

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL
PARA MITIGAR LOS RIESGOS POR INUNDACIONES
GENERADOS EN LA JUNTA VECINAL VIRGEN DEL CARMEN
DEL DISTRITO DE TACNA - 2023”**

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

PRESENTADO POR:

**Bach. MIHAEL HENRY FLORES CAXI
Bach. RENATO IGOR BERRIOS LERTORA**

**TACNA – PERÚ
2023**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL
PARA MITIGAR LOS RIESGOS POR INUNDACIONES
GENERADOS EN LA JUNTA VECINAL VIRGEN DEL CARMEN
DEL DISTRITO DE TACNA - 2023”**

Tesis sustentada y aprobada el 11 de noviembre de 2023; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : Mtro. EDGAR HIPOLITO CHAPARRO QUISPE

SECRETARIO : Mtro. FREDY RICHARD CONDORI GOMEZ

VOCAL : Mtra. ELIANA NANCY CHAMBILLA VELO

ASESOR : Mag. JIMMY YURY SILVA CHARAJA

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Mihael Henry Flores Caxi y Renato Igor Berrios Lertora, egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 72838507 y 71218281 respectivamente, así como Jimmy Yury Silva Charaja con DNI 30675650; declaramos en calidad de autor(es) y asesor que:

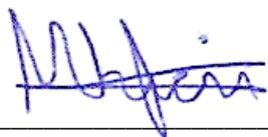
1. Somos autores de la tesis titulada: *“Diseño de un sistema de alcantarillado pluvial para mitigar los riesgos por inundaciones generados en la junta vecinal Virgen del Carmen del distrito de Tacna - 2023”* la cual presentamos para optar el Título Profesional de *Ingeniero Civil*.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumimos frente a *La Universidad* toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos asociados a la obra.

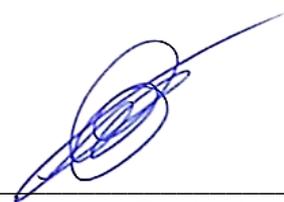
En consecuencia, nos comprometemos ante a *La Universidad* y terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

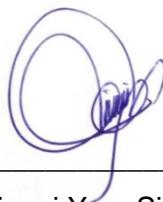
Tacna, 13 de octubre de 2023



Bach. Mihael Henry Flores Caxi
DNI: 72838507



Bach. Renato Igor Berrios Lertora
DNI: 71218281



Mag. Jimmi Yury Silva Charaja
DNI: 30675650

DEDICATORIA

A mi madre Angelina Gonzales Castro, quien por voluntad del señor ya no se encuentra físicamente conmigo, pero sé que desde el cielo me protege y me da las fuerzas para seguir adelante, eres mi más grande motivación.

A mis padres Elvis Flores Gonzales y Victoria Caxi Huanacuni por todo el esfuerzo y sacrificio que realizaron para ser la persona que soy hoy en día, sin su apoyo nada de esto sería posible.

A mi Tia Edith Flores Gonzales y mi papá Uvaldo Flores León quien a lo largo de mi vida me brindaron siempre la confianza y el empuje para lograr mis metas.

A mis hermanos Mathías y Greyss y primos Joaquín, Mathías y Julio que son el motor para ser el mejor ejemplo posible para ellos.

Mihael Henry Flores Caxi

DEDICATORIA

Primeramente, agradecer a Dios a mi Patrono “Señor de los Milagros” por haberme escuchado y concederme este mérito, a mi familia que me apoyaron en todo momento, a mi novia quien es mi compañera y en especial a mi mamá Nora Castro que es y será siempre mi ángel.

Renato Igor Berrios Lertora

AGRADECIMIENTO

Primeramente, damos gracias a Dios por brindarnos salud y ser nuestro mejor guía en nuestros pasos mientras desarrollábamos la tesis.

A nuestra casa de estudios, la Universidad Privada de Tacna por habernos acogido y permitido ser parte de su familia brindándonos sabiduría e inculcándonos valores para seguir adelante en la carrera profesional con el apoyo de profesionales de calidad que nos fueron enseñando durante el periodo académico.

A nuestro asesor de tesis Mag. Jimmy Yury Silva Charaja, por su compromiso, paciencia, conocimiento para poder ayudarnos a subir este escalón en nuestra vida profesional.

A nuestras familias por ser nuestro soporte y principal motivación para lograr este gran paso en nuestras vidas.

Renato Igor Berrios Lertora

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EI PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Justificación e importancia.....	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Hipótesis	6
1.5.1. Hipótesis general	6
1.5.2. Hipótesis específicas	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes	7
2.1.1. Segmento local	7
2.1.2. Segmento nacional	9
2.1.3. Segmento internacional	10
2.2. Bases teóricas.....	12
2.2.1. Hidrología.....	12
2.2.2. Precipitaciones en el distrito de Tacna	12
2.2.3. Riesgo por inundaciones.....	12
2.2.4. Sistema de drenaje	14

2.2.5. Sistema de alcantarillado pluvial.....	14
2.2.6. Diseño de sistema de alcantarillado pluvial	15
2.2.7. Caudal de diseño	15
2.3. Definición de términos.....	15
2.3.1. Alcantarilla.....	15
2.3.2. Precipitación.....	16
2.3.3. Fenómeno del niño	16
2.3.4. Huaico	16
2.3.5. Cuneta	16
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	17
3.1. Diseño de la Investigación	17
3.2. Acciones y Actividades	17
3.2.1. Ubicación	17
3.2.2. Estudio de campo	18
3.2.3. Obtención de datos meteorológicos.....	19
3.2.4. Modelamiento de la cuenca	20
3.3. Materiales e instrumentos	21
3.3.1. Planos	21
3.3.2. Softwares de diseño.....	21
3.4. Población	22
3.5. Operacionalización de variable	22
3.6. Procesamiento y análisis de datos.....	23
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	24
4.1. Parámetros de diseño	24
4.1.1. Designación de microcuenca	24
4.1.2. Recolección de datos.....	24
4.2. Cálculo de la precipitación máxima.....	26
4.3. Análisis estadístico de datos hidrológicos.....	27
4.3.1. Cálculo de las precipitaciones diarias máximas probables para distintas frecuencias.....	27
4.3.2. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvia.....	29
4.3.3. Intensidad de lluvia	30
4.3.4. Representación matemática de las curvas Intensidad – Duración – Periodo de Retorno	31
4.3.5. Cálculo de regresión potencial.....	39
4.3.6. Curvas IDF (Intensidad – Duración – Frecuencia).....	40
4.4. Número de Curva.....	42

4.5. Precipitación Efectiva.....	44
4.6. Caudal de diseño	45
4.6.1. Pendiente de caudal	45
4.6.2. Tiempo de concentración.....	46
4.6.3. Hidrograma triangular unitario del SCS (Soil Conservation Services)	46
4.7. Diseño de cuneta	47
4.8. Estimación de costos	50
CAPÍTULO V: DISCUSIONES	51
CONCLUSIONES	52
RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
ANEXOS	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Reporte de riesgo.....	3
Tabla 2. Operacionalización de variables de investigación	23
Tabla 3. Parámetros de nuestra cuenca	25
Tabla 4. Datos de estaciones pluviométricas según SENAMHI	26
Tabla 5. Datos mensuales de precipitación máxima (mm.) según SENAMHI	26
Tabla 6. Análisis probabilístico de nuestras precipitaciones máximas	27
Tabla 7. Corrección de precipitaciones.....	29
Tabla 8. Factores de relación de lluvia en base a la duración en horas	29
Tabla 9. Precipitación máxima por tiempos de duración	30
Tabla 10. Intensidad de lluvia (mm.) según periodos de retorno	31
Tabla 11. Análisis probabilístico de regresión para 2 años.....	32
Tabla 12. Análisis probabilístico de regresión para 5 años.....	33
Tabla 13. Análisis probabilístico de regresión para 10 años.....	34
Tabla 14. Análisis probabilístico de regresión para 25 años.....	35
Tabla 15. Análisis probabilístico de regresión para 50 años.....	36
Tabla 16. Análisis probabilístico de regresión para 100 años.....	37
Tabla 17. Análisis probabilístico de regresión para 500 años.....	38
Tabla 18. Resumen de regresión potencial	39
Tabla 19. Regresión entre el periodo de retorno y el término constante de regresión	39
Tabla 20. Tabla de intensidades en base a los tiempos de duración	41
Tabla 21. Grupo hidrológico en base al tipo de suelo según el Portal ANA 2015	42
Tabla 22. Valores de los grupos hidrológicos según el Portal ANA 2015.....	43
Tabla 23. Precipitación total para nuestros periodos de retorno.....	44
Tabla 24. Precipitación efectiva para los periodos de retorno de 25 y 50 años.....	45
Tabla 25. Datos para calcular el caudal de diseño para 25 años	45
Tabla 26. Caudal de diseño para los periodos de retorno de 25 y 50 años.....	47
Tabla 27. Pendientes por tramo de nuestra cuneta	47
Tabla 28. Coeficientes de Manning según la superficie.....	48
Tabla 29. Datos obtenidos aplicando la fórmula de Chezy – Manning para 25 años ..	49
Tabla 30. Datos obtenidos aplicando la fórmula de Chezy – Manning para 50 años ..	49
Tabla 31. Dimensiones de cuneta.....	50
Tabla 32. Valores de bombeo en calzadas.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista satelital de la junta vecinal Virgen del Carmen	18
Figura 2. Fotografía tomada a la avenida Hipólito Unanue.....	18
Figura 3. Fotografía tomada a la avenida Enrique Quijano, vía colindante a la junta vecinal Virgen del Carmen	19
Figura 4. Histograma de precipitaciones tomadas de la estación Calana	19
Figura 5. Histograma de precipitaciones tomadas de la estación Jorge Basadre	20
Figura 6. Modelamiento de cuenca con el programa QGIS.....	20
Figura 7. Plano de ubicación.....	21
Figura 8. Software para digitalización de planos	21
Figura 9. Software para modelamiento de cuenca	22
Figura 10. Designación de cuenca en el programa QGIS	24
Figura 11. Modelado de nuestra cuenca en el programa QGIS	25
Figura 12. Gráficos de regresión para periodo de 2 años	32
Figura 13. Gráficos de regresión para periodo de 5 años.....	33
Figura 14. Gráficos de regresión para periodo de 10 años.....	34
Figura 15. Gráficos de regresión para periodo de 25 años.....	35
Figura 16. Gráficos de regresión para periodo de 50 años.	36
Figura 17. Gráficos de regresión para periodo de 100 años.....	37
Figura 18. Gráficos de regresión para periodo de 500 años.....	38
Figura 19. Coeficiente de regresión en base a la constante de regresión.....	40
Figura 20. Curvas IDF, de la cuenca con datos de precipitación máxima en 24 horas	41
Figura 21. Delimitación de cuenca según el tipo de suelo con el programa QGIS.....	42
Figura 22. Delimitación de cuenca según la descripción de uso de tierra con el programa QGIS.....	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia	57
Anexo 2. Delimitación de cuenca en el programa QGIS.....	58
Anexo 3. Planos de los tramos de la cuneta.....	59
Anexo 4. Planos de detalle de la sección típica de la cuneta	60
Anexo 5. Planos de detalle de la sección típica de la vía	61
Anexo 6. Planilla de metrados	63
Anexo 7. Análisis de precios unitarios	65
Anexo 8. Presupuesto de sistema de alcantarillado	70

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Diseño de un sistema de alcantarillado pluvial para mitigar los riesgos por inundaciones generados en la junta vecinal Virgen del Carmen del distrito de Tacna - 2023” surge como consecuencia de los sucesos ocurridos a causa del Fenómeno del Niño donde la ciudad de Tacna sufrió daños materiales y pérdidas humanas irreparables, para lo cual se empezó llevando a cabo la inspección de forma visual de la cuenca a trabajar, obtención y registro de datos y posterior modelamiento y análisis para realizar el diseño de alcantarillado adecuado. Para realizar este sistema de alcantarillado pluvial se empieza con la delimitación de la microcuenca con la ayuda del programa QGIS, con las direcciones de flujo y las acumulaciones máximas teniendo un punto de desembocadura en el sector involucrado de la junta vecinal Virgen del Carmen, una vez creada la microcuenca se procede a tomar los datos más relevantes de esta para poder hallar nuestro caudal de diseño. Para el caudal de diseño hemos usado el método del “Hidrograma unitario” donde recolectamos eventos históricos de precipitaciones desde el año 1982 hasta el año 2022 obtenidos del portal SENAMHI. En base al tipo de suelo y al uso de la tierra según la Autoridad Nacional del Agua (ANA) se determinó el número de curva (CN), para más adelante poder hacer el cálculo de precipitación efectiva de la cuenca, obteniendo todos los datos necesarios para hallar el caudal de diseño por el “Método del hidrograma unitario”. Para el cálculo de diseño hemos usado la ecuación de Chezy y Manning calculando el área transversal del fluido usando las pendientes de los tramos, el caudal de diseño y el coeficiente de Manning según la superficie de la cuneta triangular propuesta, en este caso concreto terminado. Por último, para la estimación de costos se realizó el metrado en relación con las partidas requeridas para el sistema de alcantarillado pluvial en base a los análisis de costos unitarios obteniendo el presupuesto estimado.

Palabras Clave: diseño; precipitación; alcantarillado pluvial; caudal.

ABSTRACT

The present research work entitled “Design of a storm sewage system to mitigate the risks of flooding generated in the Virgen del Carmen neighborhood council of the district of Tacna - 2023” arises as a consequence of the events that occurred due to the El Niño Phenomenon where the city of Tacna suffered material damage and irreparable human losses, for which the visual inspection of the basin to be worked on began, obtaining and recording data and subsequent modeling and analysis to carry out the appropriate sewer design. To create our storm sewage system we have delimited our micro-basin with the help of the QGIS program, with the flow directions and maximum accumulations having a discharge point in the involved sector of the Virgen del Carmen neighborhood council. Once our micro-basin is created we proceed to take the most relevant data from this to be able to find our design flow. For the design flow we have used the “Unit Hydrogram” method where we collect historical precipitation data from the year 1982 to the year 2022 obtained from the SENAMHI portal. In our basin we have found the curve number (CN), to later be able to make our calculation of effective precipitation according to the type of soil and coverage of our basin, thus obtaining all our necessary data to find our design flow by the “Unit hydrograph method”. For the design calculation we have used the Chezy and Manning equation, calculating the cross-sectional area of our fluid using the slopes of our sections, our design flow and the Manning coefficient according to the surface of our proposed triangular ditch, in this specific case finished. Finally, for cost estimation we did our metering in relation to the items required for the storm sewer system using our unit cost analyzes obtaining our estimated budget.

Keywords: design; precipitation; storm sewer; flow.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis está destinada básicamente a realizar el diseño de un sistema de alcantarillado pluvial para mitigar los riesgos por inundaciones generados en la junta vecinal Virgen del Carmen del distrito de Tacna 2023, de la cual se trabajará con una microcuenca, tomando datos hidrológicos del portal SENAMHI y haciendo aplicación del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE, 2006) en la cual encontraremos las normativas vigentes a seguir para el diseño adecuado de este sistema de alcantarillado. Esta medida permitirá evitar riesgos futuros por la misma razón que se trabajó con periodos de diseño de 25 y 50 años, con la finalidad de ante otro suceso similar, se genere los menores daños posibles.

La tesis presentada está dividida en cinco capítulos los cuales son detallados a continuación:

Primer capítulo, donde se resalta el problema, se argumenta la descripción de la problemática la cual incentivó a desarrollar la investigación, las interrogantes a responder, asimismo justificamos y recalamos la importancia de esta tesis, se objetivos generales y específicos que se buscan desarrollar en esta investigación, se concluye definiendo las hipótesis generales y específicas. Segundo capítulo, aquí se desarrolla el marco teórico, empezando con los antecedentes que son la base de la presente tesis, aquí describimos investigaciones anteriores realizadas por otros autores, continuamos especificando las bases teóricas las cuales estarán directamente relacionadas al tema de la investigación y definimos los términos que serán útiles para tener un concepto más claro de la tesis a desarrollar. Tercer capítulo, aquí desarrollamos Marco Metodológico, especificando el diseño de investigación empleado, detallando las acciones y actividades realizadas durante la investigación, indicamos los materiales y/o instrumentos empleados, definimos la población y/o muestra de estudio escogida para desarrollar la presente tesis, se desarrolla la matriz de operacionalización de variables con sus dimensiones e indicadores, y por ultimo un análisis de los datos obtenidos los cuales nos sirven para obtener los resultados de nuestra tesis. Cuarto capítulo, aquí desarrollamos un análisis detallado de todo el proceso que se siguió para obtener los resultados. Quinto capítulo, en la cual argumentamos la discusión de esta tesis. Por último, detallamos las conclusiones de nuestra investigación, proponemos recomendaciones a seguir para lograr los objetivos, indicamos las referencias bibliográficas de las cuales nos guiamos durante el desarrollo de la tesis y finalizamos con los anexos respectivos que nos servirán para complementar la información.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

Previamente debido a las excesivas lluvias que hemos estado presenciando en el distrito de Tacna que predominantemente abarcan entre los meses de enero a marzo (SENAMHI) a causa del Fenómeno del Niño, uno de los sectores más perjudicados resulta ser la Junta Vecinal Virgen del Carmen ubicada en el distrito de Tacna, de la cual nos percatamos que no dispone de un sistema adecuado de drenaje y conducción para mitigar daños. Actualmente esta zona corre peligro de deslizamientos de tierra lo cual va complementado con la inadecuada ubicación en la que se encuentran algunas viviendas. Asimismo, falta investigar factores a fondo como (topografía, erosión de suelos, asentamientos, drenajes de aguas pluviales, sistema de dispersión del subsuelo), que serían importantes al momento de planificar un diseño que permita el correcto sistema de evacuación de agua.

Estas precipitaciones elevadas en la zona son de gran preocupación en la población. La cual se vio afectada recientemente por lluvias excesivas en el año 2020, en donde las precipitaciones alcanzaron cifras históricas de 23,8 mm.

Según los reportes registrados, el día 21 de febrero del 2020 se registraron intensas precipitaciones de forma nunca desmesurada, esta dio como resultado que se activen las quebradas Karamolle y El Diablo, dando como resultado huaicos e inundaciones, los cuales afectaron la vida y salud de la población, viviendas, vías de comunicación, locales públicos, colegios, centros de salud y afectó los servicios básicos en los distritos de Tacna, Alto de la Alianza, Pocollay y Ciudad Nueva, pertenecientes a la provincia de Tacna (INDECI, 2020).

De los cuales se tuvo el siguiente reporte de daños de dicho evento histórico:

Tabla 1*Reporte de riesgo*

Distrito	Vida y salud			
	Familias afectada	Familias damnificadas	Personas heridas	Fallecidos
Tacna	371	134	23	-
Alto de la Alianza	172	51	-	1
Ciudad Nueva	50	20	-	2
Calana	135	6	-	-
Sama	3	-	-	-
Pachía	450	-	-	-
Pocollay	800	10	-	-
Gregorio Albarracín	20	1	-	-

Nota. Evaluación de daños del 2020 realizado por el COEN (Centro de Operaciones de Emergencia Nacional)

Según el reporte tenemos 2146 familias afectadas, 250 familias damnificadas, 23 personas heridas y 3 personas fallecidas.

Este reporte nos indica que también fueron afectados las instituciones educativas (IE. Modesto Basadre), comisarías, centros de salud.

Por tal motivo, es de suma urgencia diseñar un sistema de alcantarillado pluvial adecuado en la zona, la cual ayude a mitigar los daños ante otro posible acontecimiento como el mencionado anteriormente.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto que causaría un sistema de alcantarillado pluvial en la Junta Vecinal Virgen del Carmen del Distrito de Tacna-2023?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Qué daños podemos minimizar en la Junta Vecinal Virgen del Carmen del Distrito de Tacna debido a las lluvias excesivas?
- ¿Cuáles son los parámetros hidrológicos e hidráulicos para el diseño de alcantarillado pluvial para mitigar riesgos por inundaciones en la Junta Vecinal Virgen del Carmen del Distrito de Tacna?
- ¿Cuál sería el costo estimado de implementación de un sistema de alcantarillado pluvial para mitigar los riesgos por inundaciones debido a lluvias excesivas en la junta vecinal Virgen del Carmen del Distrito de Tacna?

1.3. Justificación e importancia

La justificación del presente proyecto se basa en los incidentes ocurridos en la catástrofe del 23 de febrero del 2020, donde desafortunadamente a causa del Fenómeno Natural del Niño, hubo precipitaciones elevadas provocando daños irreparables a la población debido a que no cuenta con un sistema de alcantarillado pluvial, por eso este proyecto es de importancia para mitigar estos daños.

Desde el punto de vista científico, es importante tener un sistema de alcantarillado pluvial ya que las lluvias en excesivas nos vienen causando daños a nuestra localidad.

