante para otros componentes.

4 - 5 Este componente presenta alta calidad, pero no es de relevante para otros componentes.

6 - 7 Este componente presenta alta calidad, pero es relevante para otros componentes.

8 - 10 El componente ambiental es relevante o de primera importancia para los otros componentes ambientales.

Las terceras se realizan para determinar el grado de magnitud e importancia del proyecto evaluando los posibles impactos ambientales. En la ejecución del proyecto se ha considerado dos etapas: Etapa de construcción y etapa de operación.

El impacto total se calculó como el producto del carácter, probabilidad, magnitud e importancia; mientras que la variable magnitud como la suma de extensión, intensidad, desarrollo y reversibilidad.

IMPACTO AMBIENTAL = Ca x Pro x M x I

Los impactos fueron clasificados como:

0	- 20	No significativo
21	- 40	Menor significancia
41	- 60	Medianamente significativo
61	- 80	Significativo
81	- 100	Altamente significativo

Analizando la Matriz del Anexo Nº 1 (Método de Batelle), se deduce lo siguiente:

La fase del proyecto durante la ejecución, que tuvo mayor efecto negativo sobre el de la contaminación con polvo y niveles sonoros con -22.4 (producto básicamente de los trabajos de movimiento de tierras), al igual que la compactación del suelo y arrastre de materiales con -22.4, seguido de la variación del paisaje que tiene con -9.6 y que está ligado básicamente a las demoliciones de jardines, finalmente la posibilidad de riesgos por accidentes de trabajo (-8). Sin embargo, estos valores (21 a 40) son catalogados como Impactos de menor significancia y de (0 a 20) no significativos. Mientras en los impactos positivos tenemos la generación de empleo con un impacto de 12.

3.5.4. Metrados

Constituyen la expresión cuantificada por partidas de los trabajos de construcción que se programado ejecutar en un plazo determinado, expresadas en unidades de medida que ha sido establecidas para cada partida, se realiza con la finalidad de conocer las dimensiones reales del proyecto y a partir de esto expresarlas en términos económicos para poder determinar el costo de la ejecución del proyecto. En el proyecto en desarrollo tenemos un metrado para cada partida teniendo entre las más importantes las siguientes:

Movimiento de tierras

Corte de terreno con maquinaria: 32409.53 m^3

Mejoramiento de sub rasante: 11261.54m³

Base (Afirmado):7507.59 m³

Pavimento Rígido (18 cm”): 7453.14 m³

Pintura de transito: 4363.09 m²

Encofrados y desencofrados: 11945.15 m²

Bruñas 1.5cm: 95´065.58 m

3.5.5. Presupuesto

El presupuesto del proyecto se elaboró en función de las partidas a ejecutar

Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud en la construcción: S/. 224,472.11

Pistas: S/. 7,683,163.78

Veredas: S/. 1,239,257.85

Martillos: S/. 153,718.85

Rampas: S/. 116,076.12

Sardineles: S/. 624,567.58

Jardinería S/. 154,263.83

Drenaje S/. 980,097.99

Costo directo: S/. 11,175,618.11

Gastos generales (10%) = S/. 1,117,561.81

Utilidad (7%) = S/. 782,293.27

Sub total = S/. 13,075,473.19

IGV = S/. 2,353,585.17

SUPERVISION DE OBRA (5%)= S/. 558,780.91

EXPEDIENTE TECNICO (1.5%) = S/. 167,634.27

PRESUPUESTO TOTAL = S/. 16,155,473.54

3.5.6. Fórmula Polinómica

Una vez elaborado el presupuesto del proyecto se procedió a la elaboración de la fórmula polinómica, esto con la finalidad de realizar reajustes a los precios a medida que pasa el tiempo durante la ejecución. Se elaboró una formula por cada especialidad, en la siguiente imagen se muestra la fórmula polinómica de Pavimentos.

S10 Página : 1

Fórmula Polinómica

Presupuesto	0901021	DISEÑO DE PISTAS , VEREDAS Y RED DE DRENAJE PLUVIAL EN LA URBANIZACION CARLOS STEIN ,DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ ,PROVINCIA DE CHICAYO -REGION LAMBAYEQUE
Subpresupuesto	001 PAVIMENTOS	
Fecha Presupuesto	01/08/2017	
Moneda	NUEVOS SOLES	
Ubicación Geográfica	140105 LAMBAYEQUE - CHICLAYO - JOSE LEONARDO ORTIZ	

K = 0.113*(Ar / Ao) + 0.187*(Cr / Co) + 0.227*(Mr / Mo) + 0.306*(Ir / Io) + 0.167*(Mr / Mo)

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.113	100.000	A	05	AGREGADO GRUESO
2	0.187	100.000	C	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
3	0.227	100.000	M	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
4	0.306	100.000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR
5	0.167	100.000	M	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES

***Figura* 18.** Fórmula Polinómica
Fuente. Elaboración Propia

3.5.7. Análisis de Precios Unitarios

A diferencia del presupuesto, esto detalla los materiales, herramientas y recursos a emplearse en cada una de las partidas, mostrando un costo unitario para cada uno. Para el presente proyecto se a considera para Peón: S/. 13.84 hora hombre, Oficial S/.15.39 hora hombre, Capataz S/.20.20 hora hombre. Todos con jornada diaria de 8 horas.

