



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño del sistema de drenaje pluvial para controlar aguas pluviales
en la avenida Marcavelica, distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Alberca Surita, Henry Aldibar (orcid.org/0009-0000-5968-1558)

Medina Ruiz, Flor Elita (orcid.org/0009-0007-6287-1476)

ASESOR:

Mg. Arevalo Vidal, Samir Augusto (orcid.org/0000-0002-6559-0334)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

PIURA – PERÚ

2024

Dedicatoria

A Dios por darme la vida, salud y sabiduría por darme fuerzas y nunca abandonarme para lograr cumplir mis objetivos planteados.

A mi madre y a mis hijas siendo mi motor y motivo, por acompañarme en este proceso, quienes me brindaron su apoyo incondicional para llegar a esta etapa profesional de mi vida, para ellas este trabajo.

Alberca Surita, Henry Aldibar

A Dios, por darme la oportunidad de lograr mis metas, por guiarme y darme sabiduría en el transcurso de esta etapa, quien supo levantarme de los momentos más difíciles. A mi ángel hermana Merly J. (Q.E.P.D)

A mis padres, hermanos y a todos mis seres queridos, dedico el resultado de este trabajo por confiar en mí y la perseverancia que puse en ella. En especial a mi madre, por enseñarme a ser una mujer fuerte y perseverante en afrontar las adversidades con firmeza, a no rendirme en esta vida, soy lo que soy gracias a ella, por su apoyo y amor incondicional contribuyendo en mi formación personal y profesional.

Medina Ruiz, Flor Elita

Agradecimiento

Agradecido con mi madre e hijas por el amor, tolerancia y comprensión por ser parte de mis logros alcanzados en esta linda experiencia profesional.

Alberca Surita, Henry Aldibar

Agradecer principalmente a Dios, por concederme la vida y salud, para alcanzar mis metas con éxito. A mis padres, hermanos, amistades y toda mi familia, en especial a mi prima Carolina por brindarme su apoyo incondicional a todos ustedes mi más sincero agradecimiento por confiar en mí.

A la Universidad César Vallejo por darme la oportunidad de estudiar y desarrollarme profesionalmente y al Mg, Samir Arévalo por instruir la ética profesional y ser mentor en el proceso de este proyecto de tesis.

Medina Ruiz, Flor Elita



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, AREVALO VIDAL SAMIR AUGUSTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial para Controlar Aguas Pluviales en la Avenida Marcavelica, Distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023", cuyos autores son MEDINA RUIZ FLOR ELITA, ALBERCA SURITA HENRY ALDIBAR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

PIURA, 18 de Marzo del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
AREVALO VIDAL SAMIR AUGUSTO DNI: 46000342 ORCID: 0000-0002-6559-0334	Firmado electrónicamente por: SAAREVALOV el 18- 03-2024 15:46:20

Código documento Trilce: TRI - 0740467





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, MEDINA RUIZ FLOR ELITA, ALBERCA SURITA HENRY ALDIBAR estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial para Controlar Aguas Pluviales en la Avenida Marcavelica, Distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
FLOR ELITA MEDINA RUIZ DNI: 72374466 ORCID: 0009-0007-6287-1476	Firmado electrónicamente por: FEMEDINAM el 18-03- 2024 09:26:11
HENRY ALDIBAR ALBERCA SURITA DNI: 70810387 ORCID: 0009-0000-5968-1558	Firmado electrónicamente por: HAALBERCA el 18-03- 2024 09:23:48

Código documento Trilce: TRI - 0740465



ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor.....	iv
Declaratoria de Originalidad de los Autores	v
Índice de Contenidos	vi
Índice de Tablas.....	vii
Índice de Figuras.....	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.2. Variables y operacionalización	15
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimientos	17
3.5. Métodos de análisis de datos	38
3.6. Aspectos éticos	38
IV. RESULTADOS	40
V. DISCUSIÓN.....	57
VI. CONCLUSIONES.....	60
VII. RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS	63
ANEXOS.....	66

Índice de tablas

Tabla 1. Diseño de coeficientes de escorrentía	11
Tabla 2. Coeficiente de rugosidad	12
Tabla 3. Características de la avenida	18
Tabla 4. Deficiencias del sistema de drenaje pluvial	19
Tabla 5. Progresiva Inicial.....	21
Tabla 6. Progresiva Final.....	21
Tabla 7. Caracterización de extremos de precipitación.....	23
Tabla 8. Registro meteorológico del evento “El Niño”, mes de abril año actual....	24
Tabla 9. Ubicación de la Estación Miraflores.	25
Tabla 10. Precipitaciones máximas de los últimos 25 años	26
Tabla 11. Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel.....	28
Tabla 12. Precipitaciones diarias máximas	29
Tabla 13. Precipitaciones por retorno	31
Tabla 14. Regresión (10 años)	32
Tabla 15. Periodo de retorno (Regresión $T = 5$).....	32
Tabla 16. Características de las cuencas	33
Tabla 17. Características significativas de las 5 cuencas	34
Tabla 18. Coeficientes de escorrentía promedio de 5 y 10 años para áreas urbanas.....	37
Tabla 19. Estaciones del levantamiento topográfico.	40
Tabla 20. Pendientes de la avenida Marcavelica	41
Tabla 21. Resumen de progresivas del perfil derecho	41
Tabla 22. Resumen de progresivas del perfil izquierdo.....	42
Tabla 23. Pruebas de normalidad.....	45
Tabla 24. Prueba de Anova	45
Tabla 25. Precipitaciones Pluviales Máximas	47
Tabla 26. Intensidad de precipitación (mm/hrs) de la cuenca	47
Tabla 27. Prueba de normalidad de la hipótesis específica 2.....	50
Tabla 28. Prueba de hipótesis Objetivo específico 2.....	50
Tabla 29. Características del caudal de diseño.....	51
Tabla 30. Dimensiones resultantes de la cuneta de sección rectangular	52

Tabla 31. Prueba de Hipótesis Objetivo 3.....	53
Tabla 32. Aceros de los elementos del drenaje Pluvial.....	54
Tabla 33. Prueba de normalidad de los elementos estructurales.....	55
Tabla 34. Estadístico Chi-Cuadrado	55

Índice de figuras

Figura 1. <i>Sistemas de alcantarillados y sus elementos respectivos.....</i>	<i>10</i>
Figura 2. <i>Sección transversal y rejilla de cuneta rectangular</i>	<i>13</i>
Figura 3. <i>Avenida Marcavelica</i>	<i>19</i>
Figura 4. <i>Zona afectada</i>	<i>20</i>
Figura 5. <i>Ubicación geográfica (UTM).....</i>	<i>22</i>
Figura 6. <i>Verificación de altura de instrumento y mercado de puntos.....</i>	<i>22</i>
Figura 8. <i>Poligonal Abierta de Apoyo BM01-BM03.....</i>	<i>23</i>
Figura 9. <i>Estación meteorológica “Miraflores” - plataforma Senamhi.....</i>	<i>25</i>
Figura 10. <i>Detalles de cuneta y tapa</i>	<i>35</i>
Figura 11. <i>Aplicación del Hcanales para la proyección de la Cuneta.....</i>	<i>38</i>
Figura 12. <i>Perfil longitudinal izquierdo.</i>	<i>43</i>
Figura 13. <i>Perfil Longitudinal derecho.</i>	<i>44</i>
Figura 14. <i>Representación gráfica de curvas IDF de la cuenca.....</i>	<i>47</i>
Figura 15. <i>Regresión T = 5.....</i>	<i>48</i>
Figura 16. <i>Curva de regresión T=10 años</i>	<i>49</i>
Figura 17. <i>Modelo de cuneta en HCanales.</i>	<i>52</i>
Figura 18. <i>Distribución del acero en la cuneta 1.00 x 1.00 m.</i>	<i>54</i>

Resumen

El presente estudio de investigación se proyecta en el diseño de un sistema de drenaje pluvial que permita controlar las aguas pluviales en la avenida Marcavelica del distrito Veintiséis de Octubre, Piura. El diseño se elaboró bajo los criterios de la Norma técnica OS. 0.60. La metodología que se empleó es descriptiva – cuantitativo, no experimental. Los resultados se detallan en el levantamiento topográfico de la avenida Marcavelica obtiene un área de 456.50 metros, determinándose pendientes de 0.192 % del carril derecho y 0.191 % del carril izquierdo. El análisis hidrológico e hidráulico se adquirió registros pluviométricos de 25 años, curvas IDF, los caudales precisados por el método racional con periodo de retorno de 5 y 10 años con el Software Hcanales, las dimensiones de diseño de cuneta rectangular con un tirante normal de 0.6952 m, espejo de agua 1m, con un área hidráulica de 0.6952 m² y un perímetro de 2.3904 m. Se concluye que el Diseño del sistema de drenaje pluvial permitirá el control de las aguas pluviales en la avenida Marcavelica – Veintiséis de octubre – Piura, este sistema aportará en el crecimiento socioeconómico a los habitantes afectados de la zona.

Palabras clave: diseño, drenaje pluvial, aguas pluviales.

Abstract

The present research study is projected into the design of a storm drainage system that allows controlling stormwater on Marcavelica Avenue in the Veintisis de Octubre district, Piura. The design was prepared under the OS Technical Standard approach. 0.60. The methodology used is descriptive – quantitative, not experimental. The results are detailed in the topographic survey of Marcavelica Avenue, obtaining an area of 456.50 meters, determining slopes of 0.192% of the right lane and 0.191% of the left lane. The hydrological and hydraulic analysis acquired 25-year rainfall records, IDF curves, the flows specified by the rational method with a return period of 5 and 10 years with the Hcanales Software, the design dimensions of a rectangular ditch with a normal depth of 0.6952. m, water mirror 1m, with a hydraulic area of 0.6952 m² and a perimeter of 2.3904 m. It is concluded that the Design of the storm drainage system will allow the control of storm water on Marcavelica - Veintisis de octubre - Piura avenue, this system will contribute to the socioeconomic growth of the affected inhabitants of the area.

Keywords: design, storm drainage, stormwater.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel global, el cambio climático ha sido perjudicial mundialmente, por la frecuencia de precipitaciones atribuyendo inundaciones por el aumento de los ríos en diferentes regiones del mundo, causando pérdidas humanas y materiales como daños fundamentalmente en carreteras y vías causando vulnerabilidad en sus infraestructuras urbanísticas comentó (Natenzon et al., 2020). Los países más desarrollados por causa de las precipitaciones han presentado una mayor complicación en sus estructuras de drenaje pluvial para su elaboración y diseño, por ello, se da la obligación de implantar medidas de solución a esta problemática agregando como alternativa la estructura hidráulica (Sun Tong, Cheng Wu-Qun, 2021). Por otra parte, en Dinamarca se considera que la creación de sistemas novedosos mediante programas proyectados a diseños y modelos de drenajes pluvial es fundamental globalmente, este trae consigo la importancia en su desarrollo, pedagógico, económico y el diseño de este componente es indispensable, óptimo y confiable con el fin de proporcionar una mejor condición de vida a la sociedad (Thorndahl, y otros, 2021).

El Perú es un país vulnerable debido a los cambios climáticos, evidenciada por anomalías como lluvias intensas, provocado por el calentamiento global y otros factores, lo que evidencia una falta de atención y negligencia en el control de infraestructura de sistemas de drenajes pluviales en el país. (Ramirez, et al., 2021). Por lo tanto, el efecto ocasionado por el descuido del control de infraestructura Pluvial como sistema de drenaje eficiente agrava los impactos de eventos climáticos extremo, ya que la población y las áreas urbanas se ven más expuestas a los riesgos asociados con las lluvias intensas, provocando inundaciones y aumentando la probabilidad de derrumbes y deslizamientos. La norma técnica O.S. 0.60 (2006) se rige en las especificaciones técnicas de diseño de los componentes de drenaje pluvial urbano teniendo el propósito de disponer reglas para el diseño que permitirá el adecuado desarrollo para el proyecto con este fin ya que comprende en el almacenamiento y traslado de aguas lluvias en un área urbana.

En la región de Piura, las lluvias han demostrado tener diversos alcances a lo largo del tiempo, siendo especialmente notable durante los fenómenos "El Niño" en 2017 y 2023. (Bocanegra, et al., 2022). Estos eventos climáticos han desencadenado efectos meteorológicos, documentados por SENAMHI, que han afectado significativamente la región, produciendo intensas lluvias en las provincias y distritos, especialmente el distrito más afectado por este fenómeno fue "Veintiséis de Octubre", con la inundación de la avenida Marcavelica, entre la Avenida Grau y la Av. Bosco (Ex-circunvalación) que ha generado en daños a la infraestructura de las casas, interrupción del tráfico, daños a los servicios básicos y problemas de salud. Por esta razón, la problemática aborda la vulnerabilidad de esta avenida ante estas condiciones meteorológicas extremas.

Cabe destacar que la Av. Marcavelica es una de las avenidas principales que ha sido más afectada en su sistema de drenaje. Sin embargo, varios vecinos que residen a inmediaciones de avenida Marcavelica indican que las causas de estos problemas en algunos tramos, se debe a que las rejillas del sistema de evacuación de aguas han sido cubiertas por asfalto dejado interrumpido el drenaje que evacúa las aguas hacia la laguna de Santa Julia y que en tiempos de intensas lluvias el sistema colapsa, ocasionando inundaciones en las casas, daños a las infraestructuras, daños a los servicios básicos y sobre todo problemas de salud en la familias afectadas.

En esta investigación se pretende realizar las siguientes interrogantes como problema general: ¿Cuál es el diseño del sistema de drenaje que permite controlar aguas pluviales en la Avenida Marcavelica en el distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023? y problemas específicos: PE1: ¿Cuál son las características del levantamiento topográfico de la Avenida Marcavelica como parte integral del diseño del Sistema de Drenaje Pluvial, en el distrito Veintiséis de Octubre, Piura-2023?; PE2: ¿Cuál es el estudio hidrológico integral de la Avenida Marcavelica como base fundamental para el diseño del sistema de drenaje en el distrito Veintiséis de Octubre, Piura-2023? ; PE3:¿Cuáles son las dimensiones de la cuneta del sistema de drenaje Pluvial para controlar Aguas Pluviales en la Avenida Marcavelica, distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023? y PE4: ¿Cuál es el diseño de los elementos estructurales del sistema de drenaje

pluvial que permitirá dar seguridad al control de aguas pluviales en la Avenida Marcavelica, distrito Veintiséis de Octubre, 2023?. Por consiguiente, se obtuvo la siguiente: justificación teórica, se sustenta teóricamente al ofrecer un conocimiento valioso en el diseño de sistemas de drenaje pluvial. Su enfoque integral se refleja en la exploración detallada de cada faceta del proceso, desde la topografía hasta la elección precisa de los componentes del sistema. La información generada por esta investigación constituye una contribución valiosa y práctica, susceptible de ser aplicada en la ejecución de sistemas de drenaje. Esto adquiere particular importancia al abordar la problemática de encausamientos de agua durante épocas de verano, lo cual, al implementar las sugerencias derivadas de este estudio, contribuiría significativamente a mitigar los cauces de escorrentías superficiales originadas por lluvias intensas u otros fenómenos similares. Justificación práctica, este proyecto de investigación, pretende estudiar los conocimientos teóricos en el ámbito de la ingeniería, de los cálculos hidráulicos obtenidos con la determinación del dimensionamiento para un diseño óptimo para una cobertura continuo para el área de estudio en el drenaje pluvial. Asimismo, en la justificación social la investigación servirá como base a proyectos futuros el cual, permitirá mejorar en la construcción de un drenaje pluvial para la población debido que esta no cuenta con un servicio, este sistema conlleva a la protección de la infraestructura canalizando el agua de lluvia y la mitigación por las precipitaciones, asimismo, procurará perfeccionar la vida de los habitantes y la transitabilidad. Finalmente, la justificación metodológica, se precisa en la utilización de instrumentos para la captación de información con el reconocimiento del sector, que servirá para la elaboración del proyecto, proponiendo un desarrollo y un método que nos permitirá obtener datos confiables y estudiarlo de forma más adecuada determinando las variables del estudio.

Como objetivo general se propone: Diseñar un sistema de drenaje pluvial que permita controlar las aguas pluviales en la avenida Marcavelica en el distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023 y los objetivos específicos: O1: Realizar el levantamiento topográfico de la avenida Marcavelica como parte integral del diseño del sistema de drenaje pluvial, distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023; O2: Realizar el estudio hidrológico integral de la avenida Marcavelica como base

fundamental para el diseño del sistema de drenaje en distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023; O3: Establecer el dimensionamiento de la cuneta del sistema de drenaje pluvial para controlar aguas pluviales en la avenida Marcavelica, distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023; O4: Diseñar los elementos estructurales del sistema de drenaje pluvial que permitirán dar seguridad al control de aguas pluviales en la avenida Marcavelica, ubicada en el distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023.

El proyecto de estudio tiene como hipótesis planteada, refiere que el Diseño de un sistema de drenaje pluvial permitirá un adecuado control de las aguas pluviales en la Av. Marcavelica en el distrito Veintiséis de Octubre - Piura, 2023. Este Diseño se fundamenta en los principios técnicos del reglamento O.S. 0.60, lo que permite desarrollar un adecuado sistema de drenaje pluvial generando una solución a la problemática de precipitaciones que presenta la región, logrando que esta alternativa sea ejecutada a un futuro en la zona de estudio obteniendo un adecuado control de aguas pluvial y mejorar la calidad de vida de la población.

II. MARCO TEÓRICO

Para nuestro diseño de investigación en relación con las variables de nuestro plan de estudio, se indagó como trabajos previos a nivel nacional, internacional, en otros idiomas y artículos científicos siendo las siguientes:

Para los antecedentes internacionales (Pinca, et al., 2023) en su tesis propuso elaborar un sistema de alcantarillado pluvial que contribuya sostenibilidad a los residentes del sector Dos Ríos (Ecuador). El método empleado para su proyecto fue documental – empírico, la población se destaca en los 600 habitantes de la localidad de Dos Rio del cantón Puerto López. Los resultados se deducen en la topografía al área de contribución por medio del software Global Mapper obteniendo un área de 4.077 Km² y una pendiente de 1.1%, los estudios hidrológicos e hidráulicos se obtuvieron en un Pd de 25 años con una intensidad de 105.6 mm/h, área de diseño de 269.00 m², descarga máxima de escurrimiento de 19.433 m³/s, y por último para el diseño de la estructura se modelo mediante Sewergems con longitud del tramo de 55.6 m, el cual se obtuvo un caudal máximo (Q_{max}) de 107.9 l/s, con una pendiente de diseño (J) de 0.39%. Concluyendo los autores mencionan que de acuerdo al diagnóstico de sus resultados el sistema diseñado tiene como objetivo principal prevenir inundaciones, lo que asegurará un buen servicio a la comunidad.

(Ceme, et al., 2022) describe su plan de estudio como principal objetivo la elaboración de un modelo de alcantarillado pluvial esencialmente en la comunidad de la cabecera parroquial de Noboa, la necesidad de implementar esta estrategia para lograr una óptima solución, debido a las precipitaciones en dicha población. La metodología es de carácter cuantitativo de tipo aplicativo, la población de estudio son los 800 habitantes de la parroquia Noboa. Como resultado se tiene un tiempo de retorno (T) de 10 años, con área de aportación de 14,40 ha., el análisis hidrológico se basó mediante la teoría de Pearson alcanzando una curva IDF obtenida con valores de Intensidad (1156,2368), de periodo retorno (0.185355) y duración (0.61639). Concluyeron que su proyecto está justificado de acuerdo al reglamento de su país referente a la construcción, en base a eso se rigieron al diseño y parámetros hidráulicos del sistema de drenaje estableciendo su durabilidad de diseño dentro de un periodo de 25 años.

(Obalim, y otros, 2022) en su artículo tiene como propósito diseñar un sistema de drenaje eficiente para la Universidad de Ndejje en el Campus Lady Irene, empleando la metodología de enfoque cuantitativa – descriptiva. Obteniendo como resultado una precipitación (Pmax) de 2.93 de intensidad (45.62). Al sustituir T (2 años) en la fórmula anterior, la precipitación máxima diaria es 47.7 mm, de ahí que $R_{24}^2 = 47.7$ mm, con un caudal de diseño de 0.52 m³/s con una velocidad de diseño de 5.2 m/s, obteniendo una sección de una cuneta rectangular con un ancho de base de 1.10 m, tirante 1.32 m y con un espejo de agua de 3.74 m; por lo tanto, el modelo sistemático proyectado de estudio permite con eficiencia controlar el agua pluvial del campus Universitario de Ndejje en el Campus Lady Irene, india.

(Ojeda de la Cruz, et al., 2020) su artículo de investigación tiene por objetivo establecer un sistema de drenaje sostenible referente a la gestión de aguas pluviales en el campus de Hermosillo de la Universidad de Sonora (México), realizaron estudios hidrológicos, topográficos y sociales, como precipitaciones máximas (24hrs), para el método racional de estimación del caudal consideraron un periodo de retorno de 10 años, el diseño hidráulico arrojó un 81% de diámetro del tuvo debido al flujo de agua con una velocidad de 3 m/seg. a 5m/seg. conforme. En conclusión, definieron emplear conocimientos teóricos y prácticos para el diseño hidráulico mediante red de tuberías para el traslado de agua en puntos estratégicos del campus.

Como antecedentes nacionales tenemos a (Marquina, et al., 2022), plantea como objetivo principal plasmar un diseño referente al sistema de drenaje pluvial en el sector Moche Pueblo - Trujillo con el fin de contribuir la sostenibilidad a la población minimizando riesgos de inundación. Por otro lado, la metodología, es de tipo aplicada – no experimental- descriptivo, se tomó como población todas las avenidas y calles del sector Moche pueblo. En los resultados en topografía demuestra perímetros y superficie del terreno plano de las 15 microcuencas de estudio áreas definidas según pendientes, asimismo, se detalla el análisis granulométrico de 5 calicatas obteniendo una clase de suelo (A-2-6) y (A-7-6) en base a AASHTO, material limo arcilloso, los CBR determinados fue de 6%. El registro del análisis hidrológico fue de 52 años (1969-2021) en febrero y marzo

meses con mayor precipitación, también se obtuvo una intensidad de 10 min. y P_{máx.} de 24.53 mm/h, para el diseño hidráulico en la sección del canal actual, tiene un tirante máximo de 0.20 m, y el caudal de 0.44 m³/s; perteneciendo a un flujo subcrítico. Concluyendo que las secciones de diseño se enfrentan a crecientes subcrítico y supercrítico por medio de la cuantía del número de Froud para cada canaleta diseñada.

(Chavez, et al., 2021) realizó su trabajo de estudio con el objetivo de modelar un sistema pluvial para la Av. Perú y el jirón Unión de la ciudad de Trujillo. La metodología es cuantitativa y no experimental, de tipo aplicada – descriptiva, dicha población es la avenida Perú y el Jr. Unión. Los resultados se basaron en estudios topográficos se especifican con pendientes de 0.3% hasta 2.8% considerándose un terreno plano, en el análisis hidrológico cuenta con una intensidad (I_{max.} = 135.4 mm/hr) en marzo de 1991 y el caudal máximo de diseño de 53.149 l/seg. y en la mecánica de suelos cuenta con 8 calicatas clasificándose con 19.8% limite líquido y 19.8% limite plástico según AASTHO. En conclusión, el diseño se determinó en el diámetro de tubería 250 mm, dado que desembocara en el pozo de visita pluvial.

(Victoria, et al., 2021) su trabajo de tesis tiene como propuesta elaborar un diseño de sistema pluvial urbano con el apoyo SWMM para la localidad de Otuzco, programa que se destaca como buen gestor de aguas pluviales. El método es de enfoque cuantitativa-descriptiva. Los resultados para el diseño se determinaron para un tiempo (Tr) de 10 años y se utilizó una onda cinemática para pendientes superiores de 1 %, con pequeños tirantes y velocidades altas, el P_{max.} es de 57.06 mm, con una intensidad de 13,35 min. En conclusión, este modelo de sistema del drenaje tiene la finalidad de prevenir daños a causa de las precipitaciones y cumplimiento de los requisitos del reglamento nacional que establece la red de drenaje en toda habilitación urbana.

De igual forma los artículos en otros idiomas (Ocampo, et al., 2019) the main objective is to analyze the hydraulic behavior of the urban drainage system in eastern Cali, developing a calculation of maximum precipitation, applying a model for rainwater management. The methodology they used in their research was

descriptive-applied, not experimental. The results focused on the creation of representative models for three large events, Eastern Canal Subbasins with 12.20 km, Atopista Canal 1 with 7.57 km, Cañaveralejo Canal 2 with 3.83 km, the hyetograms were made with a concentration time value of 60 minutes, and with return times of 2 and 10 years. In conclusions, mention the hydraulic operation of the drainage system for the scenarios in the years 2030 and 2040, defining it as deficient and identifying the SWMM simulations. It should be noted that the simulations allow us to prioritize possible interventions to improve the drainage system.

A continuación, se presenta una descripción de las teorías relevantes al tema que fundamenta nuestra investigación con especial énfasis en relación a las variables independiente y dependiente, de acuerdo a las dimensiones que estas presentan. El Drenaje pluvial es un servicio básico compuesto por un sistema o red de drenaje de aguas pluviales que recolecta, transporta y controla el agua hacia un canal receptor (Ministerio de Vivienda, 2021). Las dimensiones están compuestas en estudios topográficos, hidráulicos y diseño técnico, rigiéndose a la normativa O.S 0.60 (Drenaje Pluvial Urbano, 2006). El Agua pluvial se denomina agua de lluvia y la producción de aluviones o inundaciones. Mediante esto se implementa el Control del agua pluvial, cumpliendo un papel importante en el desarrollo urbano (Sánchez, et al., 2022). Las dimensiones están distribuidas en impactos de lluvia, escorrentía superficial y seguridad de la estructura.

Por lo general, según la normativa (Drenaje Pluvial Urbano, 2006) se tiene en cuenta las especificaciones para el diseño, el cual se destaca en el análisis hidrológico de la construcción realizado en un área transitable de personas potencialmente afectadas por elementos. Se requiere un levantamiento topográfico para determinar las intersecciones que seguirá el sistema de evacuación pluvial. Las estructuras de drenaje para aguas pluviales son básicas y deben prepararse teniendo en cuenta la máxima seguridad para quienes se beneficiarán de la red. Si se requiere un sistema de drenaje para cumplir con las expectativas del usuario, es imperativo que todos los factores relevantes del

drenaje de aguas pluviales y el medio ambiente se investiguen adecuadamente, teniendo en cuenta los recursos naturales.

Seguidamente se detallan los siguientes enfoques conceptuales referentes a las dimensiones de las variables de estudio. El MTC (Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2011) menciona tipos de sistemas de drenaje, por lo tanto, se denomina “drenaje” a la función que esta emplea, el cual es asegurar la salida del agua. En general es un sistema distribuido en instalaciones por medio de tuberías. Se destaca 2 tipos de sistemas de drenajes, estas se clasifican en: Drenaje longitudinal; conocidos como drenajes superficiales, esta se ocupa en captar y almacenar escurrimientos, estos son construidos mediante conductos abiertos en los terrenos se les llama canales, zanjas; en cambio el drenaje subterráneo; se utiliza principalmente para la evacuación del agua.

Estos sistemas de drenajes hidráulicos dependen de la pendiente del área del suelo. se dividen en: canal o acueducto; son zanjas excavadas paralelas a la superficie por las líneas inclinadas en el suelo, con o sin de mampostería, madera, hormigón, etc. su finalidad es asegurar el drenaje del agua de lluvia; construcción superficial: Definiéndose como coeficiente de escorrentía, correlación entre caudal de agua y precipitación en un punto de captación.; del mismo modo, la construcción de alcantarilla, hace referencia al caudal del diseño, mecanismo que permite saber el volumen del líquido que se transportará en un periodo. Además, del coeficiente de rugosidad, donde los datos establecen los niveles de resistencia superficial de los muros y canales a medida que el flujo los atraviesa (Drenaje Pluvial Urbano, 2006 pág. 5).

