



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITETURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DEL DRENAJE
PLUVIAL URBANO DEL CENTRO POBLADO MENOR NUEVO
SAN JUAN - DISTRITO DE EL PORVENIR - PROVINCIA Y
REGIÓN DE SAN MARTÍN”**

Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Civil

AUTORES:

Bach. Cesar Nilton Mires Torres

Bach. Lino Guerra Chota

ASESOR:

Ing. Daniel Diaz Perez

Tarapoto-Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DEL DRENAJE PLUVIAL
URBANO DEL CENTRO POBLADO MENOR NUEVO SAN JUAN – DISTRITO
DE EL PORVENIR- PROVINCIA Y REGIÓN DE SAN MARTIN

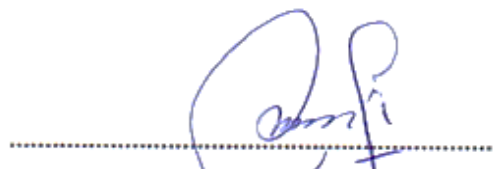
Tesis para optar el título profesional de
INGENIERO CIVIL


AUTORES:

Bach. Cesar Nilton Mires Torres
Bach. Lino Guerra Chota

Sustentado y aprobado ante el honorable jurado el 14 de febrero de 2018


.....
Ing. NÉSTOR RÁUL SANDOVAL SALAZAR
Presidente


.....
Ing. CARLOS ENRIQUE CHUNG ROJAS
Secretario


.....
Ing. JUVENAL VICENTE DÍAZ AGIP
Miembro


.....
Ing. DANIEL DÍAZ PÉREZ
Asesor

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Cesar Nilton Mires Torres, con DNI N° 47990804, Domicilio Legal Jr. Amazonas S/N – El Porvenir , Bachiller de la facultad de Ingeniería civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil , de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, y **Lino Guerra Chota**, con DNI N° 70760747, Domicilio Legal Jr. Salaverry S/N – Tres Unidos, con la Tesis Titulada : **“DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DEL DRENAJE PLUVIAL URBANO DEL CENTRO POBLADO MENOR NUEVO SAN JUAN - DISTRITO DE EL PORVENIR - PROVINCIA Y REGION DE SAN MARTIN”**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis es de nuestra autoría.
2. Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirían en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 14 de Febrero del 2018.



Cesar Nilton Mires Torres
DNI N° 47990804



Lino Guerra Chota
DNI N° 70760747



DECLARACION JURADA

Yo, **Cesar Nilton Mires Torres**, identificado con DNI ° 47990804 con domicilio en Jr. Amazonas S/N – Tarapoto, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, y **Lino Guerra Chota**, identificado con DNI ° 70760747 , con domicilio en Jr. Salaverry S/N, Tres Unidos, **DECLARO BAJO JURAMENTO** que toda la documentación y todos los datos e información de la presente tesis, que acompaño es verás y auténtica.

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

Tarapoto 14 de Febrero del 2018.



Cesar Nilton Mires Torres
DNI N° 47990804



Lino Guerra Chota
DNI N° 70760747



Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Cesar Milton Miras Torres	
Código de alumno :	113155	Teléfono: 950 515 098
Correo electrónico :	cesarmiras1993@gmail.com	DNI: 47990804

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ingeniería Civil y Arquitectura.
Escuela Profesional de:	Ing. Civil.

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo de investigación	<input type="checkbox"/>
Trabajo de suficiencia profesional	<input type="checkbox"/>		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DEL DISEÑO PLUVIAL URBANO DEL CENTRO POBLADO MENOR NUEVO SAN JUAN DISTRITO DE EL PORVENIR - PROVINCIA Y DIGNIDAD de San Martín
Año de publicación:	2018

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	<input checked="" type="checkbox"/>	Embargo	<input type="checkbox"/>
Acceso restringido **	<input type="checkbox"/>		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

04, 12, 2018



Firma del Responsable de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: LINO GUERRA CHOTA	
Código de alumno : 113150	Teléfono: 996597143
Correo electrónico : LinoGch@gmail.com	DNI: 70760747

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de: INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de: INGENIERIA CIVIL

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo de investigación	<input type="checkbox"/>
Trabajo de suficiencia profesional	<input type="checkbox"/>		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título: DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DEL DRENAJE PLUVIAL URBANO DEL CENTRO POBLADO MENOR - NUEVO SAN JUAN - DISTRITO DE EL PORVENIR - PROVINCIA Y REGIÓN DE SAN MARTÍN.
Año de publicación: 2018

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	<input checked="" type="checkbox"/>	Embargo	<input type="checkbox"/>
Acceso restringido **	<input type="checkbox"/>		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

04, 12, 2018



Firma del Responsable de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

DEDICATORIA

A mis Padres, Lino Guerra Mozombite y Socorro Chota Pinchi por enseñarme a enfrentar las adversidades sin perder la dignidad ni desfallecer en el intento, me han guiado para lograr ser una buena persona en base a su ejemplo y mucho amor y reconocimiento por su constante apoyo y sacrificio.

A Mis hermanas Sofía y Quetith, por estar siempre presentes apoyándome en todo, son soporte para lograr lo que me propongo.

En general a todos mis amigos ahora colegas, con los cuales logramos romper la idea de competitividad para remplazarla por cooperación lo que nos permitió enfrentar juntos los momentos difíciles y disfrutar los logros de cada uno.

Lino Guerra Chota

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Martín, por darme la oportunidad de realizarme como profesional a través de los conocimientos adquiridos durante mi estancia en dicha Casa Superior de Estudios.

A los Docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil – Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, por su constante labor en la enseñanza y formación de los Futuros Profesionales.

Al Ing. Daniel Díaz Pérez, por su valioso aporte para la culminación de la presente Tesis.

A mis familiares y amigos, que de una u otra manera con su apoyo y colaboración desinteresada contribuyeron al logro del presente trabajo.

Cesar y Lino

ÍNDICE

CARATULA	ii
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE.....	viii
ÍNDICE DE TABLA	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRAC.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	vi
CAPITULO I	
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	vi
1.1. Exploración preliminar orientando la investigación.....	vi
1.2. Aspectos generales del estudio.....	vi
1.3. Aspectos generales del estudio.....	3
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema a resolver. 3	
2.1.1. Antecedentes del problema	3
2.1.2. Planteamiento del problema.....	3
2.1.3. Delimitación del problema.....	5
2.1.4. Formulación del problema	5
2.2. Objetivos.....	5
2.2.1. Objetivo general	6
2.2.2. Objetivos específicos	6
2.3. Justificación de la investigación.....	6
2.4. Delimitación de la investigación	6
2.5. Marco teórico.....	7
2.5.1. Antecedentes de la investigación	7
2.5.2. Marco o fundamentación teóricos de la investigación.....	8
2.5.3. Marco conceptual.....	31
2.5.4. Marco histórico	32

2.6. Hipótesis a demostrar	33
CAPÍTULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	5
3.1. Materiales	5
3.1.1. Recursos humanos.....	5
3.1.2. Recursos materiales.....	6
3.1.3. Recursos de equipos.....	35
3.1.4. Otros recursos	35
3.2. Metodología.....	36
3.2.1. Universo, muestra población.....	36
3.2.2. Sistema de variables.....	36
3.2.3. Diseño experimental de la investigación	36
3.2.4. Diseño de instrumentos	37
3.2.5. Procesamiento de información.....	39
CAPITULO IV	
RESULTADOS Y DISCUCIONES	104
4.1. Resultados.....	104
4.1.1. Intensidad máxima de diseño.....	104
4.1.2. Áreas colectoras de lluvias.....	104
4.1.3. Coeficiente de escorrentía.....	104
4.1.4. Caudales de escurrimiento	104
4.1.5. Caudales de escurrimiento	173
4.1.6. Dimensionamiento de colectores, cunetas y alcantarillas	173
4.1.7. Análisis de suelo	174
4.2. Análisis y discusión de resultados	174
4.2.1. El análisis y discusión de resultados de la presente tesis son los siguientes:	174
4.2.2. Selección de alternativa	176
4.2.3. Contrastación de hipótesis	177
CONCLUSIONES	177
RECOMENDACIONES	178
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	179
ANEXOS.....	176

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Valores del coeficiente de escorrentía según el método racional.....	13
Tabla 2. Valores para la determinación del coeficiente de escorrentía según el mét. M M	13
Tabla 3. Taludes recomendables según tipo de material	26
Tabla 4. Coeficiente de rugosidad según el material	26
Tabla 5. Ancho de solera en relación con el caudal	27
Tabla 6. Borde libre en relación del caudal	29
Tabla 7. Relación de borde libre con ancho de solera	29
Tabla 8. Velocidades máximas de erosión	30
Tabla 9. Calculo de la población futura.....	39
Tabla 10. Información topográfica de calles	42
Tabla 11. Información topográfica de calles	47
Tabla 12. Percepción máxima caída en 24 horas (mm).....	48
Tabla 13. Ordenamiento y análisis estadístico de la información pluviométrica	49
Tabla 14. Resumen de valores del tiempo de concentración.....	50
Tabla 15. Resumen de valores de tm vs precip	54
Tabla 16. Resumen de valores de tm vs precip	55
Tabla 17. Comparación de intensidades de diseño.....	56
Tabla 18. Distribución porcentual de la precipitación.....	56
Tabla 19. Distribución porcentual de la precipitación.....	56
Tabla 20. Pruebas de bondad o ajuste de Smirnov - Kolmogorov	58
Tabla 21. Áreas colectoras de lluvia.....	60
Tabla 22. Determinación del coeficiente de escorrentía según el método mac math.....	64
Tabla 23. Caudales de escurrimiento de las cunetas proyectadas: método racional	69
Tabla 24. Caudales de escurrimiento de las cunetas proyectadas: método racional	70
Tabla 25. Caudales de escurrimiento de las cunetas proyectadas: método racional	71
Tabla 26. Caudales de escurrimiento de las cunetas proyectadas: método racional	72
Tabla 27. Caudales de escurrimiento de las cunetas proyectadas: método racional	73
Tabla 28. Caudales de escurrimiento de las cunetas proyectadas: método racional	74
Tabla 29. Caudales de escurrimiento de las cunetas proyectadas: método mac math.....	76
Tabla 30. Comparación de caudales de diseño según métodos aplicados.....	83

Tabla 31. Comparación de caudales de diseño según métodos aplicados.....	84
Tabla 32. Resumen del cálculo de caudal en cunetas y alcantarillas	85
Tabla 33. Dimensionamiento hidráulico de cunetas y alcantarillas	97
Tabla 34. Especificaciones Técnicas	117
Tabla 35. Nudo 1 de factores de distribución.....	135
Tabla 36. Nudo 2 de factores de distribución.....	136
Tabla 37. Nudo 3 de factores de distribución.....	136
Tabla 38. Nudo 4 de factores de distribución.....	136
Tabla 39. Especificaciones técnicas para alcantarilla.....	152
Tabla 40. Nudo 1 de factores de distribución.....	156
Tabla 41. Nudo 2 de factores de distribución.....	157
Tabla 42. Nudo 3 de factores de distribución.....	157
Tabla 43. Nudo 4 de factores de distribución.....	157
Tabla 44. Especificaciones técnicas para alcantarilla.....	172
Tabla 45. Valores críticos de δ_0 del estadístico smirnov kolmogorov " δ " para varios valores de "n"	177
Tabla 46. Valores de Y_n y G_n	178

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sección típica de cuneta	16
Figura 2.. Poza sin agua, terreno seco.	17
Figura 3. Poza llena hasta la cota superior de la pared lateral, terreno seco	17
Figura 4. Diagrama de momentos para el caso I y el caso II.....	19
Figura 5. Vista isométrica de una transición en un canal	25
Figura 6. Sección rectangular de un canal	27
Figura 7. Sección de cuneta.....	104
Figura 8. Sección transversal de la cuneta.....	105
Figura 9. Diagrama de momentos en la cuneta para el caso I	107
Figura 10. La poza está llena hasta la cota superior de la pared lateral.....	108
Figura 11. Diagrama de momentos en la cuneta para el caso II	110
Figura 12. Distribución de acero en la cuneta	117
Figura 13. Sistemas de cargas en las alcantarillas	131
Figura 14. Diagrama de esfuerzos en el marco rígido (alcantarilla)	133
Figura 15. Análisis estructural del marco rígido por el método de hardy cross.	137
Figura 16. Esfuerzos en el tramo 1 – 2 marco rígido.	138
Figura 17. Diagrama de esfuerzos cortantes del marco rígido.	139
Figura 18. Esfuerzos en la losa del marco rígido a una distancia “X”	139
Figura 19. Esfuerzos en las paredes del marco rígido a una distancia "X".	140
Figura 20. Diagrama de momentos del marco rígido.	142
Figura 21. Disposición del acero en la alcantarilla.....	152
Figura 22. Disposición del acero en la alcantarilla.....	172
Figura 23. En la imagen se aprecia las cunetas construidos empíricamente por los pobladores ubicados en los jirones. Amazonas cruce con Jr. San Juan	191
Figura 24. En la imagen se observa la queb. Rumi Callarina, en donde se va descargar el agua de los techos y calles producto de las precipitaciones pluviales	192
Figura 25. En la imagen se aprecia el Levantamiento topográfico realizado con estación total, para tener una perspectiva más detallado de la zona	192
Figura 26. En la imagen se aprecia la calicata excavada para tomar muestras , y luego realizar los estudios respectivos para el diseño estructural de las estructuras	193

RESUMEN

En la actualidad el crecimiento acelerado de la población en la mayoría de las ciudades del país ha traído como consecuencia el aumento de la demanda de mayores y mejores servicios públicos entre los cuales tienen especial importancia los excedentes de aguas pluviales, conocido como drenaje pluvial urbano.