En la disyuntiva de brindar soluciones a los problemas existentes de inundaciones en un lugar vulnerable, por lo general se plantearán acciones que se basen en reponer de una forma artificial el comportamiento natural existente en la cuenca previo a ser ocupada por el sector a trabajar en la zona. Principalmente dividimos estas acciones en dos grupos: Las que presentan como objetivo aumentar la capacidad de desagüe de toda la red colectora (que reemplaza a la red hidrográfica natural) y por otro lado las tendentes que se basan en la disminución de la escorrentía (incrementar la retención superficial y/o subterránea y la infiltración).

Esta dinámica nos dará como resultado de que las redes de drenaje de dichas partes bajas no se encuentren expuestas a escurrimientos de un volumen mayor (mayor coeficiente de escorrentía), mayor caudal punta y mayor brusquedad (menos tiempo entre el inicio de la lluvia y la presentación del caudal máximo, disminución del tiempo de concentración).

Un sistema de alcantarillado pluvial está conformado por una red de conductos, estructuras de captación y estructuras complementarias. Su función básica es manejar, controlar y conducir de forma adecuada de la escorrentía de las aguas naturales (lluvia) en forma separada de las aguas residuales, y transportarla o dejarla en sitios donde no generen daños e inconvenientes a la población. De esta forma se reduce considerablemente que se generen molestias debido a inundaciones y daños materiales y humanos (SIAPA, 2014).

Desde el punto de vista social, En Tacna varias familias fueron afectadas, causando daños materiales, pérdidas humanas y económicas. Estas lluvias se vienen presenciando con continuidad en los últimos años entre los meses de diciembre y febrero afectando cada vez más al distrito de Tacna, con este proyecto de tesis demostraremos que efectivamente se pueden minimizar mucho estos daños.

- El resguardo frente a la posibilidad de inundaciones debido a lluvias excesivas.
- Permitir el crecimiento urbano en zona que no cuenten con un sistema de alcantarillado eficiente.
- Brindar soluciones frente a la baja capacidad hidráulica de la red de colectores, lo cual se debe al brusco crecimiento urbano de una zona, previniendo posibles desdoblamientos de las redes de alcantarillado.
- Embellecen la construcción urbana.
- Mejora considerable en la calidad de las aguas de escorrentía.

Desde el punto de vista económico, permitirá tener una libre movilización, no se detendrá el comercio a causa de estas fuertes lluvias, producirá trabajo para muchas personas al ejecutarse la obra, no afectará al turismo.

- Son estimados como sistemas de alcantarillado de aguas pluviales de un valor mucho más accesible, ya que se requiere una menor inversión para su ejecución, a comparación de otros métodos convencionales.
- Reducen considerablemente las pérdidas económicas causadas debido a las inundaciones.
- Considerando al agua de precipitaciones como un recurso que puede ser explotado e incluido en la gestión de los recursos hídricos, se reducen los gastos en el proceso de captación y otras obras de nivel hídrico presentes en la zona.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el efecto que causaría un sistema de alcantarillado pluvial para mitigar los riesgos por inundaciones debido a lluvias excesivas en la Junta Vecinal Virgen del Carmen del Distrito de Tacna-2023.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Evaluar los daños que podemos minimizar debido a las excesivas lluvias en la Junta Vecinal Virgen del Carmen del Distrito de Tacna-2023
- b. Determinar los parámetros hidrológicos e hidráulicos para el diseño de alcantarillado pluvial para mitigar riesgos por inundaciones debido a las lluvias excesivas en la Junta Vecinal Virgen del Carmen del Distrito de Tacna – 2023
- c. Estimar el costo de implementación de un sistema de alcantarillado pluvial para mitigar los riesgos por inundaciones debido a lluvias excesivas en la junta vecinal Virgen del Carmen del Distrito de Tacna - 2023

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

Un Diseño de alcantarillado pluvial, mitigará los riesgos por inundaciones generados en la Junta Vecinal Virgen del Carmen del Distrito de Tacna.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a. En condiciones de lluvias excesivas con un diseño de alcantarillado pluvial adecuado podremos minimizar daños relevantes a la Junta Vecinal Virgen del Carmen en el Distrito de Tacna.
- b. Los parámetros hidrológicos e hidráulicos definidos nos permiten realizar un adecuado sistema de alcantarilla pluvial para mitigar riesgos por inundaciones en la junta vecinal Virgen del Carmen del distrito de Tacna.
- c. El costo estimado de implementación de un sistema de alcantarillado pluvial para mitigar los riesgos por inundaciones debido a lluvias excesivas en la junta vecinal Virgen del Carmen del Distrito de Tacna está de acuerdo a lo diseñado y el metrado del mismo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Segmento local

Arratia & Pacompia (2022) en su tesis titulada "Propuesta técnica del Diseño de Alcantarillado Sanitario Empleando Biodigestores, en el Anexo de Higuera, Distrito de Pachia, Provincia de Tacna, Departamento de Tacna", la cual parte de un sistema básico de saneamiento y tiene como propuesta un diseño de alcantarillado el cual llegue a cubrir las necesidades básicas y el tratamiento de residuos con la finalidad de lograr mejor calidad de vida en la población afectada, para esto se realizó un tipo de diseño descriptivo y no experimental. Se efectuó una técnica de análisis en la cual se toma como referencias las encuestas, el levantamiento topográfico de la zona de estudio, el respectivo estudio de mecánica de suelos, se tomó como apoyo los documentos y registros brindados por las oficinas locales del anexo de Higuera, la visita en campo para la recolección de datos y la posterior digitalización de planos, diseño del sistema de redes de alcantarillado y cálculo hidráulico en base a los parámetros de diseño mediante los programas SewerCAD, AutoCAD, Civil3D, Excel respectivamente, para finalizar con la implementación del Tanque Biodigestor de en base a las normativas vigentes, la cual a día de hoy se emplea demasiado en zonas rurales debido a su fácil uso. Para finalizar, esta propuesta de diseño abarca al 100 % de la población en base a una proyección futura de 20 años, UBS (área de inodoro, lavado y ducha) para cada vivienda y asimismo redes de desagüe con tuberías de dimensión 8", 21 buzones hechos de concreto, y el diseño de 3 tanques biodigestores de 7 m³ y un pozo de absorción de 21,51 m³.

Ortega & Gutierrez (2021) en su tesis "Análisis de red y tuberías existentes para mejorar el sistema de alcantarillado de la junta vecinal- ATMAT- Pampa de Viñani Sector VI, distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna - 2020". Esta se desarrolló con el propósito de realizar un análisis de los factores que provocaran una mejora la red y las tuberías existentes del sistema de alcantarillado presente en el lugar, para esto se procedió a recolectar información de campo, mediante la técnica de la observación y encuestas, con el fin de tener datos de la población en su totalidad, número de viviendas, existencia de red de desagüe, red de drenaje pluvial. Para empezar, se hizo un levantamiento topográfico para hallar las características del terreno trabajar. Continuando, se realizó el modelamiento hidráulico de las redes empleando el programa SEWERGEMS, teniendo como principales referencias los datos del levantamiento de

campo realizado anteriormente, teniendo en cuenta la ubicación y densidad de las viviendas, lo cual nos permitió tener una idea de lo deficiente que es el sistema con respecto a los parámetros que exige la norma OS. 070, se excavaron calicatas para definir el tipo y estado actual de las tuberías existentes, la cantidad y ubicación de lotes no habitados para definir un material óptimo de nuestras tuberías, se propuso un sistema de alcantarillado que abarque todos los requisitos establecidos. Se concluye que los habitantes de la junta vecinal- ATMAT- Pampa de Viñani Sector VI, distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa de la ciudad de Tacna poseen una regular educación sanitaria, lo cual perjudica en cierto modo en el funcionamiento adecuado del sistema de alcantarillado sanitario, en base a las encuestas realizada a la población se obtuvo como resultado la disposición de recolectar nuevas metodologías sobre cómo realizar de forma correcta este servicio, ya realizada nuestra simulación hidráulica en el SEWERGEMS se encontró que la mayoría de los tramos de la red de alcantarillado no se verifican según la Norma OS. 070, efectuando velocidades que se encuentran muy debajo de la velocidad mínima normada (0,60 m/s), también las tensiones tractivas menores a la estipulada en la norma, los tramos con pendientes en contra los cuales fueron verificados en campo, a esto agregándole el mal uso que la población realiza , según las encuestas efectuadas. Se verifica que mediante un correcto diseño de esta red de alcantarillado sanitario y empleando un material adecuado para las tuberías, se logra plasmar con los requisitos definidos en la norma OS, 070 y se obtiene un sistema que pueda funcionar de forma correcta.

Melchor & Mamani (2018) desarrollaron la tesis, “Análisis de riesgo de las obras de arte y drenaje en la carretera Tacna-Tarata del km 40 + 000 al km 60 + 000”, para que una carretera preste un servicio adecuado depende en gran medida del sistema de drenaje la acumulación de agua sobre la calzada procedente de las lluvias presenta riesgo para el tráfico y la estructura del pavimento a trabajar, esta investigación empieza mediante inspecciones realizadas en campo del pavimentos ubicado en la zona de estudio, para esto nos apoyamos de datos anteriores de los distintos estudios básicos tales como el Estudio Topográfico de Diseño y Trazo Vial, el Estudio de Mecánica de Suelos y el Estudio Hidrológico, para nuestra carretera Tacna- Tarata en las progresivas KM 40+000- KM 60+000, la cual es la única que conecta con las provincias Alto Andinas de Tacna. Tarata es una zona de mucha importancia, que urge en gran demanda de que las vías de comunicación se encuentren en el mejor estado posible, esto traería para Tarata, un crecimiento en las oportunidades de trabajo que servirán para beneficiar a la población. Por otro lado, tenemos las lluvias, las cuales provocan los escurrimientos superficiales que provocan daños considerables al pavimento, por tal motivo estas

deben ser previstas y recolectadas en estaciones de control, esta data la recolectamos de las estaciones pluviométricas. Por estos motivos es de suma urgencia el mejoramiento de esta carretera, para impulsar el desarrollo socio – económico.

2.1.2. Segmento nacional

Aquino (2021) desarrolló la tesis “Propuesta de la Red de Alcantarillado Pluvial de la Avenida Julio Sumar para el Riego de Áreas Verdes Distrito de El Tambo”; la cual tuvo como problema principal ¿Cuál es la propuesta de la red de alcantarillado pluvial de la avenida Julio Sumar para el riego de áreas verdes distrito de El Tambo?, como objetivo general: Determinar la propuesta de la red de alcantarillado pluvial de la avenida Julio Sumar para el riego de áreas verdes distrito de El Tambo y la hipótesis general que se verificó fue: La propuesta de la red de alcantarillado pluvial de la avenida Julio Sumar para el riego de áreas verdes, comprende analizar la calidad del agua, el diseño y costo del sistema. El método de investigación empleado fue el científico, asimismo el tipo de investigación empleado fue el descriptivo – explicativo, Se trabajó con un diseño de tipo no experimental. La zona a estudiar comprende las calles colindantes a la avenida Julio Sumar hasta el parque óvalo Huancavelica, perteneciente al distrito de El Tambo, provincia Huancayo del departamento de Junín y la muestra en base al tipo de muestreo no probabilístico abarcó un área total de 143,84 hectáreas. La conclusión de esta investigación fue que, la propuesta de la red de alcantarillado pluvial de la avenida Julio Sumar para el riego de áreas verdes, abarcó el análisis de la calidad del agua la cual resultó ser favorable según los ECAs para agua, asimismo, se realizó el diseño respectivo y se estimó el presupuesto que conllevaría la ejecución de la misma.

Orozco & Rodríguez (2019) desarrollaron la tesis, “Diseño de drenaje pluvial, para eventos lluviosos empleando el software SWMM en el A.H. Micaela Bastidas Provincia de Piura 2019”, con el objetivo de proponer un diseño de alcantarillado pluvial para lluvias intensas utilizando el programa SWMM (Storm Water Management Model), teniendo como zona de estudio el asentamiento humano Micaela Bastidas, ubicado en el distrito de Veintiséis de Octubre, provincia de Piura, por tal motivo se hizo un modelo hidráulico e hidrológico para definir el comportamiento. La información hidrológica necesaria como la precipitación, periodo de retorno y frecuencia, fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) y la Universidad Nacional de Piura teniendo registros que abarcan entre los años 1971-2017 ya que en este periodo se estimó la presencia de precipitaciones de moderada y fuerte intensidad, al mismo tiempo se realizó la inspección visual, en la cual se realizó un estudio de mecánica de suelos con su respectivo levantamiento topográfico lo cual sirvió

para recolectar características de suelo de la zona a trabajar. Se definieron en base a nuestros registros los años donde las precipitaciones alcanzaron sus mayores intensidades. El método utilizado fue el científico y el diseño empleado el experimental. En base a los resultados alcanzados por el programa mencionado, esto obliga a diseñar un sistema de drenaje pluvial, el cual está conformado por sumideros y conductos, teniendo como desembocadura el canal Dren Telefónica.

Chaquibol (2021) desarrolló la tesis para optar al título de Ingeniero Civil, denominada “Evaluación y diseño de un sistema de alcantarillado pluvial en acera para el pasaje Daniel Alcides Carrión en Chachapoyas – Amazonas - 2021”, teniendo como base de que en la zona de estudio se evidenciaron picos históricos de precipitaciones, teniendo como dato que en el año 1995 se registró 90,3 mm./h. (dato recopilado del portal SENAMHI), estas lluvias excesivas provocan estancamiento de aguas en calzadas y aceras obstruyendo el tránsito ya sea a nivel vehicular o peatonal, específicamente en el pasaje Daniel Alcides Carrión que viene siendo afectado por estas precipitaciones, esto es un tema recurrente en la zona debido a que básicamente no se cuenta con un diseño de alcantarillado. Para el diseño en dicha zona primero se definió las características físicas, usando la técnica de la observación y el levantamiento topográfico de la zona a trabajar, asimismo se halló los caudales que se deberían trabajar o también denominado caudal máximo de diseño. Para tener un cálculo aproximado de nuestras precipitaciones máximas en 24 horas se usó fórmulas de probabilidad estadística tales; al mismo tiempo se efectuó la prueba de bondad de ajuste de Smirnov Kolgomov obteniendo así que la distribución que mejor responde a estas lluvias intensas para nuestro lugar de investigación es Log Pearson. Utilizamos el método racional para la obtención de nuestros caudales de diseño, al mismo tiempo para realizar diseño hidráulico de las alcantarillas pluviales del Psj. Daniel Alcides Carrión; por otro lado, los sumideros se colocaron de 17 a 20 metros dependiendo de la topografía del lugar.

2.1.3. Segmento internacional

García & Casal (2019) desarrollaron la tesis “Diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial para la urbanización privada balcones del norte ubicada en el cantón de el empalme de la provincia del Guayas, cuyo objetivo fue resolver la problemática de su localidad ya que sufría de mucha precipitación, en la ciudad de Guayaquil, Ecuador legando a las conclusiones que al implementarse ese proyecto se mejorará no solo la calidad de vida de los pobladores, también podrá crear fuentes de trabajo y mejorar el ecosistema del sector, la propuesta de diseño del sistema de alcantarillado permitirá la

correcta evacuación de las aguas artificiales y naturales permitiendo su funcionamiento en todo momento bajo acción de la gravedad, evitando tener mecanismos de bombeo, agilizando la etapa de operación y mantenimiento de las mismas. El diseño continúa recolectando datos de precipitaciones exactas para tener una idea del alcance de nuestro sistema y al mismo tiempo tener un registro continuo de variables de diseño de interés. Este tipo de metodología es aplicado básicamente en cuencas urbanas de las ciudades de Chillán y Santiago, para obtener funciones de distribución de los parámetros asociados a la escorrentía (volúmenes de escorrentía, pérdidas y caudales máximos). Se compararon estas funciones con las estimadas a partir del uso de tormentas de diseño, constatando que las últimas reproducen de manera más confiable y eficaz condiciones de caudales máximos para eventos menos habituales. La principal diferencia radica en el hecho de que la simulación de eventos aislados no reproduce de buena manera la distribución de volúmenes, teniendo como conclusión que no son fiables para dimensionar elementos que estén a favor de la retención o la infiltración. Por último, se hizo un análisis de la curva de frecuencia obtenida por la simulación, para estudiar posibles efectos sobre los caudales máximos y volúmenes de escorrentía promedio anual, reteniendo y/o controlando la totalidad de estos sucesos.

Otarola (2019); en su tesis “Propuesta de alcantarillado pluvial para garantizar el drenaje para escorrentía superficial - barrio San Vicente Suroriental, localidad San Cristobal – Bogotá D.C.” En la cual se propone este sistema como respuesta a los recurrentes problemas de inundación que sufren los habitantes de las viviendas aguas debajo de la zona de estudio, estos sucesos ocurren debido a la falta de capacidad del sistema presente. Esta propuesta de diseño de alcantarillado pluvial fue diseñado siguiendo los parámetros definidos por la EAB en las normas NS-085 – Criterios de diseño de sistemas de alcantarillado, NS-029 – Pozos de inspección y NS-047 – Sumideros, recalcando que el modelamiento de la misma se efectuó en el software SEWER GEMS para definir el comportamiento que presentaba el sistema propuesto de acuerdo a los cálculos con un periodo de retorno de 5 años para las redes secundarias, zonas residencial, comercial, industrial o mixtos. Esto dio como resultado el diseño de seis (6) colectores principales, los cuales derivan agua a redes existentes del sector, donde cuatro de estos se enlazan al sistema de alcantarillado pluvial y los otros dos se acoplan a una red troncal de alcantarillado combinado.

Cadena & Borbor (2023); desarrollaron su tesis la cual lleva como título “Diseño del alcantarillado pluvial para el recinto San Cristóbal de la parroquia Juan Gómez Rendon. En la cual se basa en un sistema de red que recolecta las precipitaciones y las transporta a puntos definidos para su respectivo desagüe, este diseño de alcantarillado

pluvial producirá una mejora considerable en la condición y bienestar de los habitantes de la zona de estudio, para eso nos guiamos en las especificaciones técnicas de normas y procedimientos. Se recurrió a la recolección de datos del portal INAMHI, para calcular los parámetros de intensidad de lluvia seleccionamos la estación de Guayaquil esta ecuación nos permite tener certeza de la precipitación ya que este dato nos dice cuánta agua producida por las lluvias está escurriendo por la red existente. Asimismo, se realizó el respectivo levantamiento topográfico del terreno del lugar, la tubería se diseñó por gravedad para prevenir el aumento de presupuesto y fluir de forma natural en este caso va desembocar en el río, método que usamos es para un circuito cerrado para unas ramificaciones, usamos el software Civil 3D de la cual obtuvimos datos de la aportación, y se complementó los cálculos de la forma convencional usando las diversas herramientas del programa Excel.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Hidrología

Es la ciencia que se enfoca al ciclo hidrológico global y asimismo a los procesos que se encuentran involucrados en la parte continental del ciclo mencionado, es decir, es la geociencia que describe y predice las variaciones espaciales y temporales que sufre el agua en las etapas terrestre, oceánica y atmosférica del sistema hídrico global (GeoEnciclopedia, 2006).

2.2.2. Precipitaciones en el distrito de Tacna

Las precipitaciones en la ciudad de Tacna suelen presentar lloviznas y lluvias en los meses de julio, agosto y septiembre, pero debido al Fenómeno del Niño las precipitaciones en los meses de enero y febrero aumentaron, se vienen presenciando constantes precipitaciones pluviales, lo que conlleva a la activación de las quebradas Karamolle y El Diablo, generando huaicos y aniego, poniendo en riesgo la vida y salud de la población, viviendas, vías de comunicación, locales públicos, institución educativa, establecimiento de salud y servicios básicos en los distritos de Tacna, Alto de la Alianza, Pocollay y Ciudad Nueva, provincia de Tacna (COEN, 2020).

2.2.3. Riesgo por inundaciones

Las inundaciones generan daños para la vida de las personas, sus bienes e infraestructura, pero además causan graves daños sobre el medio ambiente y el suelo

de las terrazas de los ríos. Las inundaciones son causas de erosión y sedimentación de las fuentes de agua.

Las inundaciones se pueden dividirse como repentinas o súbitas y como lentas o progresivas; la diferencia radica en los daños provocados a una estructura, es decir al empuje de la corriente o la energía liberada por el mismo (Pérez, 2015).

2.2.3.1. Inundaciones súbitas o repentinas

Pérez (2015) menciona que estas son producidas por lo general en cuencas hidrográficas de pendientes notorias debido a la presencia de grandes cantidades de agua en muy corto tiempo. Son generadas por fuertes lluvias, tormentas o huracanes. Estas pueden generarse en minutos u horas, dependiendo de la intensidad y la duración de la lluvia, la topografía, las condiciones del suelo y la cobertura vegetal. Asimismo, este tipo de inundaciones se manifiesta con pocas o ninguna señal de advertencia. Este tipo de inundaciones es capaz arrastrar rocas, derribar árboles, echar abajo edificios y otras estructuras y generar nuevos canales de escurrimiento. Los residuos que lleva a su paso tienden a acumularse en una obstrucción o represamiento, obstruyendo el flujo y causando inundaciones aguas arriba del mismo, esto solo hasta que la corriente rompa la represión, ya que la inundación pasaría a producirse aguas abajo.