Por otro lado, los tipos de sistemas de drenajes pluviales, según (Bonilla, et al., 2022), el drenaje pluvial está constituido por sistemas de alcantarillado, por ende, el tipo de agua que transporta se encuentran clasificados de la siguiente manera: sistemas de alcantarillado sanitario; tiene como función evacuar solo aguas servidas. Se componen en planta de tratamiento, caja de inspección, red de domiciliaria, colector y pozo de inspección. Consiguiente el sistema de alcantarillado pluvial, se encarga de dirigir las aguas derivadas en una urbanización hasta un determinado cause evitando inundaciones. Está

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de lluvia

A: área de cuenca

Del mismo modo, la Velocidad mínima se realiza de acuerdo con la norma técnica para diseñar los sistemas de drenaje pluvial, debe de tener una velocidad mínima de 0.90 m/s, la cual el agua debe recorrer para que se eviten que las tuberías o canales colapsen. Otra consideración es la Velocidad máxima, centrada al diseño que se debe de considerar el flujo para que se pueda evitar el daño a un conducto. Asimismo, los caudales de escurrimiento, sirve para calcular la magnitud del flujo en el diseño aplicando el método racional el cual se puede usar siempre y cuando el drenaje sea menor a 13 Km². Y las cunetas, constituyen la primera etapa del escurrimiento pluvial. También cuenta con pendiente longitudinales.

Tabla 1. *Diseño de coeficientes de escorrentía*

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
ÁREAS URBANAS	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Asfalto							
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	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57

Plano 0 - 2%							
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	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Plano 0 - 2%							
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: Drenaje Pluvial Urbano – Norma técnica O.S. 0.60.

Tabla 2. Coeficiente de rugosidad

Cunetas de las calles	Coeficiente de rugosidad N
a. Cuneta de concreto con acabado paleteado	0,012
b. Pavimento Asfáltico	
1) Textura Lisa	0,013
2) Textura Rugosa	0,016
c. Cuneta de concreto con Pavimento Asfáltico	
1) Liso	0,013
2) Rugoso	0,015
d. Pavimento de concreto	
1) Acabado con llano de Madera	0,014
2) Acabo de escobillado	0,016
e. Ladrillo	0,016
f. Para cunetas con pendiente pequeña, donde el sedimento puede acumularse, se incrementarán los valores arriba indicados de n , en:	0,002

Fuente: Drenaje Pluvial Urbano – Norma técnica O.S. 0.60.

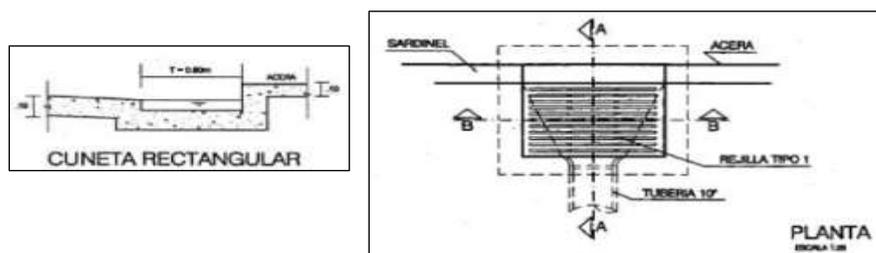


Figura 2. Sección transversal y rejilla de cuneta rectangular

Asimismo, la hidrología se enfoca en el análisis entre la relación del agua terrestre y las estructuras hidráulicas con el fin determinar su adecuado funcionamiento. Estos criterios son: periodo de diseño, según la Norma técnica O.S. 0.60 Drenaje Pluvial Urbano (2006), describe los parámetros que se debe emplear en el diseño del sistema de drenaje menor considerando periodos de retorno entre 2 y 10 años. Se resalta que para el periodo de retorno de 2 años corresponde a pueblos pequeños. En cambio, para el sistema de drenaje mayor deberá ser diseñado para un periodo de retorno de 25 años. Otro criterio es el periodo de retorno que es el tiempo promedio (en años) en que se alcanza o excede una descarga máxima de una creciente específica una vez en "T" años. Todo esto se aplica en diseño de Obras Hidráulicas. De acuerdo al criterio de Modelos de distribución, se da para el análisis estadístico de datos hidrológicos, basándose en el análisis de frecuencias de precipitaciones, intensidades o caudales máximos para diferentes tiempos de retorno y el Impactos de Lluvias se relaciona a los eventos de precipitaciones, se desarrolla en la evaluación de impacto ambiental (EIA), debido a la intensidades, medida, frecuencia y esorrentía superficial que presenta. Se deberá considerar las negligencias ambientales en el área, el cumplimiento de la normativa, dificultades a causa de las precipitaciones en canal receptor, presencia de desastres naturales, evitar la acumulación de agua por más de un día, evaluación socioeconómica del proyecto, aspectos de seguridad peatonal y vehicular. En general debido a los eventos que pueden presentarse se debe tener en cuenta la funcionalidad y conservación del sistema de drenaje.

En conclusión, en base a toda la teoría y conocimientos previos mencionados referente a nuestro tema de investigación, procure determinar que el diseño esencial en drenaje pluvial proporcione buenos resultados en la evacuación de las aguas pluviales en la Av. Marcavelica.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El estudio titulado Diseño del sistema de drenaje pluvial para controlar aguas pluviales en la Avenida Marcavelica, Distrito veintiséis de octubre, Piura, 2023 manifestó un aspecto de investigación, fundamentándose al estudio de datos detallados y se importó en la efectividad de la problemática.

Tipo de investigación

Para los autores (Castro Maldonado, et al., 2022) menciona que la investigación aplicada se caracteriza: “En utilizar el conocimiento adquirido para plasmar la solución de un problema practico.”

Por ende, la investigación se determinó de tipo aplicada, en el sentido de que se utilizan métodos existentes para resolver las preguntas planteadas intentando desarrollar la información y conocimientos principales, de acuerdo al estudio de diseño y la gestión de sistemas de drenaje de aguas pluviales para mejorar las aguas pluviales.

Enfoque de Investigación

Según (Ramirez, et al., 2021) manifiesta que la investigación cuantitativa se basa en: “Recopilar datos reales del área de estudio para luego analizarlos y aplicarlos empleando procedimientos estadísticos.”

El enfoque de estudio fue de aspecto cuantitativo, especialmente porque este método se utiliza técnicas de análisis matemático y estadístico para representar y explicando cada y procedimiento de datos numéricos.

Diseño de la investigación

Para (Hernández Sampieri, et al., 2014) el diseño de investigación no experimental es aquella que: “Se enfoca en la observación del fenómeno de estudio para analizarla sin manipular las variables independientes.” “Transversal se precisa en la recolección de datos en un tiempo determinado.”

El diseño de estudio se determinó en no experimental, se usó las variables de estudio y de representación transversal, en la recolección de datos.

Nivel de la Investigación

El nivel descriptivo “Se centra en recoger información autónoma en relación a las variables de estudio” (Ramos, et al., 2020). Nuestro proyecto de investigación se proyectó de manera teórica fundamentada, mediante estudio y la indagación de datos.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Diseño del Drenaje pluvial

Definición conceptual: Sistema de drenaje de aguas pluviales o red que se encarga en recoger y drenar el agua de lluvias y la dispone en cuerpos de agua receptores diseñados para este fin.

Definición operacional: Diseño de una instalación de captación de agua pluvial en base a la hidrología que presenta el área de estudio conforme a sus características físicas, topográficas e hidrológicas.

Variable dependiente: Controlar aguas pluviales

Definición conceptual: El Agua pluvial se denomina agua de lluvia y estas no son absorbidas por el suelo, siendo que este fluido se forme en charcos generando inundaciones.

Definición operacional: El control de aguas pluviales es una práctica fundamental para la gestión urbana sostenible, mediante métodos de conducción del agua de lluvia de manera eficiente.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población

Según (Cordova, et al., 2023), la población de estudio se denomina como: “Conjunto sistémico de elementos de un fenómeno con el propósito de

estudio.” En el presente estudio la población está conformado por 456.50 m de la avenida Marcavelica del distrito de Veintiséis de Octubre.

Muestra

La muestra se basa en la “limitación del costo o tiempo determinado que abarca la zona de estudio” (Cordova, et al., 2023).

Por ende, la muestra en la investigación es igual a la población por tratarse de una población pequeña, por lo que es fundamental que la muestra se precisa para garantizar que los resultados sean óptimos.

Muestreo

Para (Hernández Sampieri, et al., 2014) es llamado muestreo al “Conjunto de procedimientos desarrollado en el estudio de la distribución de características concretas de una población o muestra”.

Por lo tanto, este elemento se sustenta en recoger el análisis de la muestra elegida, de modo que, verifica la elección de la muestra requiriendo las características de la investigación.

Unidad de análisis

Precedentemente se indicó que se analizará el modelo de unidad de análisis considerando que el producto cumplía con los estándares establecidos por los reglamentos técnicos del Perú.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

(Cordova, et al., 2023), destaca que este tipo de técnica enmarca a los métodos que se realizan para el registro de observaciones.

De acuerdo a lo mencionado se deduce, la aplicación de métodos y fuentes de recojo de datos confianza en los resultados y capacidad para elegir la identificación y los procedimientos que ayudarán a resolver el problema, estos aumentan la fiabilidad de los efectos, siendo los más comunes las observaciones, el análisis de archivos y encuestas.

Instrumento de recolección de datos

(Cordova, et al., 2023) menciona que un Instrumento: “Se encarga de recopilar información básicamente mediante técnicas donde el investigador pueda utilizar para abordar un fenómeno, como también estudiarla.” Puntualmente, percibimos que el método que estará registrando. Ante todo, en la superficie existente.

- ✚ Mecanismo.

- ✚ Recopilación de Datos.

- ✚ Herramientas Topográficas.

- ✚ Fichas técnicas mediante programas informáticos Excel, AutoCAD, SAP 2000 - Civil 3D, H canales.

Validez del instrumento

Este componente constituye el pilar fundamental para determinar la excelencia y viabilidad de la investigación (Hernández Sampieri, et al., 2014).

Por lo tanto, la calidad de estas herramientas es crucial. Este estudio demostró la efectividad de la ficha técnica de recolección de datos de esta manera confiables para sustentar nuestro estudio.

Confiabilidad del instrumento

Se basa al “Grado en el que se realizara reiteradamente al individuo u objeto para la elaboración de resultados iguales” (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2014).

Los resultados sugieren que la confiabilidad de la medición es esencial para probar resultados estables y consistentes, ya que se refiere a la concordancia entre las diferentes partes de un instrumento de investigación.

3.5. Procedimientos

Para poder llevar a cabo nuestro proyecto de investigación se requirió un análisis del sector, siguiendo los procedimientos adecuados:

Etapa 1: Reconocimiento de la zona de estudio

En esta fase inicial se recopilará la información necesaria para el estudio sobre la infraestructura, datos meteorológicos de la zona realizando una inspección de campo en la parte problemática con la investigación de referencia del sector Veintiséis de Octubre documentado con fotografías. Se realizó visita a campo de la Avenida Marcavelica para identificar las áreas problemáticas con el acompañamiento de equipo topográfico.

Localización Geográfica

Departamento : Piura

Provincia : Piura

Distrito : Veintiséis de Octubre

Coordenadas : 5°10'55.13 S" 80°40'7.57O"

Tabla 3. *Características de la avenida*

Características de la Vía actual	
Nombre	Avenida Marcavelica
Clasificación	Vía colectora
Longitud	0.0456.50 km
Ancho de la calzada	3.5 metros
Superficie de rodadura	Concreto
Veredas	Concreto, ancho promedio: 6.0 m
Cunetas	No presenta
Bombeo	No presenta
Alcantarillas	No presenta
Bermas	No presenta
Estancamiento	Si presenta
Cámara de reunión	Existente

Fuente: Elaboración propia



Figura 3. Avenida Marcavelica

El tramo en estudio comprende una longitud de 456.52 m. Ubicado entre las avenidas Grau y Don Bosco (Ex-Circunvalación), distrito Veintiséis de Octubre y departamento de Piura.

Etapa 2: Evaluación de la situación Actual del sistema de drenaje:

En esta parte se procederá a la identificación de las deficiencias del sistema de drenaje actual. Para ello, se analizarán las áreas con mayor incidencia de inundaciones en el sector y se realizarán encuestas a los residentes de la Avenida Marcavelica, para conocer su percepción sobre los problemas de drenaje. En relación con la situación es fundamental el diseño de este componente de drenaje pluvial adecuado para la zona, con el objetivo de atender las necesidades de la población local y asegurar su bienestar.

Tabla 4. Deficiencias del sistema de drenaje pluvial

Descripción	Problemática encontrada
Avenida Marcavelica	<ul style="list-style-type: none"> ● Falta de drenaje pluvial en algunos tramos. ● Cámaras de reunión existentes inoperativas. ● Malos materiales en la implementación(estructura) de alcantarillas.
Población	<ul style="list-style-type: none"> ● Riesgo de inundación. ● Pérdidas materiales. ● Peligro de vida. ● Tráfico vehicular y peatonal. ● Falta de planeación: charlas preventivas (concientización) ● Abandono por el gobierno.

-
- | | |
|----------|--|
| Gobierno | <ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimiento de inversión en obras públicas. • Evaluación de programas de conciencia ambiental. • Falta de inspección, limpieza y mantenimiento preventivo en la red. • Reuniones con la comunidad para escuchar las problemáticas que presentan. • Obligaciones con las necesidades de la población. |
|----------|--|
-

Fuente: Elaboración propia

Áreas de inundación

A principios del presente año 2023, la temporada de intensas lluvias impactó significativamente la región de Piura, principalmente en el sector Veintiséis de Octubre, debido a la magnitud de las precipitaciones generó inundaciones en las zonas aledañas a la avenida Marcavelica, como almacenamiento de aguas pluviales, a la inexistencia de un sistema de drenaje pluvial adecuado en el tramo de estudio y la inoperatividad en la parte de un tramo del sistema existente.



Figura 4. Zona afectada

Deficiencia en la infraestructura por acumulación de aguas pluviales para el tránsito vehicular volviéndose una zona riesgosa para los pobladores en trasladarse a sus puntos de destino.

Etapas 3: Características topográficas

Levantamiento topográfico

Se evaluó las condiciones en la que se encuentra la avenida haciendo un respectivo levantamiento topográfico para verificar los puntos de referencia a fin de un relativo perfil longitudinal, la avenida Marcavelica, ubicada en el distrito Veintiséis de octubre - provincia de Piura, tiene una longitud de 456.50

m. Asu vez, se contó con la información proporcionada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), organismo rector de la Cartografía en Perú. Esta entidad facilitó datos técnicos como bases y puntos conocidos, los cuales sirvieron de apoyo para la realización de los levantamientos topográficos.

Zona : Equivalente 17 M, respectivo al Meridiano de Greenwich

Elipsoide : WGS-84, en Influencia Universal Transversa Mercator (U.T.M)

Datum : Alturas referidas sobre el nivel medio del mar (s.n.m.m).

Ubicación Geográfica

La vía Marcavelica se encuentra ubicada entre Avenida Grau y Calle Av. Bosco, distrito Veintiséis de Octubre, Provincia de Piura, Departamento de Piura.

Tabla 5. Progresiva Inicial

Progresiva	Latitud Norte	Longitud Este	Altitud
0+000	5° 11' 22.55"	80° 38' 06.10"	29.42 m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Progresiva Final

Progresiva	Latitud Norte	Longitud Este	Altitud
0+0456.5	5° 11' 09.74"	80° 38' 01.68"	28.548 m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia

Nuestro trabajo de estudio, está geográficamente localizado según los planos del área, en las siguientes coordenadas UTM (zona 17M): Este 538,425 y Norte Prog. 9,427.050 Km 0+000 y Este 538,350 y Norte 9, 426.600 Prog. Km 0+456.50, este encuentra en el distrito Veintiséis de Octubre, a una altitud de 28.548 m.s.n.m.



Figura 5. Ubicación geográfica (UTM)

Para el procedimiento consistió en realizar el levantamiento con sus progresivas de las cotas terreno, rasante y subrasante, como así también altitud de corte y relleno, por último, la pendiente. Respecto a la alineación de las progresivas partiendo de la Av. Grau como punto inicial +0.00, como base fundamental para determinar las coordenadas precisas de cada punto estos se realizaron con la ayuda de wincha métrica en el punto de referencia dejando las progresivas marcadas en el arcén, el pavimento y BM's cada 20 m de distancia, llegando total del tramo a un promedio de 456.50m, proyectándose para el drenaje pluvial.



Figura 6. Verificación de altura de instrumento y marcado de puntos.

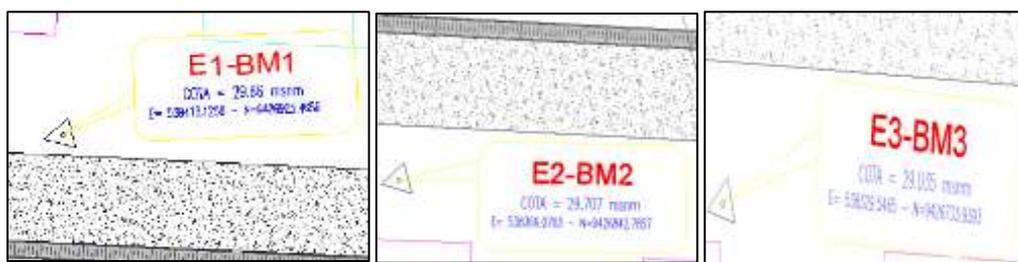


Figura 7. Poligonal Abierta de Apoyo BM01-BM03.

Las coordenadas registradas están referidas al sistema WGS84-zona17-h.sur tomando como tangente de partida o referencia los hitos (E1BM1-E2BM2-E3BM3) se procedió a referenciar a toda la poligonal de enlace mediante el método de radiación (ángulos y distancia) con equipo Nivel topográfico, la data topografía es referida al software de dibujo Civil 3d 2018.

Etap 4: Datos hidrológicos y meteorológicos

La información hidrológica y meteorológica del sector se recopiló a partir del sitio web oficial de (Senamhi), mediante los pasos siguientes, primero se tuvo que registrar nuestros datos, por consiguiente, se envió un correo electrónico dirigido a la institución para proceder con la descarga, referente al departamento de Piura con fecha actual 23/08/2023. De acuerdo a esta información recogida se enfocará en el estudio hidrológico de la Avenida Marcavelica del distrito Veintiséis de Octubre. A continuación, todos los datos meteorológicos e Hidrológicos se obtienen de (SENAMHI).

Tabla 7. Caracterización de extremos de precipitación

Umbrales de Precipitación	Caracterización de Lluvias Extremas
Precipitación Acumulada/día >99p	Extremadamente lluvioso
95p<Precipitación Acumulada/día ≤99p	Muy lluvioso
90p < Precipitación Acumulada/día ≤95p	Lluvioso
75P < Precipitación Acumulada/día ≤90p	Moderadamente Lluvioso

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Registro meteorológico del evento “El Niño”, mes de abril año actual

Estación: MIRAFLORES				
Departamento:	PIURA	Provincia:	PIURA	Distrito: CASTILLA
Latitud:	5°10'31"	Longitud:	80°36'59.55"	Altitud: 34 msnm.
Tipo:	MAP - Meteorológica	Código:	105100	
Día / Mes / Año	Temperatura (°C)		Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/día) Total
	Max	Min		
01/04/2023	33	23.6	S/D	0
02/04/2023	33.6	24.8	84.9	<u>93.2</u>
03/04/2023	32	25	86.4	20.5
04/04/2023	32.2	24.6	87.1	1
05/04/2023	32	24.8	85.3	75
06/04/2023	30.6	24.4	91.6	1.5
07/04/2023	31.8	24	83.3	0
08/04/2023	33.4	24.2	81.9	15.8
09/04/2023	32.6	24.6	83.5	0.4
10/04/2023	32	24.8	84.3	21.5
11/04/2023	30.4	24.6	88.1	5
12/04/2023	32	23.8	85.7	0.1
13/04/2023	32.8	24	81	11
14/04/2023	33.2	23.8	78.6	0
15/04/2023	32	S/D	S/D	0
16/04/2023	31.4	24.8	87	13.3
17/04/2023	32.2	24	82.1	0
18/04/2023	33	24.8	74.4	0
19/04/2023	33	24.6	72.2	0.3
20/04/2023	32.4	24	70.6	0.2
21/04/2023	33.4	24.6	81.8	1.8
22/04/2023	33.6	24.8	81.4	26.6
23/04/2023	32.2	24.6	82.9	11.6
24/04/2023	32.4	23.8	79.9	0
25/04/2023	32.2	24.6	78.3	11.5
26/04/2023	32.4	23.2	79.8	7.2
27/04/2023	32.6	23.4	80.6	0.4
28/04/2023	32.6	22.8	78.7	0
29/04/2023	31.4	23.8	78	4.4
30/04/2023	33.2	23.8	79.3	0

Fuente: (SENAMHI, 2023)

Esta base de datos de la tabla 5. según Senamhi, se puede decir que el 02 de abril se obtuvieron valores pluviométricos muy altos de 93.2 mm/día, presentándose como evento del fenómeno “El Niño” – 2023.

Rigiéndose de acuerdo a la Norma Técnica O.S. 0.60 nos señala que para sistemas de evacuación pluvial en áreas urbanas de menos captación el periodo de retorno debe ser 2 a 10 años (para pueblos pequeños), siendo así, este estudio se describirá en un tiempo establecido de 5 y 10 años. Se distribuirá con un registro pluviométrico de 25 años (máximos Anuales) a partir del 1998 al 2023 de la elegida estación “Miraflores” para el desarrollo en el sector de estudio. Estos datos se detallarán en las siguientes tablas.



Figura 8. Estación meteorológica “Miraflores” - plataforma Senamhi.

Tabla 9. Ubicación de la Estación Miraflores.

Estación Miraflores				
Departamento:	Piura	Provincia:	Piura	Distrito: Castilla
Latitud:	5°10'31"	Longitud:	80°36'59.55"	Altitud: 34 msnm.
Tipo:	MAP - Meteorológica	Código:	105100	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Precipitaciones máximas de los últimos 25 años

Nº	Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prec. Max. (Pmm/anua)
01	1998	<u>768.7</u>	500.0	485.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	768.7
02	1999	5.8	33.6	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.6
03	2000	2.2	10.5	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5
04	2001	11.3	5.9	162.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	162.3
05	2002	0.0	4.1	132.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	132.0
06	2003	4.1	22.4	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.4
07	2004	4.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6
08	2005	2.2	0.7	17.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7
09	2006	0.0	26.9	30.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.7
10	2007	6.5	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5
11	2008	7.2	92.3	54.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	92.3
12	2009	29.7	21.9	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.7
13	2010	1.0	64.2	25.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	64.2
14	2011	1.4	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
15	2012	4.0	69.0	26.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	69.0
16	2013	0.8	9.2	42.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.5
17	2014	0.3	9.9	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9
18	2015	0.2	0.3	43.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.3
19	2016	188.6	52.0	82.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	188.6
20	2017	84.0	198.2	500.8	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	500.8
21	2018	1.5	0.5	0.0	5.3	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	2.3	5.3
22	2019	2.5	37.9	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	11.0	37.9
23	2020	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
24	2022	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
25	2023	0.0	24.2	291.0	322.3	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	322.3
	Max	768.7	500.0	500.8	7.1	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.2	11.0	768.7

Fuente: SENAMHI, 2023

Los datos que se muestran son de los últimos 25 años del registro del SENAMHI de la estación Miraflores, obteniendo una precipitación máxima en el año 1998 de enero con 768.7 mm/día, estos datos se emplearon para el diseño de drenaje pluvial de la AV. Marcavelica del distrito de Veintiséis de octubre, provincia de Piura.

Etapas 5: Cálculo hidráulico

Debido a la situación que se encuentra la vía se describirán los estudios sobre la cuenca ya que esta merece un procedimiento específico debido a que se encuentran en áreas con un relieve casi plano. Por ende, se pretende buscar soluciones apropiadas para el manejo de aguas de lluvia y escorrentía por medio de una canalización debajo de la vía mediante cunetas en la superficie con el fin de evitar daños materiales al sector.

Por esta razón, es importante el análisis hidrológico e hidráulicos en la parte de estudio con el propósito de disminuir los impactos originados por eventos meteorológicos como “El Niño”; en este sentido, el diseño del sistema de drenaje para la avenida Marcavelica comprende lo siguiente:

Análisis de intensidad de precipitación

“La magnitud de la precipitación se basa en la cantidad de milímetros llovidos en un tiempo determinado” (Ramírez López, 2019).

Para concluir, la intensidad de lluvia, es la fase inicial del estudio hidrológico (como se indica en la etapa 1) derivándose a la parte de estudio, el cual, se tomó en cuenta como punto de referencia la estación hidrológica Miraflores. A fin de determinar el procedimiento en verificar la consistencia de la información de precipitaciones máximas diarias anuales. De este modo, la zona de captación más cerca al sector, es el Río Piura cuya información se dedujo el monitoreo hidrológico de SENAMHI y las características geomorfológicas y entre otros estudios del portal ANA (Autoridad Nacional del Agua).

Cálculo de la Intensidad Máxima

La determinación de intensidad máxima se procedió a recopilar datos de la plataforma digital del “Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú” sobre la precipitación máxima de 24 horas (anuales). Rigíendose de acuerdo a la Norma Técnica O.S. 0.60 nos señala que para sistemas de evacuación pluvial en áreas urbanas de menos captación el tiempo de retorno debe ser 2 a 10 años (para pueblos pequeños), siendo así, este estudio se

describirá para un lapso de retorno de 5 y 10 años. Por ello, se distribuirá con un registro pluviométrico de 25 años (máximos Anuales) a partir del 1998 al 2023 de la elegida estación “Miraflores” para el dicho cálculo.

Precipitación máxima probable

Según (Campo Aranda, 2020) la precipitación máxima probable, “Es la precipitación más alta para una duración meteorológicamente determinado”. El alcance de estas anomalías se relaciona con la frecuencia mediante una distribución de probabilidad. Por esta razón, se utilizó un modelo probabilístico que es la “Distribución de Gumbel”, con el propósito de calcular sus parámetros de las variables aleatorias. Asimismo, se logrará precisar la magnitud de la anomalía para un límite de tiempo de retorno.