El proyecto de tesis denominado: Diseño Hidráulico y Estructural del Drenaje Pluvial Urbano del Centro Poblado Menor Nuevo San Juan - Distrito de El Porvenir - Provincia y Región de San Martín, busca dar solución integral a los graves problemas de, deterioro progresivo de las rasantes de las vías públicas, plataformas de las obras de artes existentes, que se producen en Centro Poblado; cuando se presentan precipitaciones pluviales ordinarias y extraordinarias. En el presente trabajo de tesis, se ha realizado levantamientos topográficos en la zona urbana actual (28.58 Ha.), información que nos permitió obtener los planos del proyecto.

Los planos topográficos (manzaneo y curvas a nivel) nos permite definir un área total a drenar de 28.58 Ha., lo que ha dividido en 37 áreas colectoras, dentro de las cuales se han determinado 140 áreas tributarias, ver plano PAC Áreas colectoras. Se determinó el caudal de diseño utilizando los métodos Racional y Mac Math, en función al Coeficiente de escorrentía, áreas colectoras, pendiente del terreno, la Intensidad de diseño correspondiente a un tiempo de retomo $Tr = 25$ años. Con el caudal de diseño, pendiente y rugosidad, calculamos la geometría de las secciones de cada tramo de colector, los mismos que hacen su entrega final en estructuras proyectadas al final de las 09 Obras de entregas proyectadas y ubicadas en el cauce de las Quebradas Gengidrillo, Rummy callarina y Arenilla, ver plano PPH

El trabajo de Tesis "Diseño hidráulico y estructural del drenaje pluvial urbano del Centro Poblado Menor Nuevo San Juan - Distrito de El Porvenir - Provincia y Región de San Martín", se realizó como un aporte más para el beneplácito de la Municipalidad del Centro Poblado Menor Nuevo San Juan.

Palabras clave: Hidraulico, estructural, plataformas, pluviales, levantamiento topográfico.

ABSTRAC

Currently, the fast growth of the population in most cities of the country has resulted in an increase in the demand for greater and better public services, among which storm water surpluses, known as urban storm water drainage, are particularly important. .

The thesis project called: HYDRAULIC AND STRUCTURAL DESIGN OF THE URBAN PLUVIAL DRAINAGE OF THE CENTRO POPULADO MENOR NUEVO SAN JUAN - DISTRICT OF EL PORVENIR - PROVINCE AND REGION OF SAN MARTIN, seeks to give an integral solution to the serious problems of, progressive deterioration of the gradients of the public roads, platforms of the works of existing arts, which are produced in Centro Poblado; when ordinary and extraordinary rain falls. In this thesis work, topographic surveys have been carried out in the current urban area (28.58 Ha.), Information that allowed us to obtain the plans of the project.

The topographic plans (manzaneo and curves at level) allow us to define a total area to drain of 28.58 Ha. Which has divided into 37 collector areas, within which 140 tributary areas have been determined, see PAC map Collecting areas. The design flow was determined using the Rational and Mac Math methods, based on the runoff coefficient, collector areas, slope of the terrain, the design intensity corresponding to a return time $Tr = 25$ years. With the flow of design, slope and roughness, we calculate the geometry of the sections of each section of collector, the same ones that make their final delivery in projected structures at the end of the 09 Projected delivery works and located in the channel of Gengidrillo , Rummy callarina and Arenilla streams, see map PPH.

The following Thesis work "HYDRAULIC AND STRUCTURAL DESIGN OF THE URBAN PLUVIAL DRAINAGE OF THE CENTER POPULATION LESS NEW SAN JUAN - DISTRICT OF EL PORVENIR - PROVINCE AND REGION OF SAN MARTIN", was made as a contribution for the approval of the Municipality of the Centro Poblado Menor New San Juan.

Keywords: Hydraulic, structural, platforms, pluvial, topographic survey.



INTRODUCCIÓN

Considerando el calentamiento global como un factor que impulsa con más frecuencia mayores precipitaciones, en la Región San Martín se ha venido intensificando cambios climatológicos, ocasionando alteraciones que alcanzan directamente a los cursos de agua, independientemente de su orden y ubicación geográfica.

Las lluvias a inicio de cada año se producen a nivel nacional debido a factores hidrológicos, y de estos no son ajenos diversos distritos y provincias de nuestra Región San Martín, esto ocasiona el incremento de las escorrentías de aguas pluviales en diversas vías públicas, como se puede apreciar en el Centro Poblado Menor de Nuevo San Juan, ocasionando el deterioro de la plataforma de las calles, obstaculizando el libre tránsito de los transeúntes y en mayores casos la propagación de enfermedades debido a la acumulación de agua no evacuadas. Tras la percepción de estos hechos nos ha motivado, a buscar alternativas de solución basadas en criterios para el diseño hidráulico y estructural de obras de drenaje.

La falta de un plan piloto de catastro urbano ha provocado en estos últimos tiempos un desorden territorial que hacen que los cursos de aguas pluviales tomen el curso guiado por las pendientes naturales que presentan.

CAPÍTULO I

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.1.Exploración preliminar orientando la investigación

En estos últimos años la región San Martín, es concentración de migrantes principalmente de la sierra y esto ha provocado un acelerado crecimiento poblacional en el Centro Poblado Menor de Nuevo San Juan, y es por ello que se ha visto necesario elaborar el Proyecto de Drenaje Pluvial del Centro Poblado ya antes mencionado. La presente tesis constituye un aporte técnico de solución al problema de drenaje, en la cual se propone desarrollar el **“Diseño hidráulico y estructural del drenaje pluvial urbano del Centro Poblado Menor Nuevo San Juan - Distrito de El Porvenir - Provincia y Región de San Martín”**

La tesis se ha elaborado de acuerdo a los requisitos y normas técnicas que se especifican en cada una de las áreas, tanto en hidráulica y así como en estructuras; también se contó con información auxiliar como son: tablas, cuadros, y formulas empleadas durante su desarrollo.

1.2.Aspectos generales del estudio

Para el trabajo de investigación se realizó la exploración de campo, iniciando con el levantamiento topográfico del lugar en donde se va a desarrollar la tesis, obteniendo un plano catastral a curvas de nivel. Los datos obtenidos de este estudio serán utilizados para establecer la dirección y el sentido del flujo de agua debido a las precipitaciones que se deben evacuar por las diferentes estructuras de drenaje pluvial (cunetas, alcantarillas y obras complementarias).

Se adquirió los datos pluviométricos de SENAMHI de la Estación Pelejo, los mismos que indican las precipitaciones ocurrida en los últimos 20 años en la zona de estudio, las cuales nos permite calcular la cantidad de agua que fluye en la zona producto de las precipitaciones para luego así realizar el diseño hidráulico del drenaje pluvial urbano.

Por último, se realizó la toma de muestras para el estudio de mecánica de suelos, cuyos resultados son necesarios para el diseño estructural de las obras de drenaje pluvial

1.3.Aspectos generales del estudio

El Centro Poblado Menor de Nuevo San Juan a comparación de los diferentes pueblos aledaños presentan un crecimiento un crecimiento demográfico acelerado producto de la migración continua, y esto ha originado un desordenado desarrollo urbano, trayendo consigo consecuencias un mal manejo de las aguas pluviales, hecho que nos motivó a la formulación de la presente tesis.

Para el desarrollo de la presente tesis se ha obtenido la información estadística de la Estación Pelejo, Dirección Zonal N°9 de la ciudad de Tarapoto. La información está constituida por las precipitaciones pluviales máximas cada 24 horas en milímetros, durante los últimos 20 años.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema a resolver

2.1.1. Antecedentes del problema

Nuestro país en la región de la selva, específicamente el Departamento de San Martín, cuenta con una gran variedad de características geográficas, ecológicas, climatológicas, esto permite que ocurran múltiples fenómenos naturales, provocando desastres lo cual hace que la población se sienta amenazada y que la infraestructura de las localidades existentes también se encuentre vulnerables. Las intensas lluvias en la zona generan la acumulación de agua y en algunos casos la inundación de viviendas; sumado a esto el tránsito peatonal en época de invierno se torna dificultoso y esto provoca que se agrave más la situación, ya que deteriora con más rapidez la superficie de rodaje, ocasiona lodo y charcos.

Debido a que el Centro Poblado no posee un sistema de drenaje pluvial y con la finalidad de analizar e interpretar la realidad y determinar la problemática existente, enfocamos la investigación para plantear una propuesta que resuelva los problemas que presenta las condiciones actuales de este Centro Poblado, mediante el Diseño Hidráulico del Drenaje Pluvial Urbano, Utilizando todos los lineamientos técnicos necesarios para presentar un soporte de los cálculos, de tal manera contribuir a mejorar la calidad de vida de la población.

2.1.2. Planteamiento del problema

En la actualidad teniendo en cuenta la realidad económica y social en la que se vive en esta parte del Centro Poblado Menor de Nuevo San Juan, desde un punto de vista general, lo que se puede apreciar es la falta de mejoramiento de sus calles, esto implica primero tener un sistema de drenaje pluvial, lo cual es muy importante y necesario para la población de esta localidad, ya que con el crecimiento poblacional y la falta de un plan piloto para una adecuada distribución, los pobladores están emergidos en problemas tales como salubridad, comodidad y tránsito por la falta de un sistema de drenaje pluvial urbano, teniendo como causa principal las intensas precipitaciones que existen en esta parte de la región, provocando así muchas veces la formación de charcos mal olientes e infecciosos, y bacheos superficiales en la plataforma de vía.

La migración masiva y con ella la tecnificación de la ganadería; tierras aptas para una buena agricultura, una adecuada ubicación ha provocado que el flujo económico gire en torno al pueblo y es por ello que el ingreso económico del pueblo tiene que ser directamente proporcional a la calidad de vida de sus habitantes

2.1.3. Delimitación del problema

El proyecto o estudio de investigación se realizará en el Centro Poblado Menor de Nuevo San Juan, Distrito del El Porvenir, Provincia y Región San Martín, en el Km 63 de la carretera Pongo de Caynarachi – Pelejo, contando con población beneficiada de 1500 habitantes aproximadamente y un área de influencia de 28.58 Ha, donde se efectuara los trabajos de topografía, mecánica de suelos y el respectivo planteamiento del sistema de drenaje pluvial.

2.1.4. Formulación del problema

Las condiciones actuales de las calles de este pueblo son pésimas, ya que presentan problemas en la evacuación de las aguas producto de las precipitaciones pluviales, la falta de esta es muy diversas, pueden ser cuestiones económicas, sociales y aún políticas influyen en el problema, y es de vital importancia la comunicación de la población en general para así poder entender el efecto de la falta de una propuesta del planteamiento de sistema de drenaje pluvial urbano. La ausencia de esta, provoca también enfermedades en la población, debido a que en épocas de lluvia se acumulan agua en las calles, las cuales son las causantes de dichas enfermedades. Es así como surge la siguiente pregunta:

¿De qué manera el diseño hidráulico y estructural del drenaje pluvial urbano contribuirá en mejorar la calidad de vida de la población que habita en el Centro Poblado Menor de Nuevo San Juan, Distrito de El Porvenir, Provincia y Región De San Martín?

2.2. Objetivos

La presente investigación presenta los siguientes objetivos:

2.2.1. Objetivo general

Realizar el diseño hidráulico y estructural del Drenaje pluvial urbano del Centro Poblado Menor de Nuevo San Juan - Distrito de El Porvenir - Provincia y Región de San Martín.

2.2.2. Objetivos específicos

Realizar el planteamiento hidráulico del sistema.

Ejecutar estudios topográficos, levantamiento catastral a curvas a nivel.

Elaborar el estudio hidrológico e hidráulico con proyección a 20 años.

Estimar los caudales de diseño de las obras de drenaje pluvial.

Hacer estudios de mecánica de suelos.

Efectuar el análisis estructural del sistema de drenaje pluvial.