3.5.8. Cronograma

Todo proyecto debe contar con un cronograma de ejecución de tal forma que se tenga una programación en función a la ejecución de las partidas, esto con la finalidad de tener un orden en la ejecución del proyecto, el cronograma de obra se

desarrolló en el software Microsoft Proyec dando como resultado un plazo de 291 días calendarios para la ejecución del proyecto, esto considerando feriados.

3.5.9. Estudios Básicos

3.5.9.1. Estudio Topográfico

Se detalla las características generales en el ítem 3.1 y en el anexo "ESTUDIO TOPOGRÁFICO"

3.5.9.2. Estudio de Mecánica de Suelos

Esto se realiza con la finalidad de conocer las características físicas y mecánicas del suelo, a partir de estos estudios poder determinar las características de la estructura que estará apoyada sobre él, para el presente estudio se realizó extracción de muestras de 12 calicatas cuyos resultados se detallan en el ítem 3.3 y en los anexos "ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS"

3.5.9.3. Estudio Hidrológico

Es la parte fundamental del proyecto, a partir de este estudio se podrá determinar las dimensiones de toda la red de drenaje pluvial, para el presente proyecto se obtuvo los datos de las precipitaciones de la estación Lambayeque. Se detalla el resumen en el ítem 3.2 y en los anexos "ESTUDIO HIDROLÓGICO".

3.5.9.4. Estudio hidráulico

A partir de los resultados obtenidos en el estudio hidrológico se procedió al dimensionamiento y diseño de toda la red de drenaje pluvial, obteniendo las dimensiones necesarias para que la red tenga un eficiente funcionamiento. Ver anexo "ESTUDIO HIDRÁULICO".

3.5.9.5. Estructura del pavimento

Para poder determinar la estructura del pavimento se tuvo que realizar estudios previos como el IMDA, para poder tener un volumen de tráfico de la vía, a partir de estos obtener las dimensiones de cada una de las capas del pavimento. Ver anexo "ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO".

3.5.10. Planos

Como resultado final de los análisis y diseños se obtiene la representación gráfica del proyecto mediante por medio de planos, estos son separados de acuerdo a la especialidad, y presentados de tal manera que tengan una escala adecuada según el detalle.

CAPITULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Topografía

4.1.1. Planimetría

La topografía es la representación gráfica de una superficie de terreno por lo que cada levantamiento topográfico es único del lugar, para la realización del levantamiento se solicitó a la Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz el plano catastral de la urbanización en donde se desarrolla el proyecto, el cual sirvió para una primera impresión acerca de la características geométricas en planta de las calles, posteriormente se llevó acabo el levantamiento topográfico del lugar y comparación de los datos obtenidos con el plano de la Urbanización que maneja el municipio Distrital en la cual hay variaciones en algunas calles y pasajes, también se verifico que algunos pasajes no has sido tomados en cuenta es el caso del pasaje 015 que se detalla en el plano catastral que se interrumpe con la proyección de un parque, se verifico con el levantamiento topográfico insitu que este pasaje no es interrumpido por algún parque, también se detalla en el plano catastral que en la calle Los Helenios en las cuadras 3 y 4 la sección de la vía se ve considerablemente reducida de 13.36m a 6.15, en la cual después de realizar el levantamiento se determinó que no sufre este cambio de sección, la calle mantiene un ancho promedio de 13m desde el inicio hasta el final. También se encontraron diferencias en las calles Carlos Castañeda, entre las calles los Alelíes y los Tulipanes, según el plano Catastral muestra una calle de 13.80 m de ancho, y en la realidad con el levantamiento topográfico realizado en campo, solo existe un pasaje de 6,00 m de ancho

4.2. Hidrología

El estudio hidrológico se realizó con las precipitaciones registradas en la estación Lambayeque las cuales sirvieron para poder obtener el caudal de diseño empleando la Formula Racional ($\frac{CIA}{360}$) , para lo cual se empleó la Norma OS.060 “Drenaje Pluvial Urbano” ésta recomienda utilizar la mencionada fórmula para poder determinar el caudal además muestra un tabla con los respectivos coeficientes “C” de escorrentía que dependen para cada tipo de superficie, en el caso del presente proyecto los coeficientes que se emplearon fueron de 0.88 para

concreto de techos y 0.40 para zonas verdes (parques, jardines) ajustándose al reglamento. En cuanto a los datos de las precipitaciones se realizaron los ajustes correspondientes para poder obtener un resultado final confiable, se realizó el ajuste de curva doble masa, distribución Gumbel y Bondad de ajuste, teniendo como referencia el manual de Hidrología Estadística de Máximo Villon Bejar.