Tabla 11. *Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel*

N.º	Año	Meses con mayor precipitación	Precipitación (mm)	
			X_i	$(X_i - \bar{X})^2$
01	1998	Enero	768.7	441937.7667
02	1999	Febrero	33.6	4944.339856
03	2000	Febrero	10.5	8726.549056
04	2001	Marzo	162.3	3408.691456
05	2002	Marzo	132.0	788.711056
06	2003	Febrero	22.4	6644.858256
07	2004	Enero	4.6	9863.667856
08	2005	Marzo	17.7	7433.198656
09	2006	Marzo	30.7	5360.582656
10	2007	Enero	6.5	9489.877056
11	2008	Febrero	92.3	134.931456
12	2009	Enero	29.7	5508.014656
13	2010	Febrero	64.2	1577.360656
14	2011	Febrero	1.8	10427.67746
15	2012	Febrero	69.0	1219.127056
16	2013	Marzo	42.5	3771.925056
17	2014	Febrero	9.9	8839.008256
18	2015	Marzo	43.3	3674.299456
19	2016	Enero	188.6	7171.379856
20	2017	Marzo	500.8	157516.9095
21	2018	Abril	5.3	9725.115456
22	2019	Febrero	37.9	4358.112256
23	2020	Marzo	0.3	10736.27546
24	2022	Diciembre	1.0	10591.70306
25	2023	Abril	322.3	47691.57146
Total			2597.9	781541.7

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la avenida, se enfoca en la intensidad de lluvia, empleando el método de Gumbel para la precipitación promedio tiene la siguiente formula:

$$X = \frac{\sum x_i}{n}$$

Donde:

X = Media aritmética

X_i = Gasto máximo anual (m³/s)

n = Número total de datos

Entonces:

De la Ecuación 1, alcanzamos el procedimiento para la media aritmética.

$$X = \frac{\sum_n X_i}{n} = \frac{2597.9}{25} = 103.9 \frac{mm}{dia}$$

La ecuación de la “desviación estándar” se desarrolla:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{902564.38}{25-1}} = 193.92 \text{ mm}$$

De igual forma en la cuarta ecuación obtenemos el valor de los parámetros α ;

y μ :

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S = 140.70 \text{ mm}$$

$$\mu = X - 0.5572 * \alpha = 22.70 \text{ mm}$$

Tabla 12. Precipitaciones diarias máximas

Periodo de Retorno	Variable Reducida	Precipitación (mm)	Probabilidad de ocurrencia	Corrección de intervalo
Años	YT	XT'(mm)	F(XT)	XT (mm)
2	0.3665	74.2722	0.5000	83.9276
5	1.4999	233.7461	0.8000	264.1331
10	2.2504	339.3318	0.9000	383.4449
25	3.1985	472.7395	0.9600	534.1956
50	3.9019	571.7090	0.9800	646.0312
100	4.6001	669.9477	0.9900	757.0409
200	5.2958	767.8279	0.9950	867.6456
500	6.2136	896.9623	0.9980	1013.5674

Fuente: Elaboración propia

El desarrollo de cálculo de la **tabla 12** se emplearon las siguientes fórmulas de “Gumbel”:

La variable reducida (Y_T) calculada se define por:

$$Y_T = -\ln\left(\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right)$$

Al igual la Precipitación (mm) se precisa en:

$$X = X_T = \mu + Y_T * \alpha$$

De la misma forma para la probabilidad de ocurrencia $F(X_T)$ esta se calcula por:

$$X_{(X,\mu,\alpha)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-\mu}{\alpha}\right)}}$$

Consecutivamente se procede con la Ecuación 9, de la Corrección de intervalo X_T (mm):

$$X_{t,corregido} = 1.13 * X_t$$

Tabla 13. Precipitaciones por retorno

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración							
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	200 años	500 años
24 hr	X24 = 100%	83.9276	264.1331	383.4449	534.1956	646.0312	757.0409	867.6456	1013.5674
18 hr	X18 = 91%	76.3741	240.3612	348.9349	486.1180	587.8884	688.9072	789.5575	922.3464
12 hr	X12 = 80%	67.1421	211.3065	306.7559	427.3565	516.8249	605.6327	694.1165	810.8540
8 hr	X8 = 68%	57.0707	179.6105	260.7425	363.2530	439.3012	514.7878	589.9990	689.2259
6 hr	X6 = 61%	51.1958	161.1212	233.9014	325.8593	394.0790	461.7949	529.2638	618.2761
5 hr	X5 = 57%	47.8387	150.5559	218.5636	304.4915	368.2378	431.5133	494.5580	577.7334
4 hr	X4 = 52%	43.6423	137.3492	199.3914	277.7817	335.9362	393.6613	451.1757	527.0551
3 hr	X3 = 46%	38.6067	121.5012	176.3847	245.7300	297.1743	348.2388	399.1170	466.2410
2 hr	X2 = 39%	32.7318	103.0119	149.5435	208.3363	251.9522	295.2459	338.3818	395.2913
1 hr	X1 = 30%	25.1783	79.2399	115.0335	160.2587	193.8093	227.1123	260.2937	304.0702

Nota: Los resultados de la precipitación se expresa en tiempos de duración en día (24hrs) y en un tiempo de 2 a 500 años.

Regresiones I - D- T:

Las curvas I-D-T se utiliza como modelo, en base al análisis de frecuencias de precipitaciones de acuerdo al periodo de retorno y el tiempo de duración proporcionado, para eventos extremos”.

Tabla 15. *Periodo de retorno (Regresión T = 5)*

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2	
1	1440	11.0055	7.2724	2.3984	17.4421	52.8878	
2	1080	13.3534	6.9847	2.5918	18.1028	48.7863	
3	720	17.6089	6.5793	2.8684	18.8719	43.2865	
4	480	22.4513	6.1738	3.1113	19.2088	38.1156	
5	360	26.8535	5.8861	3.2904	19.3676	34.6462	
6	300	30.1112	5.7038	3.4049	19.4208	32.5331	
7	240	34.3373	5.4806	3.5362	19.3808	30.0374	
8	180	40.5004	5.1930	3.7013	19.2208	26.9668	
9	120	51.5060	4.7875	3.9417	18.8708	22.9201	
10	60	79.2399	4.0943	4.3725	17.9024	16.7637	
10	4980	326.9675	58.1555	33.2169	187.7889	346.9435	
Ln (d) =		6.9063	d =	998.5620	n =	-0.6164	

Tabla 14. *Regresión (10 años)*

Periodo de retorno para T = 10 años							
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2	
1	1440	15.9769	7.2724	2.7711	20.1528	52.8878	
2	1080	19.3853	6.9847	2.9645	20.7063	48.7863	
3	720	25.5630	6.5793	3.2411	21.3243	43.2865	
4	480	32.5928	6.1738	3.4841	21.5100	38.1156	
5	360	38.9836	5.8861	3.6631	21.5616	34.6462	
6	300	43.7127	5.7038	3.7776	21.5468	32.5331	
7	240	49.8478	5.4806	3.9090	21.4237	30.0374	
8	180	58.7949	5.1930	4.0741	21.1564	26.9668	
9	120	74.7718	4.7875	4.3144	20.6553	22.9201	
10	60	115.0335	4.0943	4.7452	19.4286	16.7637	
10	4980	474.6622	58.1555	36.9444	209.4659	346.9435	
Ln (d) =		7.2791	d =	1449.6232	n =	-0.6164	

Fuente: Elaboración propia

Etapa 6: Áreas de drenaje

En la zona de estudio se han determinado cinco cuencas, denotadas como “Cuenca C01”, “Cuenca C02”, “Cuenca C03”, “Cuenca C04”, “Cuenca C05” tal como se muestra en la tabla N° 16.

En general, cuanto mayor es el área de cuenca, mayor es la cuantía de escorrentía superficial, definiéndose en un mayor flujo superficial. A continuación, se muestra las cuencas identificadas en la zona del proyecto:

Tabla 16. Características de las cuencas

Cuencas	Área (m2)	Perímetro (m)	Longitud de cauce (m)
Cuenca C 01	38,816.00	998.00	427.00
Cuenca C 02	45,194.18	1,417.00	363.00
Cuenca C 03	22,138.39	624.48	228.52
Cuenca C 04	47,620.32	1,120.36	443.56
Cuenca C 05	11,723.91	513.14	67.00

Fuente: Elaboración propia.

La forma de la cuenca se expresa en:

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

K_f = Factor de forma.

A = Área de la cuenca (Km²)

L = Longitud de la cuenca (Km)

Según la distribución de cuencas a lo largo de la zona de estudio, se observa que, por lo general, los cauces tienden hacia la Av. Marcavelica, existiendo una escorrentía superficial.

Coeficiente de compacidad

El factor de densidad tiene influencia con la circunferencia de la cuenca y el círculo equivalente. Esto lleva a:

$$K_c = \frac{0.282 P}{A^{1/2}}$$

Donde:

- K_c = Coeficiente de compacidad.
 P = Perímetro de la cuenca.
 A = Área de la cuenca.

En la tabla N° 17, se muestran los resultados del factor de forma y el grado de compacidad que se han obtenido para cada una de las subcuencas que se han analizado. En el que se observan que dichas subcuencas, tienen un factor de forma que oscila entre 0.038 – 0.057 y un coeficiente de compacidad de 1.18 a 1.45, concluimos que se trata de una cuenca con respuesta retardada al escurrimiento.

Tabla 17. Características significativas de las 5 cuencas

Nombre de la Cuenca	Perímetro (m)	Área total (m2)	Longitud del cauce(km)	Factor de forma – kf	Factor de Compacidad
Cuenca 01	997.62	38816.11	0.43	0.039	1.43
Cuenca 02	913.47	45194.18	0.36	0.054	1.21
Cuenca 03	624.48	22138.39	0.23	0.057	1.18
Cuenca 04	1120.36	47620.32	0.44	0.038	1.45
Cuenca 05	513.14	11723.91	0.07	0.045	1.34

Fuente: Elaboración propia

Pendiente: La gradiente del canal determinado a partir de las alturas máxima y mínima se denomina pendiente S_3 . La ecuación de Manning nos permite suponer la duración del recorrido del agua para cada subtramo del canal es inverso equitativo a la raíz cuadrada de la gradiente equivalente del mismo. Esto traslada a la ecuación:

$$S_3 = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n (L_i/S_i^{1/2})} \right]^2$$

Donde:

- S_3 = Pendiente equivalente.
 L_i = Cada longitud i de n subtramos.
 S_i = Cada pendiente i de n subtramos.

Longitud de cuenca hasta el centro de gravedad es la dimensión del canal principal a partir de la salida hasta un punto cerca del centro de gravedad.

Etapa 7: Diseño del sistema del drenaje pluvial

En esta etapa, primero se hizo el reconocimiento a la zona de estudio, que es el reconocimiento de la vía actual por donde se plasmará el diseño del sistema de drenaje pluvial respectivo. De igual forma, se realizó el reconocimiento de ubicación de la zona de captación en dirección a la deposición de aguas pluviales (cunetas). Conforme a las especificaciones de diseño de la norma técnica O.S. 0.60 (obras de saneamiento).

Software a utilizar

Los programas que se emplearon son los siguientes: Para el diseño de perfiles longitudinales:

- **Autodesk Civil 3D, CAD 2D**

Es un programa CAD encargado en el diseño digital de todo tipo de planos de acuerdo a las bases y criterios de proyectos de ingeniería y arquitectura. De igual forma el Civil 3D se utiliza ampliamente para el diseño geométrico y permite crear alineaciones, perfiles longitudinales y transversales. En este caso estas herramientas se utilizaron para el diseño de perfiles longitudinales.

- **SAP 2000**

Es un programa diseñado para modelación análisis y dimensionamiento de problemas de ingeniería estructural. En este caso se utilizó para el análisis estructural.

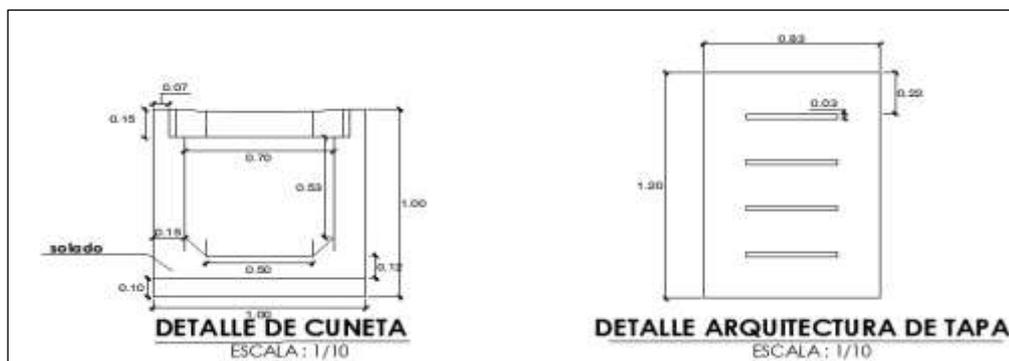


Figura 9. Detalles de cuneta y tapa.

- **H Canales**

(Chavez Julian , y otros, 2021), indicó que el programa fue diseñado por el Ingeniero Peruano Máximo Villón Béjar, dado que este programa cumple con la función de diseño de canales y estructuras hidráulicas. Sin embargo, esta componente se centra en la sistematización esencial del tirante normal, tirante crítico y otros parámetros para el diseño de canales, tomando en cuenta las secciones transversales de las cunetas.

Debido a que cuenta con ventajas para su diseño: Herramienta accesible a utilizar por ingenieros de cualquier especialidad esenciales en el diseño hidráulico. Sintetiza cálculos laboriosos. Permite desarrollarse en brevedad de tiempo.

Etapas 8: Proceso del Diseño de drenaje

En esta etapa se realizó lo siguiente:

Determinación del caudal

El desarrollo del caudal de estudio se basará mediante el método racional encargado en el desempeño de proporción máxima de escorrentía de la cuenca, siendo igual al porcentaje de intensidad de lluvia promedio. El caudal máximo de diseño se determina a partir de la ecuación:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q = 0.278 CIA$$

Donde:

Q: Descarga máxima de diseño (m³/s)

C: Coeficiente de escorrentía

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

A: Área de la cuenca (Km²)

Cabe señalar que para la estimación de caudales se debe determinar valores tales como el coeficiente de escorrentía (C), el tiempo de concentración (tc), según la fórmula de Kirpich (Tc).

$$t_c = 0.195 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

Coefficiente de escorrentía

El factor se encarga en el valor que produce el volumen de escorrentía de una determinada cuenca; de manera de que esta se concreta en el grado de impermeabilización, magnitud de lluvia, periodo de retorno, pendiente de la superficie, entre otros. Teniendo en cuenta la “Norma OS.060 Drenaje Pluvial Urbana”, sobre coeficiente de escorrentía promedio con tiempos de 5 y 10 años para zonas urbanas.

Tabla 18. *Coefficientes de escorrentía promedio de 5 y 10 años para áreas urbanas*

Característica de la superficie	Coefficiente de escorrentía	
Calles		
Pavimento Asfáltico	0.7	0.95
Pavimento de Concreto	0.8	0.95
Pavimento de Adoquines	0.7	0.85
Vereda	0.7	0.85
Techos y Azoteas	0.75	0.95
Césped, Suelo Arenoso		
Plano (0-2%) Pendiente	0.05	0.10
Promedio (0-2%) Pendiente	0.1	0.15
Pronunciado (>7%) PENDIENTE	0.15	0.20
Césped, Suelo Arcilloso		
Plano (0-2%) Pendiente	0.13	0.17
Promedio (0-2%) Pendiente	0.18	0.22
Pronunciado (>7%) PENDIENTE	0.25	0.35
Praderas		0.2

Fuente: Norma O.S. 0.60

El valor del coeficiente de escorrentía se determina en función de las características hidrológicas y geomorfológicas del área urbana circundante, cuyo curso corta la dirección del pavimento. Esto da el coeficiente de escorrentía se han tomado en promedio para áreas urbanas de 0.8.

Determinación de las secciones de drenaje

Con ayuda del software HCANALES se modelaron los caudales obtenidos del análisis hidrológico con el fin de obtener tirantes de agua en cada una de las cuencas analizadas, el modelo de cálculo del “dren subterráneo” .

Lugar:		Proyecto:	
AV MARCAVELICA		TESIS	
Tramo:		Revestimiento:	
0+000.00-0+456.50			
Datos:			
Caudal (Q):	2.3	m ³ /s	
Ancho de solera (b):	1	m	
Talud (Z):			
Rugosidad (n):	0.013		
Pendiente (S):	0.0096	m/m	
Resultados:			
Tirante normal (y):	0.6952	m	Perímetro (p): 2.3904 m
Área hidráulica (A):	0.6952	m ²	Radio hidráulico (R): 0.2908 m
Espejo de agua (T):	1.0000	m	Velocidad (v): 3.3084 m/s
Número de Froude (F):	1.2669		Energía específica (E): 1.2531 m·kg/kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		

Figura 10. Aplicación del Hcanales para la proyección de la Cuneta.

3.5. Métodos de análisis de datos

En la investigación, una de las fases más significativas es el método analítico utilizado al final de la fase de recopilación de datos de la calle de evaluación. Los datos fueron interpretados utilizando herramientas y programas de análisis estadístico como el software Excel, utilizando tablas y gráficos que permitieron organizar y presentar los resultados necesarios para el análisis del objetivo de la investigación, creando así dominios de atributos.

3.6. Aspectos éticos

Los examinadores deben velar por la ética y la confiabilidad del estudio, analizando la precisión de los resultados y la confiabilidad de la recopilación de información que se observan durante la realización del estudio de acuerdo al reglamento peruano. De igual forma, se toma en consideración la

identidad de los autores mediante fuentes sobre las cuales se sustenta la investigación. Por otra parte, está garantizada la integridad y originalidad del proyecto de investigación, debido que los datos se procesan con el programa informático TURNITIN para garantizar que el producto de estudio sea de autoría propia y plagiada.

IV. RESULTADOS

4.1. Realizar levantamiento topográfico de la Av. Marcavelica como parte integral del diseño del Sistema de Drenaje Pluvial, Piura-2023.

Descripción de la zona de estudio

El área de estudio se encuentra en la avenida Marcavelica, localizado en el distrito Veintiséis de Octubre, en la provincia de Piura, departamento de Piura. Comprendiendo una longitud de 1,03 kilómetros, el cual se divide en formas separadas de cuatro cuadras. Está ubicada entre la Av. Circunvalación y la Av. Grau.

Ubicación geográfica

El distrito Veintiséis de Octubre pertenece a la provincia de Piura, ubicado en el departamento de Piura. Su capital es el AA. HH San Martín. El cual comprende las siguientes coordenadas geográficas: Latitud Sur $5^{\circ}10'55.13''$ y Oeste $80^{\circ}40'7.57''$, abarcando un área total de 110 km² aproximadamente con una altitud media de 36 m. s. n. m.

El promedio de población de este distrito según la información estadística de INEI del año 2022 cuenta con una cantidad de 197, 261 habitantes. Este distrito se encuentra conformado por los caseríos: Señor Cautivo de Ayabaca, Santa Lucía, Fuente las Monjas, San Martín y Cristo es el Camino.

Tabla 19. Estaciones del levantamiento topográfico.

ESTACIÓN	NORTE	ESTE	COTA
E1-BM1	9426925.466	538413.1258	29.86
E2-BM2	9426842.786	538366.0703	29.707
E3-BM3	9426733.939	538329.5465	29.035

Fuente: Elaboración propia

El reciente levantamiento topográfico abarca una extensión de 456.50 metros de la avenida Marcavelica. Los datos consignados en la tabla corresponden a los puntos obtenidos durante dicho levantamiento en la

mencionada avenida, la cual tiene una longitud aproximada de 0.4565 km. Se precisa en tres estaciones respectivas: el nivel y coordenadas en términos de este, norte y elevación. Estos datos se emplearán en la elaboración del diseño del sistema de drenaje pluvial de la avenida.

Tabla 20. *Pendientes de la avenida Marcavelica*

Tramo	Distancia (m)	Cota Inicial	Cota Final	PENDIENTE %
lado derecho	456.5	28.546	27.668	0.192
lado izquierdo	456.5	28.54	27.668	0.191

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. *Resumen de progresivas del perfil derecho*

Progresivas del perfil derecho				
Progresiva	Cota terreno	Cota rasante	Cota subrasante	Altura (Cot. Relleno)
0+000	29.426	29.426	28.526	0.900
0+020	29.368	29.388	28.488	0.880
0+040	29.368	29.349	28.449	0.919
0+060	29.311	29.311	28.411	0.900
0+080	29.261	29.272	28.372	0.889
0+100	29.237	29.234	28.334	0.903
0+120	29.164	29.195	28.295	0.869
0+140	29.140	29.157	28.257	0.883
0+160	29.091	29.118	28.218	0.873
0+180	29.039	29.080	28.180	0.859
0+200	28.995	29.041	28.141	0.854
0+220	28.977	29.003	28.103	0.874
0+240	28.925	28.964	28.064	0.861
0.260	28.896	28.926	28.026	0.870
0+280	28.837	28.887	27.987	0.850
0+300	28.793	28.849	27.949	0.844
0+320	28.757	28.811	27.911	0.846
0+340	28.716	28.772	27.872	0.844
0+360	28.676	28.734	28.834	0.842

0+380	28.669	28.695	27.795	0.874
0+400	28.635	28.657	27.757	0.878
0+420	28.615	28.618	27.718	0.897
0+440	28.631	28.580	27.680	0.951
0+456	28.548	28.548	27.648	0.900

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. *Resumen de progresivas del perfil izquierdo*

Progresivas del perfil izquierdo				
Distancia	Cota terreno	Cota rasante	Cota subrasante	Altura (Cot.Relleno)
0+000	29.420	29.420	28.520	0.900
0+020	29.380	29.382	28.482	0.898
0+040	29.330	29.344	28.444	0.886
0+060	29.296	29.305	28.405	0.891
0+080	29.252	29.267	28.367	0.885
0+100	29.211	29.229	28.329	0.982
0+120	29.167	29.191	28.291	0.876
0+140	29.177	29.153	28.253	0.924
0+160	29.099	29.114	28.214	0.885
0+180	29.048	29.076	28.176	0.872
0+200	29.023	29.038	28.138	0.885
0+220	29.015	29.000	28.100	0.915
0+240	28.974	28.962	28.062	0.912
0+260	28.885	28.923	28.023	0.862
0+280	28.837	28.885	27.985	0.852
0+300	28.807	28.847	27.947	0.860
0+320	28.833	28.809	27.909	0.924
0+340	28.820	28.771	27.871	0.949
0+360	28.703	28.732	27.832	0.871
0+380	28.700	28.694	27.794	0.906
0+400	28.626	28.656	27.756	0.870
0+420	28.603	28.618	27.718	0.885
0+440	28.572	28.580	27.680	0.892
0+456	28.548	28.548	27.648	0.900

Fuente: Elaboración propia

El levantamiento topográfico se realizó con la finalidad de conocer el desnivel de la avenida y las pendientes del lado derecho e izquierdo que permitieron diseñar el sistema de drenajes, especialmente la cuneta con el fin de evacuar

las aguas pluviales hacia laguna Santa Julia. La comprensión detallada de la topografía permitió diseñar un plan que maximiza la eficiencia del sistema de drenaje, asegurando un control adecuado de aguas pluviales y su desviación hacia la mencionada laguna. Este enfoque integral garantiza una solución adaptada a las características específicas del terreno

Figura 11. Perfil longitudinal Izquierdo.

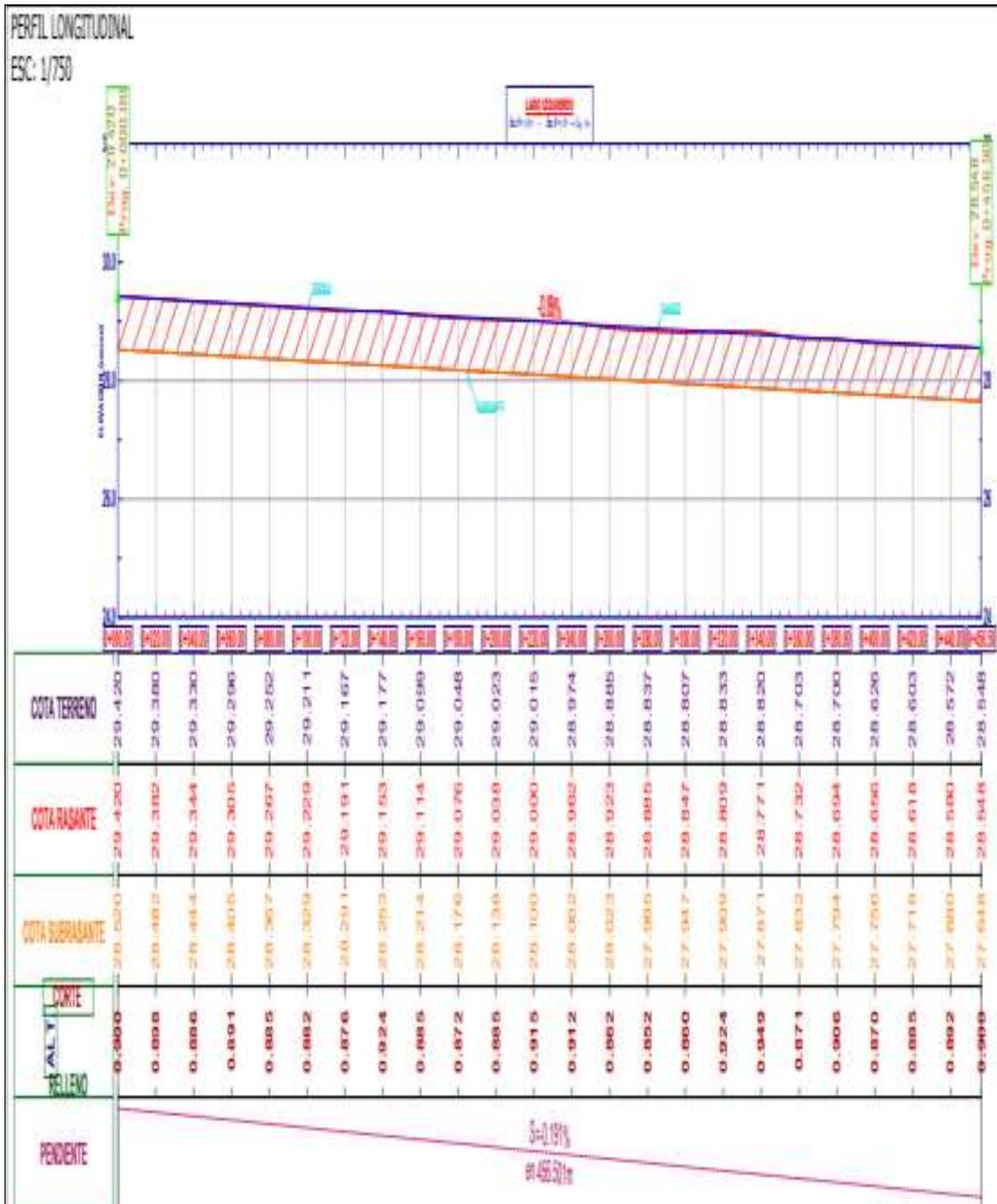
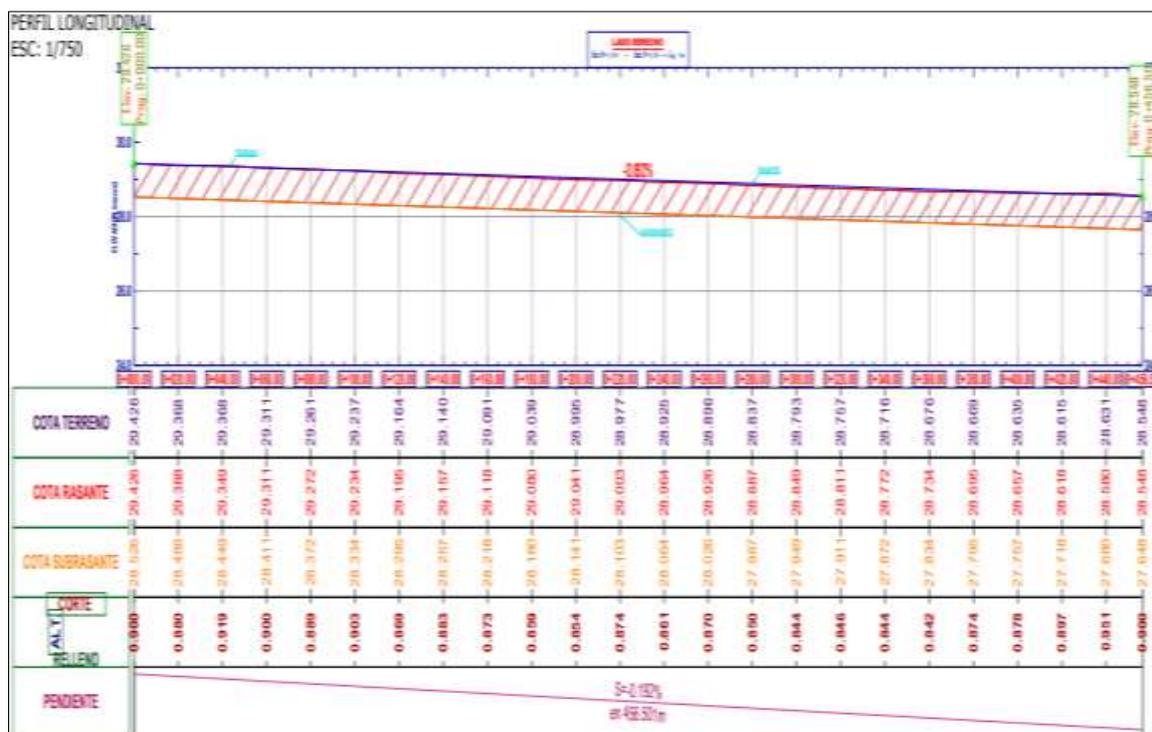


Figura 12. Perfil Longitudinal derecho.