2.3. Justificación de la investigación

La tesis se plantea como consecuencia de la necesidad de conseguir el encausamiento y evacuación inmediata de las aguas pluviales a través de obras de drenaje al presentarse la caída de precipitaciones. De esta manera se busca garantizar y brindar seguridad ciudadana, buena calidad de vida, salubridad, evitar inundaciones y colapso de viviendas por erosión y/o sobre humedecimiento de los cimientos y en casos mayores se produce desbordes, inundaciones en las viviendas, por esta y todas las razones ya mencionadas consideramos justificable el presente trabajo de tesis.

2.4. Delimitación de la investigación

El área de estudio de la presente investigación, Centro Poblado Menor de Nuevo San Juan, está ubicado en el Distrito de El Porvenir – Pelejo, Provincia y Región San Martín, en el Km 63 de la carretera Pongo de Caynarachi – Pelejo. Contando con población beneficiada de 1500 habitantes aproximadamente.

En la presente tesis utilizaremos los datos del levantamiento topográfico para tener una idea aproximada de la forma del terreno, las cuales nos ayudaran a establecer la dirección y sentido del flujo del agua debido a las precipitaciones. Los datos hidrológicos serán utilizados para estimar el caudal que circula por las obras de drenaje utilizando el Método Racional y Mac Math. Los parámetros del estudio de suelo contribuirán con el diseño estructural de las obras.

2.5. Marco teórico

2.5.1. Antecedentes de la investigación

Según, Gálvez Álvarez, Hugo Alejandro (2004), en su tesis de investigación sobre “planificación y diseño de los sistemas de drenaje sanitario y pluvial de la cabecera municipal de pasaco, Jutiapa”, esta tesis manifiesta que para poder diseñar y construir deben tomarse en cuenta todos los factores humanos y los posibles impactos ambientales que puedan existir; esto implica gran responsabilidad al realizar proyectos de infraestructura en las comunidades, comenzando con llenar sus necesidades sin afectar otros aspectos y que las normas de diseño de instituciones públicas que se dedican a diseñar drenajes, se pudo establecer que es preferible la construcción de sistemas separativos de alcantarillado, con el propósito de facilitar el tratamiento de las aguas servidas, hasta un determinado nivel, tal que al verterlas a ríos o drenes naturales no causen contaminación.

Según, Beltran Juárez, José Rafael (2010), en su tesis de investigación sobre “propuesta de mejoramiento del drenaje pluvial de la planta de tratamiento de aguas residuales”, esta tesis trata sobre la planta de tratamiento Ingeniero Arturo Pazos Sosa de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos brinda el servicio de sanear las aguas residuales domésticas de la población de la colonia Aurora II. Tiene como fines permitir a los estudiantes de la maestría efectuar ensayos de tratamiento, comparar los diferentes procesos y capacitar a los operadores de otras plantas, asimismo esta planta presenta un problema, debido a la gran intensidad de las precipitaciones, el drenaje pluvial no es capaz de drenar toda el agua, lo que causa la erosión del suelo y pone en peligro las estructuras de los diferentes tratamientos para las aguas residuales. Para solucionar este problema se debe realizar un estudio y verificar la capacidad del sistema de drenar el agua y hacer un nuevo diseño, además incorporar obras para disipar la energía del flujo y proteger los taludes.

Según, De León Acosta, Erik Braulio (2009), en su tesis de investigación sobre “proyecto para la rehabilitación del drenaje pluvial en motozintla Chiapas”, esta tesis tiene como objetivo incrementar la colocación de tuberías de agua potable y la construcción de alcantarillado de aguas pluviales ya que la falta de estos servicios es una problemática existente en el municipio. Esto se pretende hacer mejorando la administración de sus órganos operativos a nivel municipal y cuidando la infraestructura existente. Motozintla- Chiapas- Mexico-2009.

Según, Antonio Carpio, Henry (2011), en su tesis sobre propuesta de diseño del drenaje pluvial, alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para las aguas residuales del casco urbano y colonia “la entrevista” del municipio san cayetano istepeque, departamento de san vicente-San Salvador; en este trabajo se presenta una propuesta de diseño del alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y una planta de tratamiento para las aguas residuales

Según, Granda Acha, Rudy Rolandy (2013), “tesis en análisis numérico de la red de drenaje pluvial de la urb. Angamos”, la presente tesis plantea el análisis de una red de drenaje en particular de la ciudad de Piura a través de uno de los modelos numéricos, la cual hace referencia a la evolución del concepto de drenaje urbano y a una de las principales causas de inundaciones urbanas en la actualidad como es la mala gestión del desarrollo urbano y hace una descripción general de la modelación numérica en hidráulica, así como del modelo numérico de drenaje urbano empleado para la simulación y análisis de la red propuesta en este trabajo.

2.5.2. Marco o fundamentación teóricos de la investigación

2.5.2.1. Climatología

Según Chereque Moran, Wendor, son numerosas las definiciones que existen del clima, pero todas ellas aluden al estado medio de la atmosfera. Para la organización Meteorológica Mundial, el clima es el conjunto fluctuante de condiciones atmosféricas caracterizado por los estados por los estados y la evolución del tiempo, en el curso de un periodo suficientemente largo en un dominio espacial determinado.

Los elementos que permitan distinguir un clima de otro son: la temperatura, la precipitación, la presión, el viento y la radiación solar. Los dos primeros son las principales.

Los factores que condicionan el clima son: la latitud, la altitud y la continentalidad. La latitud determina la intensidad de la radiación solar, la altitud de termina la temperatura. La continentalidad se refiere a la mayor o menor proximidad de un lugar a los mares. Muchas veces juegan papel importante en el condicionamiento del clima de las corrientes marinas. Otros factores de importancia eventual son la orientación, los vientos dominantes, la naturaleza del terreno y la vegetación.

2.5.2.2. Hidrología

Según Cahuana Andia, Agustin, & Yugar Morales, Weimar, la hidrología es la ciencia natural que estudia el agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos”. También es conveniente mencionar la definición que plantea la Organización Meteorológica Mundial, por que destaca la importancia de la hidrología en relación con los recursos hidráulicos de la tierra y su aprovechamiento. “Hidrología es la ciencia que trata de los procesos que rigen el agotamiento y recuperación de los recursos de agua en las áreas continentales de la tierra y en las diversas fases del ciclo hidrológico” Es necesario limitar la parte de la hidrología que estudia la ingeniería, a una rama que comúnmente se llama ingeniería hidrológica.

Generalmente los proyectos hidráulicos son de dos tipos: los proyectos que se refieren al uso de agua y los que se refieren a la defensa contra los daños que ocasiona el agua, tomando estos principios se define: La Ingeniería hidrológica es la ciencia aplicada, que usa principios hidrológicos en la solución de problemas de ingeniería, que surgen de la necesidad de uso y explotación de los recursos hídricos, así como para la protección contra daños ocasionados por éste. La hidrología aplicada moderna exige conocimientos avanzados de matemáticas, tales como la estadística, planteamientos y resoluciones analíticas del comportamiento del ciclo hidrológico que es muy complejo.

La hidrología se subdivide en muchas otras ciencias, entre ellas la Hidrogeología, Hidrología superficial, Hidrología Subterránea, Hidrología Estadística, Hidrología Determinista, etc. En este libro se desarrollará la hidrología superficial.

La Hidrología es aplicada con mucha frecuencia para el diseño de obras civiles. El ingeniero civil que se ocupa de proyectar, construir o supervisar el funcionamiento de instalaciones hidráulicas, sanitarias y otras obras civiles debe resolver numerosos problemas prácticos. Éstos pueden ser de muy variado carácter, pero en la mayoría de los casos será necesario el conocimiento de la hidrología para su solución. Los proyectos de ingeniería civil típicos de explotación y uso de los recursos hídricos (agua) son:

Abastecimiento de agua potable,

Irrigación (riego tecnificado y riego por inundación)

Aprovechamiento hidroeléctrico (centrales hidroeléctricas)

Suministro de agua para múltiples usos

Navegación

Recreación entre otros.

Los proyectos de ingeniería civil típicos para la protección contra los daños que ocasiona el agua son:

Drenaje urbano (drenajes fluviales, evacuación de desechos)

Drenaje vial (dimensionamiento de puentes, alcantarillas en carreteras)

Drenaje agrícola (drenaje superficial, para la eliminación de aguas superficiales, innecesarias y perjudiciales a la agricultura y a los asentamientos humanos; drenaje subsuperficial, para la eliminación de aguas perjudiciales para la agricultura y para las instalaciones técnicas)

Encauzamientos de ríos

Defensa contra inundaciones

Determinación de llanuras de inundación

Control de la erosión en cuencas

Dimensionamiento y operación de embalses

Como base para la realización de tales tareas, el ingeniero debe conocer los elementos básicos del ciclo hidrológico, los medios y métodos de medida de estos, las técnicas de tratamiento de datos y su interpretación. Además, debe saber establecerse adecuadamente las relaciones cuantitativas y cualitativas entre parámetros importantes, mediante la ayuda del análisis de sistemas, la estadística matemática, etc.

2.5.2.3.Precipitación

Según Chereque Moran, Wendor, la precipitación en general es el término que se refiere a toda la forma de humedad emanadas de la atmósfera y depositadas en la superficie terrestre, tales como lluvia, granizo, rocío, neblina, nieve o helada.

La formación de las gotas de lluvia se produce dentro de la masa de la nube. Pero esto quiere decir que las gotas allí formadas llegaran a la superficie terrestre. Dicho en otras palabras, el volumen de agua contenida en las nubes no va a ser igual al volumen de agua llovida. Mediciones realizadas demuestran que lo normal es que el agua de lluvia que cae a tierra sea

mucho mayor al contenida en la nube; la explicación es la siguiente: es que las nubes se condensan continuamente durante el proceso mismo de la precipitación lo que significa una alimentación constante a partir del vapor de agua que se ubica alrededor de la nube y esto se produce simplemente por:

Cuando exista una turbulencia dentro de la misma nube que provoca y facilita la renovación del vapor de agua.

Cuando hay movimiento de aire húmedo desde las partes bajas, es decir un movimiento vertical ascendente que transporta las nubes de la parte baja hacia la parte alta.

Por interferencia de tormentas que se presentan en cuencas vecinas próximas a las líneas divisoria de aguas

Formación de las precipitaciones

Los elementos necesarios para la formación de las precipitaciones son las siguientes:

Humedad atmosférica

Radiación solar

Mecanismo de enfriamiento de aire

Presencia de núcleos giroscópicos para que haya condensación.

Mecanismo de crecimiento de las partículas.

El proceso de la formación de la precipitación es la siguiente:

El aire húmedo de los estratos bajos es calentado por conducción.

El aire húmedo, entonces, se torna más leve que el de las vecindades y experimenta una ascensión adiabática.

El aire húmedo, entonces, se expande y se enfría a razón de 1°C por cada 100 m (expansión adiabática seca) hasta llegar a una condición de saturación, para llegar a su nivel de condensación.

A partir de ese nivel, con núcleos giroscópicos, el vapor de agua se condensa formando minúsculas gotas a lo largo de dichos núcleos.

Dichas gotas se mantienen en suspensión hasta que, por un proceso de crecimiento, alcanzan el tamaño suficiente para precipitar.

2.5.2.4.Escorrentía superficial

Según Villón Bejar, Máximo, “es aquel que proviene de la precipitación no infiltrada y que escurre sobre la superficie del suelo. El efecto sobre el escurrimiento total es inmediato, y existirá durante la tormenta e inmediatamente después de que esta termine”.

La parte de la precipitación total que da lugar a este escurrimiento, se denomina precipitación en exceso.

2.5.2.5.Evaporación

Según Chereque Moran, Wendor, “la evaporación es una etapa permanente del ciclo hidrológico. Hay evaporación en todo momento y desde toda superficie húmeda. Considerada como un fenómeno puramente físico, la evaporación es el pasaje del agua al estado de vapor; sin embargo, hay otra evaporación, la provocada por la actividad de las plantas y que recibe el nombre de transpiración”.

De modo general, la evaporación se puede estudiar por separado, a partir de las superficies libres del agua (lagos, embalses, ríos, charcas), a partir de la nieve, a partir del suelo y a partir de las plantas (transpiración). O bien se puede estudiar la evaporación total en una cuenca, sin tomar en cuenta las formas particulares que adopta; a esta evaporación total se llama evapotranspiración.

2.5.2.6.Coeficiente de escorrentía

Según Sandoval Salazar, Néstor Raúl, no toda el agua de lluvia precipitada llega al sistema del alcantarillado; parte se pierde por factores tales como la evaporación, intercepción vegetal, detención superficial en cunetas, zanjas o depresiones, y por infiltración, el cual es función de la impermeabilidad del terreno y es por esto que en algunos casos se llama coeficiente de impermeabilidad.