2.2.3.2. Inundaciones lentas o progresivas

Pérez (2015) menciona que estas son producidas sobre terrenos de forma plana los cuales desaguan a ritmo lento y cercana a las riberas de los ríos o lugares en la cual estas lluvias sean más recurrentes. La mayoría de estas responden al comportamiento general de los ríos, es decir, de su régimen de aguas, ya que es más probable que en tiempos de lluvia en la parte alta de la cuenca incremente la cantidad de agua y esta provoque que el terreno cercano a la orilla en la parte baja de la cuenca se inunden. En zonas urbanas este tipo de inundaciones causa consecuencias distintas a las repentinas, según la topografía de estos lugares. Las viviendas que se encuentran situadas en pendientes no sufren inundaciones de forma seria, pero la considerable cantidad de agua y sólidos que conlleva y arrastra le afecta a su paso. En cambio, las viviendas que están en terrenos planos o algo cóncavas (como un valle u hondonada) tienden a ser víctima de inundaciones como principal efecto de las excesivas lluvias, sin tener en cuenta las inundaciones causadas debido al desbordamiento de ríos y quebradas, las cuales provocan que las aguas se estanquen.

2.2.4. Sistema de drenaje

Básicamente es el conjunto de estructuras de tuberías y obras adicionales que se encargan de recibir, evacuar y disponer de las aguas residuales producto del hombre o de las mismas lluvias (Cualla, 2019).

Esta se divide en 4 grupos dependiendo de la finalidad, tenemos:

- a. Sistema de drenaje urbano.
- b. Sistema de drenaje de terrenos agrícolas.
- c. Sistema de drenaje de carreteras.
- d. Sistema de drenaje de aeropuertos.

El sistema de drenaje urbano presente como objetivo el maneja de forma adecuada del agua generada por precipitaciones naturales en las ciudades, con el fin de mitigar daños en ya sea viviendas u obras hechas en beneficio de la población tales como pistas, redes acuíferas o eléctricas, también la concentración de agua que pueda representar puntos de contaminación. Esta se divide en 3 tipos de sistemas los cuales dependen del tipo de agua con la que trabajen:

- a. Sistemas de alcantarillado sanitario: Especialmente este tipo de sistemas se encargan de evacuar solo aguas servidas o residuales que se forman en viviendas o centros comerciales hacia otras redes y/o plantas de tratamientos.
- b. Sistema de alcantarillado pluvial: Este tipo de sistema principalmente conduce las aguas que provienen de las avenidas hasta un determinado cause evitando inundaciones.
- c. Sistema de alcantarillado combinado: Este tipo de sistemas son más extensos ya que poseen la capacidad de evacuar los tipos de agua al mismo tiempo.

2.2.5. Sistema de alcantarillado pluvial

Un sistema de alcantarillado pluvial se define como un sistema cuya finalidad es facilitar la evacuación de escorrentía superficial causada por las lluvias, al mismo tiempo este es diseñado para captar, llevar y por último disponer estas aguas que son provenientes de las precipitaciones, las cuales pueden mostrarse de manera líquida, en forma de granizo o de nieve (Pérez, 2015).

- a. Alcantarillado Pluvial Particular: Se refiere a la red de instalaciones pluviales ubicadas dentro de un predio, finca o edificio. Este sistema capta y transporta las aguas pluviales generadas dentro del mismo hasta llevarlas a un sistema de infiltración y/o retención. También puede descargarse en un canal o

tubería dentro de los límites de la propiedad, cumpliendo con todas las condiciones establecidas por el proyecto.

- b. Alcantarillado Pluvial General: Este tipo de red básicamente es la que recibe y transporta todos los escurrimientos de las aguas generadas por las lluvias que se presentan al interior de áreas comunes de los conjuntos habitacionales, centros comerciales, industriales, deportivos, de servicios, fraccionamientos privados, etc., hasta disponerlos en un sistema de infiltración, retención y/o detención, así como de algún conducto como canal o tubería dentro de los límites de la propiedad y de acuerdo a las condiciones propias del proyecto.

2.2.6. Diseño de sistema de alcantarillado pluvial

Al momento de querer realizar un adecuado sistema de alcantarillado pluvial, la normativa OS. 060 que se encuentra en el Reglamento Nacional de Edificaciones nos indica que hay estudios primordiales a cumplir tales como: la topografía, el estudio definitivo de suelos, la hidrología, el análisis de impacto ambiental, la evaluación económica de operación y mantenimiento, además de la compatibilidad de uso. Asimismo, se debe recolectar información previa al catastro (planos catastrales), a datos meteorológicos, y planos del uso de suelo (RNE, 2006).

2.2.7. Caudal de diseño

El caudal de diseño se define como el área de terreno sobre la que actúan las precipitaciones pluviométricas, drenando hacia una corriente en un lugar dado (Reglamento Nacional de Edificaciones RNE, 2006).

El sistema de alcantarillado pluvial se rige por los siguientes criterios:

- Se debe utilizar el método racional si el área de la cuenca es menor a 13 km².
- Para cuencas que excedan los 13 km², se debe emplear el método de modelos de simulación o el hidrograma unitario.

2.3. Definición de términos

2.3.1. Alcantarilla

Conducto subterráneo utilizado como conductor de agua de lluvia, aguas servidas o una combinación de ambas (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

2.3.2. Precipitación

Una precipitación es básicamente agua líquida o sólida que nace en la atmósfera que retorna a la superficie terrestre en forma de lluvia, aguanieve, nieve, etc. (GeoEnciclopedia, 2023).

2.3.3. Fenómeno del niño

Se define “El Niño” al aumento de la Temperatura Superficial del agua del Mar (TSM) presente en el litoral de la costa oeste de Sudamérica con incidencia de lluvias intensas. Previamente, este era considerado como un fenómeno local. Actualmente, se le acredita como el principal modulador de la variabilidad climática interanual de todo el mundo. El término “El Niño” comprende los cambios observados en la TSM en el Pacífico ecuatorial central, así como los cambios de la presión atmosférica en el Pacífico, desde Australia (Darwin) hasta Tahití (SENAMHI, 2014).

2.3.4. Huaico

Es un término proveniente de la lengua peruana, el cual deriva del término quechua “huaico”, la cual significa quebrada, y se define como un aluvión de magnitudes ligeras a moderadas, que se evidencia constantemente en las cuencas hidrográficas del país, por lo general durante los periodos de lluvias (INDECI, 2018).

2.3.5. Cuneta

Una estructura hidráulica longitudinal, abierta y estrecha la cual es utilizada para transportar agua de avenidas, por lo general se encuentra ubicada al borde de carreteras (RNE, 2006).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la Investigación

En esta investigación podemos observar la problemática claramente que son las inundaciones que afecta al distrito de Tacna, en estos daños causados por las inundaciones podemos identificar las pérdidas materiales y humanas, daños a entidades públicas y privadas como centros de salud, alumbrado público, colegios, colapso de redes de desagüe.

Esta investigación busca una solución a este problema ya identificado que son las inundaciones en el distrito de Tacna con la recolección de datos obtenidos y hacer un diseño de alcantarillado pluvial como solución a esta problemática.

Esta investigación es de tipo de diseño no experimental ya que se busca desarrollar acciones para dar solución a un problema identificado sin manipular las variables.

Asimismo, el tipo de investigación es aplicada, mientras que el nivel de investigación de la misma corresponda a la descriptiva.

Se investigará con la ayuda de recolección de datos obteniendo las precipitaciones, tipo de suelo, la pendiente y entre otros factores que tengan influencia en la problemática para poder diseñar un sistema de alcantarillado pluvial para la Junta vecinal Virgen del Carmen en el distrito de Tacna que es una de las zonas más afectadas por las inundaciones que vienen acentuándose desde el año 2019 y provocando un estado de emergencia en el año 2020.

3.2. Acciones y Actividades

Iniciamos definiendo la ubicación de la zona a trabajar, para esto usamos la técnica de la observación con la finalidad de obtener un panorama real del estado situacional en el que se encuentra el pavimento y posteriormente reforzamos la información con datos históricos extraídos del SENAMHI.

3.2.1. Ubicación

La junta vecinal Virgen del Carmen está localizada en el distrito, Provincia y Departamento de Tacna como se aprecia en la figura 1.

Figura 1

Vista satelital de la Junta Vecinal Virgen del Carmen



Nota. El modelamiento y análisis de la cuenca fue realizada con el programa QGIS.

3.2.2. Estudio de campo

Para esto realizamos la inspección visual de nuestro lugar de investigación, tomando medidas reales y analizando el estado situacional de pavimento. Todo esto con la finalidad de evaluar la problemática actual en la cual se centra nuestra investigación.

Figura 2

Fotografía tomada a la avenida Hipólito Unanue



Figura 3

Fotografía tomada a la avenida Enrique Quijano, vía colindante a la junta vecinal Virgen del Carmen



3.2.3. Obtención de datos meteorológicos

Para continuar con el desarrollo de la tesis recurrimos al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), con el fin de obtener reportes de precipitaciones históricas de los últimos 41 años. En este caso tomaremos datos de 2 estaciones: Calana y Jorge Basadre.

Figura 4

Histograma de precipitaciones tomadas de la estación Calana

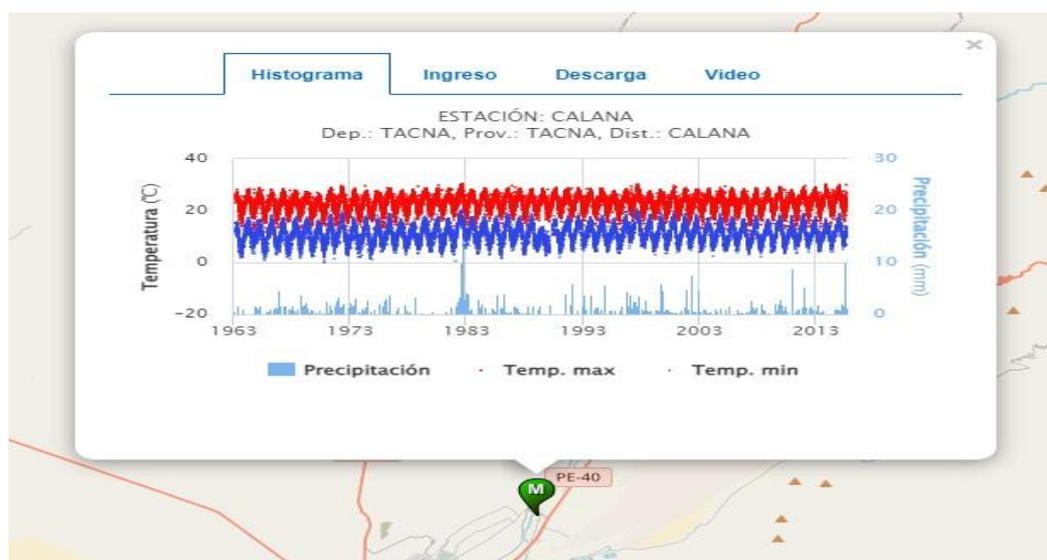


Figura 5

Histograma de precipitaciones tomadas de la estación Jorge Basadre

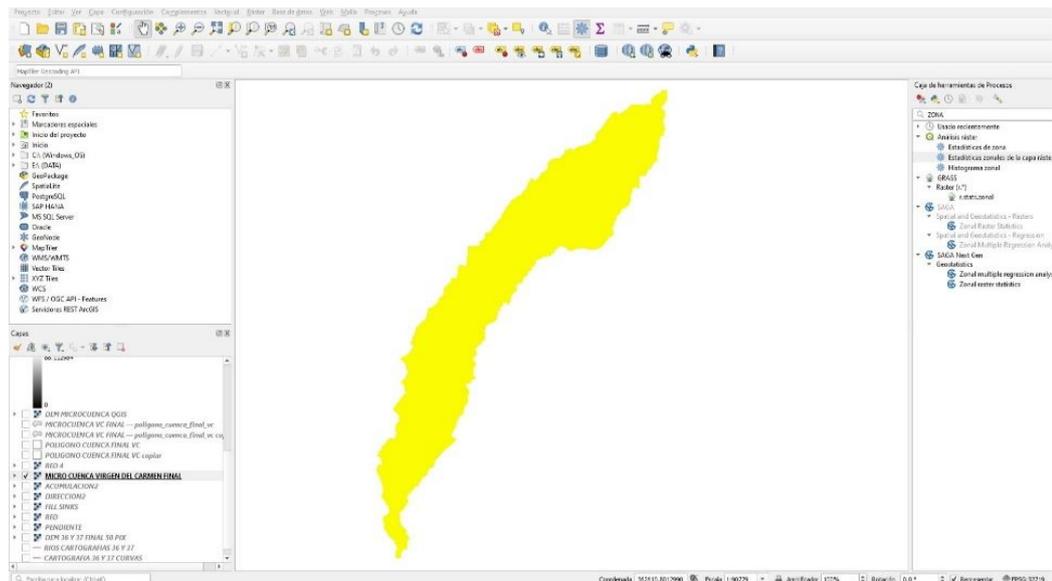


3.2.4. Modelamiento de la cuenca

Se realiza el modelamiento de la cuenca usando el programa QGIS. Esto nos proporcionará los parámetros necesarios para poder realizar el diseño de alcantarillado pluvial propuesto.

Figura 6

Modelamiento de cuenca con el programa QGIS



Nota. El modelamiento y análisis de la cuenca fue realizada con el programa QGIS.

3.3. Materiales e instrumentos

3.3.1. Planos

Recurrimos a los planos de ubicación de la zona a trabajar, con la finalidad de definir los parámetros de estudio de nuestra zona de trabajo. Asimismo, sirvió como guía para posteriormente realizar el modelamiento de la cuenca en el programa QGIS.

Figura 7

Plano de ubicación



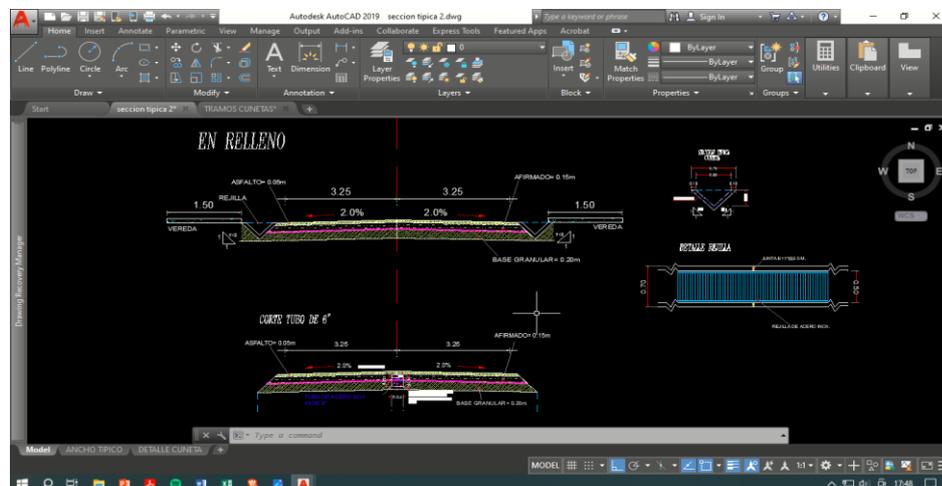
Nota. Planos de ubicación en AutoCAD 2019 de la zona a trabajar.

3.3.2. Softwares de diseño

Para nuestra tesis hemos empleado el programa el AutoCAD 2019 para definir el área a trabajar y adoptar las medidas tomadas en campo de este sistema de alcantarillado.

Figura 8

Software para digitalización de planos



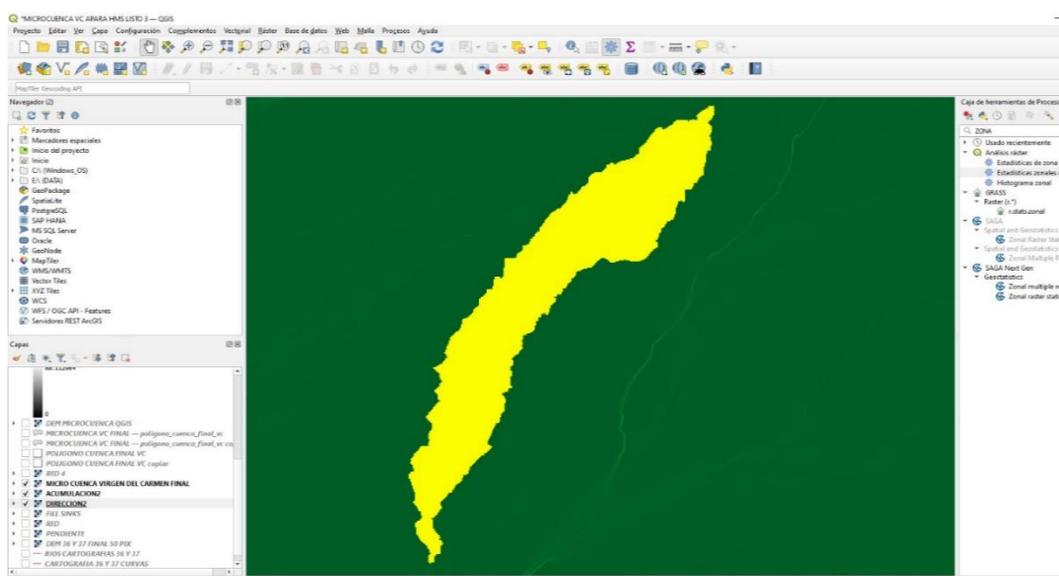
Nota. Se realizó la digitalización en el software AutoCAD 2019.

De igual forma, utilizamos programa QGIS para delimitar la cuenca como se puede apreciar en la figura 09.

Este software es muy usado para la proyección relacionada a sistemas de alcantarillado, ya que aparte de el modelado te brinda los parámetros básicos para los cálculos de diseño.

Figura 9

Software para modelamiento de cuenca



Nota. Se realizó la delimitación de nuestra cuenca en el programa QGIS.

3.4. Población

La población corresponde a los 992 habitantes de la junta vecinal Virgen del Carmen, según el último reporte de la oficina de seguridad ciudadana de la Municipalidad Provincial de Tacna.

3.5. Operacionalización de variable

La operacionalización de variables se designó a través de la siguiente matriz la cual se observa en la Tabla 2, aquí se definen las variables de nuestra investigación, sus dimensiones e indicadores respectivos.

Asimismo, en el anexo 1 la matriz de consistencia, se detalla de una manera más precisa la operacionalización de variables.

Tabla 2*Operacionalización de variables de investigación*

Variables	Dimensiones	Indicadores
V. Independiente Diseño de un sistema de alcantarillado pluvial	Caudal de diseño	Precipitación
		Intensidad
		Duración
		Periodo de retorno
V. Dependiente	Daños ocasionados a la población	Daños materiales
		Pérdidas humanas
Riesgo por inundaciones	Frecuencia de inundaciones	Recopilación de datos históricos
		Análisis probabilístico

3.6. Procesamiento y análisis de datos

Como lugar de investigación de la presente tesis se tomó la junta vecinal Virgen del Carmen, la cual fue una de las principales zonas afectadas por las inundaciones.

Se realizó la visita de campo al lugar con la finalidad de tomar medidas y evaluar el panorama real del pavimento. Posteriormente se recurrió de datos históricos de precipitaciones registradas en la ciudad, extraídos del portal SENAMHI de la cual tomaremos registros en 2 estaciones: Calana y Jorge Basadre.

Posteriormente realizamos la digitalización de planos en AutoCAD y el modelado de nuestra cuenca definida en el programa QGIS.

Asimismo, realizamos estadística inferencial para determinar nuestras precipitaciones máximas probables usando la distribución de Gumbel.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

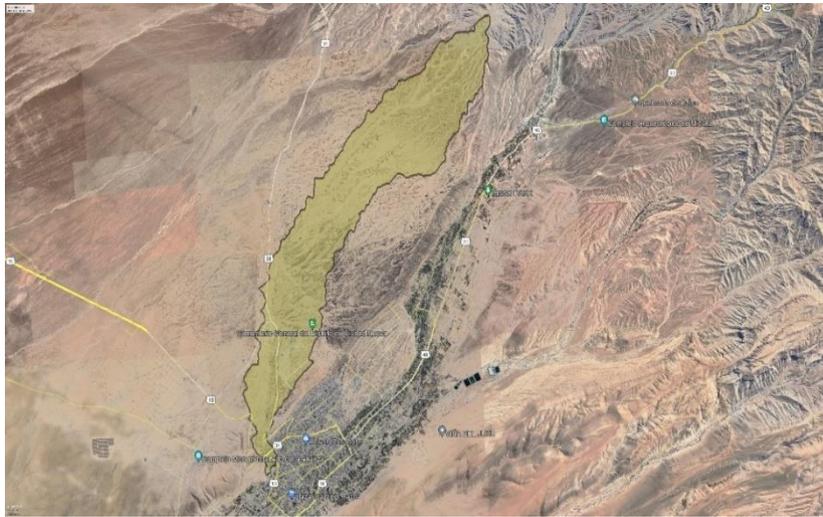
4.1. Parámetros de diseño

4.1.1. Designación de microcuenca

Empezamos con la delimitación de nuestra microcuenca a trabajar, para lo cual nos apoyaremos del software QGIS para la recolección de datos.