Basándonos en los resultados del levantamiento topográfico presentado en la tabla, se ha calculado una pendiente del 0.192% en el lado derecho de la vía y del 0.191% en el lado izquierdo. Esta información es crucial para efectuar el diseño del sistema de drenaje pluvial, focalizando particularmente en la creación de cunetas que faciliten la evacuación de las aguas hacia la laguna Santa Lucía. La precisión de estas pendientes proporciona datos fundamentales para garantizar un diseño eficiente del sistema, asegurando así una gestión adecuada de las aguas pluviales en la zona. Estos hallazgos respaldarán en llevar a cabo las medidas necesarias para prevenir inundaciones y optimizar la infraestructura vial en esa área específica.

Hipótesis 01

H0: El levantamiento topográfico de la Av. Marcavelica no permitirá realizar un adecuado diseño de drenaje pluvial en la Av. Marcavelica, distrito Veintiséis de Octubre, Piura – 2023.

H1: El levantamiento topográfico Av. Marcavelica permitirá realizar un adecuado diseño de drenaje pluvial en la Av. Marcavelica, distrito Veintiséis de Octubre, Piura – 2023.

Tabla 23. Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Derecho	,068	24	,200*	,975	24	,790
Izquierdo	,074	24	,200*	,958	24	,394

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors.

Como nuestros datos son mínimos de 50 datos se empleó en este caso la prueba de Shapiro –Wilk; si el grado de significancia es menor del 0,05; entonces los datos tienen una distribución no paramétrica; pero si los datos son mayores de 0,05 entonces los datos tienen una distribución normal; entonces, de acuerdo a nuestros resultados, nuestros datos tienen una distribución normal lo cual le corresponde un estadístico paramétrico.

Tabla 24. Prueba de Anova

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	62,038	22	2,820	,567	,002
Intra-grupos	4,974	1	4,974		
Total	67,012	23			

Fuente: SPSS

De la prueba estadística empleada para datos paramétricos, la decisión es si el $P < 0,05$; entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna y si $p > 0,05$ se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna; por lo tanto, como nuestro $p < 0,05$; es decir 0,002; entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna; concluyendo que el levantamiento topográfico de la Avenida Marcavelica permitirá realizar un adecuado diseño del Sistema de Drenaje Pluvial, distrito Veintiséis de Octubre, Piura-2023.

4.2. Realizar el estudio hidrológico integral de la Av. Marcavelica como base fundamental para el diseño del sistema de drenaje en Piura, Piura-2023.

En el aspecto hidrológico, además de realizar las visitas de reconocimiento en la zona del estudio, se realizaron labores complementarias en gabinete como: identificar, procesar y generar la máxima precipitación diaria para varios períodos de retorno. Para ello, el procedimiento que se realizó se aplicó la fórmula de Distribución de Gumbel, para poder obtener los resultados hidrológicos. De manera similar, se delimita la subcuenca principal que contribuye al curso principal y se determinaron los parámetros geológicos de esta subcuenca como: área, perímetro, factor forma, pendiente, densidad de drenaje, etc. Todo el desarrollo se especifica en la etapa 4 y 5.

Seguidamente se detalla los valores máximos de precipitación en cuestión de milímetros por día (mm/24hrs) de los meses establecidos en la tabla 22, estos datos nos ayudan a poder identificar las magnitudes máximas de cada año.

Tabla 25. Precipitaciones Pluviales Máximas

Nº	Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prec. Max. (mm/annual)
01	1998	768.7	500.0	485.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	768.7
02	1999	5.8	33.6	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.6
03	2000	2.2	10.5	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5
04	2001	11.3	5.9	162.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	162.3
05	2002	0.0	4.1	132.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	132.0
06	2003	4.1	22.4	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.4
07	2004	4.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6
08	2005	2.2	0.7	17.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7
09	2006	0.0	26.9	30.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.7
10	2007	6.5	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5
11	2008	7.2	92.3	54.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	92.3
12	2009	29.7	21.9	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.7
13	2010	1.0	64.2	25.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	64.2
14	2011	1.4	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
15	2012	4.0	69.0	26.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	69.0
16	2013	0.8	9.2	42.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.5
17	2014	0.3	9.9	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9

18	2015	0.2	0.3	43.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.3
19	2016	188.6	52.0	82.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	188.6
20	2017	84.0	198.2	500.8	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	500.8
21	2018	1.5	0.5	0.0	5.3	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	2.3	5.3
22	2019	2.5	37.9	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	11.0	37.9
23	2020	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
24	2022	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
25	2023	0.0	24.2	291.0	322.3	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	322.3
Max		768.7	500.0	500.8	7.1	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.2	11.0	768.7

Fuente: SENAMHI, 2023

La tabla proporcionada, presenta la mayor cantidad de registros de precipitación registrada en 24 horas por cada mes. La información corresponde a la estación Miraflores, ubicándose en el campo de estudio. Estos datos pertenecen a los últimos 25 años y la precipitación máxima anual es de 768.7 mm. Aquellos datos fueron agregados al diseño de drenaje pluvial de la avenida Marcavelica.

Tabla 26. Intensidad de precipitación (mm/hrs) de la cuenca

Tabla de intensidades - Tiempo de duración										
Frecuencia	Duración en minutos									
años	60	120	180	240	300	360	480	720	1080	1440
2	45.58	29.73	23.16	19.39	16.90	15.11	12.65	9.85	7.67	6.43
5	65.74	42.88	33.40	27.97	24.38	21.79	18.25	14.21	11.07	9.27
10	86.73	56.57	44.06	36.90	32.16	28.74	24.07	18.75	14.60	12.23
25	125.09	81.60	63.55	53.23	46.39	41.46	34.72	27.04	21.06	17.64
50	165.03	107.65	83.84	70.22	61.19	54.69	45.80	35.67	27.79	23.27
100	217.71	142.01	110.61	92.64	80.73	72.15	60.43	47.06	36.66	30.70
200	287.21	187.35	145.92	122.21	106.50	95.18	79.72	62.09	48.36	40.50
500	414.25	270.22	210.46	176.26	153.61	137.29	114.98	89.55	69.75	58.41

Fuente: Elaboración propia.

La medición de precipitaciones máximas en un período de 24 horas es esencial para comprender y gestionar eventos climáticos en la zona de estudio. Al analizar distribuciones probabilísticas, se busca modelar la probabilidad de ocurrencia de diversos niveles de precipitación que pueden afectar el diseño que se propone como obra. Esto permite anticipar y planificar respuestas adecuadas, considerando la variabilidad inherente a posibles escenarios. La combinación de datos empíricos y modelos probabilísticos ofrece una perspectiva integral para diseñar la infraestructura de la avenida.

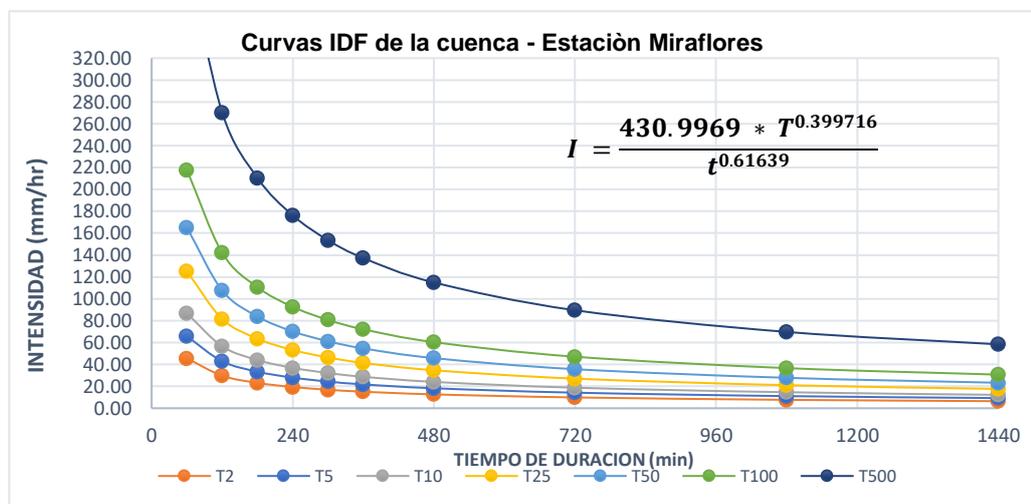


Figura 13. Representación gráfica de curvas IDF de la cuenca.

Basándonos en los datos proporcionados por el gráfico IDF, podemos obtener una estimación de la intensidad de lluvia proyectada para un intervalo de tiempo que abarca desde 2 hasta 500 años. Este análisis permite visualizar de manera más precisa las variaciones en la intensidad pluvial a lo largo de distintos períodos, ofreciendo información valiosa para la planificación y diseño de infraestructuras resilientes ante eventos climáticos extremos. Estos resultados contribuyen significativamente a la comprensión de patrones de lluvia a largo plazo, que permiten realizar diseños de infraestructura como es el caso del drenaje pluvial de la avenida Marcavelica.

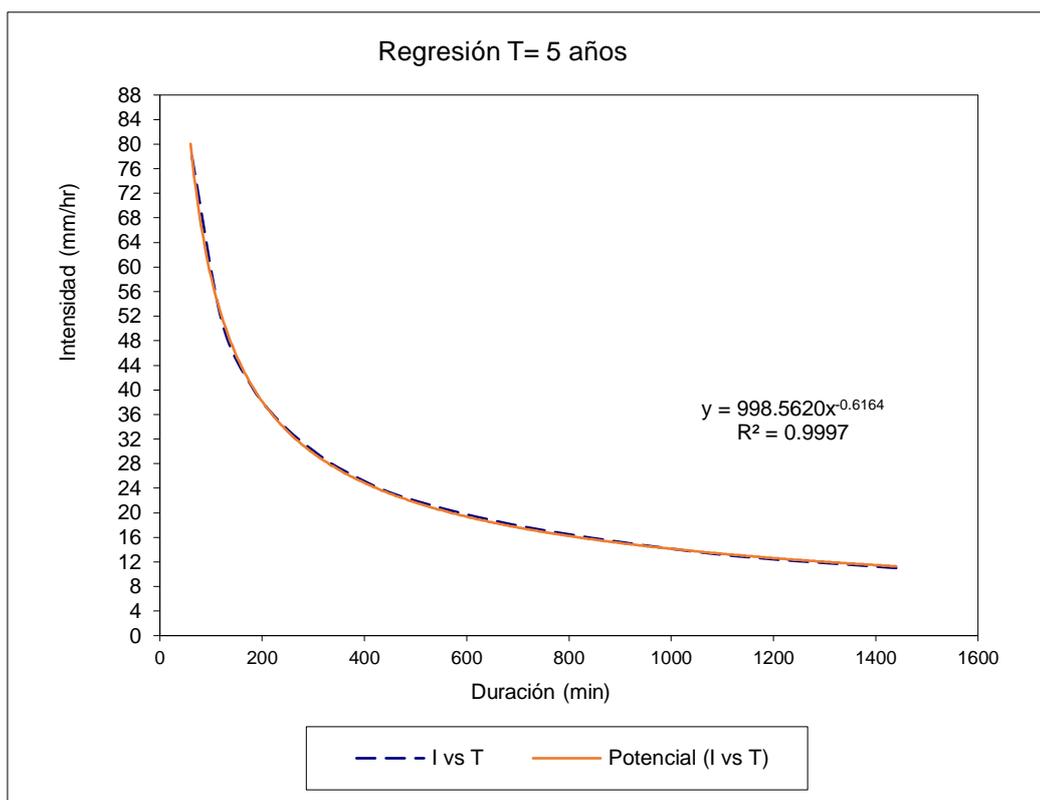


Figura 14. Regresión T = 5

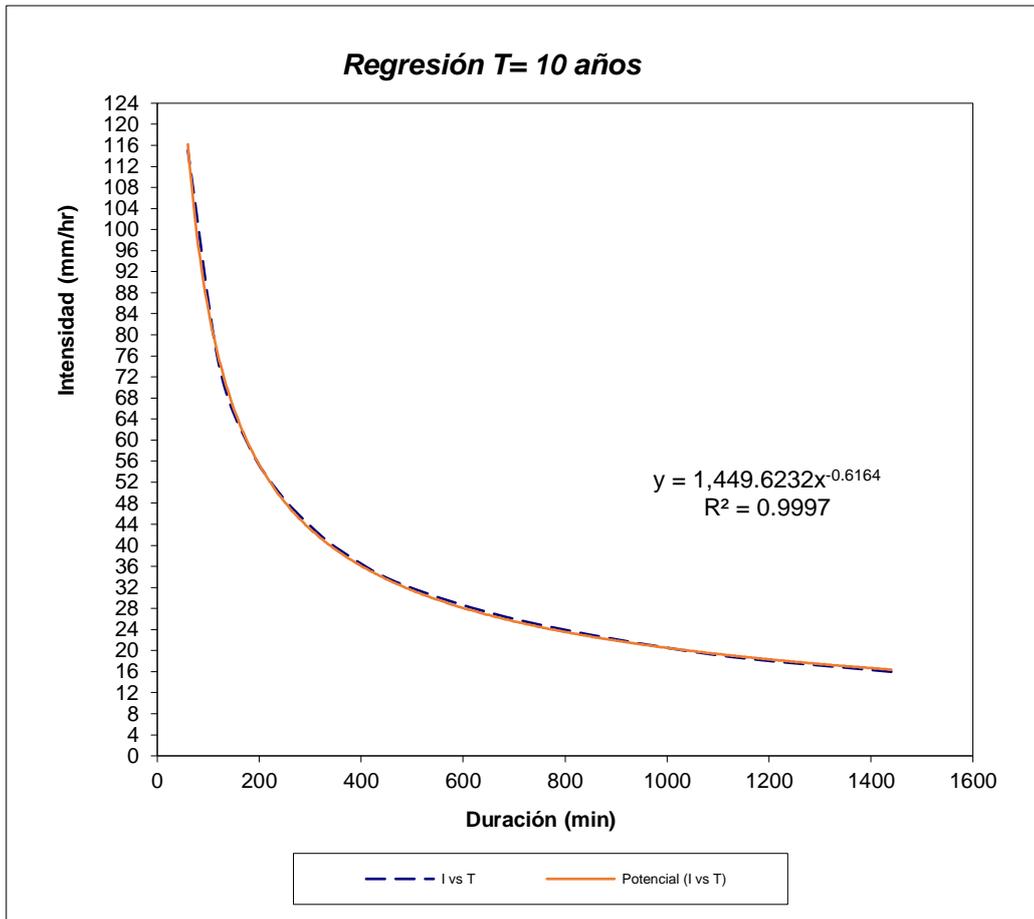


Figura 15. Curva de regresión T=10 años

En la figura 12. se detalla la curva regresión de I (intensidad) – D (duración) – T para $t_r = 5$ y 10 años.

Hipótesis específica 2:

H0: El estudio hidrológico integral de la Av. Marcavelica no permitirá diseñar el sistema de drenaje pluvial en distrito Veintiséis de Octubre, Piura-2023.

H1: El estudio hidrológico integral de la Av. Marcavelica permitirá diseñar el sistema de drenaje pluvial en distrito Veintiséis de Octubre, Piura-2023.

Tabla 27. Prueba de normalidad de la hipótesis específica 2

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Febrero	,324	25	,000	,480	25	,000
Marzo	,339	25	,000	,526	25	,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors
Fuente: SPSS versión 23

Como nuestros datos son menores de 50 datos se empleó en este caso la prueba de Shapiro –Wilk; si el grado de significancia es menor del 0,05; entonces los datos tienen una distribución no paramétrica; pero si los datos son mayores de 0,05 entonces los datos contienen una distribución normal; en este sentido, de acuerdo a nuestros resultados nuestros datos tienen una distribución no normal lo cual le corresponde un estadístico no paramétrico.

Tabla 28. Prueba de hipótesis Objetivo específico 2

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	471,875 ^a	441	,009
Razón de verosimilitudes	140,489	431	,000
Asociación lineal por lineal	16,686	1	,000
N de casos válidos	25		

a. 484 casillas (100,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. b. La frecuencia mínima esperada es ,04.
Fuente: SPSS versión 23

El análisis estadístico de la chi-cuadrada de Pearson, empleada para datos no paramétricos, la decisión es si el $P < 0,05$; se puede decir que la hipótesis nula se rechaza y se acepta la alterna y si $p > 0,05$ entonces se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna; por lo tanto como nuestro $p < 0,05$; es decir 0,000; entonces se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que el estudio hidrológico integral de la avenida Marcavelica permitirá diseñar el sistema de drenaje pluvial en el distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023.

4.3. Establecer el dimensionamiento de la cuneta del sistema de drenaje pluvial para controlar aguas pluviales en la avenida Marcavelica, distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023

Tabla 29. *Características del caudal de diseño*

Características	Descripción
Pendiente longitudinal	La pendiente más crítica en los tramos de la progresiva 0+000 hasta la 0+060, para la cuneta subterránea se ha establecido de 0.96% para que cumpla con la velocidad máxima 3.3 m/s de acuerdo a la Norma OS.060, 2006.
Caudal de diseño	Se tomó el tramo más crítico en la progresiva 0+000 al 0+100 con el caudal de 2.3 m ³ /s.
Coefficiente de rugosidad	0.013
Talud	Sección rectangular
Ancho de solera	1.0

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos de la tabla se tiene que, el ancho de solera para el canal vía, se trabajó con el valor de 1.0 m. de ancho y con el caudal más crítico en la Progresiva 0+000 al 0+100 para obtener un tirante mayor. Además, respecto a la pendiente, se adoptaron los valores más pequeños de pendientes de las vías (condición desfavorable) que conforman el cauce principal de la cuenca, es importante mencionar que este valor corresponde a solo un tramo de la vía; en el presente proyecto se hará el cálculo con 0.25% permaneciendo así en el lado de la seguridad. Para el drenaje subterráneo se tomará el tramo más crítico en la progresiva 0+000 al 0+0100 con el caudal de 2.3 m³/s y pendiente correspondiente 2.413%. Al considerar losas de concreto y drenaje subterráneo de concreto se debe usar el coeficiente de rugosidad de dichos materiales que es igual a 0.013. Considerando la fórmula de Manning, el caudal y la rugosidad son inversamente proporcionales: a menor valor de rugosidad, mayor caudal.

Tabla 30. Dimensiones resultantes de la cuneta de sección rectangular

Resultados	
Tirante normal (y)	0.6952 m
Área hidráulica (A)	0.6952 m ²
Espejo de agua (T)	1.00 m
Numero de Froude (F)	1.2669
Tipo de flujo	Supercrítico
Perímetro (p)	2.3904 m
Radio hidráulico (R)	0.2908 m
Velocidad (v)	3.3084 m/s
Energía especifica (E)	1.25-Kg/Kg

Fuente: Elaboración propia.

La descripción de sus dimensiones de la cuneta se precisa en el tirante normal (y) de 0.6952 m, el cual determina la profundidad y velocidad de flujo uniformes, es decir, el escurrimiento uniforme que se soportara el canal. Se destaca un área hidráulica (A) de 0.6952 m², refiriéndose a la sección transversal acumulado del flujo dentro del canal. Asimismo, para espejo de agua contamos con una longitud de 1.00 m de superficie. Además, para la Velocidad (v) se fundamenta en la profundidad y distancia de la superficie del cauce. Por último, la energía especifica (E) tiene un valor de 1.25-Kg/Kg, obtenidos por la suma de la profundidad y distancia del agua. Todos estos detalles corresponden al estudio hidráulico para el rendimiento del sistema de drenaje pluvial. Así que, para el dimensionamiento hidráulico de la cuneta se tomó el tramo más crítico en la progresiva 0+000 al 0+0100 con el caudal de 2.3 m³/s y pendiente correspondiente 2.413%. Para el cálculo de la altura de la vereda a ambos lados, que confinará la escorrentía que drena por la avenida, proporcionando un ancho de solera de 1.00 m.

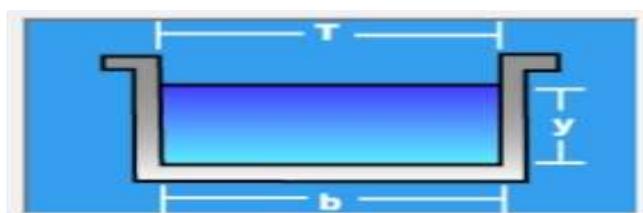


Figura 16. Modelo de cuneta en HCanales.

Hipótesis específica 3:

H0: El dimensionamiento de la cuneta del sistema de drenaje pluvial no permitirá controlar aguas pluviales en la Av. Marcavelica, distrito Veintiséis de Octubre, Piura-2023.

H1: El dimensionamiento de la cuneta del sistema de drenaje pluvial permitirá controlar aguas pluviales en la Av. Marcavelica, distrito Veintiséis de Octubre, Piura-2023.

Tabla 31. Prueba de Hipótesis Objetivo 3

	Existente - Propuesto
Z	-1,342 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	,008

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos positivos.

Fuente: SPSS versión 23

De la prueba estadística de Wilcoxon, empleada para datos no paramétricos, la decisión es si el $P < 0,05$; entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna y si $p > 0,05$ se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna; por lo tanto, como nuestro $p < 0,05$; es decir 0,008; entonces se acepta la hipótesis alterna, el cual se concluye que el dimensionamiento de la cuneta del sistema de drenaje pluvial permite controlar aguas pluviales en la avenida Marcavelica, distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023.

4.4. Diseñar los elementos estructurales del sistema de drenaje pluvial que permitirá dar seguridad al control de aguas pluviales en la avenida Marcavelica, distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023.

Tabla 32. Aceros de los elementos del drenaje Pluvial

Elemento	Componente	Partes	Características	Aceros
Cuneta	Losa	Exterior	Transversal	Ø 3/8" @ 0.20 m
			Longitudinal	Ø 3/8" @ 0.175 m
	Paredes laterales	Interior	Transversal	Ø 3/8" @ 0.20 m
			Longitudinal	Ø 3/8" @ 0.175 m
Tapa de concreto de cuneta	Paredes laterales	Exterior	Transversal	Ø 3/8" @ 0.20 m
			Longitudinal	Ø 3/8" @ 0.20 m
		Interior	Transversal	Ø 3/8" @ 0.20 m
			Longitudinal	Ø 3/8" @ 0.20 m
		Transversal		5 Ø 3/8"
		Longitudinal		12 Ø 1/2"

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se demuestra los componentes que conforman el sistema de drenaje pluvial con sus aceros, los cuales se tiene en la cuneta en la losa en la parte exterior aceros transversales de Ø 3/8" @ 0.20 m y longitudes es de Ø 3/8" @ 0.175 m; en la parte interior el acero transversal es de Ø 3/8" @ 0.20 m y longitudinal es de Ø 3/8" @ 0.175 m. Además, en las paredes laterales de la cuneta tanto interior como exterior en los aceros transversales y longitudinales es de Ø 3/8" @ 0.20 m. Finalmente, en la tapa de concreto de la cuneta, el acero transversal son 5 Ø 3/8" y longitudinales son 12 Ø 1/2"

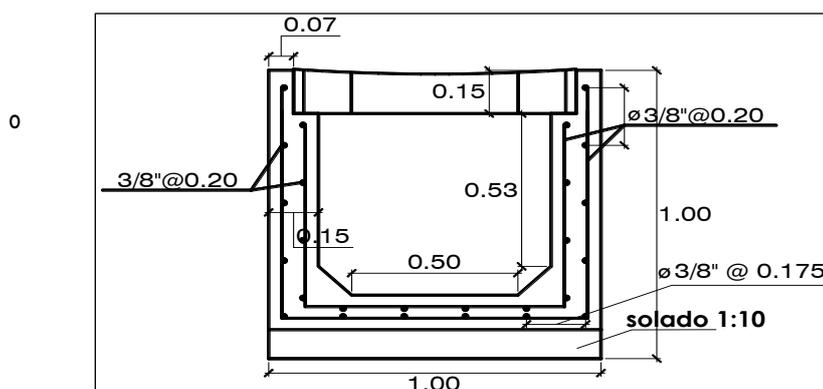


Figura 17. Distribución del acero en la cuneta 1.00 x 1.00 m.

Hipótesis específica 4:

H0: El diseño de los elementos estructurales del sistema de drenaje pluvial no permite dar seguridad al control de aguas pluviales en la avenida Marcavelica del distrito Veintiséis de Octubre, 2023.

H1: El diseño de los elementos estructurales del sistema de drenaje pluvial si permiten dar seguridad al control de aguas pluviales en la avenida Marcavelica del distrito Veintiséis de Octubre, 2023.

Tabla 33. Prueba de normalidad de los elementos estructurales

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico ^o	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Elementos estructurales propuestos	,363	12	,000	,708	12	,001
Elementos estructurales propuestos	,277	12	,012	,795	12	,008

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: SPSS versión 23

Como nuestros datos son menores de 50 datos se empleó en este caso la prueba de Shapiro –Wilk; si el grado de significancia es menor del 0,05; entonces los datos tienen una distribución no paramétrica; pero si los datos son mayores de 0,05 entonces los datos poseen una distribución normal; de acuerdo a nuestros resultados nuestros datos tienen una distribución no normal lo cual le corresponde un estadístico no paramétrico.

Tabla 34. Estadístico Chi-Cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	96,000 ^a	88	,008
Razón de verosimilitudes	51,320	88	,009
Asociación lineal por lineal	7,599	1	,000
N de casos válidos	12		

a. 108 casillas (100,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,08.

Fuente: SPSS versión 23

De la prueba estadística de la chi-cuadrada de Pearson, empleada para datos no paramétricos, la decisión es si el $P < 0,05$; entonces la hipótesis nula se rechaza y se acepta la alterna y si $p > 0,05$ es decir; la hipótesis nula es aceptada y la alterna es rechazada; por lo tanto como nuestro $p < 0,05$; no acepta la hipótesis nula pero si la alterna; entonces se concluye que el diseño de los elementos estructurales del sistema de drenaje pluvial si permiten dar seguridad al control de aguas pluviales en la avenida Marcavelica del distrito Veintiséis de Octubre, 2023.

V. DISCUSIÓN

Pinca, et al (2023) en su investigación sobre diseñar un sistema de alcantarillado pluvial, realizó una topografía del área de aportación mediante el software Global Mapper obteniendo un área de 4.077 Km² y una pendiente de 1.1%, los estudios hidrológicos e hidráulicos se obtuvieron en un Pd de 25 años con una intensidad de 105.6 mm/h, área de diseño de 269.00 m², descarga máxima de escurrimiento de 19.433 m³/s, y por último para el diseño de la estructura se modelo mediante Sewergems con longitud del tramo de 55.6 m, el cual se obtuvo un caudal máximo (Q_{max}) de 107.9 l/s, con una pendiente de diseño (J) de 0.39%. En contraste con nuestra investigación donde se realizó el levantamiento topográfico con una longitud de 456.50 m, con pendientes al lado derecho de la avenida Marcavelica de 0.192% y lado izquierdo de 0.191%, referencia al estudio hidrológico se hizo de los últimos 25 años, con una alta precipitación de 103.9 mm/h, con un caudal de diseño de 2.3 m³/s para el sistema de drenaje. Por lo tanto, ambas investigaciones tienen similitud, pero se diferencian en sus resultados por ser diferentes sistemas.

Ojeda, et al (2020) en su diseño del sistema de drenaje sostenible referente a la gestión de aguas pluviales, realizó el levantamiento topográfico y el estudio hidrológico, como precipitaciones máximas (24hrs), para un periodo de 10 años, con una velocidad de 3 m/ a 5m/s. En contraste con nuestra investigación donde se efectuó un levantamiento topográfico y el análisis hidrológico fue de un periodo de 25 años, con precipitaciones máxima promedio de 103.9 mm/h y con velocidad del sistema de drenaje 3.30m/s. Por lo tanto, las investigaciones tienen similitud, pero se diferencian en periodos son diferentes y sus velocidades tiene similitud por estar en el intervalo.