La determinación absoluta de este coeficiente es muy difícil ya que existen hechos que pueden hacer que su valor varíe con el tiempo.

Se expresa como la relación:

$$C = \frac{\text{Precipitación}}{\text{Escorrentia}} < 1$$

Conjunto de factores que permiten a la hidrología la obtención de la escorrentía superficial que corresponde a una determinada lluvia, en un lugar específico; conocido como el término "C" y para evaluarlo han sido sugeridas varias tablas, de las que se citan de acuerdo a los métodos a utilizar.

En las tablas 01 y 02 se dan algunas guías para la selección del coeficiente de escorrentía según la norma para el alcantarillado.

Tabla 1

Valores del coeficiente de escorrentía según el método racional.

Tipo de área drenada		Coeficiente "C"
Áreas Comerciales		
	Céntricas	0.7 – 0.95
	Vecindarios	0.5 – 0.7
Áreas Residenciales		
	Familiares Simples	0.30 – 0.50
	Multifamiliares Separadas	0.40 – 0.60
	Multifamiliares Concentrados	0.60 – 0.75
	Semi-Urbanos	0.25 – 0.40
	Casas DE Habitación	0.50 – 0.70
Áreas Industriales		
	Densas	0.60 – 0.90
	Espaciadas	0.50 – 0.80
	Parques, Cementerios	0.10 – 0.25
	Campos de Juego	0.10 – 0.35
	Patios de Ferrocarril	0.20 – 0.40
	Zonas Suburbanas	0.10 – 0.30
Calles		
	Asfaltadas	0.70 – 0.95
	De Concreto Hidráulico	0.80 – 0.95
	Adoquinadas	0.70 – 0.85
	Estacionamientos	0.75 – 0.85
	Techados.	0.75 – 0.95

Fuente: Villón Béjar, Máximo. "Hidrología", pág.258.

Tabla 2

Valores para la determinación del coeficiente de escorrentía según el método mac math.

Vegetación		Suelo	Topografía	
Cobertura	C1	Textura	c2	Pendiente %
100%				C3

100	0.80	Arenosa	0.08	0.0 - 0.20	0.04
80 - 100	0.12	Ligera	0.12	0.20 - 0.50	0.06
50 - 80	0.16	Media	0.16	0.50 - 2.00	0.06
20 - 50	0.22	Fina	0.22	2.00 - 5.00	0.10
0 - 20	0.30	Pesada	0.30	5.00 - 10.00	0.15

Fuente: Morales Uchofen, Walter, "Drenaje Vial", Ciclo de Actualización Académica UNSM/2000-IIFC – Tarapoto - Perú.

2.5.2.7.Caudal de diseño

Según, Chereque Moran, Wendor, para llegar a conocer los recursos hidráulicos de una cuenca es necesario averiguar el caudal, diariamente, a la misma hora, y durante el mayor número posible de años. Así es como se llega a conocer el régimen de los ríos. Todos los países cuidan de organizar este servicio, estableciendo estaciones de aforo y publicando los resultados. En el Perú esta labor la realiza principalmente Senamhi.

Los términos caudales, gasto y descarga son sinónimos. Aforar significa medir caudales. El principal método para aforar corrientes naturales es el del correntómetro

2.5.2.8.Medición de caudales

Según, Chereque Moran, Wendor, de los varios métodos disponibles para aforar corrientes naturales el principal es con correntómetro. De estos aparatos hay dos tipos, de hélice y de rueda de copas. Instalar el correntómetro significa ubicar la hélice en el punto (P) donde se va a medir la velocidad del agua. Tomar lectura significa anotar el número de revoluciones (R) de la hélice en el tiempo arbitrario (t) en segundo.

$$V = a * n + b$$

Donde:

V..... velocidad en el punto

n..... numero de revoluciones por seg.= R/t

a,b..... constante de calibración

2.5.2.9. Cunetas

Según Sandoval Salazar, Néstor Raúl, son estructuras de drenaje pluvial de caminos y/o sistemas de drenaje de drenaje urbano, que se construyen en todos los tramos en ladera, corte cerrado, al pie de talud de corte, poblados con mucha precipitación pluvial y se utilizan para evacuar el agua de la zona de la vía, se ubican paralelas al eje del camino y de las viviendas.

La cuneta debe ser revestido cuando el suelo sea deleznable y la rasante de la cuneta sea igual o mayor que 4%, también puede ser revestida en rasantes leves, para reducir la rugosidad y asegurar el escurrimiento de las aguas.

Generalmente las cunetas descargan en una alcantarilla o aliviadero que puede ser establecido de acuerdo con la longitud de la cuneta, sus dimensiones y el caudal máximo que puede soportar la sección que presenta.

Generalmente, en los poblados que cuentan con desagüe pluvial lo más conveniente es tener cunetas anchas de poca profundidad que una angosta en forma de V. la erosión en cunetas superficiales anchas es menor, debido a que el agua se distribuye sobre una mayor superficie en espesores delgados, en lugar de concentrarse formando una profunda corriente angosta. Sin embargo, el costo de construcción de una cuneta ancha es considerable, de modo que en los tramos accidentados se podrá aceptar por economía, cunetas más angostas que las mínimas especificadas.

La pendiente de una cuneta no es necesariamente paralela a la pendiente del camino. Años de experiencia han demostrado que el agua no fluirá fácilmente en cunetas que tengan una pendiente longitudinal de menos 0.5%, especialmente si se permite que crezca con ellos césped suficientemente alto. Todas las cunetas deberán tener por consiguiente, gradientes de por lo menos 0.50%.

Las dimensiones mínimas de las cunetas serán fijadas de acuerdo a las consideraciones pluviométricas de la zona y el correspondiente diseño hidráulico.

Se presenta a continuación algunas consideraciones ambientales, que se deberán tomar en cuenta:

Las cunetas necesitan mantenerse limpias y protegidas de la erosión, ya sea con empedrados, vegetación, emboquillado de piedras o concreto.

El revestimiento de las cunetas es importante, debido a que el agua pueda infiltrarse de regreso hacia la base del camino, causando el deterioro de las viviendas y la superficie del camino.

Es necesario limitar la pendiente de la cuneta de un 2% a un 5%, cuando sea necesario hacer cunetas con pendientes mayores de 5%, se deberá reducir la velocidad del agua con diques de contención o se debe revestir.

Si en el mantenimiento se constata que las cunetas no tienen suficiente capacidad para la intensidad pluvial local, se deberá agregar desfuegos intermedios entre las alcantarillas existentes.

2.5.2.10. Diseño estructural de cunetas

Según Morales Uchofen, Walter, consiste en determinar las dimensiones y cantidades de refuerzo que contendrá la cuneta en función de las solicitaciones de carga que se presentan.

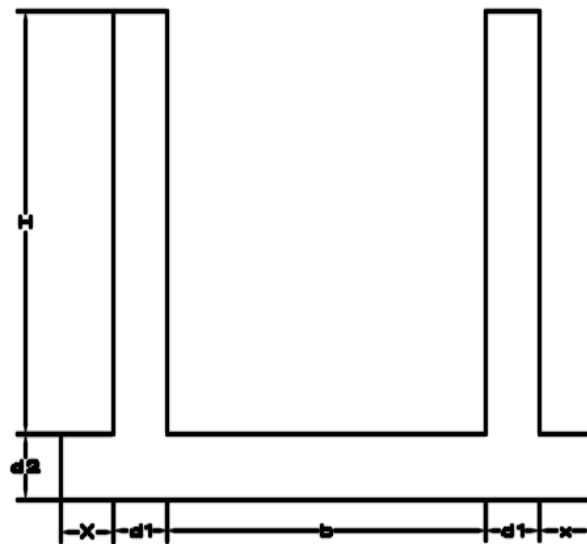


Figura 1. Sección típica de cuneta (Fuente: Walter Morales Uchofen)

En el cálculo estructural se tiene en cuenta los diferentes casos extremos que pueden presentarse durante la vida útil de la obra de arte, los casos extremos que se podrían presentar son los siguientes:

Caso I: Poza sin agua, terreno seco.

Con relleno a ambos lados de las paredes laterales, una sobrecarga equivalente del camión de diseño H20 S16 ($q_s = 1000\text{Kg/m}^2$), y sobre carga del pavimento $q_p = 400\text{Kg/m}^2$ tal como se muestra en el siguiente gráfico.

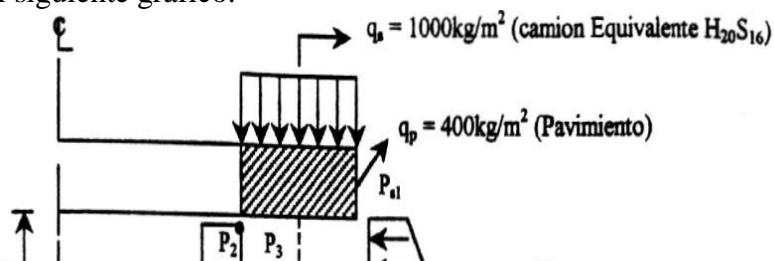


Figura 2. Poza sin agua, terreno seco. (Fuente: Walter Morales Uchofen)

Caso II: Poza llena hasta la cota superior de la pared lateral, terreno seco.

Con relleno a ambos lados de las paredes laterales, y nivel freático en el interior de la cuneta hasta la cota superior del mismo, con sobre carga del pavimento $q_p = 400\text{Kg/m}^2$ tal como se muestra en el gráfico a continuación.

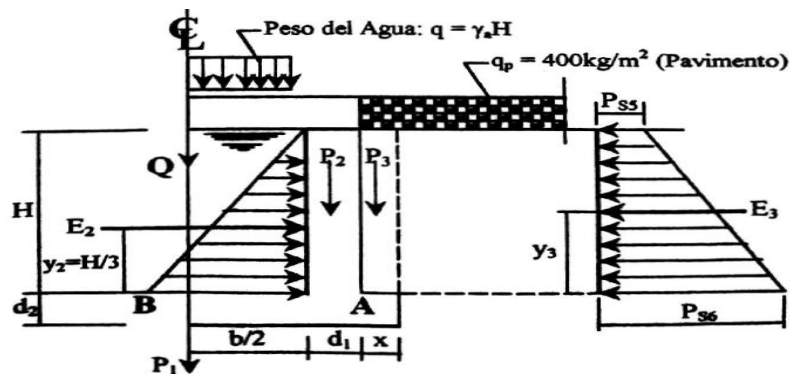


Figura 3. Poza llena hasta la cota superior de la pared lateral, terreno seco (Fuente: Walter Morales Uchofen)

Para iniciar el cálculo se estima un primer valor para el espesor de las paredes y losa. Tomando una recomendación práctica, tanto para las paredes y losa con un valor inicial $d=h/15$, donde h es la altura de las paredes laterales.

Sin embargo, por razones constructivas (vaciado del concreto), se tiene que tomar como mínimo $d_{\min} = 0.15\text{m}$, o sea:

$$d = \begin{cases} \frac{h}{15} \\ \text{ó} \\ 15\text{ cm} \end{cases} \rightarrow \text{El Mayor}$$

Luego se calcula para cada caso (caso I y caso II):

El momento en el punto A.

El momento en el punto B.

La seguridad contra la sub-presión.

La presión de la estructura sobre el terreno.

Caso I.

El momento en el punto "A" (ver figura N° 02) se genera por las presiones.

Las expresiones de los esfuerzos que se generan son las siguientes:

$$K_a = \tan^2 (45^\circ - \phi / 2) \dots\dots\dots (01)$$

$$P_{s1} = K_a \gamma_s h_{s/c} = K_a \frac{(q_s + q_p)}{\gamma_s} = K_a (q_s + q_p) \dots (02)$$

$$h_{s/c} = \dots\dots\dots (03)$$

$$P_{s2} = K_a \gamma_s [H + h_{s/c}] \dots\dots\dots (04)$$

$$M_A = E_i Y_i \dots\dots\dots (05)$$

Donde:

K_a = Coeficiente de empuje activo.

P_{si} = Presiones debido a los empujes correspondientes (Kg/m²).

Φ = Angulo de fricción interna en grados sexagesimales.

γ_s = Peso específico del suelo (Kg/m³).

$h_{s/c}$ = altura equivalente en metros debido a la sobre carga del camión. H₂₀ S16 (q_s), y del pavimento (q_p).

γ_a = Peso específico del agua (1000Kg/m³).

E_i = Empujes activos (Kg/m).

Y_i = Posición de los empujes activos respecto a la cara superior de la losa inferior del canal (m).

H = Altura de las paredes laterales de la cuneta (m)

M_A = Momento en el punto "A" (Kg - m).