4.3. Características de los estudios de suelos realizados

4.3.1. Extracción de Muestras

Para el estudio de las características mecánicas de los suelos se realizaron 12 calicatas en toda el área, teniendo en cuenta la cantidad mínima de calicatas, guiados por la norma OS-060 de Drenaje Pluvial Urbano. Donde se extrajo una muestra por cada estrato, obteniendo un máximo de dos muestras por calicata.

Profundidad mínima de cada calicata fue de 1.50 cumpliendo con el Manual de Ensayos de Materiales 2016.

4.3.2. Clasificación.

Según los ensayos realizados en el laboratorio, y clasificándolo mediante el método SUCS, se obtuvo como resultados CL, MH, CH y ML (Considerándose como arcillas de baja plasticidad, limos arcillosos de ligera plasticidad, arenas muy finas o arenas limosas.

4.3.3. Contenido de sales.

La presencia de sales solubles, cuando se encuentran en concentraciones en los suelos, en lo que van a construir estructuras de concreto, viéndose afectadas por estos agentes, que penetran por la porosidad del concreto, generando que estas colapsen por inmersión, ya que al disolver las ligas químicas por la vía humedad con que ha penetrado haciendo frágil y expansiva, envejeciendo prematuramente el concreto

En la zona estudiada se determinado el contenido de sales en todas las muestras tipo mab de las 12 calicatas el porcentaje más alto se ha obtenido de contenido de sales es de 0.30 % de acuerdo a la clasificación del departamento de agricultura de los estados unidos (USDA) el suelo está libre de sales.

4.4. Sistema de drenaje empleado

Un proyecto es más viable cuando menor es el gasto de ejecución, en el presente proyecto se emplea un sistema de drenaje por gravedad siendo esta la encargada de poner en movimiento el caudal dentro de la red de flujo, este tipo de sistema es factible en zonas donde la pendiente lo permita ya que el principal aliado en el transporte es el desnivel de cotas que existen en las calles.

El sistema de drenaje por gravedad en la primera opción para todo proyecto ya que demanda de menor inversión comparada con el sistema de drenaje por bombeo o mixto, estos dos últimos requieren de equipo mecánico para poder evacuar las aguas de lluvia desde la estación de bombeo, generando gastos excesivos tanto en la ejecución del proyecto como en la operación del proyecto ya que demandaría de personal e insumos par pode funcionar, caso contrario del sistema por gravedad que solo necesita pendientes para su óptimo funcionamiento

4.5. Informe técnico

El informe técnico de ingeniería es el conjunto de documentos de carácter técnico y económico que permite la adecuada ejecución de la obra, el mencionado informe técnico se realizó siguiendo la pautas del manual “Expediente Técnico de Obra” del Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado “OSCE” publicada en el año 2013 para la cual está compuesto de: Memoria descriptiva, especificaciones técnicas, planos de ejecución, metrados, presupuesto de obra, valor referencial, análisis de precios, calendario de avance de obra, formulas polinómicas, estudios de especialidad, estudios de impacto ambiental, entre otros.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

A. Las pendientes obtenido producto del levantamiento topográfico nos permito emplear el sistema de drenaje por gravedad siendo este sistema el más ideal puesto que no demanda de operación para su funcionamiento, pero sí de constante mantenimiento para su óptimo funcionamiento, y en términos económico es el más viable.

B. Los datos hidrológicos tomados se ajustan a las principales distribuciones realizadas, además se sometió a distintos métodos de ajuste para obtener una mayor confiabilidad de los resultados. Obteniendo un caudal de diseño máximo de diseño de 0.7 m3/s.

C. Los parámetros hidráulicos que se determinaron para las cunetas, cumplen con una máxima eficiencia hidráulica según el programa utilizado del HCANALES V.3.0, con una pendiente minina ajustándose a las recomendaciones hechas e por el especialista de Máximo Villón Bejar según su libro de Hidráulica de Canales. Otro punto importante a tener en cuenta es las velocidades de diseño, se debe respetar estas velocidades en los márgenes de que no sea inferior a 0.9 m/s y tampoco debe exceder los 6m/s, así nos garantiza de que el flujo va a tener u comportamiento adecuado con la estructura.