(Marquina, et al (2022)), en su trabajo sobre sistema de drenaje pluvial, realizó el estudio topografía demuestra perímetros y superficie del terreno plano de las 15 microcuencas de estudio áreas definidas según pendientes. El registro del análisis hidrológico fue de 52 años (1969-2021) en febrero y marzo meses con mayor precipitación, también se obtuvo una intensidad de 10 min. y P_{máx.} de 24.53 mm/h, para el diseño hidráulico en la sección del canal actual, tiene un tirante máximo 0.20 m, con un caudal de 0.44 m³/s; en contraste con nuestra

investigación donde se realizó un levantamiento topográfico de la avenida Marcavelica de 456.50m, con pendientes a los dos lados, además se realizó el estudio hidrológico para 25 años desde 1998 al 2023 con precipitaciones máxima promedio de 103.9 mm/h, el diseño de la cuneta con tirante hidráulico de 0.6952 m, espejo de agua 1m y una velocidad de 3.3084 m/s. en tal sentido, ambas investigaciones tienen similitud.

Por otro lado, Chavez, et al.(2021) en su investigación sobre una red pluvial, donde realizó el levantamiento topográfico con pendiente desde 0.3% hasta 2.85 considerado un terreno plano, con un estudio hidrológico cuya intensidad es de 135,4 mm /h, con un flujo de diseño de 53.149 l/s, determinando un diámetro de conducto de 250 mm. De igual manera Victoria, et al (2021) en su trabajo sobre diseño pluvial urbano, con un lapso de retorno de 10 años con precipitaciones máximas de 57.06 mm. En contraste con nuestra investigación realizando un estudio topográfico de 456.50 m de longitud con pendientes lado derecho e izquierdo de 0.192% y 1.915 respectivamente en un terreno plano, con un estudio hidrológico de 25 años con mayor precipitación promedio de 103.9 mm/h, con una cuneta rectangular de 0.6952 m por un metro. Además, el diseño estructural: de la cuneta en la losa en la parte exterior aceros transversales de $\varnothing 3/8'' @ 0.20$ cm y longitudes es de $\varnothing 3/8'' @ 0.175$ cm; en la parte interior el acero transversal es de $\varnothing 3/8'' @ 0.20$ cm y longitudinal es de $\varnothing 3/8'' @ 0.175$ cm. Además, en las paredes laterales de la cuneta tanto interior como exterior en los aceros transversales y longitudinales es de $\varnothing 3/8'' @ 0.20$ cm. Finalmente, en la tapa de concreto de la cuneta, el acero transversal son 5 $\varnothing 3/8''$ y longitudinales son 12 $\varnothing 1/2''$ para tapas de 1.20 m. x 0.83 m. Por lo tanto, las investigaciones tienen similitud parcial, pero se diferencian en sus parámetros evaluados.

Ocampo, et al (2019) en su trabajo sobre analizar el rendimiento hidráulico de la estructura de drenaje urbano en la localidad de Cali, desarrollando un cálculo de precipitación máxima y aplicando un modelo para la gestión del agua de lluvia. Cuyos resultados se centraron en la creación de modelos representativos para tres eventos importantes: Subcuenca del Canal Este con 12.20 km, Canal Autopista 1 con 7.57 km, Canal Cañaveralejo 2 con 3.83 km. Los hidrogramas

se realizaron con un valor de concentración de 60 minutos y con frecuencias de retorno de 2 y 10 años, se menciona que el funcionamiento hidráulico del sistema de drenaje para los escenarios en los años 2030 y 2040, definiéndolo como deficiente e identificando las simulaciones SWMM. Cabe destacar que las simulaciones permiten priorizar posibles intervenciones para optimizar el sistema de drenaje. En comparación con nuestra investigación donde se realizó el diseño del sistema de drenaje pluvial en la avenida Marcavelica, se realizó un levantamiento topográfico de 456.50 m, un estudio hidrológico para 25 años con precipitaciones máximas de 103.9 mm/h, con un caudal de diseño de 3.30m/s, con un tirante de 0.6952 y espejo de 1m. Por lo tanto, ambas investigaciones se diferencian en sus resultados.

Finalmente (Obalim, y Tukasbaba, 2022) en su trabajo sobre el diseño de un drenaje pluvial obtuvo al sustituir $T = 2$ años en la fórmula anterior, se adquirió una intensidad pluvial diaria máxima de 47.7 mm, de ahí que $R_{24}^2 = 47.7$ mm, con un caudal de diseño de 0.52 m³/s con una velocidad de diseño de 5.2 m/s, obteniendo una sección de una cuneta rectangular con un ancho de base de 1.10 m, tirante 1.32 m y con un espejo de agua de 3.74 m; en contraste con nuestra investigación donde un estudio hidrológico para 25 años con precipitaciones máximas de 103.9 mm/h, con un caudal de diseño de 3.30m/s, se diseñó una cuneta rectangular con un tirante de 0.6952 y espejo de 1m. Por lo tanto, las investigaciones realizan un diseño de una cuneta, pero de diferentes formas y diferentes dimensiones.

VI. CONCLUSIONES

- El propuesto diseño del sistema de drenaje pluvial para controlar aguas pluviales en la Avenida Marcavelica, Distrito Veintiséis de Octubre, Piura, presenta las siguientes características, con un caudal de diseño de $2.3 \text{ m}^3/\text{s}$ con un estudio hidrológico de 25 años, la cuneta tiene un tirante 0.6952 m , un espejo de agua de 1 m para una velocidad de 3.3084 m/s que permite evacuar las aguas de manera eficiente.
- Se realizó el levantamiento topográfico de la Av. Marcavelica como base fundamental para la proyección del sistema de drenaje; empleando como estación Miraflores ubicada en el distrito de Castilla de la Provincia de Piura para un periodo de 24 horas en un periodo de 25 años; cuyos registros muestran una precipitación máxima de 768.7 mm , mientras que el promedio anual es de 103.9 mm , estos datos se emplearon para el diseño propuesto de drenaje Pluvial de la avenida. Por lo tanto, en la prueba de hipótesis se concluye que el estudio hidrológico integral de la avenida Marcavelica permite diseñar el sistema de drenaje pluvial en el distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023.
- Se realizó el estudio hidrológico integral de la Av. Marcavelica como base fundamental para el diseño del sistema de drenaje; empleando como estación Miraflores ubicada en el distrito de Castilla de la Provincia de Piura para un periodo de 24 horas en un periodo de 25 años; cuyos registros muestran una precipitación máxima de 768.7 mm , mientras que el promedio anual es de 103.9 mm , estos datos se emplearon en el diseño del sistema de drenaje Pluvial de la avenida. Por lo tanto, en la prueba de hipótesis se concluye que el estudio hidrológico integral de la avenida Marcavelica permite diseñar el sistema de drenaje pluvial en el distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023.
- Se estableció las dimensiones de la cuneta del sistema de drenaje pluvial para controlar las aguas pluviales en la Av. Marcavelica, con un tirante normal de 0.6952 m , espejo de agua 1 m , con un área hidráulica de 0.6952 m^2 y un perímetro de 2.3904 m , estas dimensiones pertenecen una cuneta

rectangular. Por otro lado, en la prueba de hipótesis se concluye que el dimensionamiento de la cuneta del sistema de drenaje pluvial permite controlar aguas pluviales en la avenida Marcavelica, distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023.

- El diseño de los elementos estructurales del drenaje pluvial que permiten mejorar la gestión del agua pluvial en la Av. Marcavelica, se han realizado a través de cálculo en el Excel y el SAP 2000 para determinar los momentos y tener las áreas de aceros en los diferentes componentes del sistema de drenaje pluvial como: la cuneta en la losa en la parte exterior aceros transversales de $\emptyset 3/8'' @ 0.20$ cm y longitudes es de $\emptyset 3/8'' @ 0.175$ cm; en la parte interior el acero transversal es de $\emptyset 3/8'' @ 0.20$ cm y longitudinal es de $\emptyset 3/8'' @ 0.175$ cm. Además, en las paredes laterales de la cuneta tanto interior como exterior en los aceros transversales y longitudinales es de $\emptyset 3/8'' @ 0.20$ cm. Finalmente, en la tapa de concreto de la cuneta, el acero transversal son 5 $\emptyset 3/8''$ y longitudinales son 12 $\emptyset 1/2''$ para tapas de 1.20 m. x 0.83 m. Por otro lado, en la prueba de hipótesis se concluye que los elementos estructurales del sistema de drenaje pluvial si permiten dar seguridad al control de aguas pluviales en la avenida Marcavelica, distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023.

VII. RECOMENDACIONES

- El diseño del sistema de drenaje pluvial existente debe ser reemplazado por el diseño del sistema de drenaje pluvial planteado, el cual contiene las características adecuadas que permiten un eficiente control de aguas pluviales.
- Se sugiere que para realizar un adecuado diseño de sistema de drenaje pluvial se debe hacer un reconocimiento de la zona a evaluar, teniendo en cuenta los resultados del levantamiento topográfico.
- Monitorear las condiciones hidrológicas para detectar posibles cambios que puedan requerir ajustes en el diseño del sistema de drenaje pluvial, además se debe realizar estudios de seguimiento periódicos para evaluar la efectividad a largo plazo del sistema de drenaje pluvial y realizar mejoras según sea necesario.
- Implementar medidas de monitoreo continuo para asegurar que el dimensionamiento de la cuneta siga siendo efectivo a lo largo del tiempo.
- Realizar monitoreo continuo del sistema de drenaje pluvial para detectar posibles problemas o necesidades de mantenimiento.
- Finalmente se recomienda a las autoridades tener una buena gestión en base a la concientización ambiental a la población, como charlas preventivas refiriéndose a mantener las áreas limpias para no afectar a los sistemas de evacuación pluvial y puedan ejercer estos sistemas su correcto rendimiento hasta que concluir su periodo de vida útil.

REFERENCIAS

"El cambio climático degradará las infraestructuras e incrementará los costes de mantenimiento".
Ortega Pèrez Emilio, Martín Ramos Belen. 2020. Madrid : s.n., 19 de Noviembre de 2020, Climatica.

Alvarado Galaviz, Luis Javier. 2022. "Sistema de drenaje pluvial sostenible con aplicación de SIG para una subcuenca urbana en la Ciudad de Hermosillo, Sonora" Repositorio UNISON. [En línea] 2022.
<http://www.repositorioinstitucional.uson.mx/bitstream/20.500.12984/7020/1/alvaradogalavizluisjaviern.pdf>.

ANA (Autoridad Nacional del Agua). [En línea] <https://www.gob.pe/ana>.

Barros Nieves, Cesar Emel, Castañeda del Prado, Maria de Jesus y Jimenez Brito, Rafael Ricardo. 2022. Repositorio digital Uniguajira. [En línea] 2022.
<https://repositoryinst.uniguajira.edu.co/handle/uniguajira/698>.

Bocanegra Alarcòn, Jorge Luis y Jacinto Gomez, Mauricio Gabriel. 2022. *Mejoramiento del sistema de drenaje pluvial de la cuenca Quinta Ana María de Piura.* Piura : s.n., 2022.

Bonilla Granados, Carlos Alexis, Ramón Valencia, Jarol Derley y Ramón Valencia, Jacipt Alexander. 2022. UNIVERSIDAD DE PAMPLONA. *PAMPLONA NORTE DE SANTANDER - Colombia.* [En línea] 2022.
https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_10/recursos/2022/documentos/06062022/libro_sistemadrenaje.pdf.

Cabanillas Quiroz , Guillermo Juan, Henríquez Ulloa, Juan Paul y Galvez Paredes, Jose Alcides. 2022. Repositorio Institucional. *UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO.* [En línea] 2022.
<https://hdl.handle.net/20.500.12759/9841>.

Campo Aranda, Daniel Francisco. 2020. Scielo (Scientific Electronic Library). [En línea] 2020.
<https://doi.org/10.24850/j-tyca-2019-06-09>.

Castro Maldonado, Jonh Jairo, Gómez Macho, Leidy Katherine y Camargo Casallas, Esperanza. 2022. [ed.] Scielo. 2022. pág. 35. 13.

Ceme Acosta, Rosa Elena. 2022. Repositorio de la Universidad Estatal del Sur de Manabi. [En línea] 2022. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3606>.

Chavez Cortes, Ronaldo & Vargas Tanta, Elvia. 2021. *Diseño del sistema de drenaje pluvial en la avenida Perú y el Jiron Unión - Trujillo.* Universidad Cesar vallejo, s.l. : 2021.

Comunicaciones, Ministerio de Transportes y. 2011. *Manual de hidrología, hidráulica y drenaje.* 2011.

Cordova, et al. 2023. [ed.] Universidad Nacional de Rosario. 2023.

Drenaje Pluvial Urbano. 2006. *RNE. Obras de Saneamiento 0.60.* NORMA TECNICA. 2006. pág. 24.

Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2014. [En línea] 2014. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2020. *INEI.* 2020.

- Joya Rico, Nicolas. 2021.** Repositorio Institucional Seneca . [En línea] 2021. <http://hdl.handle.net/1992/53555>.
- Kumar Chaurasia, Vijai. 2019.** INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY DELHI. *DEPARTMENT OF APPLIED MECHANICS*. [En línea] 2019. <http://eprint.iitd.ac.in//handle/2074/8266>.
- Machado Júnior, José. 2022.** *Topografía*. Universidad de Federal de Pernambuco. Brasil : Repositorio UFRPE, 2022. pág. 181.
- Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje. 2011.** *Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. s.l. : Gobierno del Perú, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2011. pág. 226, Resolución Directoral N.º 20-2011-MTC/14.
- Marques Carneiro , Barbara, y otros. 2021.** Portal REDIB Red Iberoamericanos. [En línea] 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i16.23790>.
- Marquina, et al. 2022.** "*Diseño del sistema de drenaje pluvial en Moche Pueblo, Trujillo, La Libertad, 2022*". Universidad Cesar Vallejo. Trujillo : Repositorio Digital Institucional , 2022.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2021.** Gobierno del Peru. [En línea] 05 de Mayo de 2021. <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/noticias/491118-ministerio-de-vivienda-establece-nuevos-lineamientos-para-disenar-y-construir-infraestructura-de-drenaje-pluvial>.
- Natenzon et al. 2020.** Fundación Dialnet. [En línea] 2020. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8213841.pdf>.
- Obalim, M y Tukashaba, S. 2022.** *DESIGN OF A STORMWATER MANAGEMENT SYSTEM IN*. Universidad Católica de Cuenca. s.l. : Dialnet, 2022. pág. 14.
- Ocampo, Camilo, Carvajal Escobar, Yesid y Peña, Luis E. 2019.** Scielo. [En línea] 2019. [Citado el: 06 de 05 de 2019.] <https://doi.org/10.25100/iyc.v21i2i.8046>.
- Ojeda de la Cruz, Arturo, Álvarez Chávez, Clara Rosalía y Orona Llano, David Carlos . 2020.** "*Drenaje pluvial sostenible. Una alternativa de gestión del agua de lluvia en la Universidad de Sonora*". Universidad de Sonora. Colombia : Scopus, 2020. pág. 17, Artículo.
- Orozco Palomino, Oscar Armando y Rodriguez Gonzales, Emilio Segundo. 2020.** Repositorio Institucional Universidad Cesar Vallejo. [En línea] 2020. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51980?locale-attribute=es>.
- Paragua Morales, Melecio, y otros. 2022.** Universidad Nacional Hermilio Valdizan. [En línea] 2022. <https://www.unheval.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2022/05/LIBRO-INVESTIGACION-CIENTIFICA.pdf>.
- Perez, Giovane y Iannacone, Jose. 2020.** Universidad Ricardo Palma. *Artículo*. [En línea] 2020. <http://revistas.urp.edu.pe/index.php/Paideia/article/view/2981>.
- Pincay Guaranda, Samuel Antonio. 2023.** "*Diseño de un sistema de alcantarillado pluvial para el sector Dos Ríos del cantón Puerto López*". Universidad Estatal del Sur de Manabi. Ecuador : Repositorio Digital UNESUM, 2023. pág. 121.
- Portal Senamhi. Características de estación.**

Ramirez Aguilar, Wilber. 2020. Repositorio Institucional. *Universidad Cesar Vallejo*. [En línea] 2020. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60023>.

Ramirez, et al. 2021. "Precipitación Pluvial y Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial en las Calles de Asociación Aliaga, Distrito Puquio – Lucanas – Ayacucho – 2020". Universidad Cesar Vallejo, Lima : 2021.

Ramos Galarza, Carlos. 2020. [ed.] Ciencia America. 2020.

Sánchez Almodóvar, Esther, Olcina Cantos, Jorge y Martí Talavera, Javier. 2022. "Buenas prácticas en el manejo y gestión del agua pluvial. Casos de estudio en la comarca del Bajo Segura". [ed.] Universidad de Alicante Instituto Interuniversitario de Geografía. s.l. : Dianelt plus, 2022.

Sanchez Fernandez , Diego Armando. 2021. Repositorio de la Universidad Catolica San Toribio de Mogrovejo. [En línea] 2021. https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4163/1/TL_SanchezFernandezDiego.pdf.

SENAMHI. 2023.

SERFOR. *Ficha Técnica de Estado de Conservación*.

Suárez Aguilar, Zagalo E., y otros. 2020. Scielo. *Scientific Electronic Library Online*. [En línea] 2020. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000100193>.

Sun Tong, Cheng Wu-Qun. 2021. "Analysis on historical flood and countermeasures in prevention and control of flood in Daqing River Basin". China. s.l. : Elsevier, 2021.

Thorndahl, Søren y Bang Andersen, Christoffer. 2021. "CLIMACS: Un método para la generación estocástica de lluvia puntual proyectada climáticamente continua para el diseño de drenaje urbano". Dinamarca. s.l. : Elsevier, 2021. pág. 14, artículo .

Victoria Navarro, Pedro Diego Luna. 2021. Repositoria de Pontifina Universidad Catolica del Perú. [En línea] 2021. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/183601>.

Zegarra Rojas, Mariel Alejandra. 2022. UPN. *Universidad Nacional de Piura*. [En línea] 2022. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3621>.

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de variables y Matriz de Consistencia

Proyecto: “Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial para Controlar Aguas Pluviales en la Avenida Marcavelica, Distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023”

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Variable 1 Diseño del Drenaje pluvial	Sistema de drenaje de aguas pluviales es un sistema o red que recolecta y drena el agua de lluvia y la dispone en cuerpos de agua receptores diseñados para este fin. (Ministerio de Vivienda, 2021)	Diseño de una instalación de captación de agua pluvial en base a la hidrología que presenta el área de estudio conforme a sus características físicas, topográficas e hidrológicas.	Levantamiento Topográfico	Coordenadas y cotas	Razón - Nominal
				Pendientes	
				Áreas	
			Diseño hidráulico	Cálculos hidráulicos	
				Delimitación de caudales	
Diseño estructural	Planos				
Variable 2 Controlar aguas pluviales	El agua pluvial se considera agua de lluvia y estas no son absorbidas por el suelo, provocando que se formen charcos o en algunos casos se agraven hasta provocar inundaciones. Mediante esto se implementa el control del agua pluvial ya que pretende dirigir la cantidad de superficiales, minimizando los impactos en la hidrología local, volviéndose importante en el desarrollo urbano. (Sánchez Almodóvar, y otros, 2022)	El control de aguas pluviales es una práctica fundamental para la gestión urbana sostenible, con el propósito de manejar el agua de lluvia y la escorrentía de manera eficiente, previniendo inundaciones, daños a la propiedad y erosión del suelo.	Estudio Hidrológicos	Intensidad de lluvia	Nominal
				Promedio de precipitaciones	
			Escorrentía	Sistema de evacuación pluvial	
			Seguridad	La protección de infraestructura	
				Seguridad vehicular	

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología	
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Variable 1 Diseño del drenaje pluvial	Levantamiento Topográfico	Coordenadas y cotas	(Nivel, ficha de resumen, AutoCAD, Hcanales, SAP 2000 y civil 3d)	Tipo de investigación Descriptivo - Aplicativo	
¿Cuál es el diseño del sistema de drenaje que permite controlar aguas pluviales en la Avenida Marcavelica en el distrito Veintiséis de Octubre, Piura - 2023?	Diseñar un sistema de drenaje pluvial que permita controlar las aguas pluviales en la Av. Marcavelica en el distrito Veintiséis de Octubre - Piura, 2023	El diseño de un sistema de drenaje pluvial permitirá un adecuado control de aguas pluviales en la Av. Marcavelica en el distrito Veintiséis de Octubre – Piura, 2023.			Pendientes			
				Diseño Hidráulico	Áreas			
					Cálculos hidráulicos			
			Diseño estructural	Delimitación de caudales	Planos	Enfoque de investigación Cuantitativo		
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	Variable 2 Controlar aguas pluviales	Estudio Hidrológico	Intensidad de lluvia	(Recolección de datos)	El diseño de la investigación No experimental - Descriptivo y transversal	
¿Cuál son las características del levantamiento topográfico de la Avenida Marcavelica como parte integral del diseño del Sistema de Drenaje Pluvial, en el distrito Veintiséis de Octubre, Piura-2023?	Realizar el levantamiento topográfico de la Avenida Marcavelica como parte integral del diseño del Sistema de Drenaje Pluvial, distrito Veintiséis de Octubre, Piura-2023.	El levantamiento topográfico de la Av. Marcavelica permitirá realizar un adecuado diseño de drenaje pluvial en la Av. Marcavelica, distrito Veintiséis de Octubre, Piura – 2023.			Promedio de precipitaciones			
¿Cuál es el estudio hidrológico integral de la Avenida Marcavelica como base fundamental para el diseño del sistema de drenaje en el distrito Veintiséis de Octubre, Piura-2023?	Realizar el estudio hidrológico integral de la Av. Marcavelica como base fundamental para el diseño del sistema de drenaje en distrito Veintiséis de Octubre, Piura-2023.	El estudio hidrológico integral de la Av. Marcavelica permitirá diseñar el sistema de drenaje pluvial en distrito Veintiséis de Octubre, Piura-2023		Escorrentía	Sistema de evacuación pluvial			El nivel de la investigación: Descriptivo-Aplicado
¿Cuáles son las dimensiones de la cuneta del sistema de drenaje Pluvial para controlar Aguas Pluviales en la Av. Marcavelica, distrito Veintiséis de Octubre, Piura-2023?	Establecer el dimensionamiento de la cuneta del sistema de drenaje Pluvial para controlar Aguas Pluviales en la Av. Marcavelica, distrito Veintiséis de Octubre, Piura-2023.	El dimensionamiento de la cuneta del sistema de drenaje pluvial permitirá controlar aguas pluviales en la Av. Marcavelica, distrito Veintiséis de Octubre, Piura-2023.		Seguridad	Protección de la infraestructura			Población: Avenidas del distrito veintiséis de octubre
¿Cuál es el diseño de los elementos estructurales del sistema de drenaje pluvial que permitirá dar seguridad al control de aguas pluviales en la Avenida Marcavelica del distrito Veintiséis de Octubre, 2023?	Diseñar los elementos estructurales del sistema de drenaje pluvial que permitirá dar seguridad al control de aguas pluviales en la Avenida Marcavelica distrito Veintiséis de Octubre, Piura- 2023.	El diseño de los elementos estructurales del sistema de drenaje pluvial permitirá dar seguridad al control de aguas pluviales en la Av. Marcavelica, distrito Veintiséis de Octubre, Piura- 2023.			Seguridad vehicular			Muestra: Avenida Marcavelica
					Muestreo:			

Ficha de resumen 1 - (Especialista 1)

		Ficha de resumen N.º 01: Levantamiento Topográfico			
Proyecto	"Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial para Controlar Aguas Pluviales en la Avenida Marcavelica, Distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023"				
Ubicación	Departamento: Piura	Provincia: Piura	Distrito: Veintiséis de Octubre		
Instrumento	Nivel Topográfico				
Descripción					
N.º Puntos	Coordenadas		Cota	Estación	Observación
	Norte	Este			
01	9426925.466	538413.1258	29.88	E1-BM1
02	9426842.786	538366.0703	29.707	E2-BM2
03	9426733.939	538329.5465	29.035	E3-BM3



 Ing. Jhonny E. Rojas Hernández
 INGENIERO SANITARIO
 CIP. N° 205096

Ficha de resumen 2 – (Especialista 1)

		Ficha de resumen N.º 2 Registro Pluviométrico													
Proyecto		"Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial para Controlar Aguas Pluviales en la Avenida Marcavelica, Distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023"													
Estación		Miraflores			Latitud		5°10'31"		Longitud		80°36'59.55"		Código		105100
		Departamento		Piura	Provincia		Piura		Distrito		Castilla				
Datos															
N.º de registro	Año	Ener	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Prec. Max (mm/anual)	
01	1998														
02	1999														
03	2000														
04	2001														
05	2002														
06	2003														
07	2004														
08	2005														
09	2006														
10	2007														
11	2008														
12	2009														
13	2010														
14	2011														
15	2012														
16	2013														
17	2014														
18	2015														
19	2016														
20	2017														
21	2018														
22	2019														
23	2020														
24	2022														
25	2023														



 Ing. Ilce Rivas Hernández
 INGENIERO SANITARIO
 CIP. N° 205096



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

CONSTANCIA

VALIDACION DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

Quien suscribe, Ing. Jhorlin Eli Rodas Hernández con CIP N.º 205096 especialista en Saneamiento, hago constar de haber evaluado los instrumentos de recolección de datos para ser utilizados en la investigación titulada "Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial para Controlar Aguas Pluviales en la Avenida Marcavelica, Distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023". Presentado por los autores: Henry Aldibar Alberca Surita, identificado con DNI N.º 70810387 y la Srta. Flor Elita Medina Ruiz, identificada con DNI N.º. 72374466.

Dichos instrumentos serán aplicados en la presente investigación, considerando las variables y objetivos que se procura alcanzar, por lo que cuenta con la validez y confidencialidad correspondiente.



 Jhorlin Eli Rodas Hernández
INGENIERO SANITARIO
CIP. N° 205096

Piura 06 de noviembre del 2023

Ficha de resumen 1 – (Especialista 2)

		Ficha de resumen N.º 01: Levantamiento Topográfico			
Proyecto	*Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial para Controlar Aguas Pluviales en la Avenida Marcavelica, Distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023*				
Ubicación	Departamento: Piura	Provincia: Piura	Distrito: Veintiséis de Octubre		
Instrumento	Nivel Topográfico				
Descripción					
N.º Puntos	Coordenadas		Cota	Estación	Observación
	Norte	Este			
01	9426925.466	538413.1258	29.88	E1-BM1
02	9426842.786	538366.0703	29.707	E2-BM2
03	9426733.939	538329.5465	29.035	E3-BM3



Julio Manuel Flores Muro
 INGENIERO AGRICOLA
 Reg. CP. N° 100402

Ficha de resumen 2 – (Especialista 2)

		Ficha de resumen N.º 2 Registro Pluviométrico												
Proyecto	"Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial para Controlar Aguas Pluviales en la Avenida Marcavelica, Distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023"													
Estación	Miraflores			Latitud	5°10'31"	Longitud	80°36'59.55"	Código	105100					
	Departamento	Piura		Provincia	Piura	Distrito	Castilla							
Datos														
N.º de registro	Año	Ener	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Prec. Max (mm/annual)
01	1998													
02	1999													
03	2000													
04	2001													
05	2002													
06	2003													
07	2004													
08	2005													
09	2006													
10	2007													
11	2008													
12	2009													
13	2010													
14	2011													
15	2012													
16	2013													
17	2014													
18	2015													
19	2016													
20	2017													
21	2018													
22	2019													
23	2020													
24	2022													
25	2023													



Julio Manuel Flores Muro
 INGENIERO AGRICOLA
 Reg. CIP. N° 100402



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

CONSTANCIA

VALIDACION DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

Quien suscribe, Ing. Julio Manuel Flores Mino con CIP N.º 51258 especialista en Ingeniero Agrícola, hago constar de haber evaluado los instrumentos de recolección de datos para ser utilizados en la investigación titulada "Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial para Controlar Aguas Pluviales en la Avenida Marcavelica, Distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023". Presentado por los autores: Henry Aldibar Alberca Surita, identificado con DNI N.º 70810387 y la Srta. Flor Elita Medina Ruiz, identificada con DNI N.º. 72374466.