Figura 10

Designación de cuenca en el programa QGIS



Nota. Extraído de Google Earth Pro.

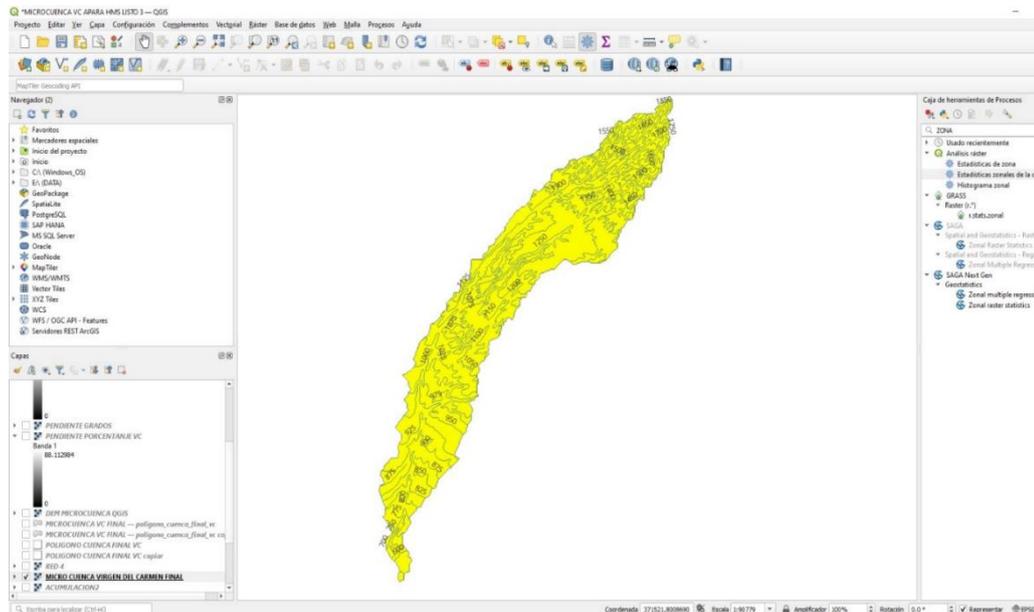
4.1.2. Recolección de datos

Una vez definida realizamos el modelado respectivo de la misma en el programa QGIS, de la cual podremos definir los datos más principales de nuestra cuenca a investigar.

Para plasmar la cuenca es necesario trabajar con cartas nacionales los cuales se encuentran en el Instituto Nacional de Geología, los cuales facilitan el tipo de suelo, uso de tierra, curvas de nivel, etc.

Figura 11

Modelado de nuestra cuenca en el programa QGIS



Nota. Se observa la cuenca ya plasmada en el programa, con sus respectivas curvas de nivel.

El programa nos brinda los parámetros más importantes de nuestra cuenca, los cuales serán necesarios para los cálculos posteriores de nuestro diseño.

Tabla 3

Parámetros de nuestra cuenca

Datos generales de cuenca	
Área	56 550,291 m ² .
Perímetro	59 668,5 m.
Ancho máximo	4220,2 m.
Longitud axial	22 916,3 m.
Cota máxima	1900 m.s.n.m.
Cota mínima	550 m.s.n.m.
Cota máxima del cauce	1750 m.s.n.m.
Cota mínima del cauce	568 m.s.n.m.
Longitud del cauce principal	24 400 m.s.n.m.
Longitudes curvas de nivel	124 362 km.
Intervalo curvas de nivel	50 m.

Nota. Datos extraídos del programa QGIS.

4.2. Cálculo de la precipitación máxima

Para hallar nuestras precipitaciones máximas anuales se recurrió a recolectar datos históricos obtenidos del portal SENAMHI, en la cual tuvimos que extraer datos de 2 estaciones pluviométricas debido a que una sola no tenía datos de los años en los que queríamos tener registro debido a la antigüedad de la misma. Estas dos estaciones son. Jorge Basadre y Calana.

Tabla 4

Datos de estaciones pluviométricas según SENAMHI

Nº	Estación	Latitud	Longitud	Altitud
1	Jorge basadre	18° 1' 36,8"	70° 15' 5,5"	560 m.
2	Calana	17° 58' 28,5"	70° 11' 33,5"	785 m.

Se procede a recopilar la información obtenidas de estas dos estaciones, de la cual tomaremos como muestra los últimos 41 años para tener un análisis inferencial más exacto

Tabla 5

Datos mensuales de precipitación máxima (mm) según SENAMHI

Año de registro	Mes de máxima precipitación	Precipitación máxima registrada
1982	Diciembre	3,4
1983	Febrero	14,4
1984	Junio	2,9
1985	Febrero	1,5
1986	Septiembre	4
1987	Julio	1,7
1988	Septiembre	1,8
1989	Febrero	1,8
1990	Julio	1,9
1991	Diciembre	4
1992	Mayo	5,9
1993	Julio	5
1994	Enero	5,4
1995	Marzo	4,8
1996	Junio	1,4
1997	Enero	9
1998	Enero	4,6
1999	Diciembre	3
2000	Julio	4,2
2001	Febrero	5,8

2002	Julio	6,9
2003	Septiembre	2,9
2004	Julio	1,2
2005	Agosto	1,3
2006	Agosto	1,7
2007	Septiembre	1,8
2008	Septiembre	1,6
2009	Diciembre	2,5
2010	Mayo	1,1
2011	Febrero	4
2012	Enero	4,5
2013	Julio	0,9
2014	Septiembre	1,1
2015	Agosto	9,9
2016	Febrero	3,2
2017	Julio	2,8
2018	Junio	1,6
2019	Enero	9,8
2020	Febrero	23,8
2021	Agosto	2
2022	Febrero	0,9

4.3. Análisis estadístico de datos hidrológicos

4.3.1. Cálculo de las precipitaciones diarias máximas probables para distintas frecuencias

Se procedió a realizar la distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel.

Tabla 6

Análisis probabilístico de nuestras precipitaciones máximas

Nº	año	Mes Max. Precip.	Precipitación (mm)	
			X_i	$(X_i - X)^2$
1	1982	Diciembre	3,40	0,63
2	1983	Febrero	14,40	104,14
3	1984	Junio	2,90	1,68
4	1985	Febrero	1,50	7,26
5	1986	Septiembre	4,00	0,04
6	1987	Julio	1,70	6,23
7	1988	Septiembre	1,80	5,74
8	1989	Febrero	1,80	5,74
9	1990	Julio	1,90	5,27
10	1991	Diciembre	4,00	0,04
11	1992	Mayo	5,90	2,91
12	1993	Julio	5,00	0,65

13	1994	Enero	5,40	1,45
14	1995	Marzo	4,80	0,37
15	1996	Junio	1,40	7,81
16	1997	Enero	9,00	23,09
17	1998	Enero	4,60	0,16
18	1999	Diciembre	3,00	1,43
19	2000	Julio	4,20	0,00
20	2001	Febrero	5,80	2,58
21	2002	Julio	6,90	7,32
22	2003	Septiembre	2,90	1,68
23	2004	Julio	1,20	8,97
24	2005	Agosto	1,30	8,38
25	2006	Agosto	1,70	6,23
26	2007	Septiembre	1,80	5,74
27	2008	Septiembre	1,60	6,73
28	2009	Diciembre	2,50	2,87
29	2010	Mayo	1,10	9,58
30	2011	Febrero	4,00	0,04
31	2012	Enero	4,50	0,09
32	2013	Julio	0,90	10,86
33	2014	Septiembre	1,10	9,58
34	2015	Agosto	9,90	32,55
35	2016	Febrero	3,20	0,99
36	2017	Julio	2,80	1,95
37	2018	Junio	1,60	6,73
38	2019	Enero	9,80	31,41
39	2020	Febrero	23,80	384,35
40	2021	Agosto	2,00	4,82
41	2022	Febrero	0,90	10,86

Calculamos nuestras variables probabilísticas:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 4.20 \text{ mm.} \quad (1)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 3.33 \text{ mm.} \quad (2)$$

Procedemos a calcular la probabilidad de ocurrencia y corrección de intervalo, para estos estudios trabajaremos con periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 años.

Tabla 7*Corrección de precipitaciones*

Periodo Retorno Años	Variable Reducida YT	Precip. (mm) XT'(mm)	Prob. de ocurrencia F(xT)	Corrección intervalo fijo XT (mm)
2	0,3665	3,4939	0,5000	3,9481
5	1,4999	7,2664	0,8000	8,2110
10	2,2504	9,7641	0,9000	11,0334
25	3,1985	12,9200	0,9600	14,5996
50	3,9019	15,2612	0,9800	17,2451
100	4,6001	17,5851	0,9900	19,8712
500	6,2136	22,9553	0,9980	25,9395

4.3.2. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvia**Relaciones de lluvia**

Las relaciones o cocientes de lluvia de 24 horas que se emplean para duraciones de varias horas son los siguientes

Tabla 8*Factores de relación de lluvia en base a la duración en horas*

Duración en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.30	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.80	0.91	1.00

Precipitación máxima

El cálculo de la precipitación máxima para diferentes tiempos de duración, se presenta en la siguiente tabla, la cual indica los porcentajes de la precipitación máxima probable en 24 horas para cada período de retorno.

Tabla 9*Precipitación máxima por tiempos de duración*

Tiempo de Duración en horas	Cociente (%)	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24	X24	3,9481	8,2110	11,033	14,5996	17,245	19,8712	25,9395
18	X18 = 91	3,5927	7,4720	10,040	13,2856	15,693	18,0828	23,6050
12	X12 = 80	3,1585	6,5688	8,8267	11,6797	13,796	15,8969	20,7516
8	X8 = 68	2,6847	5,5835	7,5027	9,9277	11,726	13,5124	17,6389
6	X6 = 61	2,4083	5,0087	6,7304	8,9057	10,519	12,1214	15,8231
5	X5 = 57	2,2504	4,6803	6,2891	8,3218	9,8297	11,3266	14,7855
4	X4 = 52	2,0530	4,2697	5,7374	7,5918	8,9675	10,3330	13,4886
3	X3 = 46	1,8161	3,7771	5,0754	6,7158	7,9328	9,1407	11,9322
2	X2 = 39	1,5397	3,2023	4,3030	5,6938	6,7256	7,7498	10,1164
1	X1 = 30	1,1844	2,4633	3,3100	4,3799	5,1735	5,9613	7,7819

4.3.3. Intensidad de lluvia

Para calcular la Intensidad, usaremos la siguiente formula:

$$I = \frac{P}{T_d} \quad (3)$$

Donde:

P = Precipitación máxima de duración D, en mm.

Td = Duración de la precipitación en horas.

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2012)

Tabla 10*Intensidad de lluvia (mm) según periodos de retorno*

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /h) según el Periodo de Retorno						
Horas	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24	1440	0,1645	0,3421	0,4597	0,6083	0,7185	0,8280	1,0808
18	1080	0,1996	0,4151	0,5578	0,7381	0,8718	1,0046	1,3114
12	720	0,2632	0,5474	0,7356	0,9733	1,1497	1,3247	1,7293
8	480	0,3356	0,6979	0,9378	1,2410	1,4658	1,6890	2,2049
6	360	0,4014	0,8348	1,1217	1,4843	1,7533	2,0202	2,6372
5	300	0,4501	0,9361	1,2578	1,6644	1,9659	2,2653	2,9571
4	240	0,5132	1,0674	1,4343	1,8979	2,2419	2,5833	3,3721
3	180	0,6054	1,2590	1,6918	2,2386	2,6443	3,0469	3,9774
2	120	0,7699	1,6011	2,1515	2,8469	3,3628	3,8749	5,0582
1	60	1,1844	2,4633	3,3100	4,3799	5,1735	5,9613	7,7819

4.3.4. Representación matemática de las curvas Intensidad – Duración – Periodo de Retorno

Para representar esto, nos guiaremos del modelo matemático descrito a continuación:

$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n} \quad (4)$$

Donde:

P = Precipitación máxima de duración D, en mm.

T = Duración de la precipitación en horas.

K, m y n = Parámetros de ajuste

Tabla 11*Análisis probabilístico de regresión para 2 años*

Periodo de retorno para T = 2 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	0,1645	7,2724	-1,8048	-13,1254	52,8878
2	1080	0,1996	6,9847	-1,6115	-11,2556	48,7863
3	720	0,2632	6,5793	-1,3348	-8,7821	43,2865
4	480	0,3356	6,1738	-1,0919	-6,7410	38,1156
5	360	0,4014	5,8861	-0,9128	-5,3730	34,6462
6	300	0,4501	5,7038	-0,7983	-4,5535	32,5331
7	240	0,5132	5,4806	-0,6670	-3,6555	30,0374
8	180	0,6054	5,1930	-0,5019	-2,6064	26,9668
9	120	0,7699	4,7875	-0,2615	-1,2521	22,9201
10	60	1,1844	4,0943	0,1693	0,6930	16,7637
Total	4980	4,8873	58,1555	-8,8153	-56,6516	346,9435
Ln (d) =	2,7031	d =	14,9258	n =	-0,6164	

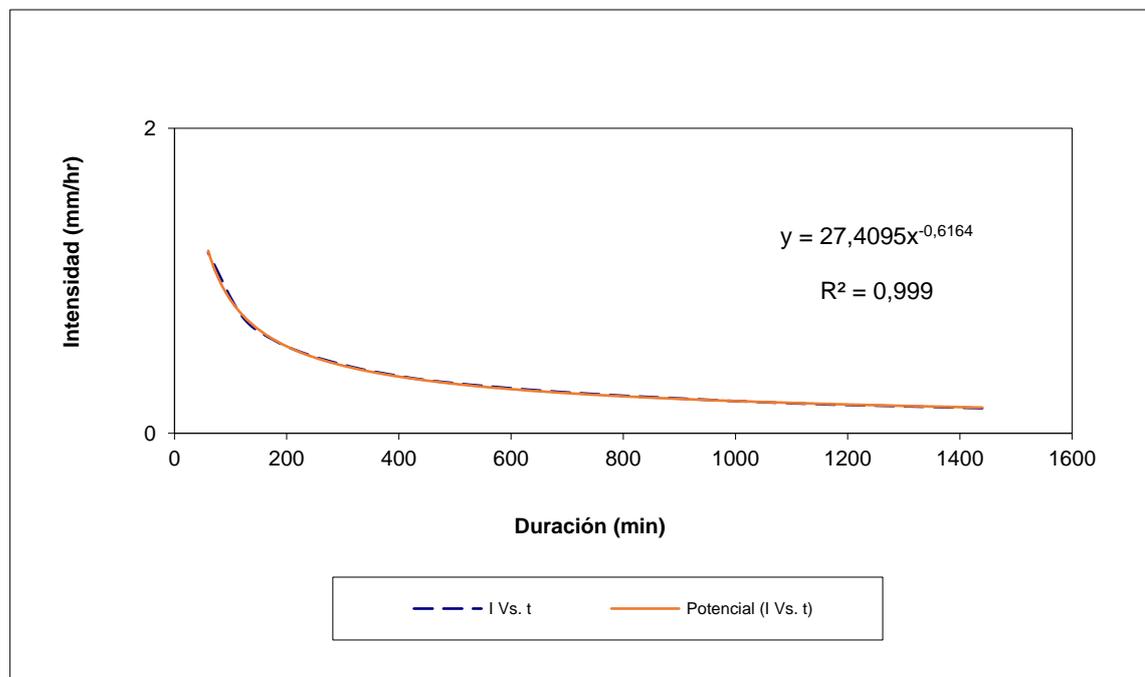
Figura 12*Gráficos de regresión para periodo de 2 años*

Tabla 12*Análisis probabilístico de regresión para 5 años*

Periodo de retorno para T = 5 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	0,3421	7,2724	-1,0726	-7,8002	52,8878
2	1080	0,4151	6,9847	-0,8792	-6,1410	48,7863
3	720	0,5474	6,5793	-0,6026	-3,9645	43,2865
4	480	0,6979	6,1738	-0,3596	-2,2203	38,1156
5	360	0,8348	5,8861	-0,1806	-1,0629	34,6462
6	300	0,9361	5,7038	-0,0661	-0,3769	32,5331
7	240	1,0674	5,4806	0,0653	0,3576	30,0374
8	180	1,2590	5,1930	0,2303	1,1961	26,9668
9	120	1,6011	4,7875	0,4707	2,2536	22,9201
10	60	2,4633	4,0943	0,9015	3,6911	16,7637
	4980	10,1643	58,1555	-1,4929	-14,0675	346,9435
Ln (d) =	3,4353	d =	31,0419	n =	-0,6164	

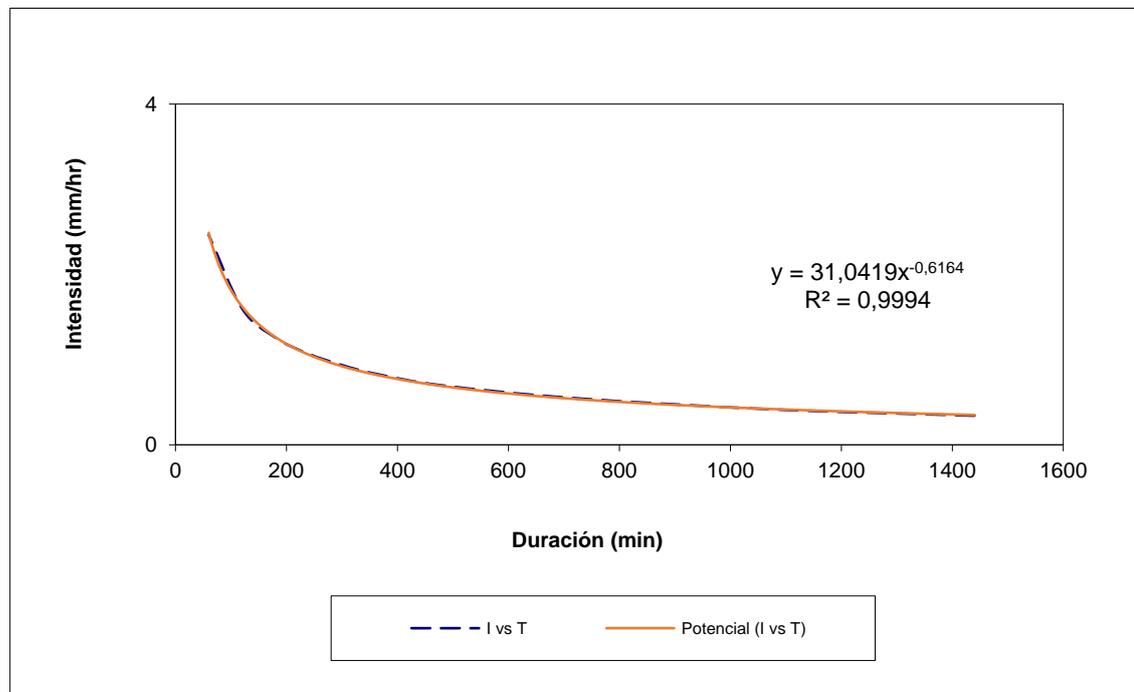
Figura 13*Gráficos de regresión para periodo de 5 años*

Tabla 13*Análisis probabilístico de regresión para 10 años*

Periodo de retorno para T = 10 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	0,4597	7,2724	-0,7771	-5,6516	52,8878
2	1080	0,5578	6,9847	-0,5838	-4,0774	48,7863
3	720	0,7356	6,5793	-0,3071	-2,0206	43,2865
4	480	0,9378	6,1738	-0,0642	-0,3962	38,1156
5	360	1,1217	5,8861	0,1149	0,6762	34,6462
6	300	1,2578	5,7038	0,2294	1,3083	32,5331
7	240	1,4343	5,4806	0,3607	1,9769	30,0374
8	180	1,6918	5,1930	0,5258	2,7304	26,9668
9	120	2,1515	4,7875	0,7662	3,6680	22,9201
10	60	3,3100	4,0943	1,1970	4,9008	16,7637
	4980	13,6582	58,1555	1,4617	3,1148	346,9435
Ln (d) =	3,7308	d =	41,7121	n =	-0,6164	