D. El punto de descarga de toda la red es la Av. Chiclayo cuyo nivel se encentra muy por debajo de toda la rasante de las principales calles colectoras motivo por el cual se optó por emplear un sistema de drenaje por gravedad.

E. El informe técnico de ingeniería se desarrolló de manera compatible con los resultados obtenidos de los ensayos y análisis, obteniendo como producto un detallado informe de acuerdo a las pautas del manual “Expediente Técnico de Obra” del Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado “OSCE”. Con un presupuesto total de

S/ 16’155,473.54 (OCHO MILLONES OCHOCIENTOS VEINTICUATRO MIL SEICIENTOS VEINTIOCHO PUNTO SETENTA Y SIETE). NUEVOS SOLES.

5.2. Recomendaciones

A. Cuando se tenga pendientes muy llanas, es recomendable emplear el sistema de bombeo o mixto, producto de que en el diseño puede cumplir con los requisitos mínimos para un funcionamiento por gravedad pero siempre hay que tener en cuenta un grado de seguridad el cual si no le aplicamos se estaría corriendo el riesgo de que en un eventual futuro no funcione motivo del incremento de la rugosidad de la superficie, sumado a ello la escasa pendiente del terreno generaría una inundación en caso de una precipitación.

B. Implementar con estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas dentro del casco urbano de la ciudad de Chiclayo esta sería de gran ayuda para proyectos como este, actualmente las estaciones a las que se tiene que recurrir están ubicadas a las afueras de la ciudad lo que no permite obtener datos hidrológicos más reales.

C. Cuando se realiza el diseño hidráulico se debe tener en cuenta el aspecto económico viendo las rutas más cortas y a la vez eficientes para poder economizar en lo posible, pero siempre y cuando manteniendo las características y estándares de calidad.

D. En lo posible se debe continuar con el diseño de este tipo de proyectos en las márgenes de la Av. Chiclayo, aprovechando el nivel de la rasante de la vía canal para poder evacuar mediante el sistema por gravead las aguas hasta la mencionada vía, además de generar costos pequeños en comparación a una reconstrucción post desastre se estaría implementando un plan de prevención ante futuros fenómenos naturales.

E. Con el informe técnico de ingeniería terminado y aprobado, se recomienda formar una junta vecinal en la urbanización para poder gestionar recursos ante la Municipalidad Distrital u otro órgano del estado para poder ejecutar el tan anhelado proyecto para la población, en el caso más desfavorable realizar una colecta de todos los pobladores de la urbanización para poder cubrir los gastos que demande el mencionado proyecto.

6. REFERENCIAS

Antonio Carpio, H., García Sigaran Neydy, C., & Tobías Hernández Kenny, C. (2011). Propuesta De Diseño del Drenaje Pluvial, Tratamiento para las Aguas Residuales del Casco Urbano y Colonia “La Entrevista” del Municipio San Cayetano Istepeque , Departamento de San Vicente.

Flores Díaz, K. (2013). “Evaluación del Drenaje Pluvial En El Distrito de Pimentel Y Sus Alternativas De Solución,” 1–40.

Fuentes Mamani, A. R., & Reinoso Infantes, M. Á. (2015). *“Diseño de un Sistema de Drenaje Pluvial en las Avenidas Andrés Avelino Cáceres, Dolores, Alcides Carrión, Garcilaso de la Vega y Estados Unidos ubicadas en el Distrito de José Luis Luis Bustamante y Rivero, Provincia Arequipa, Departamento*.

Leonor, S. C. R. (2016). *Propuesta de gestión de drenaje pluvial hacia la sustentabilidad en colonias de Xalapa, Ver.*

Martinez, G. (2013). Sistemas Urbanos De Drenaje Sostenible “Suds” Como Alternativa De Control Y Regulación De Las Aguas Lluvias En La Ciudad De Palmira”, 125.

MTC. (2009). *Manual de hidrología, hidráulica y drenaje*. *Ministerio de Transporte y Comunicaciones*.

Platero Sandoval, G. F. (2017). *“Análisis y Diseño De Pistas Y Veredas de los Jirones San Bartolomé y Túpac Yupanqui del Barrio Manto Central del Distrito y Provincia De Puno.”*

Quispe Ccente, J. C., & Rojas Poma, E. (2015). “Diseno del Sistema de Drenaje Pluvial de la Comunidad 3 de Mayo de Pucarumi del Distrito de Ascensión - Huancavelica” ,. *Llanco Sedano, James Humberto.*

Vanegas Guerrero, L. A. (2015). *Diseño de la Alternativa Técnica más Favorable que Permita Implementar un Sistema de Drenaje Urbano Sotenible – Suds en el Parque Metropolitano san Cristóbal*.