Dichos instrumentos serán aplicados en la presente investigación, considerando las variables y objetivos que se procura alcanzar, por lo que cuenta con la validez y confidencialidad correspondiente.



Handwritten signature of Julio Manuel Flores Mino in blue ink. Below the signature is a circular official stamp of the Agronomist Association of Peru (Asociación Agrónomos del Perú) with the text: "Julio Manuel Flores Mino", "INGENIERO AGRICOLA", and "Reg. CIP. N° 100402".

Piura 06 de noviembre del 2023

Ficha de resumen 1 – (Especialista 3)

		Ficha de resumen N.º 01: Levantamiento Topográfico			
Proyecto	"Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial para Controlar Aguas Pluviales en la Avenida Marcavelica, Distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023"				
Ubicación	Departamento: Piura	Provincia: Piura	Distrito: Veintiséis de Octubre		
Instrumento	Nivel Topográfico				
Descripción					
N.º Puntos	Coordenadas		Cota	Estación	Observación
	Norte	Este			
01	9426925.466	538413.1258	29.88	E1-BM1
02	9426842.786	538366.0703	29.707	E2-BM2
03	9426733.939	538329.5465	29.035	E3-BM3


 Manuel Emilio Silva Adrianzen
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 51258

Ficha de resumen 2 – (Especialista 3)

		Ficha de resumen N.º 2 Registro Pluviométrico												
Proyecto		"Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial para Controlar Aguas Pluviales en la Avenida Marcavelica, Distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023"												
Estación		Miraflores		Latitud		5°10'31"		Longitud		80°36'59.55"		Código		105100
		Departamento		Piura		Provincia		Piura		Distrito		Castilla		
Datos														
N.º de registro	Año	Ener	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Prec. Max (mm/anual)
01	1996													
02	1999													
03	2000													
04	2001													
05	2002													
06	2003													
07	2004													
08	2005													
09	2006													
10	2007													
11	2008													
12	2009													
13	2010													
14	2011													
15	2012													
16	2013													
17	2014													
18	2015													
19	2016													
20	2017													
21	2018													
22	2019													
23	2020													
24	2022													
25	2023													


 Manuel Emilio Silva Adrianzen
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 51258



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

CONSTANCIA

VALIDACION DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

Quien suscribe, Ing. Manuel Emilio Silva Adrianzen con CIP N.º 51258 especialista en Saneamiento, hago constar de haber evaluado los instrumentos de recolección de datos para ser utilizados en la investigación titulada "Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial para Controlar Aguas Pluviales en la Avenida Marcavelica, Distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023". Presentado por los autores: Henry Aldibar Alberca Surita, identificado con DNI N.º 70810387 y la Srta. Flor Elita Medina Ruiz, identificada con DNI N.º. 72374466.

Dichos instrumentos serán aplicados en la presente investigación, considerando las variables y objetivos que se procura alcanzar, por lo que cuenta con la validez y confidencialidad correspondiente.

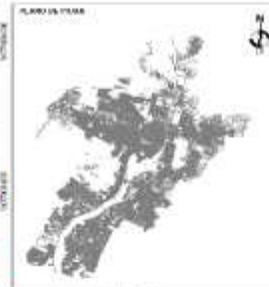
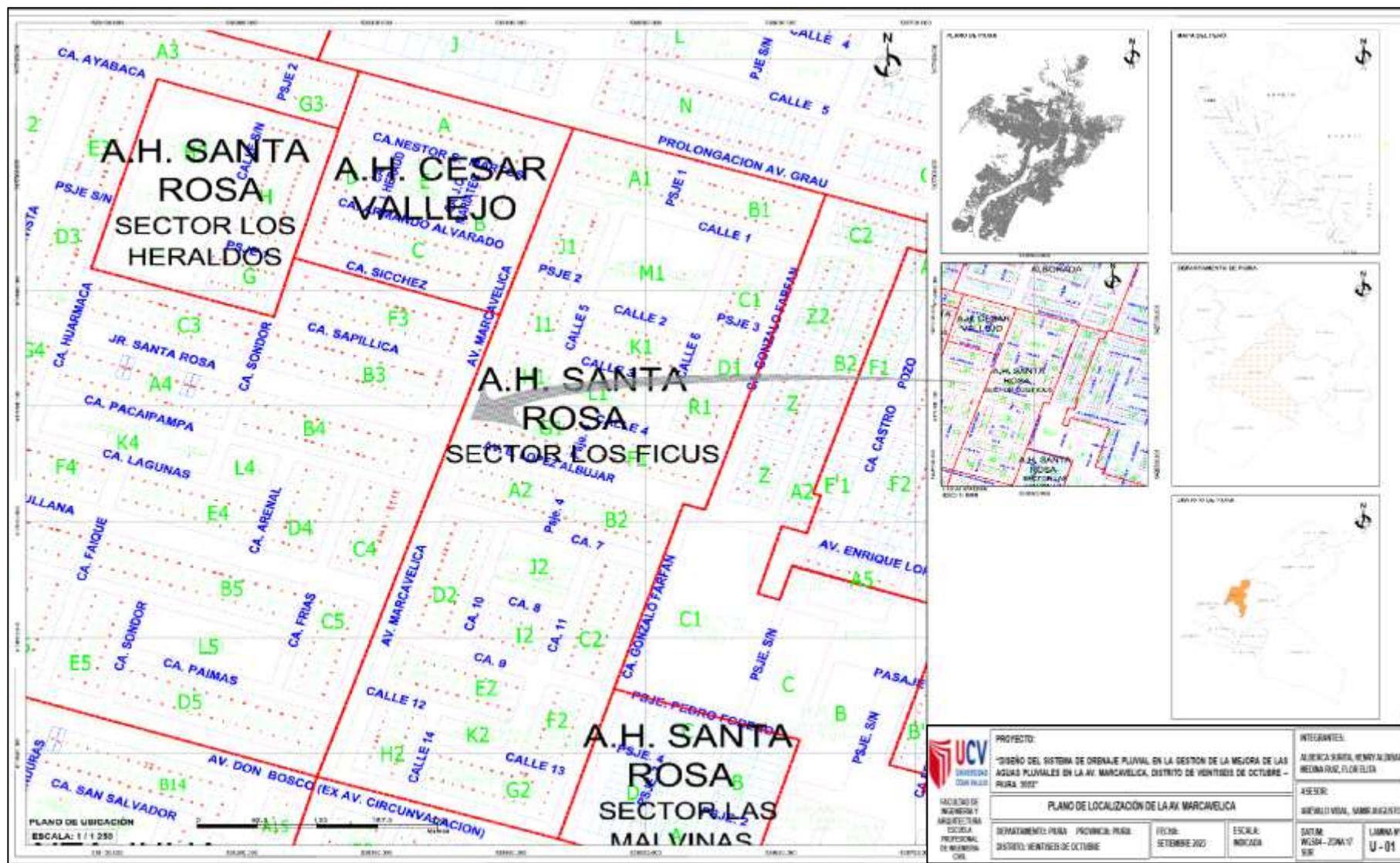


Manuel Emilio Silva Adrianzen
INGENIERO CIVIL
CIP. N.º 51258

Piura 06 de noviembre del 2023

Anexo 3. Planos

Plano de ubicación



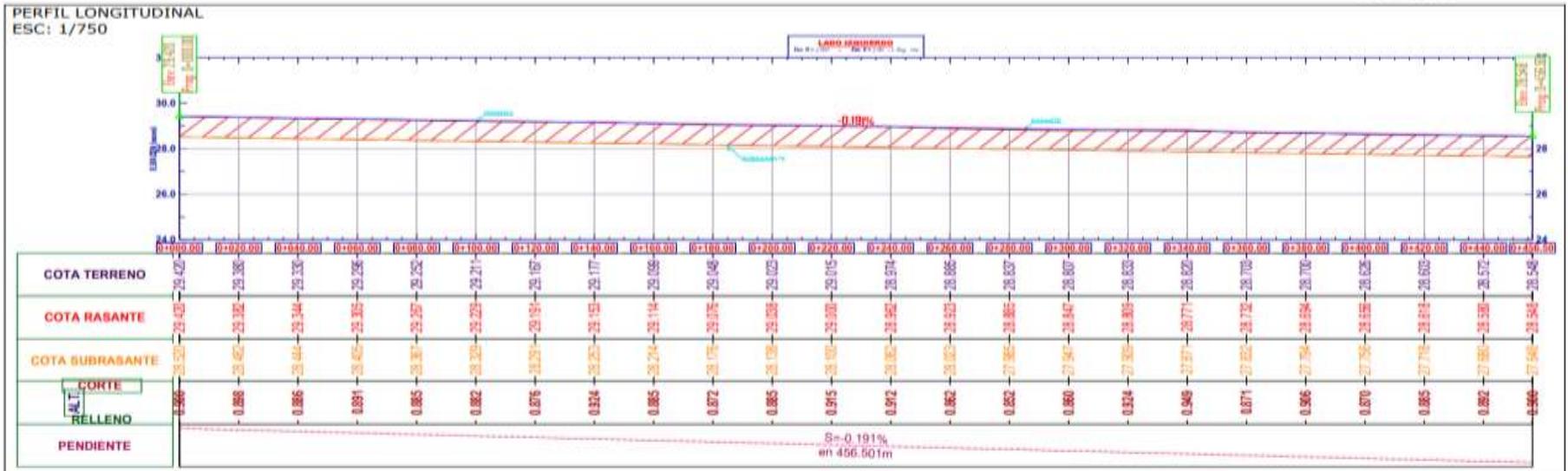
<p>UNIVERSIDAD CON VALLES</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>PROYECTO:</p> <p>DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN LA GESTION DE LA MEJORA DE LAS AGUAS PLUVIALES EN LA AV. MARCAVELICA, DISTRITO DE VENTANAS DE OCTUBRE - PURA 2022</p>	<p>INTERVENIENDO:</p> <p>ALBERCA SANTA MARIYA ALONSO REINA ROSA FLORELLA</p>
	<p>PLANO DE LOCALIZACION DE LA AV. MARCAVELICA</p>	<p>ASESOR:</p> <p>INGENIERO CIVIL, SANTIAGO RIVERA</p>
<p>DEPARTAMENTO: PURA</p> <p>DISTRITO: VENTANAS DE OCTUBRE</p>	<p>PROVINCIA: PURA</p> <p>FECHA: SEPTIEMBRE 2022</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p> <p>FECHA: WUSA - JUNIA 17 SUN</p>

PLANO DE UBICACION
ESCALA: 1 / 1.250

Perfiles longitudinales de la vía

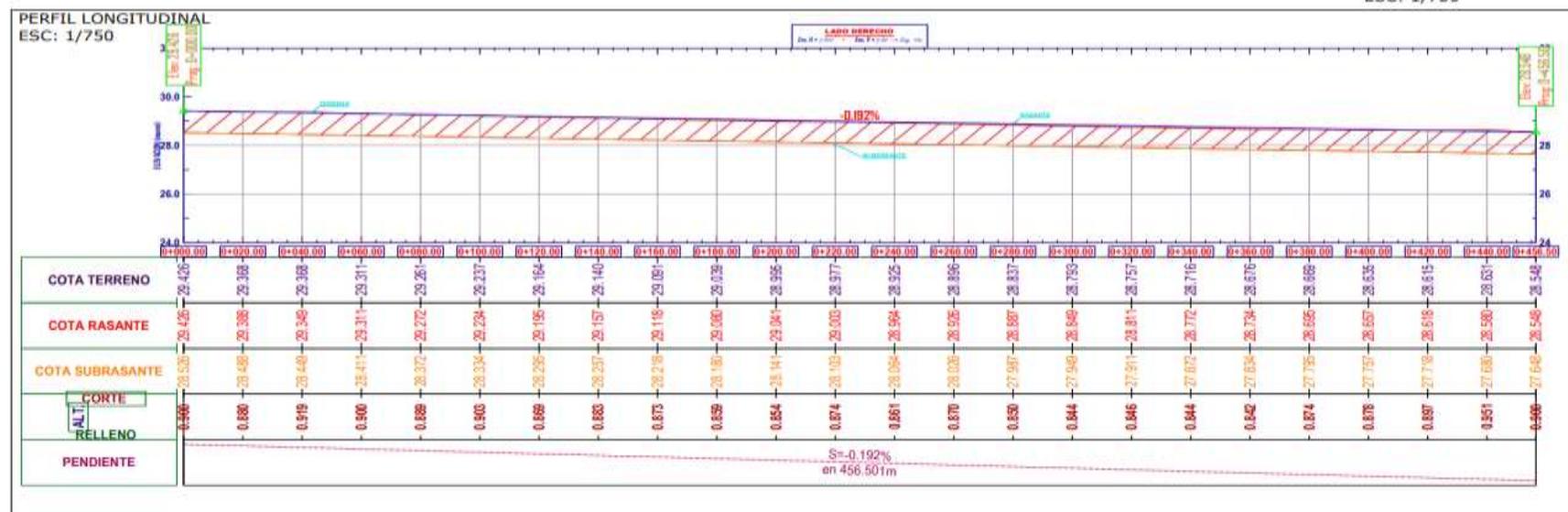


PLANTA GENERAL
ESC: 1/750



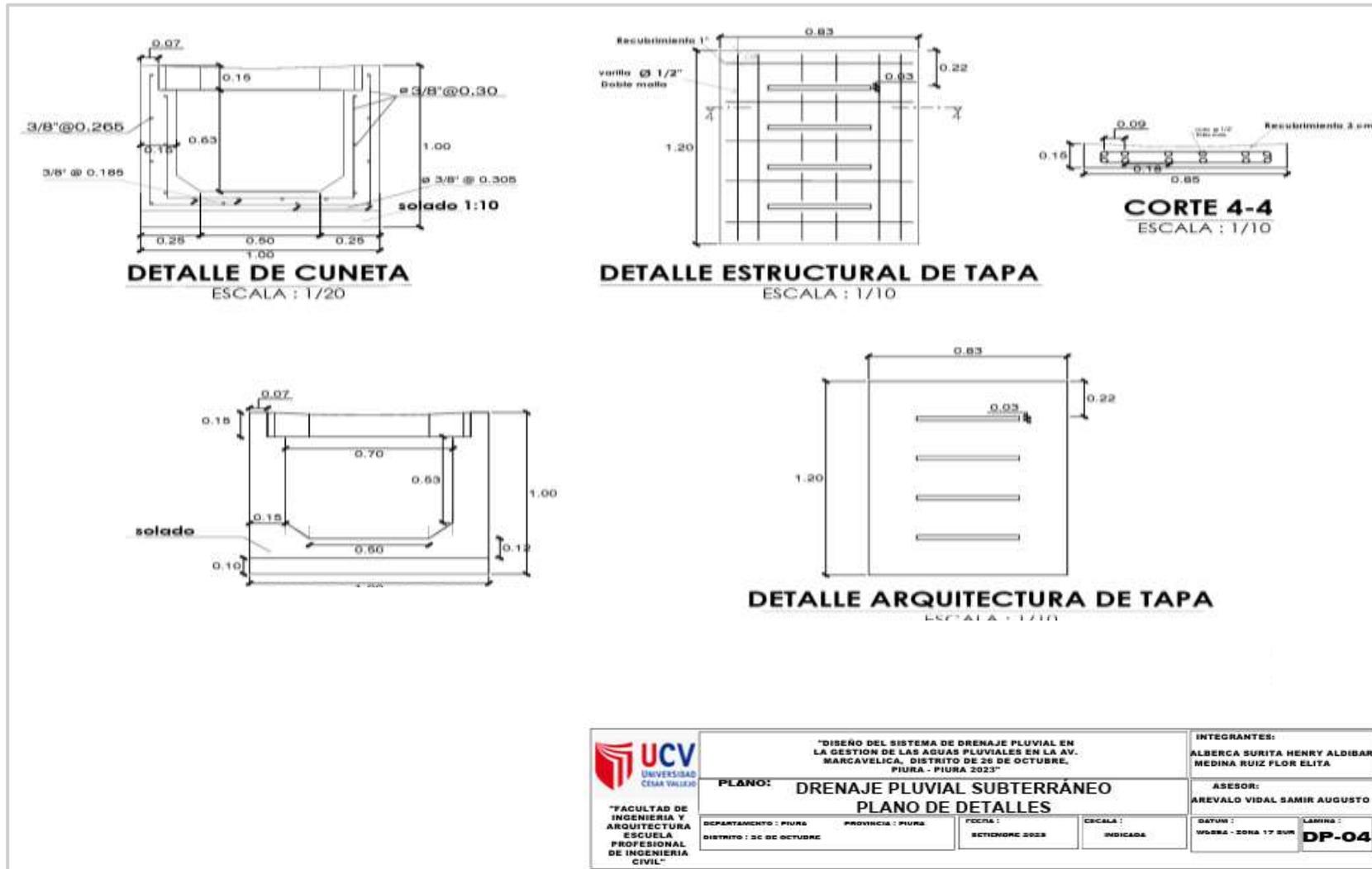


PLANTA GENERAL
ESC: 1/750



 UCV UNIVERSIDAD CECAS VALLEJO "FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL"	PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN LA GESTION DE LAS AGUAS PLUVIALES EN LA AV. MARCAVELICA, DISTRITO DE 26 DE OCTUBRE, PIURA - PIURA 2023"				INTEGRANTES: ALBERCA BURITA HENRY ALDINA MEDINA RUIZ FLOR ELIJA	
	PLANO: TOPOGRAFIA PROYECTADA PLANO PLANTA Y PERFIL CUNETAS SUBTERRANEA				ASESOR: AREVALO VIDAL SAMIR AUGUSTO	
	DEPARTAMENTO : PIURA	PROVINCIA : PIURA	FECHA :	ESCALA :	ESTADO :	LÁMINA :
	DISTRITO : 26 DE OCTUBRE		NOVIEMBRE 2023	INDICADA	MODERNA - ZONA 1 Y SUR	PP-1

Detalles de la cuneta



 <p>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</p> <p>"FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL"</p>	<p>"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN LA GESTION DE LAS AGUAS PLUVIALES EN LA AV. MARCAVELICA, DISTRITO DE 26 DE OCTUBRE, PIURA - PIURA 2023"</p>			<p>INTEGRANTES:</p> <p>ALBERCA SURITA HENRY ALDIBAR MEDINA RUIZ FLOR ELITA</p>		
	<p>PLANO: DRENAJE PLUVIAL SUBTERRANEO PLANO DE DETALLES</p>					
	<p>DEPARTAMENTO: PIURA</p> <p>DISTRITO: 26 DE OCTUBRE</p>	<p>PROVINCIA: PIURA</p>	<p>FOLIO: 1</p> <p>SECCION: 2023</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>ASESOR:</p> <p>AREVALO VIDAL SAMIR AGUSTO</p>	<p>FECHA: 2023-11-17</p> <p>LAMINA: DP-04</p>
	<p>WPERA - 2023-11-17</p>					

Anexo 4. Diagnóstico de la Avenida

INFORME DIAGNOSTICO DE LA AV. MARCAVELICA

1. INTRODUCCIÓN

Este informe se enfoca describir la negligencia que presenta la población mediante encuestas correspondientes con la intención de saber las inquietudes que presentan debido a la carencia de un sistema de drenaje pluvial en su sector parte del tramo de estudio. Esta encuesta se realizó en el programa Microsoft Word.

2. ÁREA AFECTADA

A inicios de este año 2023 fue la temporada de altas precipitaciones, el cual afectó la región de Piura, especialmente el distrito Veintiséis de Octubre, en el Sector Los Ficus, debido a la intensidad, provocando inundaciones en los alrededores de la avenida Marcavelica por lo que generó almacenamiento de aguas pluviales por falta de un sistema de drenaje pluvial y por la deficiencia de la inoperatividad del sistema de drenaje que se encuentra en otro tramo.

ZONA AFECTADA




JEMIER GUAMURO DIAZ
Ingeniero Civil
CIP N° 239175

3. ENCUESTAS

Se recogió información mediante encuestas de investigación, mediante entrevistas a los pobladores del sector de los alrededores de la Avenida Marcavelica, los cuales se ven afectados. Cabe recalcar, que esta fase va concorde al cumplimiento de los objetivos planteados del estudio con el motivo que se desarrolle e implemente a futuro el diseño del sistema de drenaje pluvial favoreciendo a la necesidad de los habitantes de esta zona.

ENCUESTAS A LOS RESIDENTES



Nota: Se demuestra en las imágenes las encuestas respectivas a los pobladores indignados sobre el mal estado que se encuentra la Avenida sin un sistema de drenaje.

PROGRAMA MICROSOFT FORMS



Nota: Este programa se usa para realizar formularios sobre temas determinados, en este caso se utilizó para nuestro proyecto de estudio.


JEHNER GUAMUÑO DÍAZ
Ingeniero Civil
CIP N° 238175

FORMULARIO

Proyecto de Tesis

12 Respuestas

02:56 Tiempo restante para finalizar

Activo

Ver resultados

Abra en Excel

1. ¿Ha escuchado usted sobre el sistema de drenaje pluvial?

Si	75%
No	25%

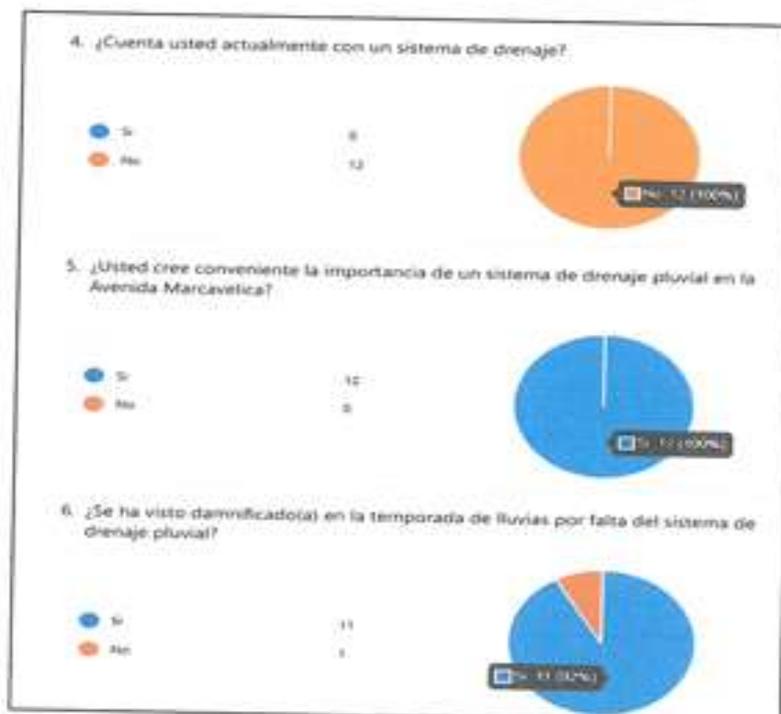


Escanea el código QR
para ver los resultados
de esta encuesta
en tu celular

12 Respuestas

Nota: El cuestionario se realizó por medio del formulario de Microsoft forms, dado que esta se brindó el QR y Link a los pobladores para que puedan responder.

Respuestas de las interrogantes más destacadas



Jeimer Guzmán
JEIMER GUZMÁN D. S. R. L.
Ingeniero Civil
CIP N° 238175

Nota: Se presenta en el gráfico las respuestas el porcentaje de las incógnitas 4, 5 y 6 como se muestra, se puede decir que el 100% de los habitantes de dicha avenida no cuentan con un sistema de drenaje pluvial, sin embargo, priorizan la importancia de esta en su Avenida Marcavelica.

Importancia de la red según los damnificados



Nota: Especificaron todos los pobladores respondieron que si es importante que se emplear a futuro la red de drenaje pluvial en la zona.


JENER GUAMUERO DIAZ
Ingeniero Civil
CIP N° 239173

Anexo 5. Informe Topográfico



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFORME TOPOGRÁFICO

“Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial para Controlar Aguas Pluviales en la Avenida Marcavelica, Distrito Veintiséis de Octubre, Piura, 2023”



Jeiner
JEINER GUAMURO DIAZ
Ingeniero Civil
CIP N° 239175



1. GENERALIDADES

Este levantamiento topográfico de la avenida Marcavelica está ubicado en el Sector Los Ficus, distrito Veintiséis de Octubre, especifica la superficie natural del terreno, referente al sistema de drenaje pluvial, parte donde se almacena el agua pluvial.

2. ANTECEDENTES

De acuerdo a la situación actual en la que se encuentra la Avenida Marcavelica se ha visto conveniente realizar un sistema de drenaje pluvial para mejorar gestión de aguas pluviales en la Avenida Marcavelica, ubicado en el distrito Veintiséis de Octubre, región Piura.

3. UBICACIÓN

El Proyecto se ubica en:

Región	:	Piura
Provincia	:	Piura
Distrito	:	Veintiséis de Octubre
Sector	:	Los Ficus



MAPA DEL DISTRITO DE VEINTISEIS DE OCTUBRE





En la Zona de estudio se especifica los límites de estudio de la Avenida Marcavelica. Por lo tanto, donde señalan las flechas amarillas será la parte del tramo la cual nos enfocaremos siendo un promedio de 456.50 metros.

OBJETIVO

El objetivo principal es la obtención de plano topográfico para nuestro proyecto, mientras que el objetivo secundario es obtener puntos de referencia para el levantamiento topográfico en relación al drenaje para el escurrimiento superficial de agua, de acuerdo a progresivas y control de niveles altitudinales.

4. TRABAJOS DESARROLLADOS

EQUIPO UTILIZADO

- 01 Nivel Topográfico, marca Sokkia modelo B-40.
- 01 Mira topográfica
- 01 Prismas con porta prisma
- 01 Trípode
- 01 Wincha (cinta) métrica de 100 m.
- 01 Laptop Lenovo.
- 01 Calculadora.
- 01 Cámara fotográfica.


JEMER GUANDUPO MAZ
Ingeniero Civil
CIP N° 238173



5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Abarca todo el procedimiento, la ubicación de los puntos geográficos de referencia del BM que se definen por pendientes, coordenadas y altitud con nivel topográfico. Para el procedimiento consistió en realizar el levantamiento con sus progresivas de las cotas terreno, rasante y subrasante, como así también altitud de corte y relleno, por último, la pendiente. Respecto a la alineación de las progresivas, estos se realizaron con la ayuda de wincha métrica en el punto de referencia dejando las progresivas marcadas en el arcén y el pavimento (plataforma) y BM's cada 20 m de distancia, llegando total del tramo a un promedio de 456.50m, proyectándose para el drenaje pluvial.



PUNTO DE CONTROL, POLIGONAL DE APOYO Y MARCADO DE BM'S

Para la poligonal de apoyo se ha tomado como base los BM's colocados a cada 20 m, partiendo de la Av. Grau como punto inicial +0.00, la cual sirve como punto de partida para poder definir las coordenadas precisas de cada punto. Adicionalmente se realizó la nivelación partiendo de los puntos geodésicos que están enlazados con la red geodésica nacional. La identificación de los BM's del trazo de la vía se realizó en la superficie del pavimento, la misma que se pintó de color blanco para mejor visibilidad. Los datos del procedimiento se detallan a continuación:

DETALLE GENERAL DEL PERFIL LONGITUDINAL

TRAMO	DISTANCIA (m)	COTA INICIAL	COTA FINAL	PENDIENTE %
Lado derecho	456.50	28.546	27.668	0.192
Lado izquierdo	456.50	28.54	27.668	0.191

JENNER GUAMURO RUAZ
Ingeniero Civil
CIP N° 238173



DETALLE DE BM' EN LA VIA

TABLA DE ESTACIONES			
Nº ESTACION	NORTE	ESTE	COTA
E1-BM1	9426925.466	538413.1258	29.86
E2-BM2	9426842.786	538366.0703	29.707
E3-BM3	9426733.939	538329.5465	29.035

6. TRABAJO DE GABINETE

Se realizó en campo, los equipos utilizados para el proceso de datos tanto en campo como en gabinete 01 laptop, 01 calculadora. El trabajo consistió en generar las curvas de nivel a partir de la data del terreno, la cual es empleada para generar el diseño del drenaje pluvial, a través de la nivelación topográfica, considerada en la Norma Técnica de "Obras y Saneamiento 0.60 – Drenaje Pluvial Urbano", todo el proceso concluye con la obtención de plano de diseño y perfil longitudinal.