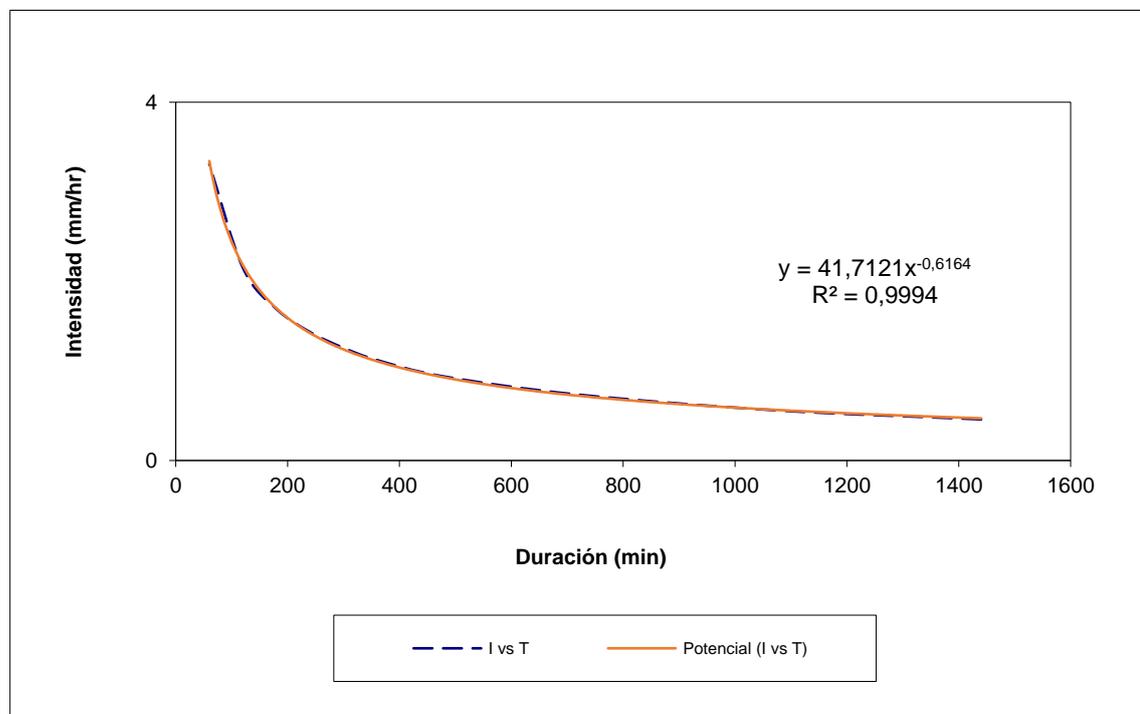
Figura 14*Gráficos de regresión para periodo de 10 años*

Tabla 14*Análisis probabilístico de regresión para 25 años*

Periodo de retorno para T = 25 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	0,6083	7,2724	-0,4971	-3,6148	52,8878
2	1080	0,7381	6,9847	-0,3037	-2,1212	48,7863
3	720	0,9733	6,5793	-0,0271	-0,1780	43,2865
4	480	1,2410	6,1738	0,2159	1,3328	38,1156
5	360	1,4843	5,8861	0,3949	2,3246	34,6462
6	300	1,6644	5,7038	0,5094	2,9057	32,5331
7	240	1,8979	5,4806	0,6408	3,5118	30,0374
8	180	2,2386	5,1930	0,8059	4,1847	26,9668
9	120	2,8469	4,7875	1,0462	5,0088	22,9201
10	60	4,3799	4,0943	1,4770	6,0474	16,7637
	4980	18,0726	58,1555	4,2623	19,4020	346,9435
Ln (d) =	4,0109	d =	55,1940	n =	-0,6164	

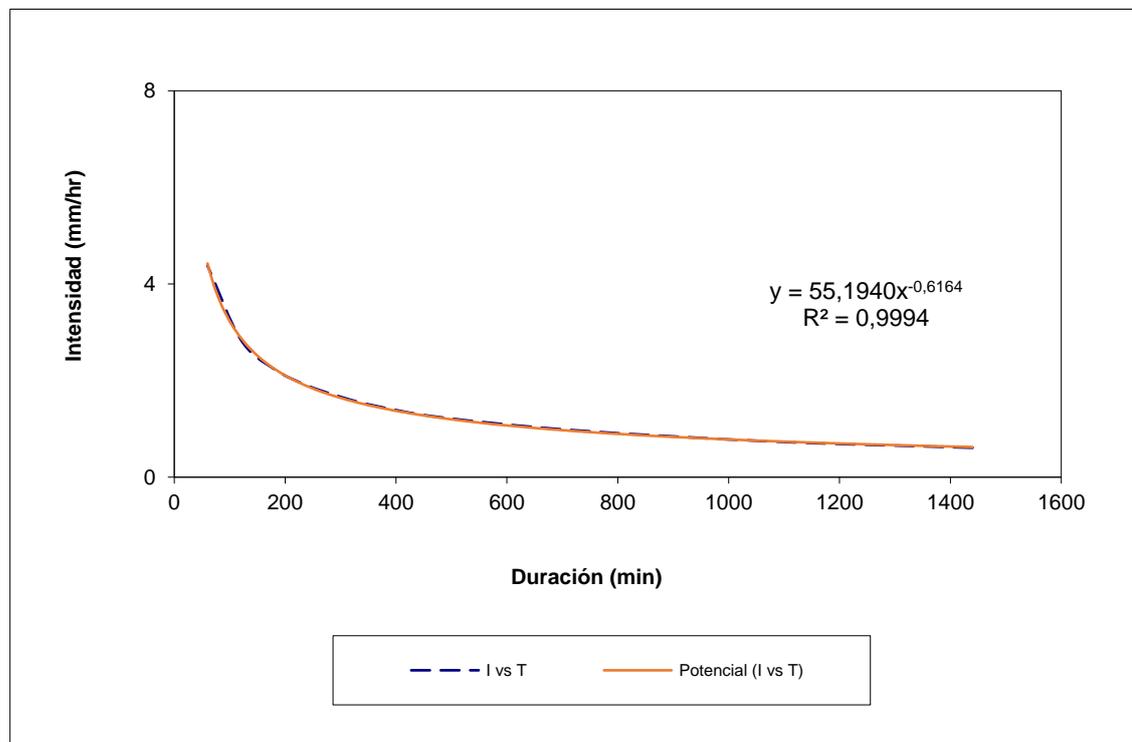
Figura 15*Gráficos de regresión para periodo de 25 años*

Tabla 15*Análisis probabilístico de regresión para 50 años*

Periodo de retorno para T = 50 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	0,7185	7,2724	-0,3305	-2,4037	52,8878
2	1080	0,8718	6,9847	-0,1372	-0,9580	48,7863
3	720	1,1497	6,5793	0,1395	0,9177	43,2865
4	480	1,4658	6,1738	0,3824	2,3610	38,1156
5	360	1,7533	5,8861	0,5615	3,3049	34,6462
6	300	1,9659	5,7038	0,6760	3,8556	32,5331
7	240	2,2419	5,4806	0,8073	4,4246	30,0374
8	180	2,6443	5,1930	0,9724	5,0496	26,9668
9	120	3,3628	4,7875	1,2128	5,8061	22,9201
10	60	5,1735	4,0943	1,6436	6,7293	16,7637
	4980	21,3476	58,1555	5,9277	29,0871	346,9435
$Ln(d) =$	4,1774	$d =$	65,1957	$n =$	-0,6164	

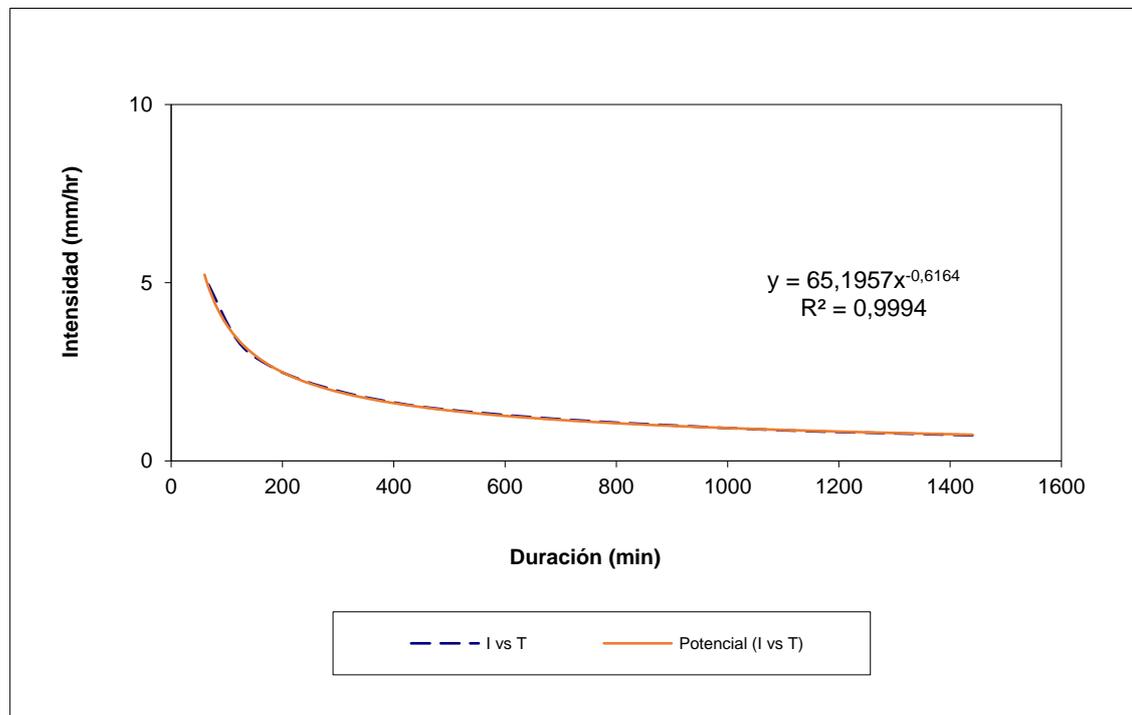
Figura 16*Gráficos de regresión para periodo de 50 años.*

Tabla 16*Análisis probabilístico de regresión para 100 años*

Periodo de retorno para T = 100 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	0,8280	7,2724	-0,1888	-1,3729	52,8878
2	1080	1,0046	6,9847	0,0046	0,0320	48,7863
3	720	1,3247	6,5793	0,2812	1,8502	43,2865
4	480	1,6890	6,1738	0,5242	3,2361	38,1156
5	360	2,0202	5,8861	0,7032	4,1392	34,6462
6	300	2,2653	5,7038	0,8177	4,6641	32,5331
7	240	2,5833	5,4806	0,9490	5,2014	30,0374
8	180	3,0469	5,1930	1,1141	5,7856	26,9668
9	120	3,8749	4,7875	1,3545	6,4847	22,9201
10	60	5,9613	4,0943	1,7853	7,3096	16,7637
	4980	24,5983	58,1555	7,3451	37,3300	346,9435
Ln (d) =	4,3191	d =	75,1234	n =	-0,6164	

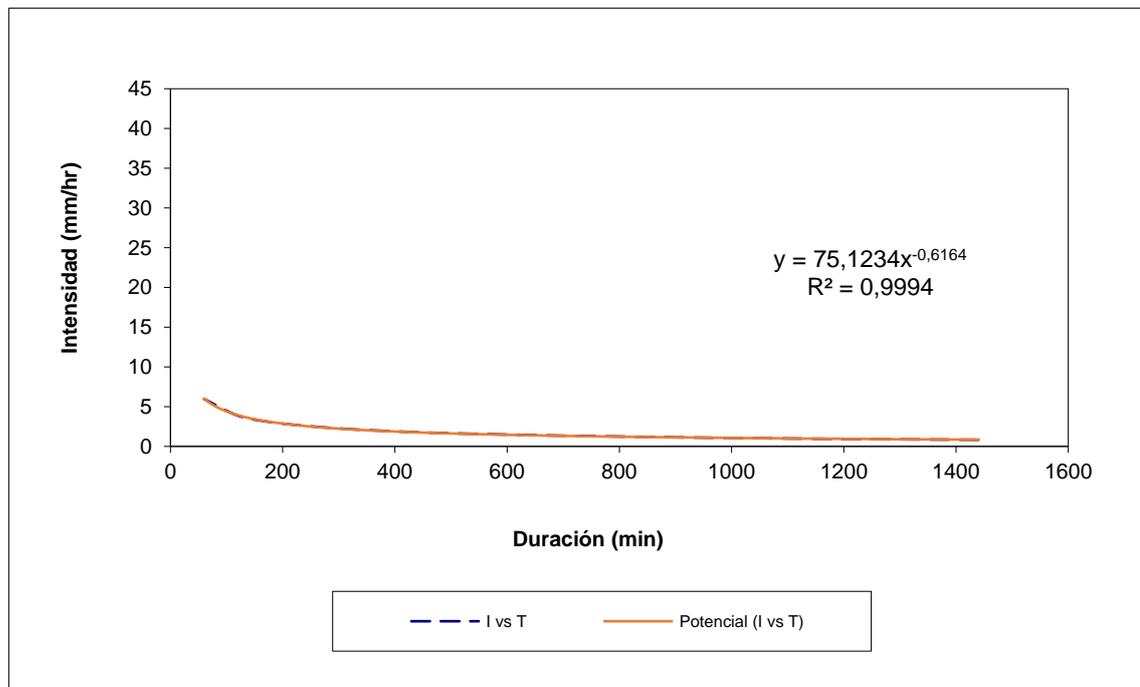
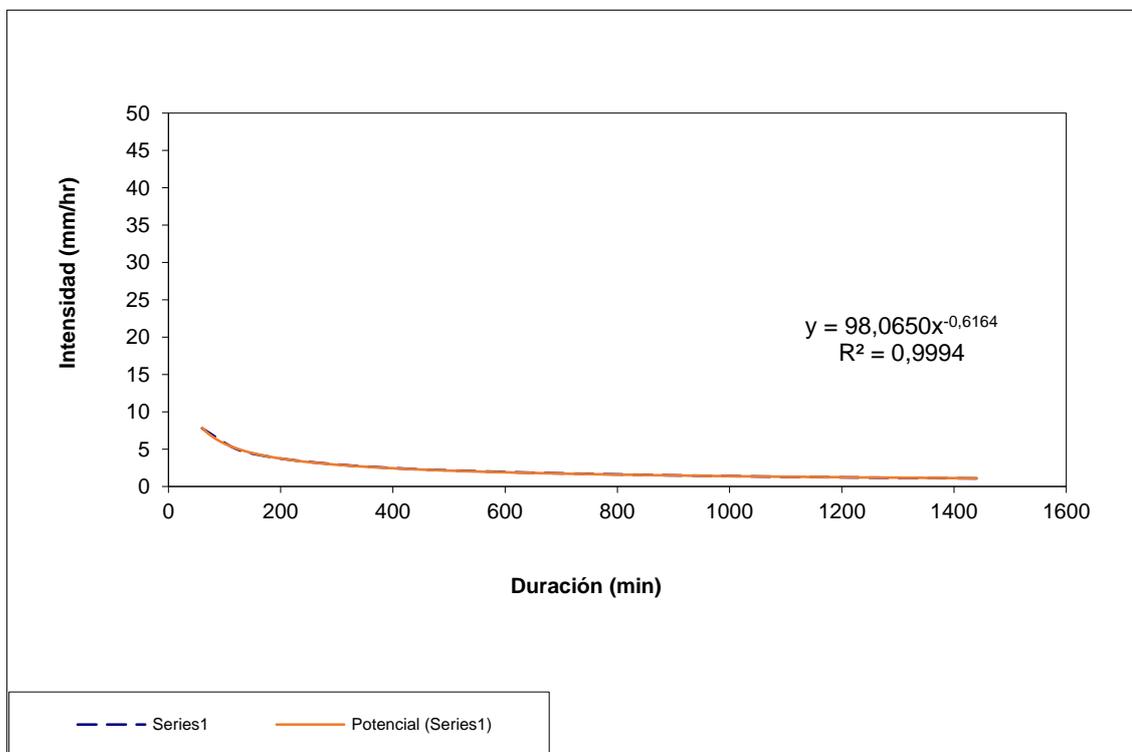
Figura 17*Gráficos de regresión para periodo de 100 años*

Tabla 17*Análisis probabilístico de regresión para 500 años*

Periodo de retorno para T = 500 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1,0808	7,2724	0,0777	0,5652	52,8878
2	1080	1,3114	6,9847	0,2711	1,8935	48,7863
3	720	1,7293	6,5793	0,5477	3,6036	43,2865
4	480	2,2049	6,1738	0,7907	4,8814	38,1156
5	360	2,6372	5,8861	0,9697	5,7078	34,6462
6	300	2,9571	5,7038	1,0842	6,1841	32,5331
7	240	3,3721	5,4806	1,2155	6,6620	30,0374
8	180	3,9774	5,1930	1,3806	7,1695	26,9668
9	120	5,0582	4,7875	1,6210	7,7606	22,9201
10	60	7,7819	4,0943	2,0518	8,4008	16,7637
	4980	32,1103	58,1555	10,0101	52,8284	346,9435
Ln (d) =	4,5856	d =	98,0650	n =	-0,6164	

Figura 18*Gráficos de regresión para periodo de 500 años.*

4.3.5. Cálculo de regresión potencial

Primero realizamos un resumen a partir de los datos obtenidos

Tabla 18

Resumen de Regresión Potencial

Periodo de retorno (años)	Término ctte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	14,92579533397	-0,61638608809
5	31,04188082986	-0,61638608809
10	41,71213173501	-0,61638608809
25	55,19402203995	-0,61638608809
50	65,19565843130	-0,61638608809
100	75,12344430950	-0,61638608809
500	98,06504192020	-0,61638608809
Promedio	54,46542494283	-0,61638608809

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:

$$d = K * T^m \quad (5)$$

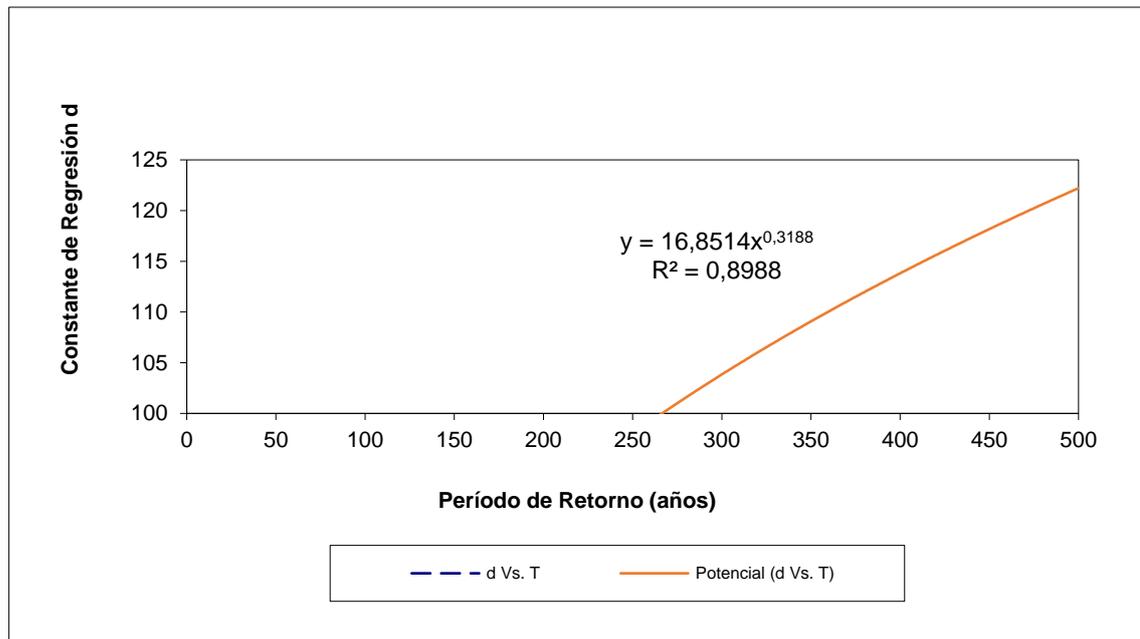
Tabla 19

Regresión entre el periodo de retorno y el término constante de regresión

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	14,9258	0,6931	2,7031	1,8736	0,4805
2	5	31,0419	1,6094	3,4353	5,5290	2,5903
3	10	41,7121	2,3026	3,7308	8,5905	5,3019
4	25	55,1940	3,2189	4,0109	12,9104	10,3612
5	50	65,1957	3,9120	4,1774	16,3421	15,3039
6	100	75,1234	4,6052	4,3191	19,8903	21,2076
7	500	98,0650	6,2146	4,5856	28,4979	38,6214
<i>Ln (K) =</i>	2,8244	<i>K =</i>	16,8514	<i>m =</i>	0,3188	

Figura 19

Coeficiente de regresión en base a la constante de regresión



Término constante de regresión (K) = 16,8514

Coeficiente de regresión (m) = 0,318817

4.3.6. Curvas IDF (Intensidad – Duración – Frecuencia)

Para $d = K * T^m$ se encuentran los valores: K= 16,8514, m= 0,318817 y n= 0,61639.