El momento en el punto “B”

Se calcula tomando en cuenta M_A y sub – presión “q” (Kg/m²).

$$q = \gamma_a (h + d_2) \dots\dots\dots (06)$$

Luego según la ecuación siguiente se obtiene:

$$M_B = M_A - \frac{1}{8} q (b + d_1)^2 \dots\dots\dots (07)$$

El Momento en el punto “B” puede ser positivo o negativo. A continuación, se muestra los diagramas de momentos para ambos casos (Caso I y Caso II):

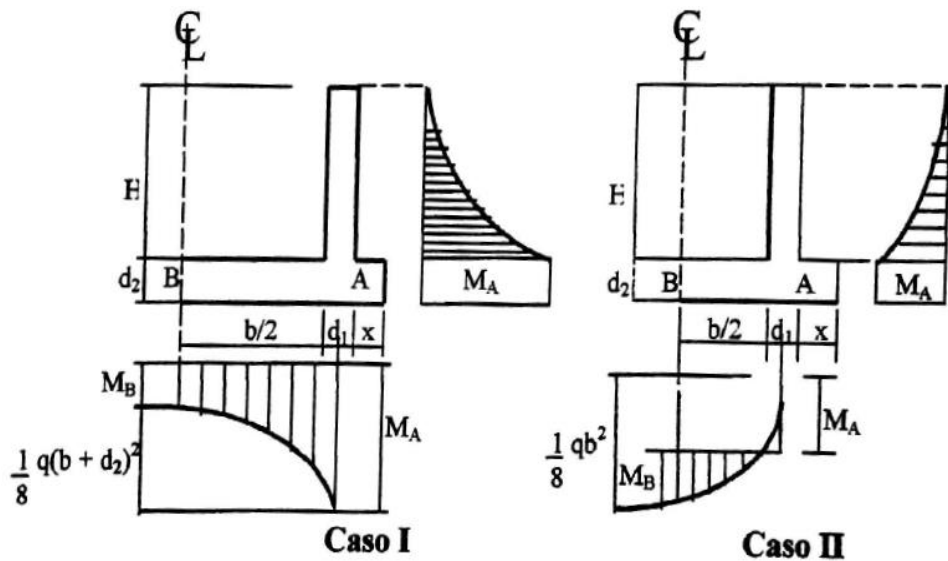


Figura 4. Diagrama de momentos para el caso I y el caso II (Fuente: Walter Morales Uchofen)

Seguridad contra la Sub – presión (ver figura N° 02):

El peso de la estructura se calcula con las siguientes ecuaciones:

$$P_1 = (b + 2d_1 + 2x) d_2 \gamma_c \dots\dots\dots (08)$$

$$P_2 = d_1 H \gamma_c \dots\dots\dots (09)$$

$$P_3 = \gamma_s H x \dots\dots\dots (10)$$

Donde γ_c = Peso específico del concreto, $\gamma_c = 2400 \text{ Kg/cm}^3$

La Sub – presión Kg/m se puede expresar asi:

$$Q = q(b + 2d_1 + 2x) \dots\dots\dots(11)$$

Presión de la estructura sobre el terreno.

La presión de la estructura sobre el terreno es:

$$\sigma_r = \frac{P_1 + 2p_2 + 2p_3 - Q}{(b + 2d_1 + 2x) 1000g} \dots\dots\dots (12)$$

Luego debe cumplirse que:

$$F = \frac{\sigma_l}{\sigma_T} \geq 2 \dots\dots\dots (13)$$

Donde:

σT = Presión de la estructura sobre el terreno (Km/cm2)

σt = Capacidad portante del suelo (Km/cm2)

Caso II.

El momento en el punto “A” se calcula según el figura N° 03, de donde se obtiene las siguientes ecuaciones:

$$h' = \frac{q_p}{\gamma_s} \dots\dots\dots (14)$$

$$Y_5 = \frac{H^2 - 3H h'}{3(H + 2h')} \dots\dots\dots (15)$$

Empuje del agua “E4” (Kg/m)

$$E_4 = \frac{1}{2} \gamma_a H^2 \dots\dots\dots (16)$$

$$E_5 = \frac{1}{2} K_a \gamma_s (H + 2h') H \dots\dots\dots (17)$$

El momento en el punto “A”

$$M_A = \frac{1}{3} H E_4 - E_5 Y_5 \dots\dots\dots (18)$$

El momento en el punto “B”, se calcula según la siguiente ecuación

$$M_B = -M_A + \frac{1}{2} q b^2 \dots\dots\dots (19)$$

Donde:

$$q = \gamma_a H \dots\dots\dots (20)$$

Presión de la estructura sobre el terreno (σ_T)

Para esto se tiene en cuenta, las siguientes ecuaciones obtenidas (las Ec. 8,9 y 10)

$$P_1 = (b + 2d_1 + 2x) d_2 \gamma_c \dots\dots\dots (08)$$

$$P_2 = d_1 H \gamma_c \dots\dots\dots (09)$$

$$P_3 = \gamma_s H x \dots\dots\dots (10)$$

$$Q = \gamma_a H b \dots\dots\dots (21)$$

Entonces:

$$\sigma_T = \frac{P_1 + 2P_2 + 2P_3 + Q}{(b + 2d_1 + 2x) 10000} \dots\dots\dots (22)$$

Calculo del Refuerzo

El refuerzo se calcula conforme a la norma para concreto ciclópeo y armado del Reglamento nacional de Edificaciones y en base al diseño a la rotura. La calidad del concreto será $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para obras de arte y $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ para cunetas y la calidad de la armadura $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Criterios Generales para el Diseño.

Refuerzo de Repartición por Contracción y Temperatura (A_{st}°).

Es el refuerzo perpendicular al principal.

Los espaciamientos "S" permisibles son:

$$0.45 \text{ m} > S < 5d \dots\dots\dots (23)$$

$$S = A_y / A_S \dots\dots\dots (24)$$

Cuantías mínimas que usar, serán:

$$\text{Para: muros} \quad P_{\text{min}}^{\circ} = 0.0025 \dots\dots\dots (25)$$

$$\text{Losas} \quad P_{\text{min}}^{\circ} = 0.0018 \dots\dots\dots (26)$$

Luego las áreas de refuerzo por temperatura " A_{st}° ", serán:

$$\begin{array}{ll} \text{Para:} & \text{muros} & A_s r^o = 0.0025 b d_T \\ & \text{Losas} & A_s r^o = 0.0018 b d_T \end{array}$$

Donde:

S = Espaciamiento entre barras de acero, distribuidos en un metro de ancho.

dT = Altura total o espesor total del elemento en (cm).

AS = Área total del refuerzo (cm²)

b = Ancho del elemento, para nuestro caso b = 100 cm.

Refuerzo mínimo de elementos sujetos a tracción (Asmin)

Las cuantías mínimas que usar fy = 4200 Kg/cm², serán:

$$\begin{array}{ll} \text{Para:} & \text{Losas} & P_{min r^o} = 0.0017 \\ & \text{Muros} & P_{min r^o} = 0.0015 \end{array}$$

Luego las áreas del refuerzo mínimo "Asmin", serán:

$$\text{Para:} \quad \text{Muros} \quad A_{s_{min}} = 0.0015 b d \dots (27)$$

$$\text{Losas} \quad A_{s_{min}} = 0.0017 b d \dots (28)$$

Donde:

d = Distancia de la fibra extrema en compresión al centro del refuerzo de tracción (cm).

Recubrimiento de Concreto para el Refuerzo (r).

Consideramos lo siguiente:

r = 0.075 m para el refuerzo de zapatas y otros miembros estructurales principales en los que el concreto se deposita contra el suelo.

r = 0.050 m para barras mayores que la N° 5 (Φ5/8") en superficie de concreto que van a estar en contacto con el suelo después del desencofrado.

r = 0.050 m para barras menores que la N° 4 (Φ1/2") en superficie de concreto que van a estar en contacto con el suelo después del desencofrado.

Elementos Rectangulares con Refuerzo de Tracción Únicamente.

El momento resistente a la rotura será calculado, según:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left[d - \frac{a}{2} \right]} \dots \dots \dots (29)$$

$$A = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} \dots \dots \dots (30)$$

Donde:

A_s = Área del refuerzo en tracción (cm²).

f_y = Límite de fluencia del refuerzo, se usara $f_y = 4200$ Kg/cm²

d = Distancia de la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo en tracción (cm)

a = Profundidad del prisma rectangular de esfuerzos (cm)

f'_c = Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días, se usará $f'_c = 210$ Kg/cm² para obras de arte y $f'_c = 175$ Kg/cm² para cunetas.

b = Ancho de la cara en Compresión de un elemento sujeto a flexión (cm), para nuestro caso $b = 100$ cm.

Φ = Factor de reducción de capacidad, se usará el factor para flexión y tracción simple $\Phi = 0.90$.

La cuantía (P) de refuerzo no excederá de 0.75 de la cuantía balanceada (P_b), que produce la condición de falla balanceada, ósea debe cumplirse:

$$P = \frac{A_s}{b d} < 0.75 P_b \dots\dots\dots (31)$$

$$P_b = \frac{0.85 \beta f'_c}{f_y} \cdot \frac{6100}{6100 + f_y} \dots\dots\dots (32)$$

Donde:

$\beta = 0.85$ para f'_c hasta 280 Kg/cm². y se reducirá de 0.05 por cada 70 Kg/cm² de resistencia en exceso de 280 Kg/cm²

Para concreto de $f'_c = 210$ Kg/cm² y $f_y = 4200$ Kg/cm², la $P_{\text{máx}} = 0.016$

Resistencia a la Rotura por Fuerza Cortante (τ)

El esfuerzo cortante nominal en la rotura " τ_u ", como medida de la tracción diagonal, es:

$$\tau_u = \frac{V_u}{b d} \dots\dots\dots (33)$$

El esfuerzo cortante nominal que tomara el concreto " τ_c " es:

$$\tau_c = 0.50 \phi \sqrt{f'_c} \dots\dots\dots (34)$$

Donde:

$$V_u = 1.8 V \dots\dots\dots (35)$$

V = Cortante en el elemento, producto del análisis estructural.

Φ = Factor de reducción $\Phi = 0.85$ (para elementos sometidos a tracción diagonal, adherencia y anclaje)

Debe cumplirse lo siguiente:

$$\tau_u < \tau_c \text{ (ok)} \dots\dots\dots (36)$$

2.5.2.11. Alcantarillas

Según Villón Béjar, Máximo, las alcantarillas son estructuras de cruce, que sirven para conducir agua de un canal o un dren, por debajo de un camino u otro canal). Generalmente, la alcantarilla disminuye la sección transversal del cauce de la corriente, ocasionando un represamiento del agua a su entrada y un aumento de su velocidad dentro del conducto y a la salida.

El éxito del diseño hidráulico radica, por consiguiente, en proveer una estructura con capacidad de descargar, económicamente una cierta cantidad de agua dentro de los límites establecidos de elevación del nivel de las aguas y de velocidad. Cuando la altura y la descarga han sido determinadas, la finalidad del diseño es proporcionar la alcantarilla más económica, la cual será la que con menor sección transversal satisfaga los requerimientos de diseño.

2.5.2.11.1. Consideraciones hidráulicas

Según Villón Béjar, Máximo, el escurrimiento a través de una alcantarilla generalmente queda regulado por los siguientes factores:

Pendiente del lecho de la corriente aguas arriba y aguas abajo del lugar

Pendiente del fondo de la alcantarilla

Altura de ahogamiento permitido a la entrada

Tipo de entrada

Rugosidad de las paredes de la alcantarilla

Altura del remanso de salida

Todos los factores se combinan para determinar las características del flujo a través de la alcantarilla.

2.5.2.12. Transiciones

Según Villón Béjar, Máximo, la transición (figura 1), es una estructura que se usa para ir modificando en forma gradual la sección transversal de un canal, cuando se tiene que unir dos tramos con diferentes formas de sección transversal, pendiente o dirección.

La finalidad de la transición es evitar que el paso de una sección a la siguiente, de dimensiones y características diferentes, se realice de un modo brusco, reduciendo de ese modo, las pérdidas de carga en el canal.

Las transiciones se diseñan a la entrada y/o salida de diferentes estructuras tales como: tomas, rápidas, caídas, desarenadores, puentes canales, alcantarillas, sifones invertidos, etc.