PROCESAMIENTO DE DATOS

Para el diseño se elaboró con el software AutoCAD Civil 3D 2018, a través de los datos del nivel topográfico con una distancia de 20 m. Acciones necesarias para generar las secciones las mismas que muestran las áreas de corte y relleno, así como las cotas de terreno y rasante. El levantamiento topográfico en mención también muestra un plano de ubicación, un plano topográfico y el plano de ubicación de drenaje pluvial de 456.50 m.

7. PERFIL LONGITUDINAL

El perfil longitudinal del tramo comprendido entre 0+000 al 456.50 m, es materia del presente Informe, se ha obtenido mediante la nivelación geométrica altitudinal de acuerdo a las características del terreno en el eje del trazo a lo largo del tramo y como es usual en esta actividad importante, se han obtenido las alturas y cotas del terreno.

Se procedió a elaborar el perfil longitudinal del terreno y el respectivo alineamiento vertical, con el trazo de la rasante y las curvas verticales. Sobre el perfil longitudinal obtenido para este tramo del 0+000 al 456.50 m, se ha diseñado la rasante de la vía con determinación de sus cotas, la misma que tiene diferentes


JHONY GUAMURO DÍAZ
Ingeniero Civil
CIP N° 239173



pendientes en longitudes variables de acuerdo con el relieve topográfico del terreno.

DETALLE DEL PERFIL LONGITUDINAL

Progresivas del perfil derecho				
Distancia	Cota terreno	Cota rasante	Cota subrasante	Altura (Cot. Relleno)
0+000	29.420	29.420	28.520	0.900
0+020	29.380	29.382	28.482	0.898
0+040	29.330	29.344	28.444	0.886
0+060	29.296	29.305	28.405	0.891
0+080	29.252	29.267	28.367	0.885
0+100	29.211	29.229	28.329	0.982
0+120	29.167	29.191	28.291	0.876
0+140	29.177	29.153	28.253	0.924
0+160	29.099	29.114	28.214	0.885
0+180	29.048	29.076	28.176	0.872
0+200	29.023	29.038	28.138	0.885
0+220	29.015	29.000	28.100	0.915
0+240	28.974	28.962	28.062	0.912
0+260	28.885	28.923	28.023	0.862
0+280	28.837	28.885	27.985	0.852
0+300	28.807	28.847	27.947	0.860
0+320	28.833	28.809	27.909	0.924
0+340	28.820	28.771	27.871	0.949
0+360	28.703	28.732	27.832	0.871
0+380	28.700	28.694	27.794	0.906
0+400	28.626	28.656	27.756	0.870
0+420	28.603	28.618	27.718	0.885
0+440	28.572	28.580	27.680	0.892
0+456	28.548	28.548	27.648	0.900


JEMER GUAMURO RUIZ
Ingeniero Civil
CIP N° 239178

Progresivas del perfil derecho				
Distancia	Cota terreno	Cota rasante	Cota subrasante	Altura (Cot. Relleno)
0+000	29.420	29.420	28.520	0.900
0+020	29.380	29.382	28.482	0.898
0+040	29.330	29.344	28.444	0.886
0+060	29.296	29.305	28.405	0.891
0+080	29.252	29.267	28.367	0.885
0+100	29.211	29.229	28.329	0.982
0+120	29.167	29.191	28.291	0.876
0+140	29.177	29.153	28.253	0.924
0+160	29.099	29.114	28.214	0.885



0+180	29.048	29.076	28.176	0.872
0+200	29.023	29.038	28.138	0.885
0+220	29.015	29.000	28.100	0.915
0+240	28.974	28.962	28.062	0.912
0+260	28.885	28.923	28.023	0.862
0+280	28.837	28.885	27.985	0.852
0+300	28.807	28.847	27.947	0.860
0+320	28.833	28.809	27.909	0.924
0+340	28.820	28.771	27.871	0.949
0+360	28.703	28.732	27.832	0.871
0+380	28.700	28.694	27.794	0.906
0+400	28.626	28.656	27.756	0.870
0+420	28.603	28.618	27.718	0.885
0+440	28.572	28.580	27.680	0.892
0+456	28.548	28.548	27.648	0.900

COORDENADAS Y COTAS DE LA AV. GRAU Y CALLE 9

Tramo	N° Áreas	Características de superficie	Área (m2)
AV. GRAU Y CALLE 9	1	Área pavimentada/Asfalto	4562.233
	2	Áreas Verdes	1824.91
Área pavimentada/asfalto			4562.233
Áreas verdes			1824.91
Área tributaria			6387.143


JEMER GUAMURO L.
Ingeniero Civil
CIP N° 111115



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Chayla
JENER GUAMURO QUIZ
Ingeniero Civil
CIP N° 228178

TRABAJO EN CAMPO



Carril derecho



Carril izquierdo



Anexo 6. Informe Hidrológico



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFORME DE ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

1. INTRODUCCIÓN

En la propuesta de nuestro proyecto referente al drenaje pluvial se detalla la recolección de datos pluviométricos registrado en la base de datos solicitados de Senamhi de la estación Miraflores, como precipitaciones máximas mm/hrs, a partir de 25 años desde 1998 al 2023, ya que se encuentra cerca a la zona de estudio comprendiendo las siguientes coordenadas 5°10'31" latitud, 80°36'59.55" longitud, 34 msnm Altitud. También se detallarán análisis hidrológicos y cálculos para el modelo hidráulico.

2. ESTUDIO HIDROLÓGICO

2.1. Procedimiento

Para realizar la recopilación de información de la zona basándose en la hidrología y meteorología, se obtuvo por medio de (Senamhi), mediante los pasos siguientes, primero se tuvo que registrar nuestros datos, por consiguiente, se envió un correo electrónico dirigido a la institución para proceder con la descarga, referente al departamento de Piura con fecha actual 23/08/2023. De acuerdo a esta información recogida se enfocará en el estudio hidrológico de la Avenida Marcavelica del distrito Veintiséis de Octubre. A continuación, todos los datos meteorológicos e Hidrológicos se obtienen de (SENAMHI). A continuación, se detallarán los siguientes datos del mes abril del presente año el cual se registró anomalías altas llegando a concluir fenómeno de "El Niño" y un resumen de registro pluviométrico de 25 años. Asimismo, cálculos hidrológicos e hidráulicos.


JEMIR GUAMURO DÍAZ
Ingeniero Civil
CIP N° 239175

PLATAFORMA DE SENAMHI



Fuente: Portal de Senamhi (<https://www.senamhi.gob.pe/site/descarga-datos/>)



REGISTRO METEOROLÓGICO DE "EL NIÑO" DEL AÑO ACTUAL

Estación: MIRAFLORES				
Departamento:	PIURA	Provincia:	PIURA	Distrito: CASTILLA
Latitud:	5°10'31"	Longitud:	80°36'59.55"	Altitud: 34 msnm.
Tipo:		Código:		
MAP - METEOROLÓGICA		105100		
Día / Mes / Año	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/día)	
	Max	Min		Total
01/04/2023	33	23.6	S/D	0
02/04/2023	33.6	24.8	84.9	93.2
03/04/2023	32	25	86.4	20.5
04/04/2023	32.2	24.6	87.1	1
05/04/2023	32	24.8	85.3	75
06/04/2023	30.6	24.4	91.6	1.5
07/04/2023	31.8	24	83.3	0
08/04/2023	33.4	24.2	81.9	15.8
09/04/2023	32.6	24.6	83.5	0.4
10/04/2023	32	24.8	84.3	21.5
11/04/2023	30.4	24.6	88.1	5
12/04/2023	32	23.8	85.7	0.1
13/04/2023	32.8	24	81	11
14/04/2023	33.2	23.8	78.6	0
15/04/2023	32	S/D	S/D	0
16/04/2023	31.4	24.8	87	13.3
17/04/2023	32.2	24	82.1	0
18/04/2023	33	24.8	74.4	0
19/04/2023	33	24.6	72.2	0.3
20/04/2023	32.4	24	70.6	0.2
21/04/2023	33.4	24.6	81.8	1.8
22/04/2023	33.6	24.8	81.4	26.6
23/04/2023	32.2	24.6	82.9	11.6
24/04/2023	32.4	23.8	79.9	0
25/04/2023	32.2	24.6	78.3	11.5
26/04/2023	32.4	23.2	79.8	7.2
27/04/2023	32.6	23.4	80.6	0.4
28/04/2023	32.6	22.8	78.7	0
29/04/2023	31.4	23.8	78	4.4
30/04/2023	33.2	23.8	79.3	0

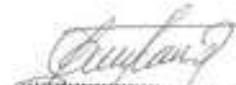

JEMER GUAMURO DÍAZ
Ingeniero Civil
CIP N° 238175



REGISTRO PLUVIOMETRICO DE 25 AÑOS

Estación: MIRAFLORES														
Departamento:	Piura		Provincia:	Piura		Distrito:		Castilla						
Latitud:	5°10'31"		Longitud:	80°36'59.55"		Altitud:		34 msnm.						
Tipo:	MAP - Meteorológica		Código:	105100										
Datos de Precipitación Anual														
Nº	Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prec. Max. (mm/año)
01	1998	768.7	500.0	485.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	768.7
02	1999	5.8	33.6	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.6
03	2000	2.2	10.5	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5
04	2001	11.3	5.9	162.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	162.3
05	2002	0.0	4.1	132.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	132.0
06	2003	4.1	22.4	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.4
07	2004	4.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6
08	2005	2.2	0.7	17.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7
09	2006	0.0	26.9	30.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.7
10	2007	6.5	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5
11	2008	7.2	92.3	54.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	92.3
12	2009	29.7	21.9	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.7
13	2010	1.0	64.2	25.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	64.2
14	2011	1.4	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
15	2012	4.0	69.0	26.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	69.0
16	2013	0.8	9.2	42.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.5
17	2014	0.3	9.9	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9
18	2015	0.2	0.3	43.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.3
19	2016	188.6	52.0	82.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	188.6
20	2017	84.0	198.2	500.8	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	500.8
21	2018	1.5	0.5	0.0	5.3	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	2.3	5.3
22	2019	2.5	37.9	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	11.0	37.9
23	2020	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
24	2022	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
25	2023	0.0	24.2	291.0	322.3	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	322.3
Max		768.7	500.0	500.8	7.1	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.2	11.0	768.7
													Promedio	103.9

Fuente: Portal de Senamhi (<https://www.senamhi.gob.pe/site/descarga-datos/>)


JEINER GUAMURO DÍAZ
Ingeniero Civil
CIP N° 239176



3. PRECIPITACIÓN MÁXIMA PROBABLE

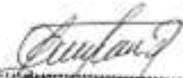
La precipitación máxima probable "Es la precipitación más alta para una duración meteorológicamente determinado" (Campo Aranda, 2019). Los sistemas hidrológicos se ven afectados por fenómenos extremos como tormentas severas e inundaciones.

El alcance de este evento extremo está relacionado con su frecuencia mediante una distribución de probabilidad. Para ello, se utilizó un modelo probabilístico que es la "Distribución de Gumbel", con el propósito de calcular sus parámetros de las variables aleatorias. También se podrá determinar la magnitud de un fenómeno para un determinado periodo de retorno.

DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES PLUVIOMÉTRICAS MEDIANTE GUMBEL

N.º	Año	Meses con mayor precipitación	Precipitación (mm)	
			X_i	$(X_i - \bar{X})^2$
01	1998	Enero	768.7	441937.7667
02	1999	Febrero	33.6	4944.339856
03	2000	Febrero	10.5	8726.549056
04	2001	Marzo	162.3	3408.691456
05	2002	Marzo	132.0	788.711056
06	2003	Febrero	22.4	6644.858256
07	2004	Enero	4.6	9863.667856
08	2005	Marzo	17.7	7433.198656
09	2006	Marzo	30.7	5360.582656
10	2007	Enero	6.5	9489.877056
11	2008	Febrero	92.3	134.931456
12	2009	Enero	29.7	5508.014656
13	2010	Febrero	64.2	1577.360656
14	2011	Febrero	1.8	10427.67746
15	2012	Febrero	69.0	1219.127056
16	2013	Marzo	42.5	3771.925056
17	2014	Febrero	9.9	8839.008256
18	2015	Marzo	43.3	3674.200456
19	2016	Enero	188.6	7171.379856
20	2017	Marzo	500.8	157516.9095
21	2018	Abril	5.3	9725.115456
22	2019	Febrero	37.9	4358.112256
23	2020	Marzo	0.3	10736.27546
24	2022	Diciembre	1.0	10591.70306
25	2023	Abril	322.3	47691.57146
Total			2597.9	781541.7

Fuente: Portal de Senamhi (<https://www.senamhi.gob.pe/site/descarga-datos/>)


JEINER GUAMURO DÍAZ
Ingeniero Civil
CIP N° 238176



DETERMINACION DE CÁLCULO MEDIANTE GUMBEL

Para el cálculo de la avenida, se enfoca en la intensidad de lluvia, empleando el método de Gumbel para la precipitación promedio tiene la siguiente formula:

$$X = \frac{\sum X_i}{n} \quad (2)$$

Donde:

X = Media aritmética

X_i = Gasto máximo anual (m^3/s)

n = Número total de datos

Entonces:

De la Ecuación 1, alcanzamos el procedimiento para la media aritmética.

$$X = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{2597.9}{25} = 103.9 \frac{mm}{dia} \quad (3)$$

La ecuación de la "desviación estándar" se desarrolla:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{902564.38}{25-1}} = 193.92 \text{ mm} \quad (4)$$

De igual forma en la cuarta ecuación obtenemos el valor de los parámetros α ; y μ :

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S = 140.70 \text{ mm} \quad (5)$$

$$\mu = X - 0.5572 * \alpha = 22.70 \text{ mm} \quad (6)$$


JEINER GUAMURO DIAZ
Ingeniero Civil
CIP N° 238176



PRECIPITACIONES MÁXIMAS PROBABLES EN DISTINTAS FRECUENCIAS

PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS PROBABLES PARA DISTINTAS FRECUENCIAS				
PERIODO DE RETORNO	VARIABLE REDUCIDA	PRECIPITACIÓN (mm)	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	CORRECCIÓN DE INTERVALO
AÑOS	Y _T	X _T (mm)	F(X _T)	X _T (mm)
2	0.3665	74.2722	0.5000	83.9276
5	1.4999	233.7461	0.8000	264.1331
10	2.2504	339.3318	0.9000	383.4449
25	3.1985	472.7395	0.9600	534.1956
50	3.9019	571.7090	0.9800	646.0312
100	4.6001	669.9477	0.9900	757.0409
200	5.2958	767.8279	0.9950	867.6456
500	6.2136	896.9623	0.9980	1013.5674

- Para el desarrollo se emplearon las siguientes fórmulas de "Gumbel":

➤ La variable reducida (Y_T) calculada se define por:

$$Y_T = -\ln\left(\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right) \quad (7)$$

➤ Al igual que la Ecuación 6, la Precipitación (mm) se precisa en:

$$X = X_T = \mu + Y_T \cdot \alpha \quad (8)$$

➤ De la misma forma para la probabilidad de ocurrencia F(X_T) esta se calcula por:

$$X_{(X,\mu,\alpha)} = e^{-e^{-\left(\frac{X-\mu}{\alpha}\right)}} \quad (9)$$

➤ Consecutivamente se procede con la Ecuación 9, de la Corrección de intervalo X_T (mm):

$$X_{t,correctado} = 1.13 \cdot X_t \quad (10)$$


JEINER GUAMURO DIAZ
Ingeniero Civil
CIP N° 228178



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Cayula
JEMER GUANURO QUIZ
 Ingeiero Civil
 CIP N° 111118

PRECIPITACIONES POR RETORNO

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración											
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	200 años	500 años				
24 hr	X24 = 100%	83.9276	264.1331	383.4449	534.1956	646.0312	757.0409	867.6456	1013.5674				
18 hr	X18 = 91%	76.3741	240.3612	348.9349	466.1180	587.8884	688.9072	789.5575	922.3464				
12 hr	X12 = 80%	67.1421	211.3065	306.7559	427.3565	516.8249	605.8327	694.1165	810.8540				
8 hr	X8 = 68%	57.0707	179.6105	260.7425	363.2530	439.3012	514.7878	589.9990	689.2259				
6 hr	X6 = 61%	51.1958	161.1212	233.9014	325.8593	394.0790	461.7949	529.2638	618.2761				
5 hr	X5 = 57%	47.8387	150.5559	218.5636	304.4915	368.2378	431.5133	494.5580	577.7334				
4 hr	X4 = 52%	43.6423	137.3492	199.3914	277.7817	335.9362	393.6613	451.1757	527.0551				
3 hr	X3 = 46%	38.6067	121.5012	176.3847	245.7300	297.1743	348.2368	399.1170	466.2410				
2 hr	X2 = 39%	32.7318	103.0119	149.5435	208.3963	251.9522	295.2459	338.3818	395.2913				
1 hr	X1 = 30%	25.1783	79.2399	115.0335	160.2587	193.8093	227.1123	260.2937	304.0702				

Nota: Los resultados de la precipitación se expresa en tiempos de duración en día (24hrs) y en un tiempo de 2 a 500 años.



DATOS DE INTENSIDAD – DURACION – FRECUENCIA (IDF)

Tabla de intensidades - Tiempo de duración										
Frecuencia	Duración en minutos									
años	60	120	180	240	300	360	480	720	1080	1440
2	45.58	29.73	23.16	19.39	16.90	15.11	12.65	9.85	7.67	6.43
5	65.74	42.88	33.40	27.97	24.38	21.79	18.25	14.21	11.07	9.27
10	86.73	56.57	44.06	36.90	32.16	28.74	24.07	18.75	14.60	12.23
25	125.09	81.60	63.55	53.23	46.39	41.46	34.72	27.04	21.06	17.64
50	165.03	107.65	83.84	70.22	61.19	54.69	45.80	35.67	27.79	23.27
100	217.71	142.01	110.61	92.64	80.73	72.15	60.43	47.06	36.66	30.70
200	287.21	187.35	145.92	122.21	106.50	95.18	79.72	62.09	48.36	40.50
500	414.25	270.22	210.46	176.26	153.61	137.29	114.98	89.55	69.75	58.41

4. REGRESIONES I - D - T:

Las curvas (I-D-T) se utiliza como modelo, en base al análisis de frecuencias de precipitaciones de acuerdo al periodo de retorno y el tiempo de duración proporcionado, para eventos extremos*.

PERIODO DE RETORNO (REGRESIÓN T = 5 Y 10 AÑOS)

Periodo de retorno para T = 5 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	11.0055	7.2724	2.3984	17.4421	52.8878
2	1080	13.3534	6.9847	2.5918	18.1028	48.7863
3	720	17.6089	6.5793	2.8684	18.8719	43.2865
4	480	22.4513	6.1738	3.1113	19.2088	38.1156
5	360	26.8535	5.8861	3.2904	19.3676	34.6462
6	300	30.1112	5.7038	3.4049	19.4208	32.5331
7	240	34.3373	5.4806	3.5362	19.3808	30.0374
8	180	40.5004	5.1930	3.7013	19.2208	26.9668
9	120	51.5060	4.7875	3.9417	18.8708	22.9201
10	60	79.2399	4.0943	4.3725	17.9024	16.7637
10	4980	326.9675	58.1555	33.2169	187.7889	346.9435
Ln (d) =	6.9063	d =	998.5620	n =	-0.6164	

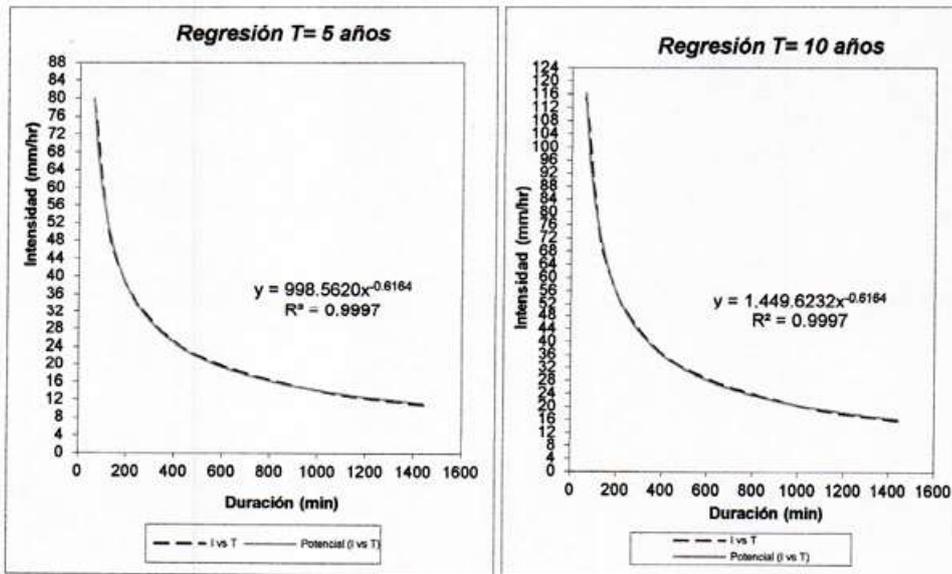

JEINER GUAMURO DÍAZ
Ingeniero Civil
CIP N° 238178



Periodo de retorno para T = 10 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x * ln y	(lnx)^2
1	1440	15.9769	7.2724	2.7711	20.1528	52.8878
2	1080	19.3853	6.9847	2.9645	20.7063	48.7863
3	720	25.5630	6.5793	3.2411	21.3243	43.2865
4	480	32.5928	6.1738	3.4841	21.5100	38.1156
5	360	38.9836	5.8861	3.6631	21.5616	34.6462
6	300	43.7127	5.7038	3.7776	21.5468	32.5331
7	240	49.8478	5.4806	3.9090	21.4237	30.0374
8	180	58.7949	5.1930	4.0741	21.1564	26.9668
9	120	74.7718	4.7875	4.3144	20.6553	22.9201
10	60	115.0335	4.0943	4.7452	19.4286	16.7637
10	4980	474.6622	58.1555	36.944	209.465	346.943
Ln (d) =	7.2791	d =	1449.6232	n =	-0.6164	5

Nota: Se especifica la duración de frecuencia pluvial en un periodo de 5 y 10 años.
 Donde $Ln(d) = (\sum(lnx * lny) * \sum lnx) - (\sum (lnx)^2 * \sum lny) / (\sum (lnx)^2) - (\sum lnx)^2 * (\sum n^o)$. $d = Exp (Ln(d))$ y por último, $n = (\sum lny - (\sum n^o) * Ln(d)) / \sum lnx$.

CURVA DE REGRESIÓN (T=5 Y 10 AÑOS)



Nota: Se detalla la curva regresión de I (intensidad) – D (duración) – T (periodo de retorno), tr = 5 y 10 años. Estas regresiones se detallan en base a la zona de estudio conforme dice la normativa O.S. 0.60.

Jeiner Guamuro Díaz
 JEINER GUAMURO DÍAZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 228178



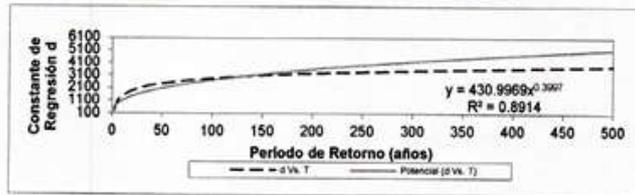
En función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para obtener valores de la ecuación:

$$d = K \cdot T^m \quad (16)$$

REGRESIÓN POTENCIAL

REGRESIÓN POTENCIAL						
Nº	X	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	317.2903	0.6931	5.7598	3.9924	0.4805
2	5	998.5620	1.6094	6.9063	11.1153	2.5903
3	10	1449.6232	2.3026	7.2791	16.7607	5.3019
4	25	2019.5401	3.2189	7.6106	24.4977	10.3612
5	50	2442.3371	3.9120	7.8007	30.5166	15.3039
6	100	2862.0122	4.6052	7.9593	36.6538	21.2076
7	200	3280.1573	5.2983	8.0956	42.8933	28.0722
8	500	3831.8173	6.2146	8.2511	51.2773	38.6214
8	892	17201.3395	27.8542	59.6625	217.7070	121.9388
Ln (K) =	6.066		K =	431.00	m =	0.3997

GRÁFICO DE LA CONSTANTE DE REGRESIÓN



5. CURVAS DE INTENSIDAD, DURACIÓN Y FRECUENCIA

Se enfoca en la probabilidad de ocurrencia de intensidades como el cálculo de la precipitación máxima probable Pd, en periodos cortos para distintas duraciones."

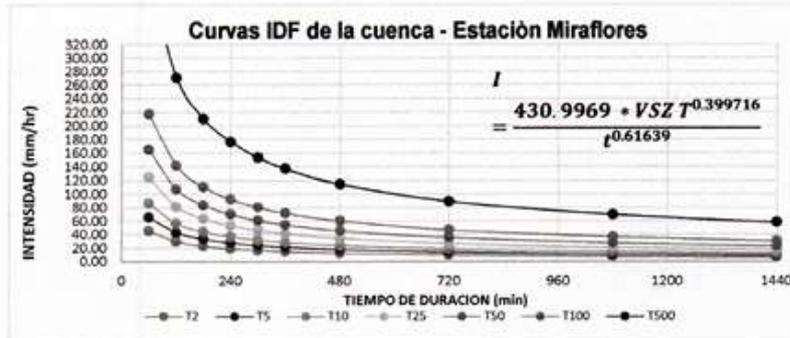
INTENSIDAD - DURACIÓN Y FRECUENCIA

TABLA DE INTENSIDADES - TIEMPO DE DURACIÓN										
FRECUENCIA	DURACIÓN EN MINUTOS									
	60	120	180	240	300	360	480	720	1080	1440
2	45.58	29.73	23.16	19.39	16.90	15.11	12.65	9.85	7.67	6.43
5	65.74	42.88	33.40	27.97	24.38	21.79	18.25	14.21	11.07	9.27
10	86.73	56.57	44.06	36.90	32.16	28.74	24.07	18.75	14.60	12.23
25	125.09	81.60	63.55	53.23	46.39	41.46	34.72	27.04	21.06	17.64
50	165.03	107.65	83.84	70.22	61.19	54.69	45.80	35.67	27.79	23.27
100	217.71	142.01	110.61	92.64	80.73	72.15	60.43	47.06	36.66	30.70
200	287.21	187.35	145.92	122.21	106.50	95.18	79.72	62.09	48.36	40.50
500	414.25	270.22	210.46	176.26	153.61	137.29	114.98	89.55	69.75	58.41

Jeiner Guamuño Díaz
JEINER GUAMUÑO DÍAZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 229178



CURVA I - D - F DE LA CUENCA



Nota: En el gráfico se aprecia la intensidad (mm/hr) dado por un periodo de 2 a 500 años.