Por lo tanto, el modelo matemático que define el comportamiento de las precipitaciones pluviales para la zona a trabajar se representa en la siguiente ecuación ya con todos los datos recolectados.

$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n} \quad (6)$$

$$I = \frac{16,8514 \cdot T^{0,318817}}{t^{0,61639}}$$

Donde

I = intensidad de precipitación (mm/hr)

T = Período de Retorno (años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

4.4. Número de Curva

Para el cálculo usamos como referencia la generación de mapa temático de Curva Numero (CN) del portal ANA (Autoridad Nacional del Agua), donde con ayuda del programa QGIS delimitamos la microcuenca con el tipo de suelo dándonos, así como resultado dos tipos de suelo: Leptosol dístrico - Afloramiento lítico y Solonchak háplico - Leptosol éútrico, el cual de acuerdo al tipo de suelo se les asigno el grupo hidrológico B y A respectivamente

Tabla 21

Grupo hidrológico en base al tipo de suelo según el Portal ANA 2015

Descripción de suelo	Simbología	Grupo Hidrológico
Leptosol dístrico - Afloramiento lítico	LPd-R	B
Solonchak háplico - Leptosol éútrico	SCh-LPe	A

Figura 21

Delimitación de cuenca según el tipo de suelo con el programa QGIS



Procedemos a determinar la descripción del uso de la tierra en la microcuenca dándonos como resultado tres zonas de uso de la tierra: Desierto en zona de clima árido, Centros poblados (Zona Urbana) y tillandsial (matorral arbustivo abierto).

Tabla 22

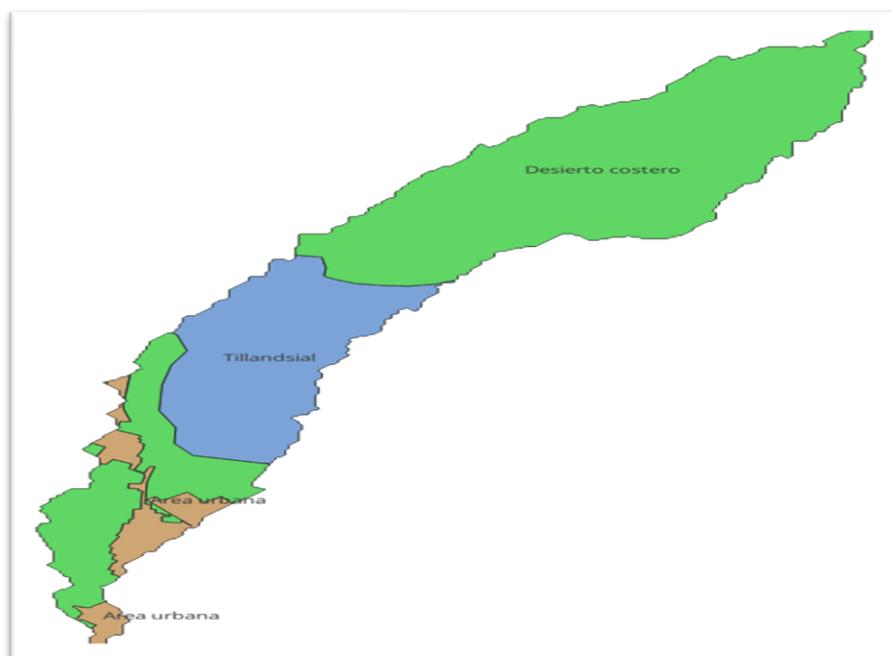
Valores de los grupos hidrológicos según el Portal ANA 2015

Descripción de uso de tierra	Grupo Hidrológico			
	A	B	C	D
Centros poblados (Área urbana)	77	85	90	92
Matorral arbustivo abierto (Tillandsial)	45	66	77	83
Desierto en zona de clima árido (Desierto costero)	72	81	88	91

Nota. Centros poblados y Desiertos Costeros estaban delimitados en dos grupos debido a que el área no estaba definida totalmente en un grupo.

Figura 22

Delimitación de cuenca según la descripción de uso de tierra con el programa QGIS



Una vez teniendo asignando el grupo hidrológico de suelo para Leptosol dístico - Afloramiento lítico (B) y para Solonchak háplico - Leptosol éutrico (A), buscamos en la tabla de descripción del uso de la tierra con los respectivos usos de tierra en este caso desierto en zona de clima árido, Centros poblados (Zona Urbana) y tillandsial (matorral arbustivo abierto), dándonos como resultado un Número Curva para cada sector:

- Desierto en zona de clima árido (A-B) con CN = 80
- Centros poblados (Zona Urbana) (A) con CN = 77
- Centros poblados (Zona Urbana) (A-B) con CN = 81
- Tillandsial (matorral arbustivo abierto) (B) con CN = 66

Finalmente calculamos el CN total con la fórmula:

$$CN = \frac{\sum N_{Ci} \cdot A_i}{\sum A_i} = 76,46 \cong 77 \quad (7)$$

Donde

N_{Ci} = Número de curva de cada sector delimitado en la cuenca

A_i = Área de cada sector delimitado en la cuenca.

4.5. Precipitación Efectiva

Para determinar nuestra precipitación efectiva P_e (mm) debemos tener la precipitación total P (mm) está en función de la precipitación total P y de la variable adimensional denominada Número de Curva CN, cuyos valores fluctúan entre 1-100. Para el cálculo de la precipitación efectiva, la formula a utilizar es la siguiente:

$$P_e = \frac{\left(P - \frac{508}{CN} + 5,08\right)^2}{P + \frac{2032}{CN} + 20,32} \quad (8)$$

Donde:

P_e = Precipitación efectiva en milímetros.

P = Precipitación total en milímetros.

CN = Número de curva

De los datos recolectados anteriormente, tenemos que la precipitación total para los periodos de 25 y 50 años son los siguientes:

Tabla 23

Precipitación total para nuestros periodos de retorno

	25 AÑOS	50 AÑOS
Precipitación	1,24926394	1,55821591

Asimismo, el Número de Curva CN hallado para la microcuenca es 77

Reemplazando en la fórmula:

Tabla 24*Precipitación efectiva para los periodos de retorno de 25 y 50 años*

	25 AÑOS	50 AÑOS
Precipitación efectiva	0,00982369	0,00021837

4.6. Caudal de diseño

Con todos los parámetros definidos, procedemos a calcular el caudal de diseño para los periodos de retorno de 25 y 50 años

Tabla 25*Datos para calcular el caudal de diseño para 25 años*

Entrada	Datos	Unidad
Longitud del cauce	24,4	km.
Cota máxima	1,750	m.
Cota mínima	550	m.
Área de la superficie	56,5503	km ²
Precipitación efectiva	0,00982369	mm.
Duración P neta	6	h.

4.6.1. Pendiente de caudal

La pendiente se expresa en forma de metros de altura por metro de longitud del canal. A mayor pendiente, mayor caudal de diseño.

Empezamos hallando la pendiente (S_m):

$$S_m = \frac{H_{\text{máx}} - H_{\text{mín}}}{L_c} \quad (9)$$

$$S_m = \frac{1750 \text{ m} - 550 \text{ m}}{24400 \text{ m}} = 0,0492$$

4.6.2. Tiempo de concentración

Es el tiempo mínimo requerido para que todos los puntos de una cuenca estén aporten agua de escorrentía conjuntamente al punto de salida.

Existen muchos autores y fórmulas, para este caso usaremos la fórmula de Temez.

$$T_c = 0,3 \left(\frac{L}{S_m^{0,25}} \right)^{0,76} \quad (10)$$

$$T_c = 0,3 \left(\frac{24,4}{0,00004918^{0,25}} \right)^{0,76} = 6,3 \text{ horas}$$

Tc: Tiempo de concentración en horas.

L: Longitud del cauce principal en kilómetros.

Sm: Pendiente de caudal

4.6.3. Hidrograma triangular unitario del SCS (Soil Conservation Services)

Se resolvieron las siguientes expresiones, los cuales fueron estudiados mediante hidrogramas de crecida, provocados por unas precipitaciones cortas y uniformes en numerosas cuencas.

Tiempo de la punta (Tp):

$$T_p = 0,5 * D + 0,6 * T_c \quad (11)$$

$$T_p = 6,62 \text{ horas}$$

D: Duración neta de precipitación (en horas)

Tc: Tiempo de concentración

Tiempo base (Tb):

$$T_b = 2,67 * T_p \quad (12)$$

$$T_b = 17,67 \text{ horas}$$

Tp: Tiempo de la punta (en horas)

Finalmente calculamos los caudales de diseño para los periodos de 25 y 50 años.

$$Q = \frac{Pe \cdot A}{1,8 \cdot Tb} \quad (13)$$

Pe: Precipitación efectiva (mm.)

A: Área de nuestra cuenca (km²)

Tb: Tiempo base (horas)

Tabla 26

Caudal de diseño para los periodos de retorno de 25 y 50 años

Caudal de diseño	25 AÑOS	50 AÑOS
	0,0175	0,0004

4.7. Diseño de cuneta

Ya con los caudales de diseño definidos teniendo como periodos de retorno 25 y 50 años, se procede con el diseño y pre dimensionamiento de la cuneta. Para esto primero se delimitan las pendientes por tramos de la cuneta tomando como referencia las progresivas y la longitud del tramo a evaluar los cuales están representados en los planos.

Tabla 27

Pendientes por tramo de nuestra cuneta

Cuneta					
Pendiente	Pendientes (%)	Ubicación		Metrado	
		Progresiva(inicio)	Progresiva(fin)	Longitud (izquierda)	Longitud (derecha)
0,011001100	1,10011001	0+000,00	0+036,36	36,36 m.	36,36 m.
0,031368449	3,13684486	0+036,36	0+189,38	153,02 m.	153,02 m.
0,006795787	0,67957866	0+189,38	0+307,1	117,72 m.	117,72 m.
0,018001800	1,80018002	0+307,1	0+329,32		22,22 m.
0,015366041	1,5366041	0+329,32	0+420,43	91,11 m.	91,11 m.
0,033990483	3,39904827	0+420,43	0+552,83		132,39 m.

Cabe resaltar que para este diseño se usa la pendiente mínima ya que con esta se puede garantizar el flujo de aguas residuales adecuado y así también se evita obstrucciones en el sistema de alcantarillado ya que si es demasiado alta esta puede provocar fluya demasiado rápido y provoque erosión en las tuberías. Para este caso nuestra pendiente mínima es 0,006795787.

Ahora procedemos a calcular las dimensiones de la cuneta usando la fórmula de Chezy – Manning. Designamos una cuneta de forma triangular y con un ángulo de canal óptimo de 45 grados.

$$V(h) = \frac{1}{n} * \left(\frac{A(h)}{P(h)} \right)^{2/3} * S^{1/2} \quad (14)$$

$$Q(h) = \frac{1}{n} * \frac{A(h)^{5/3}}{P(h)^{2/3}} * S^{1/2} \quad (15)$$

n = coeficiente que depende de la rugosidad de la pared.

$V(h)$ = velocidad media del agua, en m/s, que es función del tirante hidráulico.

S = la pendiente de la línea de agua en m/m.

A = área de la sección del flujo de agua.

$Q(h)$ = caudal del agua en m³/s.

Resaltando que la variable “ n ” es el conocido coeficiente de Manning el cual lo definiremos en base a la superficie de la cuneta propuesta:

Tabla 28

Coefficientes de Manning según la superficie

Coefficientes de Manning Según la Superficie	
Concreto terminado	0,012
Concreto no terminado	0,014
Madera cepillada	0,012
Madera no cepillada	0,013
Tubo de drenaje	0,013
Ladrillo	0,016
Hierro colado o forjado	0,015
Tubo de concreto	0,015
Acero remachado	0,017
Tierra común	0,022
Canalones de metal corrugado	0,025
Cascajo	0,03

Tierra con piedra y yerbas	0,035
Arroyos de montaña	0,05

Dándonos los siguientes resultados.

Para la cuneta con un periodo de 25 años:

Tabla 29

Datos obtenidos aplicando la fórmula de Chezy – Manning para 25 años

Canales triangulares	
Altura de fluido (y)	0,138111 m.
Área de sección transversal	0,019072 m ²
Velocidad	0,917566 m/s.
Ancho de nivel de agua	0,276222 m.
Ángulo de canal óptimo	45°

Para la cuneta con un periodo de 50 años:

Tabla 30

Datos obtenidos aplicando la fórmula de Chezy – Manning para 50 años

Canales triangulares	
Altura de fluido (y)	0,03349 m.
Área de sección transversal	0,00112 m ² .
Velocidad	0,35677 m/s.
Ancho de nivel de agua	0,06697 m.
Ángulo de canal óptimo	45°

Por un tema de factor de seguridad se consideran medidas mayores a las calculadas, las cuales serán:

Tabla 31

Dimensiones de cuneta

Dimensión de la cuneta propuesta	
Ancho	0,50 M
Altura	0,25 M
Angulo	45°

La propuesta fue trasladada al programa AUTOCAD 2019, en la cual se muestra la sección típica de la cuneta teniendo en cuenta todos los datos calculados, asimismo se detalla las especificaciones de la misma.

Asimismo, para el diseño de esta cuneta se trabajó con un porcentaje de bombeo de 2% lo cual está definido en base al tipo de superficie de la calzada en la cual realiza el diseño.

Tabla 32

Valores de bombeo en calzadas

Tipo de superficie	Datos		Unidad
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año	
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,5	
Tratamiento superficial	2,5	2,5-3,0	
Afirmado	3,0-3,5	3,0-4,0	

Nota. Extraído del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico 2018. Al tratarse de un pavimento de concreto, y registrarse una precipitación menor a 500 mm/año, trabajaremos con un bombeo del 2 % para nuestro diseño.

4.8. Estimación de costos

Para la realización de nuestro sistema de alcantarillado se elaboró un presupuesto referencial, con su respectiva planilla de metrados y sus análisis de costos unitarios (ver anexos), teniendo un monto referencial de S/. 223468,77.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Se empezó empleando la técnica de la observación con el fin de obtener un panorama real del lugar; se tomaron medidas y evaluaron las características de la zona de estudio.

Posteriormente recurrimos al portal SENAMHI para obtener datos históricos de las estaciones pluviométrica Calana y Jorge Basadre obtenemos las precipitaciones más altas registradas en los últimos 41 años, los cuales fueron sometidos a un análisis probabilístico para tener una estimación probable en base a los periodos de retorno de 25 y 50 años según el método de Gumbel.

Para el modelamiento de la cuenca utilizamos el programa QGIS el cual permite obtener los parámetros de estudios necesarios de la misma. Desde datos generales como (área, perímetro, ancho máximo, longitud axial, longitud de cauces) hasta delimitación de tipos de suelo y grupos hidrológicos que nos sirvieron para hallar el número de curva.

Ya con el número de curva, se procedió a calcular el caudal de diseño para los periodos de retorno de 25 y 50 años obteniendo los valores de 0,0175 m³/s y 0,0004 m³/s respectivamente

Posteriormente se realiza el cálculo de las dimensiones de la cuneta, utilizando la fórmula de Chezy Manning la cual involucra a la pendiente, coeficiente de rugosidad y el caudal de diseño de la cuenta.

Por último, para la estimación de costos se realizó la cuantificación de metrados en base a las partidas requeridas para el diseño propuesto, acompañado de su análisis de costos unitarios para obtener el presupuesto de la cuneta propuesta el cual asciende a un monto de S/. 223468,77.

CONCLUSIONES

El efecto que provoca un sistema de alcantarillado pluvial adecuado es positivo, debido a que disminuirá considerablemente el riesgo por inundaciones en la zona de estudio propuesta, mejorando la calidad de vida de las personas que residen en la junta vecinal Virgen del Carmen y el distrito de Tacna.

Evaluando el diseño se determinó que con la cuneta propuesta se puede prevenir pérdidas humanas y materiales, reducir el nivel de contaminación de agua y mejorar la erosión del suelo.

El estudio hidrológico brindó facilidad al para trabajar con los datos históricos de precipitaciones reportadas desde el año 1982 a 2022, y mediante el análisis probabilístico de Gumbel, se realizó el cálculo de intensidad de precipitación en base al tiempo de duración de 6 horas, teniendo como resultado para 25 años 1,25 mm, y para 50 años 1,56 mm, con estos datos se pudo graficar la curva de intensidad – duración y frecuencia de los periodos de retorno. El estudio hidráulico permitió proponer un diseño adecuado del sistema de alcantarillado pluvial, en la cual se propone una cuneta de sección triangular con un ancho de 0,5 m, y una altura de 0,25m, la cual estará hecha de concreto terminado y presentará un bombeo de 2 %.

Para calcular el costo de implementación de este sistema de alcantarillado pluvial en la junta vecinal Virgen del Carmen, se hizo la cuantificación de los metrados de todas las partidas que forman parte del proceso constructivo, después se realizó el análisis de precios unitarios (la mano de obra, materiales y/o insumos y herramientas y equipos de todas las actividades), Por último se determina el costo de cada partida multiplicando el metrado con sus respectivo costo unitario, dándonos como resultado un presupuesto el cual asciende al monto de 223 468,77 nuevos soles.

Se concluye que dichas aguas obtenidas por precipitaciones se pueden reutilizar para fines de apoyar a la población siguiendo las conexiones posteriores del sistema de alcantarillado pluvial del presente proyecto de investigación.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la entidad local involucrada realizar proyectos que tengan como referencia el drenaje pluvial. No solamente en la junta vecinal Virgen del Carmen, sino también en otras zonas críticas de la ciudad, el nivel de riesgos por inundaciones es preocupante en la ciudad y se debe priorizar más a fondo esta problemática

Se recomienda en las zonas de trabajo que no cuenten con una estación pluviométrica, usar la que se encuentre más cercana a la zona de estudio, con la finalidad de trabajar el proyecto, esta nueva lectura de data deberá ser analizada por métodos estadísticos para determinar la confiabilidad de la misma.

Se recomienda la aplicación QGIS para el modelado de estos sistemas de drenaje, debido a que brinda todos los parámetros necesarios para el cálculo de caudal de diseño, asimismo nos da un análisis hidrológico más específico al momento de gestionar una cuenca.

Para calcular la estimación de costos de nuestra cuneta propuesta, se recomienda previamente realizar la cotización de precios de los materiales y mano de obra, ya que estos son propensos a sufrir variaciones con el pasar del tiempo, con la finalidad de obtener un presupuesto acorde al planteado.