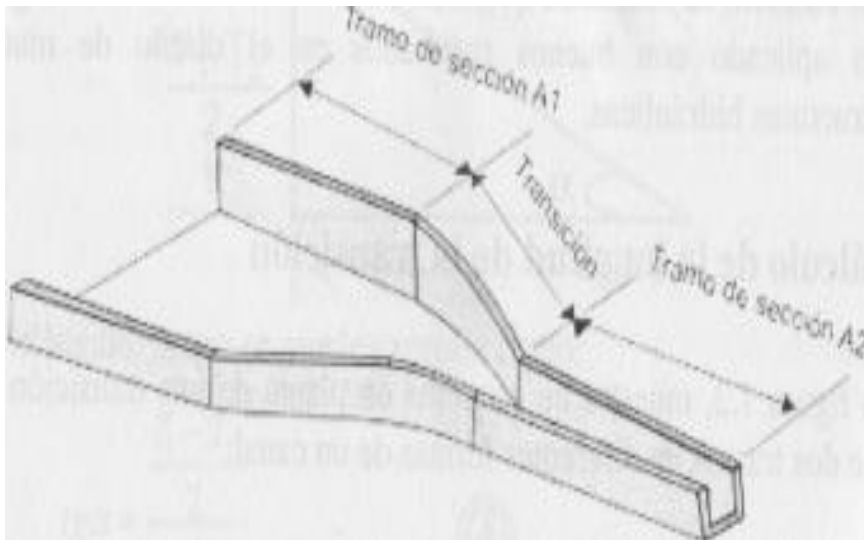


Figura 5. Vista isométrica de una transición en un canal (Fuente: Villón Béjar, Máximo. “Diseño de estructuras hidráulicas”, pág.13.)

2.5.2.13. Taludes en cunetas (z)

Según Morales Uchofen, Walter, los taludes en cunetas, se designan de la proyección horizontal a la vertical de la inclinación de las paredes laterales. la inclinación de las paredes laterales depende de factores varios, pero muy particularmente de la clase de terreno en donde se aloja la cuneta.

Mientras más inestable sea el material, menor será el ángulo de inclinación de los taludes. Los taludes más recomendables según el tipo de material son:

Tabla 3

Taludes recomendables según tipo de material

Características de los suelos	Canales poco profundos	Canales profundos
Roca en buenas condiciones	Vertical	0.25 : 1
Arcilla compactada o tierra		
Con recubrimiento de concreto	0.5 : 1	1.0 : 1.0
Limoso - limoso	1.0 : 1.0	1.5 : 1
Limoso - arenoso	1.5 : 1.0	2.0 : 1.0
Arenas sueltas	2.0 : 1.0	3.0 : 1.0

Fuente: Morales Uchofen, Walter, "Drenaje Vial", Ciclo de Actualización Académica UNSM/2000-IIFC – Tarapoto - Perú

2.5.2.14. Coeficiente de rugosidad (n)

Según Merrit, Frederick, la rugosidad es el grado de resistencia al paso del flujo de agua que ofrecen las paredes de la cuneta. En forma práctica, los valores del coeficiente de rugosidad que se usan para el diseño de cunetas alojadas en tierra están comprendidas entre 0.025 y 0.030, y para cunetas revestidas están entre 0.013 y 0.017 tal como se muestra en el siguiente cuadro de los coeficientes de rugosidad de Manning:

Tabla 4

Coeficiente de rugosidad según el material

Tipo de material de la cuneta	Rugosidad
Tierra: alineada y uniforme	0.25
Roca: lisos y uniformes	0.033
Roca: con salientes	0.040
Dragados de tierra	0.028
Tierra con taludes ásperos	0.030
Mampostería con piedra labrada	0.018
Mampostería con piedra de cantera	0.017
Hormigón y concreto	0.016

Fuente: Ricardo Alfredo López Cualla, "Diseño de Acueductos y Alcantarillados", Pág. 281.

2.5.2.15. Ancho de solera (b)

Según Morales Uchofen, Walter, resulta muy útil para cálculos posteriores fijar de antemano un valor para el ancho de solera, plantilla o base, con lo cual se puede manejar con facilidad las fórmulas para calcular el tirante. Está en función del caudal que transportará:

Tabla 5

Ancho de solera en relación con el caudal

Caudal Q (m ³ /s)	Solera b (m)
Menor de 0.100	0.30
Entre 0.100 y 0.200	0.50
Entre 0.200 y 0.400	0.75
Mayor de 0.400	1.00

Fuente: Walter Morales Uchofen, "Infraestructura de Riego", Pág. 46

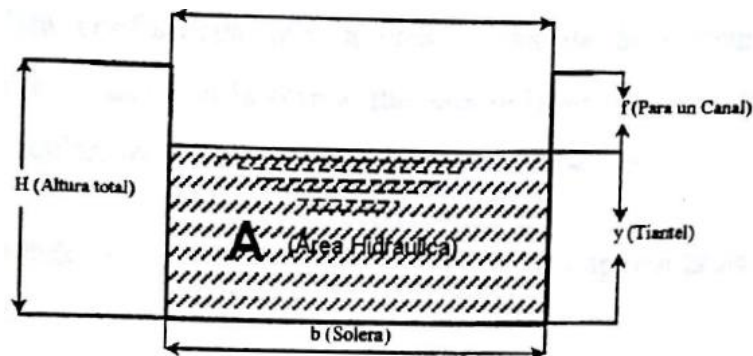


Figura 6. Sección rectangular de un canal (Fuente: Walter Morales Uchofen, "Infraestructura de Riego")

2.5.2.16. Tirante (y)

Según Morales Uchofen, Walter, el tirante de agua viene a ser la altura o profundidad que alcanzará el agua en la cuneta, su cálculo depende de varios factores como son: Área hidráulica, velocidad, talud y base o plantilla. Una regla empírica generalmente usada en los Estados Unidos, establece el valor máximo de la profundidad de las cunetas de tierra según la relación:

$$y = 1/2(A)^{(1/2)}$$

Donde:

y = Tirante hidráulico en m.

A = Área de la sección transversal en m².

Otras fuentes establecen:

$$y = b/3$$

Donde:

b = Ancho de solera o base en m.

También se puede usar la relación:

Selección de Máxima Eficiencia Hidráulica

$$B/y = 2Tg(\theta/2)$$

2.5.2.17. Área Hidráulica (A)

Según Morales Uchofen, Walter, está conformada por la caja propia de la cuneta, y está relacionada con la forma que adopta la sección que puede ser circular, rectangular, trapezoidal, triangular, etc.

Siendo los más comunes las formas trapezoidales que se obtiene usando la relación geométrica:

$$A = (b + Zy)y$$

Una vez calculado el ancho de la solera, talud y el tirante, o la ecuación de continuidad:

$$A = Q/v$$

Donde:

Q = Caudal en m³/seg.

Z = Talud

2.5.2.18. Borde libre (bl)

Según Morales Uchofen, Walter, en la determinación de la sección transversal de las cunetas, resulta siempre necesario dejar cierta altura entre la superficie libre del agua que corresponde al tirante normal y la corona de los bordes, con margen de seguridad, a fin de absorber los niveles de agua extraordinarios que puedan presentarse por encima del caudal de diseño de las cunetas; debido a efectos de sufrir el incremento de caudal por la caída de lluvias o incremento de la rugosidad (n) con el correr de los años, así tenemos:

$$BL=H - y$$

En la práctica es conveniente dejar un borde libre o resguardo igual a 1/3 del tirante:

$$BL=(1/3)(y)$$

Existen también otros criterios prácticos para designar el valor del borde libre

Tabla 6

Borde libre en relación del caudal

Caudal m3/seg	Borde libre m
Menor que 0.50	0.30
Mayores que 0.50	0.40

Fuente: Walter Morales Uchofen, "Infraestructura de Riego", Pág. 46

Tabla 7

Relación de borde libre con ancho de solera

Ancho de la solera (m)	Borde libre (m)
Hasta 0.80	0.40
De 0.80 a 1.50	0.50
De 1.50 a 3.00	0.60
De 3.00 a 20.00	1.00

Fuente: Walter Morales Uchofen, "Infraestructura de Riego", Pág. 47

2.5.2.19. Profundidad total de cunetas (h)

Según Morales Uchufen, Walter, la profundidad total de la cuneta viene a ser la altura de la caja hidráulica y se encuentra una vez conocido el valor del tirante de agua y el borde libre, así tenemos:

$$H=y + BL$$

En forma práctica, para su construcción esta profundidad se suele redondear, asumiendo su variación al borde libre, de tal manera de obtener una medida que facilite el proceso constructivo.

2.5.2.20. Velocidad (v)

Según Morales Uchofen, Walter, en el diseño de canales, la velocidad es un parámetro que es necesario verificar de tal manera que estén en un rango cuyos límites son los que se muestra en las tablas siguientes:

2.5.2.20.1. Velocidad Mínima (vmim)

Según Marín, Carlos; Menjívar, Máximo & Zavaleta, José, esta es la menor velocidad que no permite el inicio de sedimentos y que impide el crecimiento de musgo o de plantas acuáticas. Este valor es no es encontrado con facilidad, además de ser un valor incierto.

Para aguas que no tengan limos o para flujos previamente decantados, este factor es prácticamente despreciable, excepto por su efecto en el crecimiento de plantas. En general se recomiendan adoptar una velocidad media de 2 a 3 pies/s.

2.5.2.20.2. Velocidad Máxima de Erosión (vmax)

Según Rojas Rubio, Hugo, durante el diseño hay que tener en cuenta el hecho de que las velocidades de la corriente del agua en el canal excesivamente grande pueden actuar de una manera destructiva sobre el fondo y las paredes de este. La velocidad media del agua en el canal debe ser menor que la velocidad de socavación. En la Tabla N°08 se dan las velocidades admisibles límites en función de los suelos y el tipo de revestimiento en los cuales discurre el agua. Verificar que las velocidades de diseño estén comprendidas entre los límites indicados

Tabla 8

Velocidades máximas de erosión

Características del suelo o del revestimiento del canal	Velocidad en m/s
- Suelo Limoso, Turba descompuesta	0.25-0.50
- Arena Arcillosa suelta, arcillas blandas	0.70-0.80
- Turba Fibrosa poca descompuesta	0.70-1.00
- Arcilla arenosa madias y compactas	1.00-1.20
- Arcillas duras	1.20-1.80
- Encespedado	0.80-1.00
- Conglomerado	1.80-2.40
- Madera cepillada	6.00-6.50
- Concreto f'c 140 Kg/cm ²	3.80-4.40
- Concreto f'c 210 Kg/cm ²	6.60-7.40
- Plancha de acero	12.00-30.00

Fuente: Rojas Rubio, Hugo, "Manual del Curso de Irrigación y Drenaje", pág. 24

2.5.2.21. Revestimientos en cunetas

Según Morales Uchofen, Walter, cuando el suelo es deleznable y la rasante de la cuneta es igual o mayor de 4%, ésta deberá revestirse con piedra y lechada de cemento.

El revestimiento puede además ser necesario para reducir la rugosidad de la cuneta y asegurar el escurrimiento del caudal en el caso de una pendiente longitudinal muy leve.

El revestimiento de las cunetas debe de satisfacer con los siguientes requerimientos:

Disminuir las pérdidas por infiltración.

Protección contra la erosión.

Permite el flujo a mayor velocidad, permitiendo reducir la sección y por lo tanto más economía en su construcción

La capacidad de transporte de la cuneta es mayor, debido a un valor bajo del coeficiente de rugosidad.

Evita el derrumbamiento de los taludes por humedecimiento

Evita el crecimiento de plantas acuáticas.

Reduce considerablemente los costos por mantenimiento. Por lo tanto, un buen revestimiento debe de ser impermeable, resistente a la erosión, bajo costo de construcción y mantenimiento, resistente a acciones de agentes atmosféricos, plantas y animales.

2.5.3. Marco conceptual

Drenaje urbano. - Drenaje de poblados y ciudades siguiendo criterios urbanísticos.

Duración de la lluvia. - Es el intervalo de tiempo que media entre el principio y el final de la lluvia y se expresa en minutos.

Intensidad de la lluvia. - Es el caudal de la precipitación pluvial en una superficie por unidad de tiempo. Se mide en milímetros por hora (mm/hora) y también en litros por segundo por hectárea (ls / Ha).

Hidrología urbana. -Es la disciplina científica del medio ambiente que tiene por objeto el estudio del agua y de sus relaciones entre el manejo de las aguas de superficie y el desarrollo

del espacio en medio urbano. La hidrología urbana está estrechamente ligada a una técnica urbana en particular, al drenaje.

Tiempo de concentración. - Es definido como el tiempo requerido para que una gota de agua caída en el extremo más alejado de la cuenca fluya hasta los primeros sumideros y de allí a través de los conductos hasta el punto considerado.

Caudal. - Es el volumen de líquido que circula a través de una tubería, en una unidad de tiempo determinado.

Pendiente longitudinal. - Es la inclinación que tiene el conducto con respecto a su eje longitudinal.

Rasante. - Nivel de fondo terminado de un conducto del sistema de drenaje.

Revestimiento. - Recubrimiento de espesor variable que se coloca en la superficie interior de un conducto para resistir la acción abrasiva de los materiales sólidos arrastrados por el agua y/o neutralizar las acciones químicas de los ácidos y grasas que pueden contener los desechos acarreados por el agua.