6. CARACTERISTICAS HIDRÁULICAS

A. Determinación del caudal

El desarrollo del caudal de estudio se basará mediante el método racional encargado en el desempeño de proporción máxima de escorrentía de la cuenca, siendo igual al porcentaje de intensidad de lluvia promedio. El caudal máximo de diseño utilizando este método se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{C * I * A}{360} \quad (14)$$
$$Q = 0.278 CIA$$

Donde:

Q: Descarga máxima de diseño (m3/s)

C: Coeficiente de escorrentía

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

A: Área de la cuenca (Km2)

B. Modelo de diseño hidráulico

Para su diseño correspondiente se tomó en cuenta las especificaciones de la normativa O.S. 0.60. Para el desarrollo del modelamiento se calculó su capacidad del caudal el cual fue por secciones de vías mediante las siguientes ecuaciones hidráulicas:

JEINER GUAMURO DÍAZ
Ingeniero Civil
CIP N° 229173



$$Q = 315 \cdot \frac{Z}{n} \cdot S^{0.5} Y^{\frac{8}{3}} \left(\frac{Z}{1 + \sqrt{1 + Z^2}} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (17)$$

$$V = R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad ; \quad Q = V \cdot A \quad (18)$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

Z = Pendiente transversal

n = Coeficiente de rugosidad Manning

S = Pendiente longitudinal (m/m)

Y = Tirante (m)

V = Velocidad en m/s

R = Radio hidráulica (m)

A = Área de sección hidráulica (m²)

ESTIMACIÓN DE CAUDALES

NOMBRE DE LA CUENCA	C	l (mmh)	A (km ²)	Q (m ³ /s)
Cuenca C 01	0.8	180.21	0.039	1.56
Cuenca C 02	0.8	203.83	0.045	2.0
Cuenca C 03	0.8	203.83	0.022	1.0
Cuenca C 04	0.8	161.33	0.048	1.7
Cuenca C 05	0.8	203.83	0.012	0.5
Pavimento	0.8	203.83	0.002	0.1

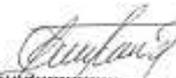
ESTIMACIÓN DE CAUDALES POR TRAMOS

SECCIÓN POR TRAMOS	APORTE	Q (m ³ /s)
Progresiva 0+000 al 0+100	C4, C3/2	2.3
Progresiva 0+100 al 0+200	C3/2, C2/2	1.6
Progresiva 0+200 al 0+300	C2/2, C1/2, C5/2	2.1
Progresiva 0+300 al 0+400	C1/2, C5/2	1.1

CAUDAL PARA EL TRAMO MÁS CRÍTICO

SECCIÓN CRÍTICA	Q (m ³ /s)	S
Progresiva 0+000 al 0+100	2.3	0.02413

Nota: Se selecciona el tramo con caudal más crítico con su pendiente correspondiente.


JEINER GUAMURO DÍAZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 239178



- El caudal de escorrentía fue calculado mediante del método racional, detallándose algunas características en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS DEL CAUDAL DE DISEÑO

Datos	
Pendiente longitudinal	La pendiente más crítica en los tramos de la progresiva 0+000 hasta la 0+060, para la cuneta subterránea se ha establecido de 0.96% para que cumpla con la velocidad máxima 3.3 m/s de acuerdo a la Norma OS.060, 2006.
Caudal de diseño	Se tomó el tramo más crítico en la progresiva 0+000 al 0+100 con el caudal de 2.3 m ³ /s.
Coefficiente de rugosidad	0.013
Talud	Sección rectangular
Ancho de solera	1.0

- Determinación de las secciones de drenaje:

Con ayuda del software HCANALES se modelaron los caudales obtenidos en el análisis hidrológico con el fin de obtener tirantes de agua en cada una de las cuencas analizadas. En cuanto al ancho de solera para el canal vía, se trabajó con el valor de 10.0 m. de ancho y con el caudal más crítico en la Progresiva 0+000 al 0+100 para obtener un tirante mayor. Respecto a la pendiente, se adoptaron los valores más pequeños de pendientes de las vías (condición desfavorable) que conforman el cauce principal de la cuenca. Es importante mencionar que este valor corresponde a solo un tramo de la vía. Debe considerarse lo indicado por Norma OS.060 la cual indica pendientes longitudinales mayores al 0.5%; sin embargo, en el presente proyecto se hará el cálculo con 0.25% permaneciendo así en el lado de la seguridad. Para el drenaje subterráneo se tomará el tramo más crítico en la progresiva 0+000 al 0+0100 con el caudal de 2.3 m³/s y pendiente correspondiente 2.413%.

Al considerar losas de concreto y drenaje subterráneo de concreto se debe usar el coeficiente de rugosidad de dichos materiales que es igual a 0.013. Considerando la fórmula de Manning, el caudal y la rugosidad son inversamente proporcionales: a menor valor de rugosidad, mayor caudal. Los resultados de diseño se muestran a continuación:


JEINER GUAMURO DÍAZ
Ingeniero Civil
CIP N° 230170



DISEÑO DEL CANAL VÍA

▼ Cálculo de tirante normal secciones trapecoidales, rectangular, triangular

Lugar: **AV MARCAVELICA** Proyecto: **DESIS**
Tramo: **0+000.00-0+456.50** Revisión:

Datos:
Caudal (Q): **2.3** m³/s
Ancho de solera (B): **1** m
Talud (Z):
Rugosidad (n): **0.013**
Pendiente (S): **0.0006** m/m



Resultados:
Tirante normal (y): **0.6952** m Perímetro (p): **2.3904** m
Área hidráulica (A): **0.6952** m² Radio hidráulico (R): **0.2908** m
Espejo de agua (T): **1.0000** m Velocidad (v): **3.3084** m/s
Número de Froude (F): **1.2669** Energía específica (E): **1.2531** m-Kg/Kg
Tipo de flujo: **Supercrítico**

Botones: **Cálculo**, **Limpiar Pantalla**, **Impresión**, **Inicio Proyecto**, **Calculadora**

Ingresar el nombre del Proyecto: **12:51 26/08/2023**

Nota: Se muestran los resultados de diseño del canal vía con la estimación de caudales mediante Hcanales.

DIMENSIONES RESULTANTES DE LA CUNETA DE SECCIÓN RECTANGULAR

RESULTADOS	
Tirante normal (y)	0.6952 m
Área hidráulica (A)	0.6952 m ²
Espejo de agua (T)	1.00 m
Número de Froude (F)	1.2669
Tipo de flujo	Supercrítico
Perímetro (p)	2.3904 m
Radio hidráulico (R)	0.2908 m
Velocidad (v)	3.3084 m/s
Energía específica (E)	1.25-Kg/Kg

Nota: El rendimiento se detalla en la capacidad de diseño mediante el programa hidráulico de Hcanales como se especifica en la tabla.


JEINER GUANURO DÍAZ
Ingeniero Civil
CIP N° 230170

Anexo 7. Dimensiones de la cuneta

INFORME DE CÁLCULO DE CUNETA

1. Diseño estructural de cuneta con tapa de concreto

El cálculo del acero de la cuenta de sección rectangular cuyas dimensiones son de 1.00 x 1.00 m fue diseñado por flexión.

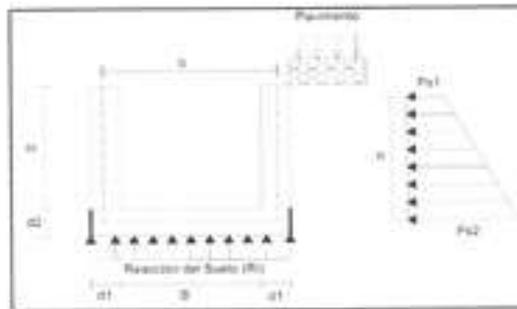


Figura N°01. Cuneta de sección rectangular

Para el diseño estructural se tomaron los siguientes datos:

Tabla N°1. Medidas geométricas obtenidas del diseño hidráulico de la cuneta

DATOS GEOMÉTRICOS	
d1=	0.15 m
d2=	0.12 m
B=	0.70 m
b=	0.85 m
H=	0.78 m
h=	0.84 m

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°2. Parámetros adoptados

CONSIDERACIONES ADOPTADAS	
$f_c=$	210 kg/cm ²
γ_c	2400 kg/m ³
γ_s	1900 kg/m ³
Angulo fricción	23°
$q_s=$	1000 kg/m ²
$q_p=$	400 kg/m ²
$\gamma_a=$	1000 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia


JEMER GUABURO DIAZ
Ingeniero Civil
CIF N° 239175

2. Cargas actuantes sobre la estructura.

La estructura soporta el peso propio de la estructura vacía, el peso del agua y el empuje de tierra sobre las paredes laterales.

Peso propio de la estructura vacía:

$$PE = \gamma_c [2Hd_1 + (2d_1 + B)2d_1] + \gamma_a * h * b * 1$$

- Reacción del terreno: $\sigma_t = \frac{PE}{(a_1 + b) * 1}$

- Carga del agua: $q_a = \gamma_a h$

El coeficiente de empuje activo se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2})$$

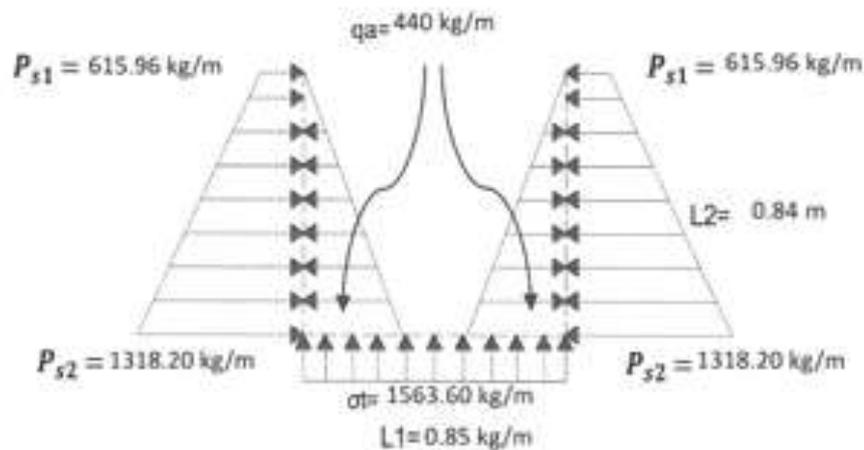
Y las cargas sobre las paredes laterales

$$P_{s1} = K_a * \gamma_s * \frac{s/c}{\gamma_s}$$

$$P_{s2} = K_a * \gamma_s * (h + \frac{s/c}{\gamma_s})$$

La distribución de las cargas se muestra en la figura a continuación:

Figura N°2. Distribución de la carga viva y la carga muerta en la cuneta de 1.00 x 1.00 m



Jeiner Guamuro Díaz
JEINER GUAMURO DIAZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 238173

3. Cálculo de diagramas de cortante y momento

El cálculo de los momentos actuantes en la estructura se halló en el programa SAP2000 V20.0.0, teniendo como carga muerta el patrón de empuje de tierra y peso propio de la estructura, y carga viva el patrón de carga del agua utilizando una combinación de envolvente 1.4CM + 1.7CV.

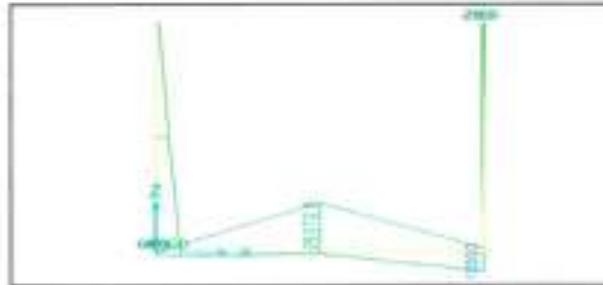


Figura N°3. Diagrama de momentos de la cuneta 1.00 x 1.00 m

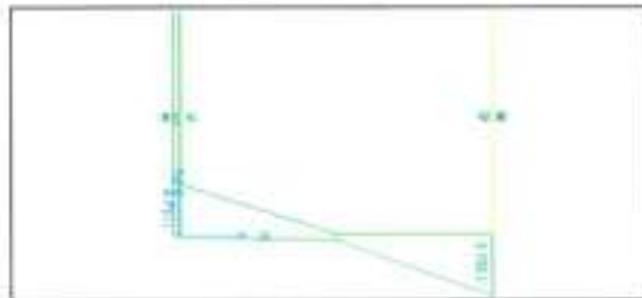


Figura N°4. Diagrama de cortante de la cuneta 1.00 x 1.00 m

4. Análisis y diseño por flexión

Se realizó la verificación del esfuerzo cortante utilizando un factor de reducción de capacidad por seguridad (ϕ) de 0.90.

Teniendo en cuenta que, para el diseño por flexión la falla deseada es la falla dúctil, el cálculo del acero de la cuneta se realizó haciendo una iteración entre las siguientes expresiones:

$$As = \frac{Mu}{\phi f_y (d - \frac{a}{2})} \quad a = \frac{As f_y}{0.85 f_c b} \quad \text{Donde } M_u = \text{Momento último}$$

Siendo en la 1era iteración, $a = \frac{d}{4}$


JEIVEN GUAMURO DÍAZ
Ingeniera Civil
CIP N° 239175

4.1. Cuantía mínima y cuantía máxima

Teniendo en cuenta que, el Código ACI establece los límites de cuantía para el diseño

Cuantía mínima	Cuantía máxima
$\rho_{min} = 0.8 \times \frac{\sqrt{f_c}}{f_y}$	$\rho_{max} = 0.75\rho_b$ Siendo $\rho_b =$ cuantía balanceada

Por lo tanto, para hallar la cantidad de acero mínimo que debe tener la cuneta, se utilizó la siguiente fórmula:

Siendo,

d= peralte efectivo

B= ancho del elemento

5. Cálculo del acero en la cuneta

Los resultados del cálculo del acero se detallan en la siguiente tabla:

RESULTADOS DEL DISEÑO ESTRUCTURAL		
Refuerzo en losa de cuneta	$M_x =$	26372.5 kg/cm ²
	$M_y =$	29302.778 kg/cm ²
	$A_{s_{min}} =$	1.09 cm ²
	$A_s =$	1.80 cm ²
Refuerzo en las paredes de cuneta	$M_x =$	10990 kg/cm ²
	$M_y =$	12211.11 kg/cm ²
	$A_{s_{min}} =$	2.54 cm ²
	$A_s =$	0.73 cm ²

En la siguiente figura se detallan los resultados finales de la distribución y diámetro del acero en la cuneta 1.00 x 1.00 m.


JÉMER GUAMUERO DÍAZ
Ingeniero Civil
CIP N° 239175

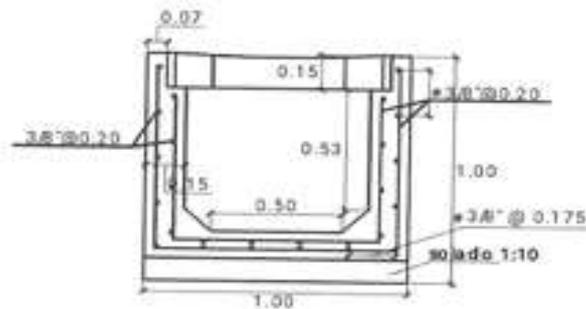


Figura N°05. Distribución del acero en la cuneta 1.00 x 1.00 m.

6. DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA TAPA DE CONCRETO DE LA CUNETA

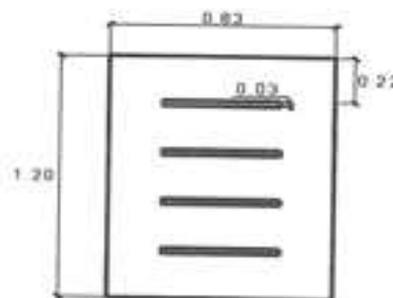


Figura N°6. Dimensiones geométricas de la tapa de concreto de la cuneta

6.1. Espesor de losa de la tapa de concreto

Para controlar las deflexiones y otras deformaciones que podrían afectar adversamente la funcionalidad de la estructura, ASSHTO recomienda un espesor mínimo, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Peraltes mínimos para losas de sección constante

Tipo de losa	Peralte mínimo	
	Tramo simple	Tramo continuo
Concreto reforzado	1.2 (S+3000/30)	(S+3000/30) ≥ 165mm
Concreto pretensado	0.30S > 165mm	0.027S > 165mm

Fuente: Adaptado del Manual de Diseño de Puentes, MTC – DGCF, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Ministerio de Transporte y Comunicaciones


JEINER GUAMURO DÍAZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 230175

Para hallar el espesor mínimo de losa se utiliza la siguiente fórmula:

$$h_{min} = 1.2 \left(\frac{5 + 3000}{30} \right)$$

6.2. Cargas actuantes sobre la tapa de concreto

La carga viva vehicular utilizada corresponde a la carga HL-93 y el tándem de diseño dadas por la ASSTHO.

Debido a que, las dimensiones de la tapa son pequeñas, se tomara el valor más alto entre los ejes del vehículo.

6.3. Cálculo del acero en la tapa de concreto

Se realizó el análisis y diseño por flexión de acuerdo a la norma E.060.

Resultados del diseño estructural		
Refuerzo en tapa de cuneta	$W_u =$	35.116 tn/m
	$M_u =$	304606.15 kg/cm ²
	$A_{s_{min}} =$	2.30 cm ²
	$A_s =$	9.60 cm ²

En la siguiente figura se detallan los resultados finales de la distribución y diámetro del acero en la tapa de concreto para la cuneta.

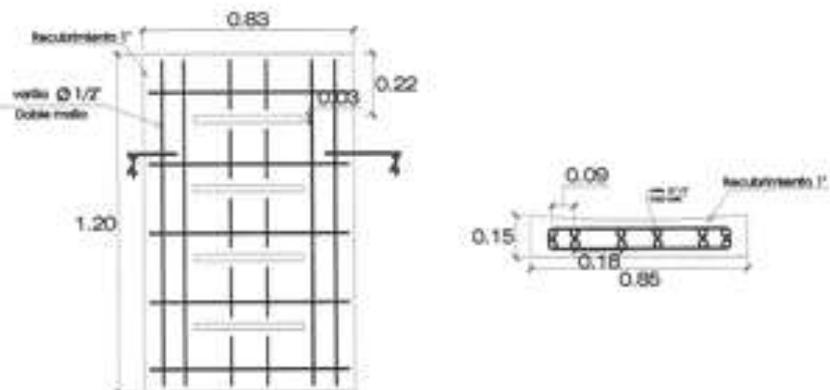


Figura N°07. Distribución del acero en la tapa de concreto para la cuneta.

Jeiner Guamuro Díaz
JEINER GUAMURO DÍAZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 239178

7. Diseño estructural de la caja de reunión

El cálculo del acero de la caja de reunión cuyas dimensiones son de 1.00 x 1.00 m fue diseñado por flexión.

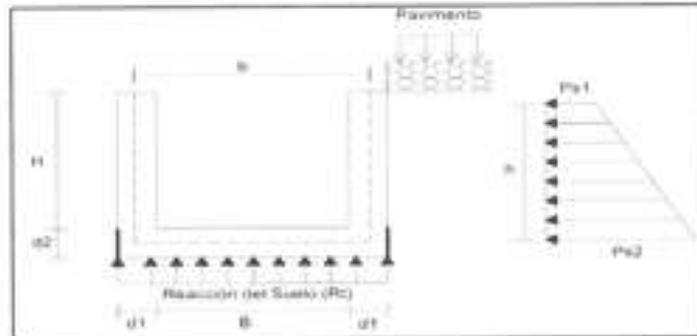


Figura N°08. Cargas actuantes sobre de la caja de reunión

7.1. Cargas actuantes sobre la estructura.

La estructura soporta el peso propio de la estructura vacía, el peso del agua y el empuje de tierra sobre las paredes laterales.

- Peso propio de la estructura vacía: $PE = \gamma \cdot c [2Hd_1 + (2d_1 + B)2d_1] + \gamma_a \cdot h \cdot b \cdot 1$

- Reacción del terreno: $\sigma_1 = \frac{PE}{(d_1 + B) \cdot 1}$

- Carga del agua: $q_a = \gamma_a \cdot h$

El coeficiente de empuje activo se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$K_a = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)$$

Y las cargas sobre las paredes laterales

$$P_{S1} = K_a \cdot \gamma_s \cdot \frac{S/C}{\gamma_s}$$

$$P_{S2} = K_a \cdot \gamma_s \cdot \left(h + \frac{S/C}{\gamma_s}\right)$$

Nota: La carga viva vehicular utilizada corresponde a la carga HL-93 y el tándem de diseño dadas por la ASSTHO.


JEINER GUAMURO DIAZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 239175

Debido a que, las dimensiones de la tapa son pequeñas, se tomara el valor más alto entre los ejes del vehículo.

La distribución de las cargas se muestra en la figura a continuación:

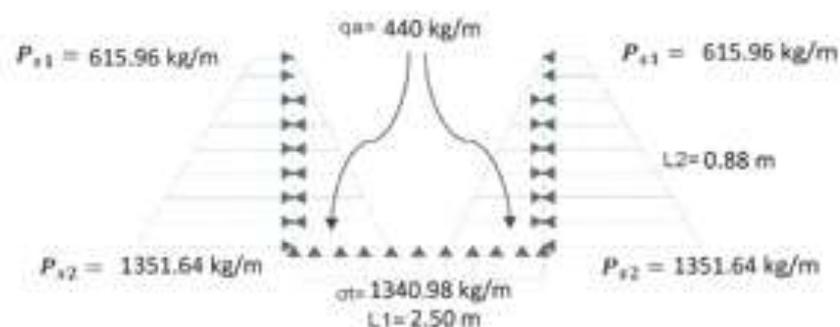


Figura N°9. Distribución de la carga viva y la carga muerta en la caja de reunión de 2.65 x 0.94 m (Fuente: Elaboración propia)

7.2. Cálculo de diagramas de cortante y momento

El cálculo de los momentos actuantes en la estructura se halló en el programa SAP2000 V20.0.0, teniendo como carga muerta el patrón de empuje de tierra y peso propio de la estructura, y carga viva el patrón de carga del agua utilizando una combinación de envolvente 1.4CM + 1.7CV.

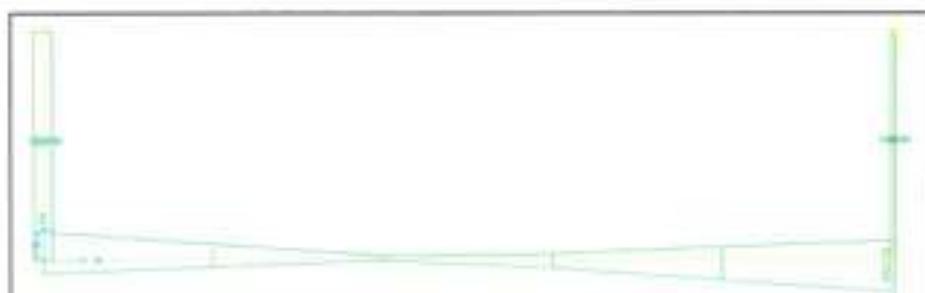


Figura N°10. Diagrama de cortante de la caja de reunión de 2.65 x 0.94 m


JEINER GUAMURO DÍAZ
Ingeniero Civil
CIP N° 238175

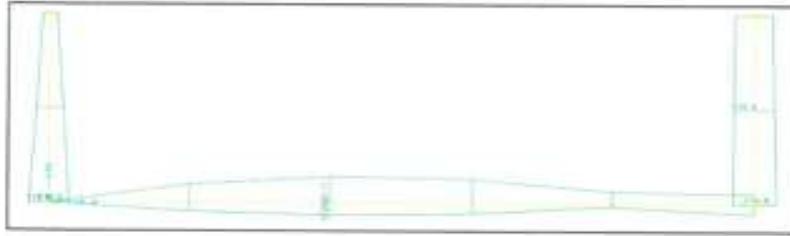


Figura N°11. Diagrama de momentos de la caja de reunión de 2.65 x 0.94 m

7.3. Cálculo del acero en la caja de reunión

Se realizó el análisis y diseño por flexión de acuerdo a la norma E.060.

Resultados del diseño estructural		
Refuerzo en losa de caja de reunión	$M_o =$	1211.71 kg/cm ²
	$M_u =$	12211.11 kg/cm ²
	$A_{s_{req}} =$	1.09 cm ²
	$A_s =$	0.73 cm ²
Refuerzo en las paredes de caja de reunión	$M_o =$	716.80 kg/cm ²
	$M_u =$	796.44 kg/cm ²
	$A_{s_{req}} =$	2.89 cm ²
	$A_s =$	0.20 cm ²

En la siguiente figura se detallan los resultados finales de la distribución y diámetro del acero en la tapa de concreto para la cuneta.

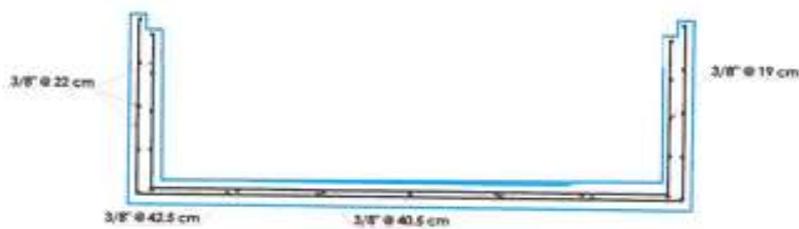


Figura N°12. Distribución del acero en la caja de reunión


JEINER GUAMURO DÍAZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 239175

7.4. Diseño de rejilla metálica para la caja de reunión

De acuerdo a la Norma OS. 060 las rejillas son estructuras metálicas que poseen aberturas de tamaño uniforme, que retienen los sólidos flotantes o suspendidos en el agua proveniente de las precipitaciones o de aguas residuales de modo que limita el acceso de estos a la red de drenaje.

7.5. Dimensionamiento de la rejilla metálica

Se empleará rejillas electrosoldadas W19-4 pesadas en el modelo GR-18, debido a que este tipo de rejillas están diseñadas para tráfico de tipo liviano y pesado, en carga de tipo rodante o estática. Se utilizará platinas de acero LAC de sección rectangular 3" x 5/16" y ángulo estructural de acero LAC de sección rectangular 3" x 3" con espesor de 5/16", como se detalla en la Figura 13.

8. Conclusiones

- ✓ El análisis para el diseño de acero fue realizado por flexión, en el cual la falla deseada es de falla dúctil.
- ✓ Tomando en cuenta que el Código ACI establece los límites tanto de cuantía mínima como máxima para el diseño, se utilizó el valor del acero mínimo para el diseño estructural de las paredes laterales y la losa en la caja de reunión, así como en las paredes laterales de la cuneta.

El acero calculado y el acero mínimo para cada elemento estructural es:

		As calculado	As mínimo
Cuneta de sección rectangular	Losa	1.80 cm ²	1.09 cm ²
	Paredes laterales	0.73 cm ²	2.54 cm ²
Tapa de concreto de cuneta		9.60 cm ²	2.30 cm ²
Caja de reunión	Losa	0.73 cm ²	1.09 cm ²
	Paredes laterales	0.20 cm ²	2.89 cm ²


JEINER GUAMURO DIAZ
Ingeniero Civil
CIP N° 239173

- ✓ El diámetro de la varilla de acero, la cantidad y el espaciamiento fue hallado de acuerdo al acero calculado y el acero mínimo dado por el análisis y diseño por flexión. Los datos son:

Cuneta	Losa	Exterior	Transversal	$\emptyset 3/8'' @ 0.20 \text{ m}$
			Longitudinal	$\emptyset 3/8'' @ 0.175 \text{ m}$
		Interior	Transversal	$\emptyset 3/8'' @ 0.20 \text{ m}$
			Longitudinal	$\emptyset 3/8'' @ 0.175 \text{ m}$
	Paredes laterales	Exterior	Transversal	$\emptyset 3/8'' @ 0.20 \text{ m}$
			Longitudinal	$\emptyset 3/8'' @ 0.20 \text{ m}$
		Interior	Transversal	$\emptyset 3/8'' @ 0.20 \text{ m}$
			Longitudinal	$\emptyset 3/8'' @ 0.20 \text{ m}$
Tapa de concreto de cuneta		Transversal	$5 \emptyset 3/8''$	
		Longitudinal	$12 \emptyset 1/2''$	
Caja de reunión	Losa	Exterior	Transversal	$\emptyset 3/8'' @ 22 \text{ cm}$
			Longitudinal	$\emptyset 3/8'' @ 42.5 \text{ cm}$
		Interior	Transversal	$\emptyset 3/8'' @ 22 \text{ cm}$
			Longitudinal	$\emptyset 3/8'' @ 40.5 \text{ cm}$
	Paredes laterales	Exterior	Transversal	$\emptyset 3/8'' @ 22 \text{ cm}$
			Longitudinal	$\emptyset 3/8'' @ 22 \text{ cm}$
		Interior	Transversal	$\emptyset 3/8'' @ 22 \text{ cm}$
			Longitudinal	$\emptyset 3/8'' @ 19 \text{ cm}$


JEYNER GUAMURO DIAZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 239173

Anexo 8. Panel Fotográfico



Nota: En este panel se muestra las evidencias de trabajo en campo.