Se recomienda seguir las conexiones de alcantarillado pluvial para así dirigir el agua obtenida por precipitaciones a una desembocadura donde se pueda almacenar y posteriormente usarla con fines que colaboren a la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

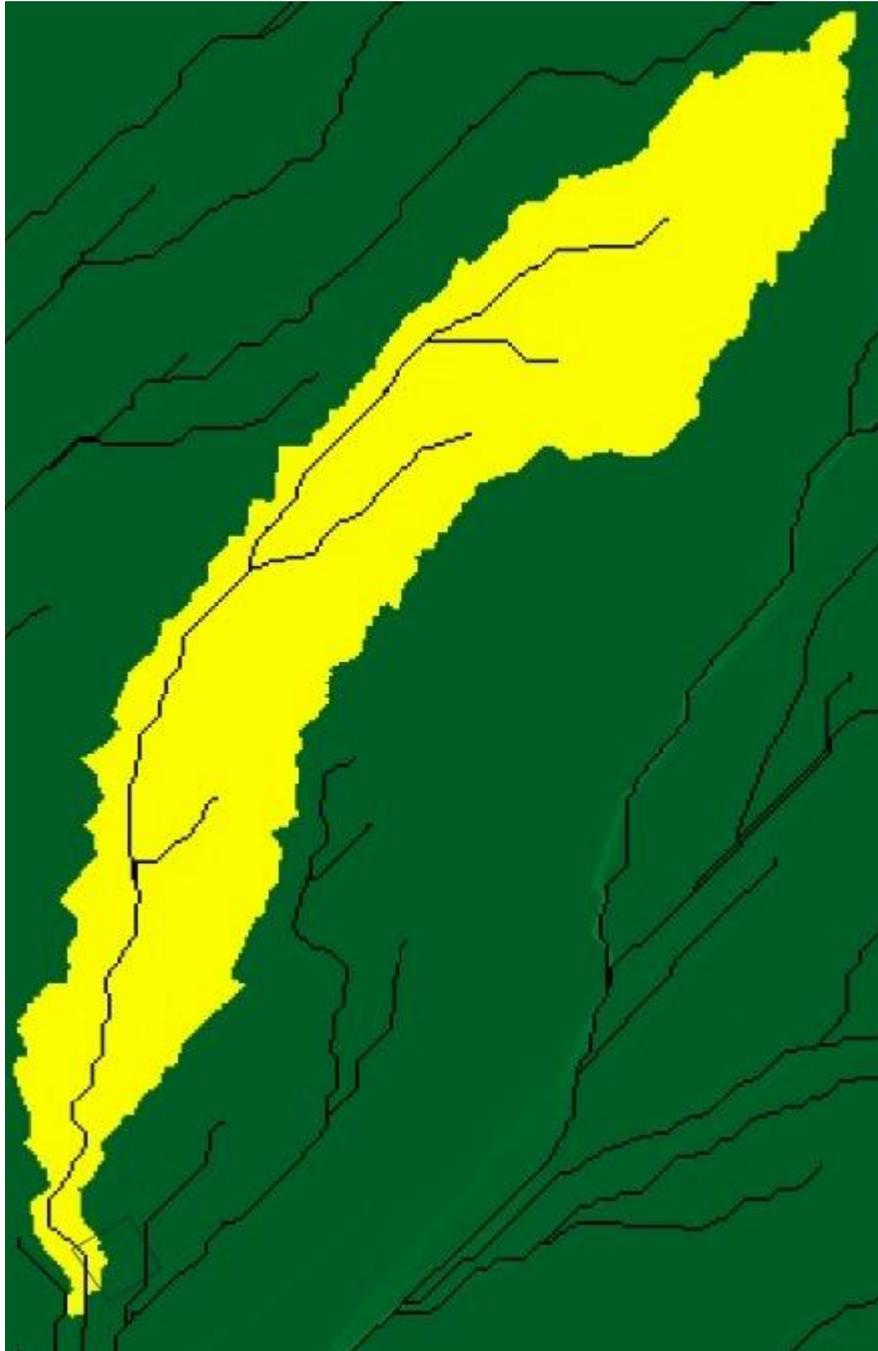
- Aquino, J. (2021). *Propuesta de la red de alcantarillado pluvial de la avenida Julio Sumar para el riego de áreas verdes distrito de El Tambo* [Tesis de Licenciatura, Universidad Peruana de los Andes].
<https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2719>
- Asociación Nacional del Agua (2015). *Generación del mapa temático para determinar Curva Número CN*.
<https://www.udocz.com/apuntes/55918/generacion-del-mapa-tematico-de-curva-numero-cn-ana-apoyame-con-un-me-gusta-gracias>
- Arratia, A., & Pacompia, W. (2022). *“Propuesta técnica del diseño del sistema de alcantarillado sanitario empleando biodigestores, en el anexo de Higuera, distrito de Pachía, provincia de Tacna, departamento de Tacna”* [Tesis de Licenciatura, Universidad Privada de Tacna].
<https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2372>
- Cadena, N., & Borbor, J (2023). *Diseño del alcantarillado pluvial para el recinto San Cristóbal de la parroquia Juan Gómez Rendon* [Tesis de Licenciatura, Universidad Politécnica Salesiana].
<https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/d3ddb922-5b82-4498-bca3-750b162a10ba>
- Chasquibol, E. (2023). *Evaluación y diseño de un sistema de alcantarillado pluvial en acera para el pasaje Daniel Alcides Carrión en Chachapoyas-Amazonas-2021* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas].
<https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/3226>
- García, A., & Casal, J (2019). *Diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial para la urbanización privada Balcones del norte ubicada en el cantón de el empalme de la provincia del Guayas* [Escuela Superior Politécnica del Litoral].
<https://dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/48551>
- Melchor, A., & Mamani, A (2018). *Análisis de riesgo de las obras de arte y drenaje en la carretera Tacna-Tarata del km 40 + 000 al km 60 + 000* [Universidad Privada de Tacna].
<https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/555>

- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2012). *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*
<https://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/Octubre/10/RD-20-2011-MTC-14.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Reglamento Nacional de edificaciones*
<https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>
- Orozco, O., & Rodriguez, E (2019). *Diseño de drenaje pluvial, para eventos lluviosos empleando el software SWMM en el A.H. Micaela Bastidas provincia de Piura 2019* [Universidad Privada de Tacna].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51980>
- Otárola, E. (2018). *Propuesta de alcantarillado pluvial para garantizar el drenaje para la escorrentía superficial – barrio San Vicente Suroriental, localidad de San Cristóbal – Bogotá D.C.* [Tesis de Licenciatura, Universidad Católica de Colombia].
<https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/d3ddb922-5b82-4498-bca3-750b162a10ba>
- Salazar, R., & Gutierrez, B (2021). *Análisis de red y tuberías existentes para mejorar el sistema de alcantarillado de la junta vecinal Atmat- pampa de Viñani sector VI, distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna - 2020* [Universidad Privada de Tacna].
<https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1754>
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2012). *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*
<https://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/Octubre/10/RD-20-2011-MTC-14.pdf>

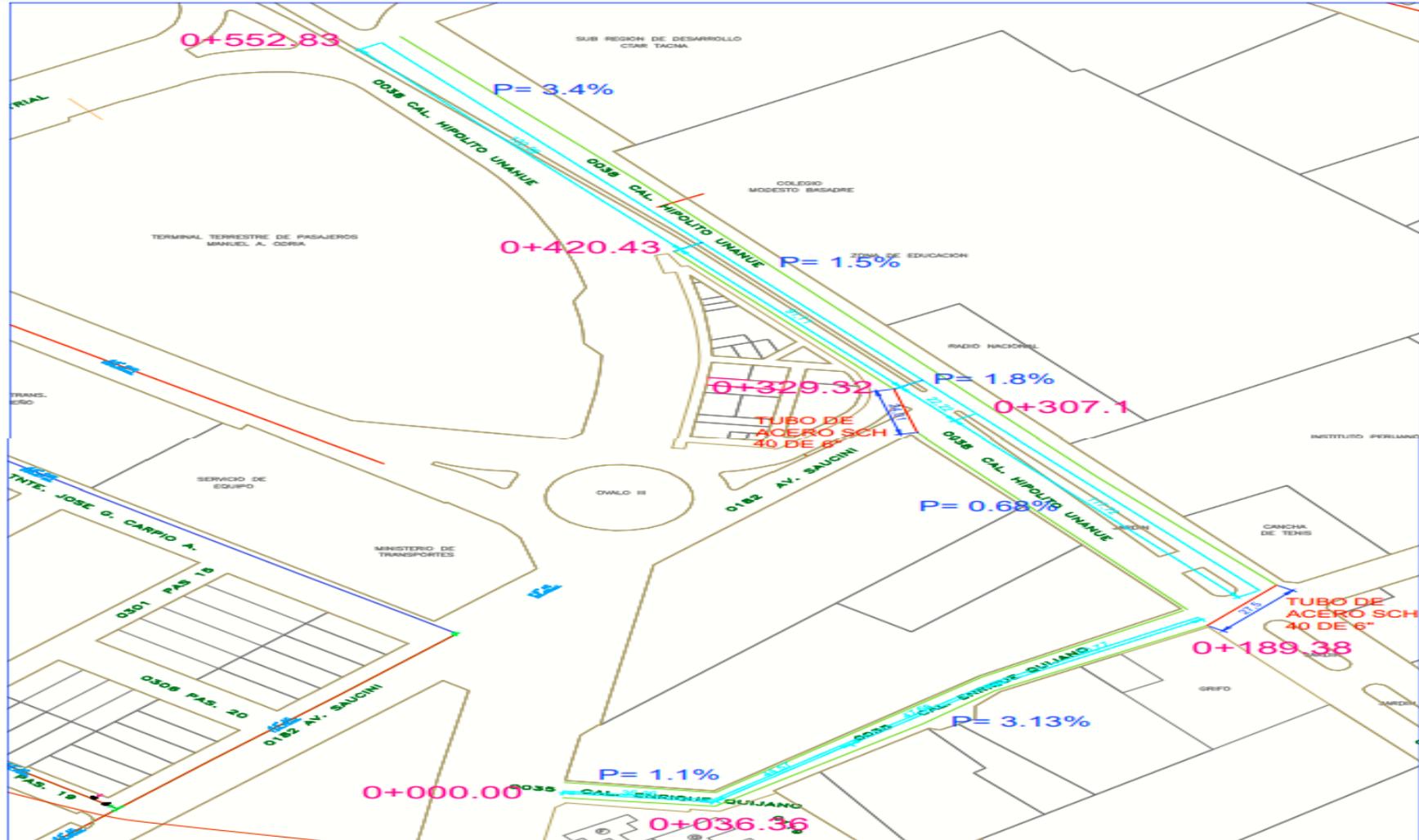
ANEXOS

Anexo 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

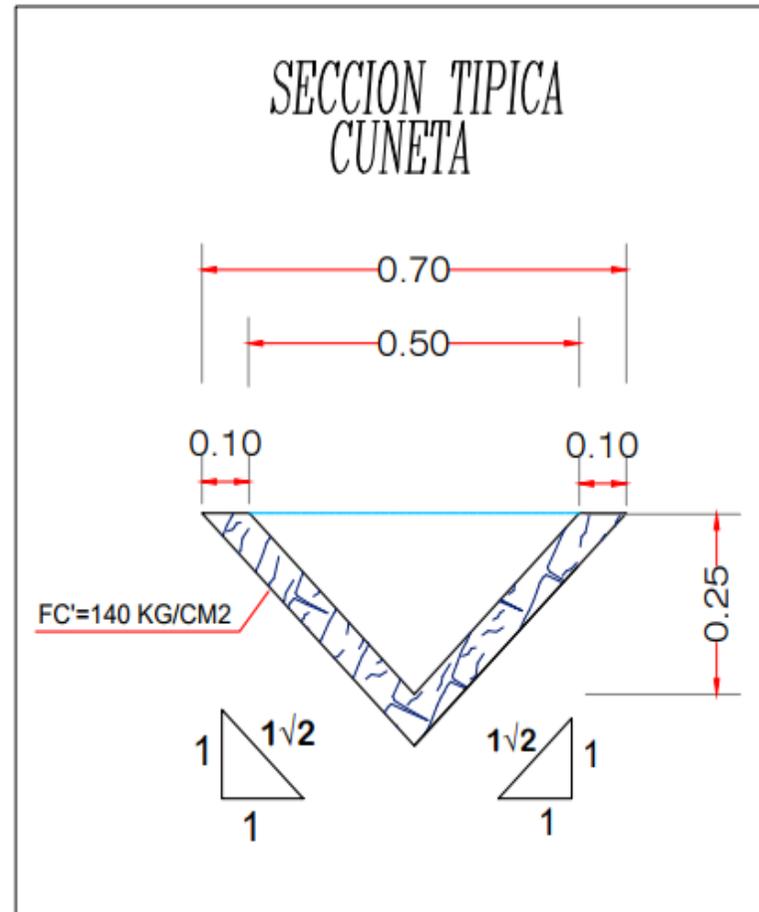
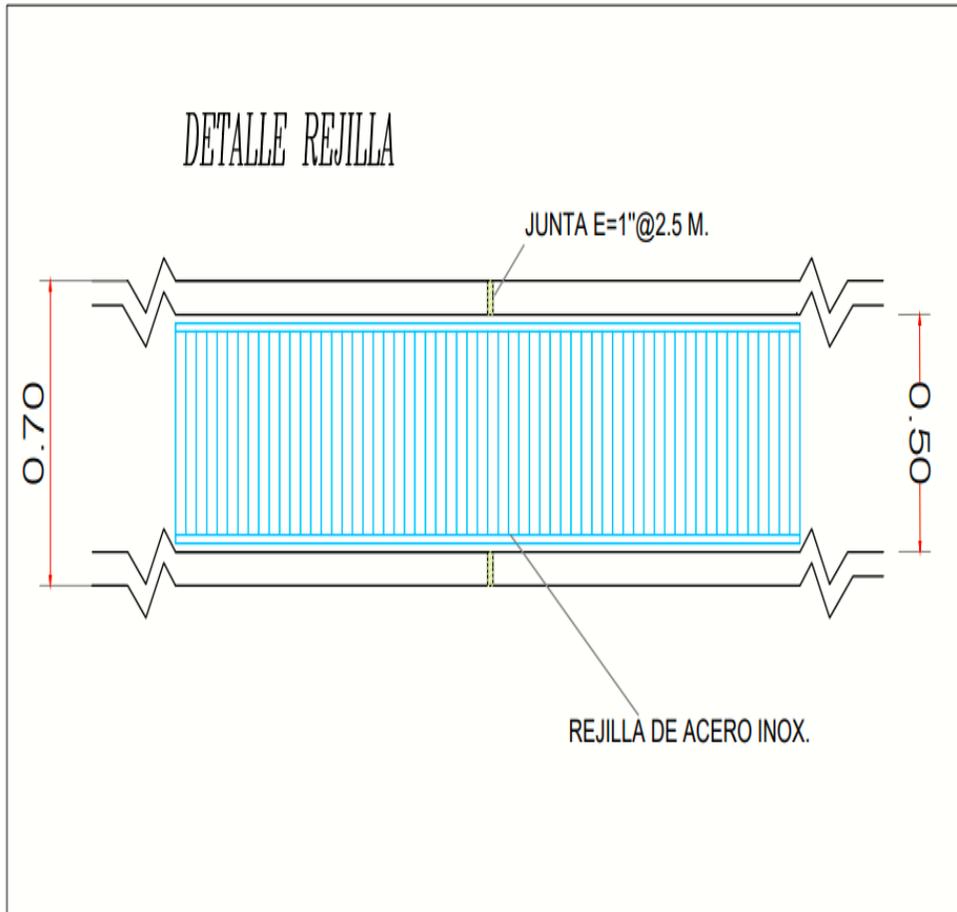
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Método
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General				
¿Cuál es el efecto que causaría un sistema de alcantarillado pluvial en la Junta Vecinal Virgen del Carmen del Distrito de Tacna-2023?	Determinar el efecto que causaría un sistema de alcantarillado pluvial para mitigar los riesgos por inundaciones debido a lluvias excesivas en la Junta Vecinal Virgen del Carmen del Distrito de Tacna-2023	Un Diseño de alcantarillado pluvial, mitigará los riesgos por inundaciones generados en la Junta Vecinal Virgen del Carmen del Distrito de Tacna 2023	V. Independiente Diseño de alcantarillado Pluvial	Caudal de diseño	Precipitación Intensidad Duración Periodo de retorno	Tipo de Investigación. - Aplicada Nivel de Investigación: - Descriptivo
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas				
- ¿Qué daños podemos minimizar en la junta vecinal Virgen Del Carmen del Distrito de Tacna 2023 debido a las lluvias excesivas? - ¿Cuáles son los parámetros hidrológicos e hidráulicos para el diseño de alcantarillado pluvial para mitigar riesgos por inundaciones en la Junta Vecinal Virgen del Carmen del Distrito de Tacna 2023?	- Evaluar los daños que podemos minimizar debido a las excesivas lluvias en la Junta Vecinal Virgen del Carmen del Distrito de Tacna-2023. - Determinar los parámetros hidrológicos e hidráulicos para el diseño de alcantarillado pluvial para mitigar riesgos por inundaciones debido a las lluvias excesivas en la junta vecinal Virgen del Carmen del distrito de Tacna 2013	- En condiciones de lluvias excesivas con un diseño de alcantarillado pluvial adecuado podremos minimizar daños relevantes a la Junta Vecinal Virgen del Carmen en el Distrito de Tacna 2023 - Los parámetros hidrológicos e hidráulicos definidos nos permiten realizar un adecuado sistema de alcantarilla pluvial para mitigar riesgos por inundaciones en la junta vecinal Virgen del Carmen del distrito de Tacna 2023	V. Dependiente Riesgo por inundaciones	Daños ocasionados a la población Frecuencia de inundaciones	Daños materiales Pérdidas humanas Recopilación de datos históricos Análisis probabilístico	Diseño de Investigación: - No Experimental Población y/o muestra: 992 habitantes que habitan en la junta vecinal. Técnicas de procesamiento y análisis de datos: Observación de la zona de estudio, recolección de datos históricos, modelamiento de cuenca en QGIS Instrumentos: - Planos - Software de diseño
- ¿Cuál sería el costo estimado de implementación de un sistema de alcantarillado pluvial para mitigar los riesgos por inundaciones debido a lluvias excesivas en la junta vecinal Virgen del Carmen del Distrito de Tacna 2023?	- Estimar el costo de implementación de un sistema de alcantarillado pluvial para mitigar los riesgos por inundaciones debido a lluvias excesivas en la junta vecinal Virgen del Carmen del distrito de Tacna – 2023	- El costo estimado de implementación de un sistema de alcantarillado pluvial para mitigar los riesgos por inundaciones debido a lluvias excesivas en la junta vecinal Virgen del Carmen del Distrito de Tacna 2023 está de acuerdo a lo diseñado y el medrado del mismo.				

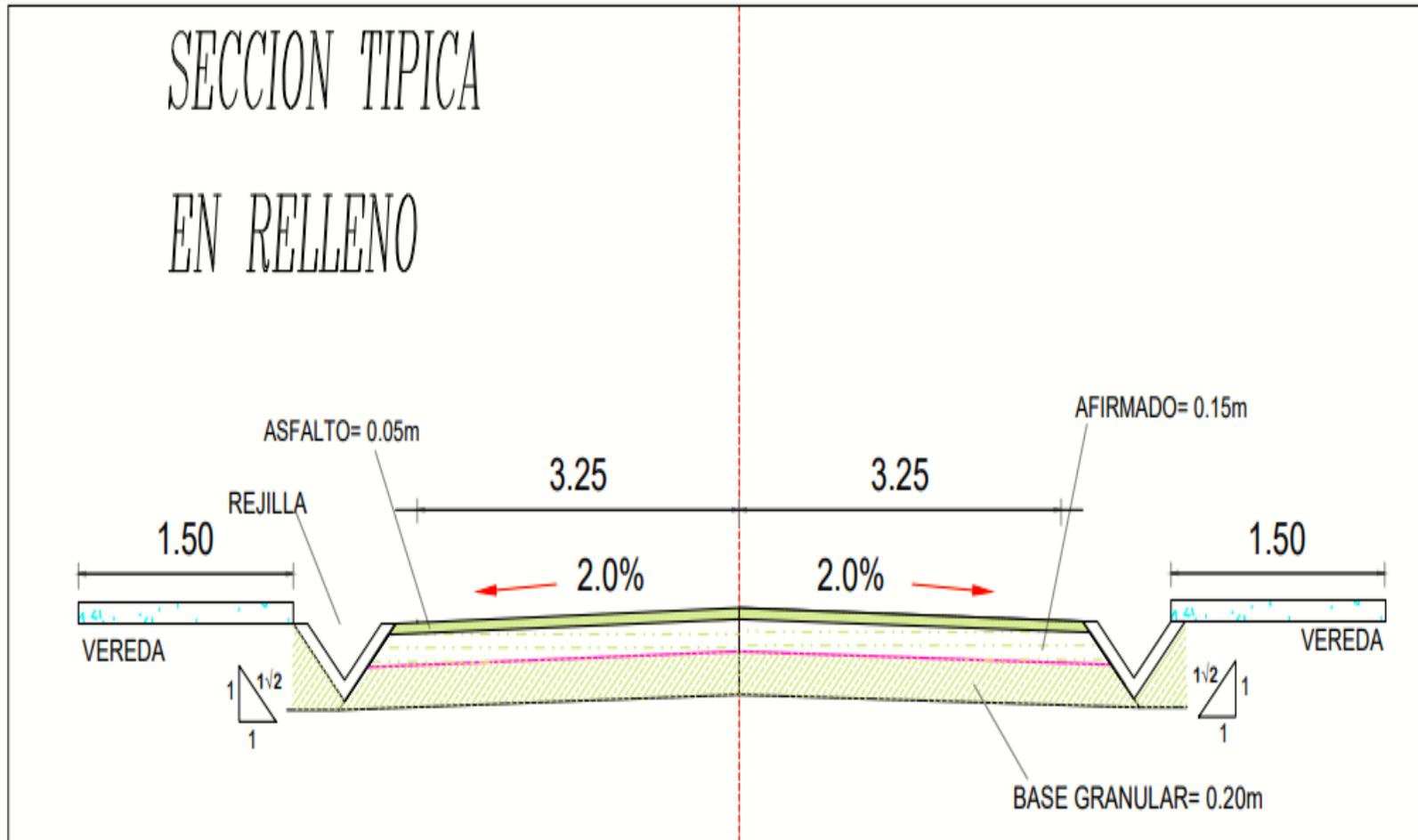
Anexo 2. DELIMITACIÓN DE CUENCA EN EL PROGRAMA QGIS