Alcantarillado pluvial. - Un sistema de alcantarillado de aguas lluvias es una red de tuberías utilizada para conducir la escorrentía de una tormenta a través de una ciudad.

2.5.4. Marco histórico

En la década de los 90, el Centro Poblado San Juan, ubicado a orillas del río Huallaga y dentro de la jurisdicción del distrito de Papaplaya, producto de las consecutivas inundaciones que azota año por año a la zona, dicho pueblo fue reubicado en la que es ahora el Centro Poblado Nuevo San Juan.

La ganadería, tierras aptas para una buena agricultura, una adecuada ubicación libre de inundaciones y a esto sumamos el mejoramiento de las vías de comunicación ha provocado que la migración se incremente en esta última década.

El pueblo en conjunto, con apoyo de sus autoridades locales ha construido un sistema de drenaje empírico y en algunos casos estos se han realizado por el cauce natural de las aguas pluviales.

Posteriormente con el incremento de vehículos de carga liviana y pesada se optó por construir la única alcantarilla existente, ubicada en el Jr. Amazonas y Jr. El Porvenir. También vale agregar que la tipografía, ubicación conspira a favor del pueblo ya que está rodeado de quebradas.

Han pasado los años y el flujo económico en la zona ha mejorado sustancialmente, teniendo como centro económico al Centro Poblado de Nuevo San Juan, por lo, tanto es de vital importancia sumarlo a esto una mejor calidad de vida para los contribuyentes, el pueblo.

2.6. Hipótesis a demostrar

El diseño hidráulico y estructural del drenaje Pluvial urbano contribuirá a mejorar la calidad de vida de la población que habita el área de influencia del en el Centro Poblado Menor Nuevo San Juan, Distrito De El Porvenir, Provincia Y Región De San Martin

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

Los materiales y equipos utilizados para la elaboración de la presente tesis, son los siguientes:

3.1.1. Recursos humanos

3.1.1.1. Tesistas

Los encargados de llevar a cabo la ejecución de la presente tesis, en coordinación con el Asesor y con el apoyo del topógrafo y técnico de laboratorio de suelos de la UNSM-TARAPOTO.

3.1.1.2. Asesor

Es la persona encargada de supervisar la correcta ejecución de la presente tesis y al mismo tiempo brindar los conocimientos necesarios para que el trabajo de investigación se realice con total normalidad.

3.1.1.3. Topógrafo

Se ha visto conveniente contar con el apoyo de un topógrafo para realizar el levantamiento topográfico del lugar en donde se realiza la presente tesis.

3.1.1.4. Técnico de laboratorio de suelos

Se contó con el apoyo del técnico de Laboratorio de Suelos de la UNSM – TARAPOTO, para llevar a cabo los ensayos respectivos para la presente tesis.

3.1.2. Recursos materiales

Son todos los materiales que se utilizaron en todas las fases de la presente tesis:

3.1.2.1. Estudio hidrológico

Se ha utilizado los datos recopilados por SENAMHI.

3.1.2.2. Estudio topográfico

Prisma

Trípode

Wincha de 50m

Pintura esmalte

Libreta de campo

3.1.2.3. Estudio de mecánica de suelos

Juego de Tamices

Espátula de hoja Flexible

Recipientes, etc.

3.1.3. Recursos de equipos

Son todos los equipos que se utilizaron en todas las fases de la presente tesis:

3.1.3.1. Estudio topográfico

Estación Total

GPS

3.1.3.2. Estudio de mecánica de suelos

Equipo para Ensayo de Corte Directo de la UNSM – TARAPOTO.

Estufa

Balanza de Precisión 0.01gr

Tamizador Electrónico.

3.1.4. Otros recursos

Se utilizó materiales adicionales como son:

Laptop – Planos - Papel Bond A4, etc.

3.2. Metodología

3.2.1. Universo, muestra población

3.2.1.1. Universo

Distrito de El Porvenir.

3.2.1.2. Muestra población

Centro Poblado Menor de Nuevo San Juan, y población que la conforma.

3.2.2. Sistema de variables

3.2.2.1. Variable independiente

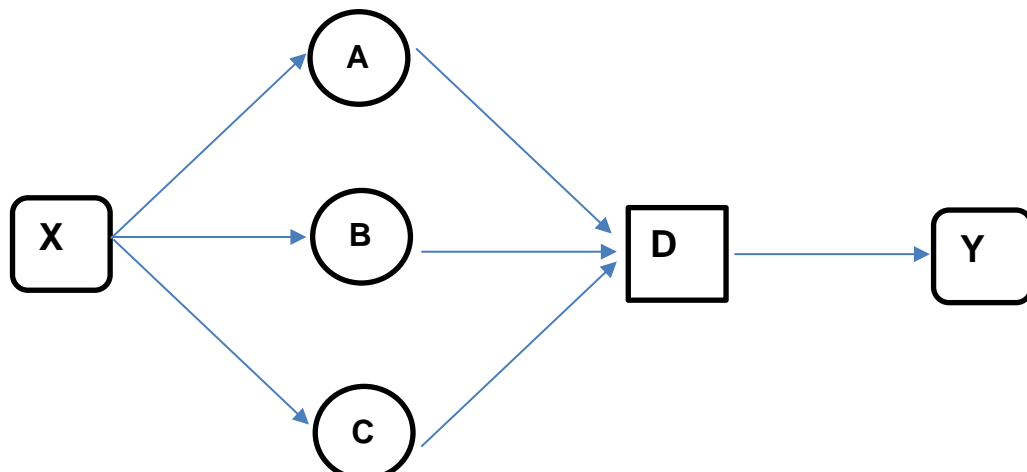
Diseño hidráulico y estructural del drenaje Pluvial urbano del Centro Poblado Menor de Nuevo San Juan, Distrito de El Porvenir, Provincia y Región De San Martín.

3.2.2.2. Variable dependiente

Contribuye en mejorar la calidad de vida de la población que habita en el Centro Poblado Menor de Nuevo San Juan, Distrito de El Porvenir, Provincia y Región de San Martín.

3.2.3. Diseño experimental de la investigación

Teniendo en cuenta las consideraciones de las expresiones de las variables del estudio, se considera el siguiente esquema de investigación:



- X = Situación del problema que requiere de la investigación para el diseño hidráulico y estructural del drenaje pluvial urbano.
- A = Efectuar estudios topográficos.
- B = Recopilación de datos Hidrológicos.
- C = Realizar estudio de mecánica de suelos
- D = Contribuye en mejorar la calidad de vida de la población que habita en el Centro Poblado Menor de Nuevo San Juan, Distrito de El Porvenir, Provincia y Región de San Martín.
- Y = Resultado de la investigación, presenta la validación de la hipótesis obteniendo el diseño hidráulico y estructural del drenaje pluvial urbano.

3.2.4. Diseño de instrumentos

A continuación, describimos el diseño de instrumentos desarrollados para la satisfactoria culminación de la presente Tesis:

3.2.4.1. Trabajos de campo

Para la ejecución de la presente Tesis se han desarrollado diferentes trabajos de campo así podemos citar:

Reconocimiento del área de estudio y calles adyacentes, analizando los trabajos a realizar. Se determinó los Puntos BM con el apoyo del GPS (BM 01 = 157.00 msnm. y BM 02 = 148.719 msnm), las mismas que se encuentra ubicados en las intersecciones del Jr. Las Flores - Jr. José Pardo y Jr. Huallaga - Jr. Amazonas respectivamente.

Se procedió a realizar el levantamiento topográfico del área en estudio, tanto planimétrico como altimétrico, logrando de esta manera tener una visión real de la topografía del terreno.

3.2.4.2. Recopilación de información

Luego del inicio de los trabajos de campo se ha procedido a la recopilación de información de las diferentes instituciones públicas y privadas para que cruzando dichas informaciones se obtenga una información consistente.

La información obtenida es la siguiente:

Información Estadística. – se ha recopilado los datos de población de la Municipalidad Distrital de El Porvenir.

Información Topográfica. – No se contó con planos catastrales, pues se tuvo que realizar el levantamiento Catastral Urbano a escala 1/1,000 y topográfico de detalle a escala 1/1,000.

Información Meteorológica. - Intensidades máximas en 24 horas, obtenida del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología San Martín, (SENAMHI) de la Estación Pelejo.

3.2.4.3. Trabajos de gabinete

Con ayuda de la información recopilada y luego de obtener una información consistente, se procede al desarrollo del trabajo de gabinete.

3.2.4.3.1. Información estadística

Con los datos de población de la Municipalidad Distrital de El Porvenir, se procedió al cálculo de población futura por el método Aritmético.

3.2.4.3.2. Información topográfica

Se ha procesado la información obtenida en el levantamiento topográfico del área en estudio, utilizando nivel de Ingeniero y teodolito convencional, luego se ha elaborado los planos de planta y perfil longitudinal del área sobre el cual se han proyectado las obras que conforman el Proyecto de la presente Tesis.

3.2.4.3.3. Información estadística

Basándose en la información obtenida de la estación Pelejo "Intensidades Máximas en 24 horas", se ha desarrollado el cálculo de la Intensidad Máxima de Precipitación obtenidos por métodos hidrológicos: Gumbell y Gumbell Tipo I.

3.2.4.3.4. Diseño hidráulico

Contando con los elementos fundamentales del análisis de una tormenta, tales como: Intensidad, duración, frecuencia, tiempo de concentración, período de retomo, se procedió al cálculo de los caudales respectivos que permitió el mencionado diseño.

3.2.5. Procesamiento de información

El procesamiento de la información para la elaboración de la presente tesis es la siguiente:

3.2.5.1. Información básica requerida

3.2.5.1.1. Estadística

La población futura se calculará para un periodo de Diseño de 20 años por lo que la población estimada será para el año de 2035.

Año	Población
2000	148
2007	769
2015	1455

Método aritmético para el cálculo de la población futura

$P_f = P_0 + r(t - t_0)$	$P_f = P_0 + r(t - t_0)$	$r = ((P_f - P_0)) / ((t - t_0)) = \Delta P / \Delta t$
--------------------------	--------------------------	---

Donde:

P_f: población futura

P₀: población actual

r: razón del crecimiento

t: tiempo en el instante para el cual se calcula la población

t₀: tiempo en el instante se determina la población actual

Tabla 9

Calculo de la población futura

Año	Población	AP	AT	r
2000	148	621	7	88.71
2007	769	689	8	85.75
2015	1455			
			$\Sigma =$	174.46

Fuente: Municipalidad Distrital de El Porvenir

R (Promedio) = 87.23

La población futura en el 2035 será:

$$P_{2027} = 1455 + 87.23 (15)$$

$$P_{2027} = 2763.482$$

$$P_f = 2,764 \text{ hab.}$$

2. Método Geométrico para el Cálculo de la Población Futura

$$P_f = P_0 * r^{(t - t_0)}$$

$$P = P_0 \times r^{((t - t_0))}$$

$$r = \sqrt[(t - t_0)]{(P_{i+1}) / P_i}$$

$$r_{\text{promedio}} = \sqrt[n]{r_i \times r_{(i+1)} \times r_{(i+2)} \times r_{(i+3)} \times \dots \times r_n}$$

Donde :

P_f : población futura

P₀ : población actual

r : razón de crecimiento

t : tiempo en el instante en el que se calcula la población

t₀ : tiempo en el instante se determina la población actual

AÑO	POBLACIÓN	Δt	r
2000	148	7	1.265
2007	769	8	1.083
2015	1455		

$$r(\text{Promedio}) = \bar{r} = 1.02$$

La población futura en el 2035 será:

$$P_{2035} = 1455 \times (1.02)^{20}$$

$$P_{2035} = 1993.97$$

$$P_f = 1,994 \text{ hb}$$

1. Método Aritmético	3200
2. Método Geométrico	1994
Total	5194
Promedio	2597

La población futura para el 2035 será : 2597 Habitantes.

RESUMEN:

AÑO	POBLACIÓN
2000	148
2007	769
2015	1455

3.2.5.1.2. Topografía

A partir de la información topográfica se ha definido las cotas absolutas de los puntos, corrida desde el punto de nivel absoluto (BM) ubicado en las intersecciones del Jr. Las Flores - Jr. José Pardo presentando una cota de 157 m.s.n.m.