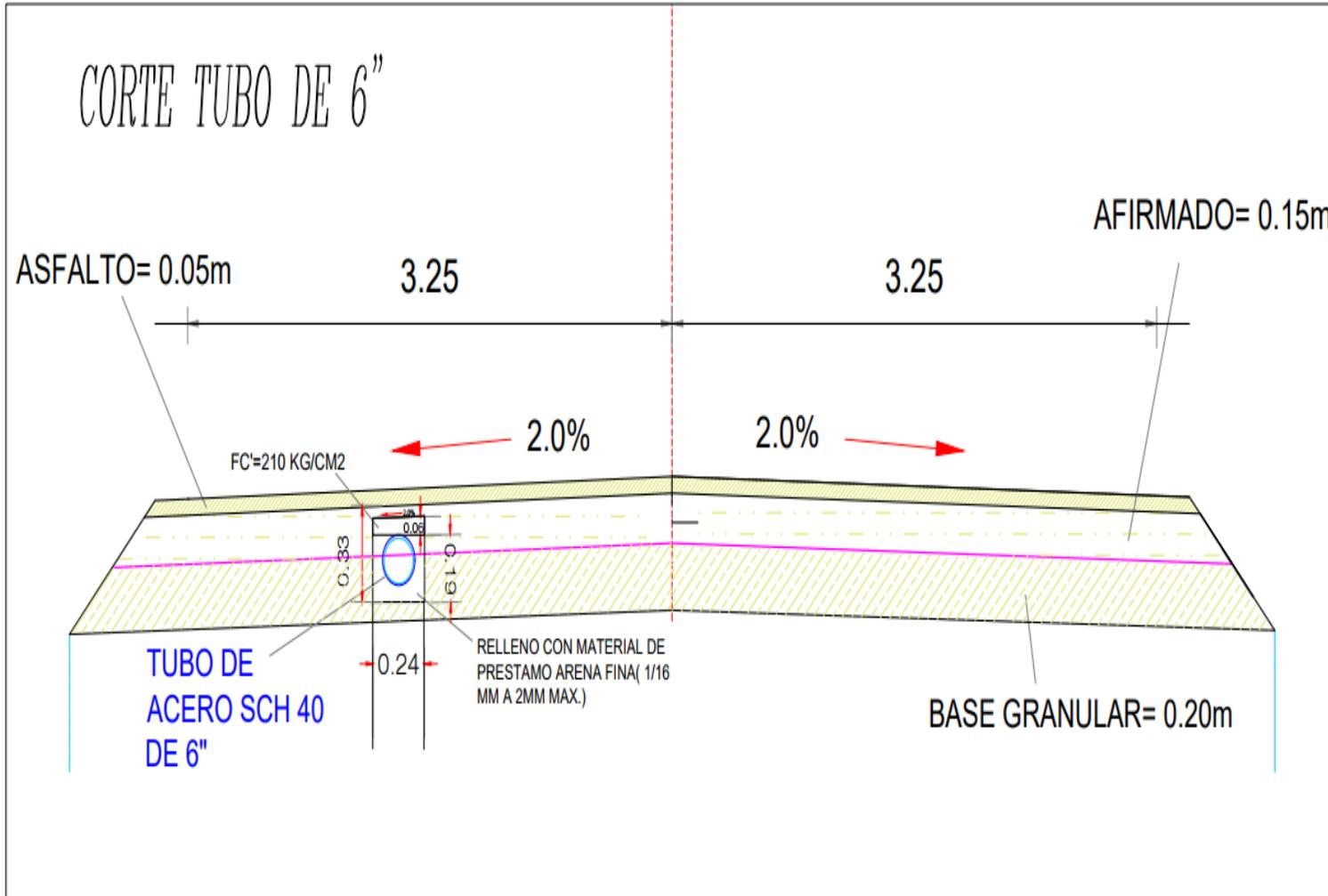
Anexo 3. PLANOS DE LOS TRAMOS DE LA CUNETA.



Anexo 4. PLANOS DE DETALLE DE LA SECCIÓN TÍPICA DE LA CUNETETA



Anexo 5. PLANOS DE DETALLE DE LA SECCIÓN TÍPICA DE LA VÍA



Anexo 6. PLANILLA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCION	Nº DE VECES	DIMENSIONES (M)			PARCIAL	TOTAL	UND
			LARGO	ANCHO	ALTURA			
01	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL							
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES							
01.01.01	TRAZO, NIVELACION Y CONTROL TOPOGRAFICO C/EQUIPO						665.72	M2
							665.72	M2
	0+000 - 307.1	2.00	307.10	0.70	-	429.94		
	0+307.1 - 0+329.32	1.00	22.22	0.70	-	15.55		
	0+329.32 - 0+420.43	2.00	91.11	0.70	-	127.55		
	0+420.43 - 0+552.83	1.00	132.39	0.70	-	92.67		
01.02	CORTE Y DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO PARA ALINEAMIENTO							
01.02.01	CORTE Y DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 2"						2.38	M3
							2.38	M3
	0+000 - 307.1	2.00	307.10	0.05	0.05	1.54		
	0+307.1 - 0+329.32	1.00	22.22	0.05	0.05	0.06		
	0+329.32 - 0+420.43	2.00	91.11	0.05	0.05	0.46		
	0+420.43 - 0+552.83	1.00	132.39	0.05	0.05	0.33		
01.03	CORTE Y DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO PARA ENTUBADO							
01.03.01	CORTE Y DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 2"						0.62	M3
							0.62	M3
		1.00	27.50	0.24	0.05	0.33		
		1.00	24.01	0.24	0.05	0.29		
01.04	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.04.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL SUELTO						237.08	M3
							237.08	M3
	CUNETAS							
	0+000 - 307.1	2.00	307.10	0.70	0.35	150.48		
	0+307.1 - 0+329.32	1.00	22.22	0.70	0.35	5.44		
	0+329.32 - 0+420.43	2.00	91.11	0.70	0.35	44.64		
	0+420.43 - 0+552.83	1.00	132.39	0.70	0.35	32.44		
	ENTUBADO(TUBO DE ACERO INOX. DE 6")						4.08	M3
		1.00	27.50	0.24	0.33	2.18		
		1.00	24.01	0.24	0.33	1.90		
01.05	CUNETETA DE CONCRETO							
01.05.01	NIVELACION Y COMPACTACION DE TERRENO						951.03	M2
							951.03	M2
	0+000 - 307.1	2.00	307.10	1.00	-	614.20		
	0+307.1 - 0+329.32	1.00	22.22	1.00	-	22.22		
	0+329.32 - 0+420.43	2.00	91.11	1.00	-	182.22		
	0+420.43 - 0+552.83	1.00	132.39	1.00	-	132.39		
01.05.02	CONCRETO FC= 140 KG/CM2						95.10	M3
							95.10	M3
	0+000 - 307.1	2.00	307.10	0.10	1.00	61.42		
	0+307.1 - 0+329.32	1.00	22.22	0.10	1.00	2.22		
	0+329.32 - 0+420.43	2.00	91.11	0.10	1.00	18.22		
	0+420.43 - 0+552.83	1.00	132.39	0.10	1.00	13.24		
01.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA						665.72	M2
							665.72	M2
	0+000 - 307.1	2.00	307.10	0.70	-	429.94		
	0+307.1 - 0+329.32	1.00	22.22	0.70	-	15.55		
	0+329.32 - 0+420.43	2.00	91.11	0.70	-	127.55		
	0+420.43 - 0+552.83	1.00	132.39	0.70	-	92.67		
01.05.04	JUNTA CON RELLENO DE ASFALTO E=1"						382.00	ML
							382.00	ML
	0+000 - 307.1	246.00	1.00	-	-	246.00		
	0+307.1 - 0+329.32	9.00	1.00	-	-	9.00		
	0+329.32 - 0+420.43	74.00	1.00	-	-	74.00		
	0+420.43 - 0+552.83	53.00	1.00	-	-	53.00		
01.05.05	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO						855.93	M2
							855.93	M2
	0+000 - 307.1	2.00	307.10	0.90	-	552.78		
	0+307.1 - 0+329.32	1.00	22.22	0.90	-	20.00		
	0+329.32 - 0+420.43	2.00	91.11	0.90	-	164.00		

Planilla de Metrados

PROYECTO SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA JUNTA VECINAL VIRGEN DEL CARMEN

ITEM	DESCRIPCION	Nº DE VECES	DIMENSIONES (M)			PARCIAL	TOTAL	UND
			LARGO	ANCHO	ALTURA			
	0+420.43 - 0+552.83	1.00	132.39	0.90	-	119.15		
01.06	ENTUBADO (TUBO DE ACERO SCH 40 DE 6")							
01.06.01	TRAZO, NIVELACION Y CONTROL TOPOGRAFICO C/EQUIPO						12.36	M2
		1.00	27.50	0.24	-	6.60		
		1.00	24.01	0.24	-	5.76		
01.06.02	TUBO DE ACERO SCH 40 DE 6"						51.51	ML
		1.00	27.50	-	-	27.50	51.51	ML
		1.00	24.01	-	-	24.01		
01.07	RELLENO Y COMPACTADO							
01.07.01	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO						1.41	M2
	ARENA FINA 3/16 MM A 2MM(MÁX.)						1.41	M2
		1.00	27.50	AREA=	0.0274	0.75		
		1.00	24.01	AREA=	0.0274	0.66		
01.08	BASE DE CONCRETO PARA TUBERIA DE ACERO							
01.08.01	CONCRETO FC'= 210KG/CM2						0.66	M3
		1.00	27.50	AREA=	0.0128	0.35	0.66	M3
		1.00	24.01	AREA=	0.0128	0.31		
01.09	PAVIMENTO ASFALTICO							
01.09.01	ASFALTO PARA PAVIMENTO e=2", RC - 250						12.36	M2
							12.36	M2
		1.00	27.50	0.24	-	6.60		
		1.00	24.01	0.24	-	5.76		

Anexo 7. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Presupuest	030100 SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA EL DISTRITO DE TACNA UBICADO EN LA JUNTA VECINAL VIRGEN DEL CARMEN			Fecha presupuesto	10/09/2023		
Subpresupuest	001 SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA EL DISTRITO DE TAC						
Partida	01.01.01 TRAZO, NIVELACION Y CONTROL TOPOGRAFICO C/QUIPO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m2			2.71
Código	Descripción Recur	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0229	28.50	0.65	
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0686	19.41	1.33	
	Materiales						
0229060001	YESO	kg		0.0500	10.50	0.53	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.98	0.06	
0337540013	WINCHA DE 25 m	pa		0.0010	67.50	0.07	
0349190004	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	d	1.0000	0.0029	25.00	0.07	
	0.20						
Partida	01.02.01 CORTE Y DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 2"						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 360.0000	EQ. 360.0000	Costo unitario directo por : m2			2.81
Código	Descripción Recur	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0444	21.46	0.95	
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0444	19.41	0.86	
	1.81						
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.81	0.09	
0349060012	BARRENOS	hm		0.0056	162.00	0.91	
	1.00						
Partida	01.03.01 CORTE Y DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 2"						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 360.0000	EQ. 360.0000	Costo unitario directo por : m2			5.83
Código	Descripción Recur	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0444	21.46	0.95	
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0444	19.41	0.86	
	1.81						
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.81	0.09	
0349020007	COMPRESORA NEUMATICA 76 HP 125-175 PCM	hm	1.0000	0.0222	135.00	3.00	
0349060003	MARTILLO NEUMATICO DE 24 kg	hm	0.2500	0.0056	3.60	0.02	
0349060012	BARRENOS	hm		0.0056	162.00	0.91	
	4.02						
Partida	01.04.01 EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 17.0000	EQ. 17.0000	Costo unitario directo por : m3			99.28
Código	Descripción Recur	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	0.5000	0.2353	21.46	5.05	
0147010004	PEON	hh	10.0000	4.7059	19.41	91.34	
	96.39						
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	96.39	2.89	
	2.89						

Análisis de precios unitarios

Presupuest	030100 SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA EL DISTRIO DE TACNA UBICADO EN LA JUNTA VECINAL VIRGEN DEL CARMEN			Fecha presupuesto	10/09/2023		
Subpresupuest	001 SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA EL DISTRITO DE TAC						
Partida	01.05.01 NIVELACION Y COMPACTACIÓN DE TERRENO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000		Costo unitario directo por : m2		5.19
Código	Descripción Recur	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	27.28	1.82	
0147010004	PEON	hh	1.0010	0.0667	19.41	1.29	
						3.11	
	Materiales						
0243160003	MADERA PINO (REGLAS)	p2		0.0300	64.26	1.93	
						1.93	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.11	0.09	
0349110021	RODILLO MANUAL	hm	0.0150	0.0010	55.00	0.06	
						0.15	
Partida	01.05.02 CONCRETO Fc=140 kg/cm2 PARA OBRAS						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000		Costo unitario directo por : m3		335.86
Código	Descripción Recur	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8889	27.28	24.25	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.4444	21.46	9.54	
0147010004	PEON	hh	4.0000	1.7778	19.41	34.51	
						68.30	
	Materiales						
0205000022	GRAVA CANTO RODADO	m3		0.6900	50.00	34.50	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4800	45.98	22.07	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		7.0000	26.50	185.50	
0239050000	AGUA	m3		0.1900	9.50	1.81	
						243.88	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	68.30	2.05	
0349070001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.0000	0.4444	18.00	8.00	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.4444	30.00	13.33	
						23.38	
Partida	01.05.03 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO CARAVISTA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000		Costo unitario directo por : m2		96.06
Código	Descripción Recur	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	27.28	18.19	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	21.46	14.31	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.6667	19.41	12.94	
						45.44	
	Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.1000	6.50	0.65	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3500	7.50	2.63	
0230110008	LACA DESMOLDEADORA	gal		0.0200	320.00	6.40	
0244030000	TRIPLAY LUPUNA DE 4' X8'X 10 mm	pl		0.0500	59.00	2.95	
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		2.9300	12.50	36.63	
						49.26	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	45.44	1.36	
						1.36	

Análisis de precios unitarios

Presupuest	030100 SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA EL DISTRITO DE TACNA UBICADO EN LA JUNTA VECINAL VIRGEN DEL CARMEN					Fecha presupuesto	10/05/2023
Subpresupuest	001 SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA EL DISTRITO DE TAC						
Partida	01.05.04	JUNTA CON RELLENO ASFALTICO E=1"					
Rendimiento	m/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m			7.62
Código	Descripción Recur	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.	
	Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	21.46	1.14	
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.1067	19.41	2.07	
						3.21	
	Materiales						
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0020	59.29	0.12	
0213000006	ASFALTO RC-250	gal		0.1330	31.50	4.19	
						4.31	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.21	0.10	
						0.10	
Partida	01.05.05	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m2			3.28
Código	Descripción Recur	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.	
	Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	21.46	1.72	
0147010004	PEON	hh	0.5000	0.0400	19.41	0.78	
						2.50	
	Materiales						
0230190005	ADITIVO CURADOR CONCRETO CARAVISTA MEMBRANIL VISTA	gal		0.0300	18.00	0.54	
						0.54	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.50	0.08	
0348410001	MOCHILA FULMIGADORA	u		0.0013	120.00	0.16	
						0.24	
Partida	01.06.01	TRAZO, NIVELACION Y CONTROL TOPOGRAFICO CIEQUIPO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m2			2.71
Código	Descripción Recur	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.	
	Mano de Obra						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0229	28.50	0.65	
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0686	19.41	1.33	
						1.98	
	Materiales						
0229060001	YESO	kg		0.0500	10.50	0.53	
						0.53	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.98	0.06	
0337540013	WINCHA DE 25 m	pza		0.0010	67.50	0.07	
0349190004	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	d	1.0000	0.0029	25.00	0.07	
						0.20	
Partida	01.06.02	TUBO DE ACERO SCH 40 DE 6"					
Rendimiento	m/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m			121.39
Código	Descripción Recur	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	27.28	14.55	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.5333	19.41	10.35	

Análisis de precios unitarios

Presupuest	030100 SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA EL DISTRITO DE TACNA UBICADO EN LA JUNTA VECINAL VIRGEN DEL CARMEN				Fecha presupuesto	10/09/2023	
Subpresupuest	001 SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA EL DISTRITO DE TAC					24.90	
Materiales							
0230470006	SOLDADURA ELECTRICA	kg	0.0100	390.00		3.90	
0251070005	TUBO DE ACERO INOXIDABLE DE 6" e=3/16"	m	1.0000	80.00		80.00	
83.90							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	5.0000	24.90		1.25	
0348070005	SOLDADORA ELECTRICA MONOFASICA ALTERNA 295 A	d	1.0000	0.0667	170.00	11.34	
12.59							
Partida	01.07.01	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m3		7.00	
Código	Descripción Recur	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	21.46	1.72	
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.1600	19.41	3.11	
4.83							
Materiales							
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0110	59.29	0.65	
0239050000	AGUA	m3		0.0650	9.50	0.62	
1.27							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	4.83	0.10	
0349030001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1.0000	0.0800	10.00	0.80	
0.90							
Partida	01.08.01	CONCRETO F'c*210 KG/CM2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3		629.14	
Código	Descripción Recur	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	3.0000	2.4000	28.00	67.20	
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1600	32.00	5.12	
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	27.28	43.65	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	21.46	17.17	
0147010004	PEON	hh	6.0000	4.8000	19.41	93.17	
226.31							
Materiales							
0201030004	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	gal		0.0080	269.50	2.16	
0206000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8500	78.34	66.59	
0206010004	ARENA GRUESA	m3		0.4200	45.98	19.31	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		9.7400	26.50	258.11	
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.5400	18.00	9.72	
0239050000	AGUA	m3		0.1840	9.50	1.75	
357.64							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	226.31	6.79	
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.8000	18.00	14.40	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.8000	30.00	24.00	
45.19							
Partida	01.09.01	ASFALTO PARA PAVIMENTOS e=2"					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m2		18.51	
Código	Descripción Recur	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							

Análisis de precios unitarios

Presupuest	030100 SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA EL DISTRIO DE TACNA UBICADO EN LA JUNTA VECINAL VIRGEN DEL CARMEN					
Subpresupuest	001 SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA EL DISTRITO DE TAC				Fecha presupuesto	10/09/2023
0147010003	OFICIAL	hh	0.1600	0.0320	21.46	0.69
0147010004	PEON	hh	0.6400	0.1280	19.41	2.48
						3.17
	Materiales					
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0800	59.29	4.74
0213000006	ASFALTO RC-250	gal		0.3010	31.50	9.48
						14.22
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	3.17	0.16
0349050032	COCINA DE ASFALTO 250 gl	hm	0.1600	0.0320	30.00	0.96
						1.12

Anexo 8. PRESUPUESTO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Presupuesto	0301007	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA EL DISTRIO DE TACNA UBICADO EN LA JUNTA VECINAL VIRGEN DEL CARMEN		
Subpresupuesto	001	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA EL DISTRITO DE TACNA UBICADO EN LA JUNTA VECINAL VIRGEN DEL CARMEN		
Cliente	S10 S.A.		Costo al	10/09/2023
Lugar	TACNA - TACNA - TACNA			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL				138,806.84
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				1,804.10
01.01.01	TRAZO, NIVELACION Y CONTROL TOPOGRAFICO C/EQUIPO	m2	665.72	2.71	1,804.10
01.02	CORTE Y DEMOLICION DE PAVIMENTO PARA EL ALINEAMIENTO				6.69
01.02.01	CORTE Y DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 2"	m2	2.38	2.81	6.69
01.03	CORTE Y DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO PARA ENTUBADO				3.61
01.03.01	CORTE Y DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 2"	m2	0.62	5.83	3.61
01.04	MOVIMIENTO DE TIERRAS				23,537.30
01.04.01	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO	m3	237.08	99.28	23,537.30
01.05	CUNETA DE CONCRETO				106,514.96
01.05.01	NIVELACION Y COMPACTACIÓN DE TERRENO	m2	951.03	5.19	4,935.85
01.05.02	CONCRETO Fc=140 kg/cm2 PARA OBRAS	m3	95.10	335.56	31,911.76
01.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	m2	665.72	96.06	63,949.06
01.05.04	JUNTA CON RELLENO ASFALTICO E=1"	m	382.00	7.62	2,910.84
01.05.05	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO	m2	855.93	3.28	2,807.45
01.06	ENTUBADO (TUBO DE ACERO SCH 40 DE 6")				6,286.30
01.06.01	TRAZO, NIVELACION Y CONTROL TOPOGRAFICO C/EQUIPO	m2	12.36	2.71	33.50
01.06.02	TUBO DE ACERO SCH 40 DE 6"	m	51.51	121.39	6,252.80
01.07	RELLENO Y COMPACTADO				9.87
01.07.01	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	1.41	7.00	9.87
01.08	BASE DE CONCERTO PARA TUBERIA DE ACERO				415.23
01.08.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	0.66	629.14	415.23
01.09	PAVIMENTO ASFALTICO				228.78
01.09.01	ASFALTO PARA PAVIMENTOS e=2"	m2	12.36	18.51	228.78
	COSTO DIRECTO				138,806.84
	GASTOG GENERALES(22.6663%)				27,625.00
	UTILIDAD(10%)				13,880.68
					=====
	SUB PRESUPUESTO				180,312.52
	IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (18%)				32,456.25
	ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TECNICO				10,700.00
					=====
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO				223,468.77

SON : DOSCIENTOS VEINTITRES MIL CUATROCIENTOS SESENTIOCHO Y 77/100 NUEVOS SOLES