A partir de este punto se ha realizado el levantamiento topográfico, tanto altimétrico como planimétrico, con la ayuda de teodolito y nivel del Ingeniero, logrando con estos datos calcular la pendiente aplicando la siguiente fórmula:

$$S(\%) = \frac{\text{Cota inicial} - \text{Cota final}}{\text{longitud}} * 100$$

A continuación, se presenta el cuadro N° 10 conteniendo información topográfica básica como longitud de calles, cotas de terreno, pendientes y desniveles:

Tabla 10*Información topográfica de calles*

Colector	Tramo	Calle	Longitud	Cota terreno		Desnivel M	Pendiente %
				Inicio	Final		
Colector N°1	09 - 10	Jr. Las Flores	77.50	156.745	155.410	1.335	1.72
Alcantarilla	10 - 26	Jr. Las Flores	7.20	155.410	155.220	0.19	2.64
Colector N°1	26 - 27	Jr. Las Flores	77.50	155.220	154.050	1.17	1.51
Alcantarilla	27 - 38	Jr. Las Flores	7.20	154.050	154.000	0.05	0.69
Colector N°1	38 - 39	Jr. Las Flores	78.50	154.000	152.880	1.12	1.43
Alcantarilla	39 - 50	Jr. Las Flores	7.20	152.880	152.850	0.03	0.42
Colector N°1	50 - 51	Jr. Las Flores	118.50	152.850	151.280	1.57	1.32
Colector N°1	51 - 52	Jr. Las Mercedes	50.50	151.280	150.500	0.78	1.54
Colector N°2	13 - 14	Jr. Amazonas	75.00	154.910	154.690	0.22	0.29
Alcantarilla	14 - 30	Jr. Amazonas	7.20	154.690	154.540	0.15	2.08
Colector N°2	30 - 31	Jr. Amazonas	76.50	154.540	153.360	1.18	1.54
Alcantarilla	31 - 42	Jr. Amazonas	7.20	153.360	152.870	0.49	6.81
Colector N°2	42 - 43	Jr. Amazonas	78.50	152.870	152.410	0.46	0.59
Alcantarilla	43 - 48	Jr. Wilfredo Paredes	7.20	152.410	152.240	0.17	2.36
Colector N°2	48 - 47	Jr. Wilfredo Paredes	61.00	152.240	151.550	0.69	1.13
Colector N°3	34 - 35	Jr. Tarapoto	76.00	153.441	152.800	0.641	0.84
Alcantarilla	35 - 46	Jr. Tarapoto	7.20	152.800	152.500	0.3	4.17
Colector N°3	46 - 47	Jr. Tarapoto	78.00	152.500	151.550	0.95	1.22
Alcantarilla	47 - 54	Jr. Tarapoto	7.20	151.500	151.500	0	0.00
Colector N°4	54 - 55	Jr. Tarapoto	117.00	151.500	150.260	1.24	1.06
Alcantarilla	55 - 72	Jr. Tarapoto	7.20	150.260	150.500	0.24	3.33
Colector N°4	72 - 73	Jr. Tarapoto	107.50	150.500	150.240	0.26	0.24
Alcantarilla	73 - 87	Jr. Tarapoto	7.20	150.240	149.900	0.34	4.72
Colector N°4	87 - 88	Jr. Tarapoto	66.50	149.900	148.950	0.95	1.43
Alcantarilla	88 - 99	Jr. Tarapoto	7.20	148.950	148.580	0.37	5.14
Colector N°4	99 - 100	Jr. Tarapoto	68.00	148.580	147.700	0.88	1.29
Alcantarilla	100 - 109	Jr. Tarapoto	7.20	147.700	147.800	0.10	1.39
Colector N°4	109 - 109	Jr. Tarapoto	32.00	147.800	147.240	0.56	1.75
Colector N°5	60 - 59	Jr. Las Mercedes	74.50	150.220	149.000	1.22	1.64
Alcantarilla	59 - 64	Jr. Las Mercedes	7.50	149.000	148.780	0.22	2.93
Colector N°5	64 - 63	Jr. Las Mercedes	50.00	148.780	148.680	0.10	0.20
Colector N°6	68 - 69	Jr. Amazonas	106.00	151.077	149.650	1.427	1.35
Alcantarilla	69 - 83	Jr. Amazonas	7.20	149.650	149.520	0.13	1.81
Colector N°6	83 - 84	Jr. Amazonas	66.00	149.520	148.900	0.62	0.94
Alcantarilla	84 - 95	Jr. Amazonas	7.20	148.900	148.820	0.08	1.11
Colector N°6	95 - 96	Jr. Amazonas	67.50	148.820	148.550	0.27	0.40

Alcantarilla	96 - 107	Jr. Amazonas	7.20	148.550	148.460	0.09	1.25
Colector N°6	107 - 107	Jr. Amazonas	44.00	148.460	147.330	1.13	2.57
Colector N°7	126 - 125	Carretera Papaplaya	43.00	155.420	154.550	0.87	2.02
Alcantarilla	125 - 122	Carretera Papaplaya	7.20	154.550	154.410	0.14	1.94
Colector N°7	122 - 121	Carretera Papaplaya	256.50	154.410	151.340	3.07	1.20

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Información topográfica de calles

Colector	Tramo	Calle	Longitud	Cota terreno		Desnivel M	Pendiente %
				Inicio	Final		
Alcantarilla	121 - 120	Carretera Papaplaya	7.20	151.340	151.210	0.13	1.81
Colector N°7	120 - 119	Carretera Papaplaya	106.00	151.210	149.600	1.61	1.52
Alcantarilla	119 - 116	Carretera Papaplaya	7.20	149.600	149.500	0.1	1.39
Colector N°7	116 - 115	Carretera Papaplaya	135.50	149.500	148.120	1.38	1.02
Colector N°7	115 - 114	Jr. Huallaga	56.50	148.820	146.600	2.22	3.93
Alcantarilla	114 - 113	Jr. Huallaga	8.00	146.600	146.490	0.11	1.37
Colector N°8	127 - 128	Carretera Papaplaya	50.50	154.828	154.500	0.328	0.65
Alcantarilla	128 - 129	Carretera Papaplaya	7.20	154.500	154.120	0.38	5.28
Colector N°8	129 - 130	Carretera Papaplaya	249.50	154.120	151.000	3.12	1.25
Alcantarilla	130 - 133	Carretera Papaplaya	7.20	151.000	150.960	0.04	0.56
Colector N°8	133 - 134	Carretera Papaplaya	247.50	150.960	148.210	2.75	1.11
Alcantarilla	134 - 112	Carretera Papaplaya	14.00	148.210	148.300	0.09	0.64
Colector N°8	112 - 113	Carretera Papaplaya	62.00	148.300	146.490	1.81	2.92
Cuneta N°9	02 - 03	Jr. José Pardo	167.90	158.771	156.670	2.101	1.25
Cuneta N°10	08 - 09	Jr. José Pardo	159.07	158.698	156.600	2.098	1.32
Cuneta N°11	04 - 03	Jr. Las Flores	84.50	157.517	156.670	0.847	1.00
Alcantarilla	03 - 09	Jr. Las Flores	7.20	156.670	156.600	0.07	0.97
Cuneta N°12	05 - 06	Jr. Las Flores	84.00	157.620	156.720	0.9	1.07
Cuneta N°12	06 - 07	Jr. José Pardo	64.00	156.720	155.500	1.22	1.91
Alcantarilla	07 - 13	Jr. Amazonas	7.20	155.500	155.000	0.5	6.94
Cuneta N°13	12 - 13	Jr. José Pardo	61.00	156.377	155.000	1.377	2.26
Cuneta N°14	12 - 15	Jr. Las Flores	75.00	156.377	155.540	0.837	1.12
Cuneta N°14	15 - 14	Jr. Jorge Reyna	62.50	155.540	154.690	0.85	1.36
Cuneta N°15	16 - 19	Jr. Amazonas	72.00	154.892	154.560	0.332	0.46
Cuneta N°15	19 - 18	Jr. Jorge Reyna	60.00	154.560	153.820	0.74	1.23
Cuneta N°16	17 - 18	Jr. Tarapoto	60.00	155.036	153.820	1.216	2.03
Alcantarilla	18 - 34	Jr. Tarapoto	7.20	153.820	153.500	0.32	4.44
Cuneta N°17	33 - 34	Jr. Jorge Reyna	57.50	154.481	153.500	0.981	1.71
Cuneta N°18	33 - 36	Jr. Amazonas	73.50	154.618	153.330	1.288	1.75
Cuneta N°18	36 - 35	Jr. 9 de Abril	60.50	153.330	152.800	0.53	0.88
Cuneta N°19	29 - 30	Jr. Jorge Reyna	59.50	155.384	154.540	0.844	1.42
Cuneta N°20	29 - 32	Jr. Las Flores	74.50	155.287	154.050	1.237	1.66
Cuneta N°20	32 - 31	Jr. 9 de Abril	61.50	154.050	153.360	0.69	1.12
Cuneta N°21	11 - 10	Jr. Jorge Reyna	96.25	155.171	155.487	-0.316	-0.33

Cuneta N°22	25 - 26	Jr. Jorge Reyna	57.00	155.599	155.220	0.379	0.66
Cuneta N°23	28 - 27	Jr. 9 de Abril	65.50	155.137	154.050	1.087	1.66
Cuneta N°24	37 - 38	Jr. 9 de Abril	66.50	153.860	154.000	-0.14	-0.21
Cuneta N°25	40 - 39	Jr. Wilfredo Paredes	46.50	153.884	152.880	1.004	2.16
Cuneta N°26	41 - 42	Jr. 9 de Abril	58.50	153.887	152.870	1.017	1.74
Cuneta N°27	41' - 44	Jr. Las Flores	75.65	153.000	153.000	0	0.00
Cuneta N°27	44 - 43	Jr. Wilfredo Paredes	60.73	153.051	152.410	0.641	1.06

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Información topográfica de calles

Colector	Tramo	Calle	Longitud	Cota terreno		Desnivel M	Pendiente %
				Inicio	Final		
Cuneta N°28	45 - 46	Jr. 9 de Abril	56.50	153.064	152.500	0.564	1.00
Cuneta N°29	45' - 48	Jr. Amazonas	75.00	154.940	152.240	2.7	3.60
Cuneta N°30	20 - 24	Jr. Tarapoto	228.50	151.500	151.500	0	0.00
Cuneta N°30	24 - 23	Jr. Wilfredo Paredes	78.00	149.850	149.850	0	0.00
Alcantarilla	23 - 58	Jr. Wilfredo Paredes	8.50	149.916	149.600	0.316	3.72
Cuneta N°31	21 - 22	Jr. Wilfredo Paredes	87.50	149.810	149.810	0	0.00
Alcantarilla	22 - 61	Jr. Wilfredo Paredes	8.00	149.963	149.760	0.203	2.54
Cuneta N°32	62 - 61	Jr. Wilfredo Paredes	86.00	149.760	149.760	0	0.00
Cuneta N°32	61 - 64	Jr. Dos De Mayo	117.00	151.328	148.780	2.548	2.18
Cuneta N°33	57 - 58	Jr. Wilfredo Paredes	80.00	149.600	149.600	0	0.00
Cuneta N°33	58 - 59	Jr. Dos De Mayo	119.00	151.397	149.000	2.397	2.01
Cuneta N°34	57' - 60	Jr. Tarapoto	113.50	152.376	150.230	2.146	1.89
Cuneta N°35	53 - 54	Jr. Wilfredo Paredes	123.50	152.543	151.500	1.043	0.84
Cuneta N°36	53' - 56	Jr. Las Flores	114.00	151.350	151.350	0	0.00
Cuneta N°36	56 - 55	Jr. Las Mercedes	130.50	153.440	150.260	3.18	2.44
Cuneta N°37	49 - 50	Jr. Wilfredo Paredes	46.50	151.427	152.850	-1.423	-3.06
Cuneta N°38	66 - 65	Jr. Las Mercedes	42.00	151.520	151.520	0.00	0.00
Alcantarilla	65 - 52	Jr. Las Mercedes	8.50	151.373	150.500	0.87	10.27
Cuneta N°39	67 - 68	Jr. Las Mercedes	64.00	149.530	151.100	-1.57	-2.45
Cuneta N°40	69' - 70	Jr. El Porvenir	57.50	149.500	149.500	0	0.00
Alcantarilla	70 - 82	Jr. El Porvenir	10.00	151.281	148.590	2.691	26.91
Cuneta N°41	71 - 72	Jr. Las Mercedes	59.50	151.144	150.500	0.644	1.08
Cuneta N°42	71' - 74	Jr. Amazonas	105.00	149.904	149.904	0	0.00
Alcantarilla	74 - 83	Jr. Amazonas	11.00	150.080	150.080	0	0.00
Cuneta N°43	73' - 74	Jr. El Porvenir	64.50	149.670	149.670	0	0.00
Cuneta N°44	75 - 76	Jr. Las Mercedes	71.00	149.200	149.200	0	0.00
Alcantarilla	76 - 79	Jr. Las Mercedes	7.50	149.120	149.120	0	0.00
Cuneta N°44	79 - 80	Jr. Las Mercedes	40.50	149.090	149.090	0	0.00
Alcantarilla	80 - 63	Jr. Las Mercedes	8.50	152.382	148.680	3.702	43.55
Cuneta N°45	75' - 78	Jr. Tarapoto	105.00	150.120	150.120	0	0.00
Cuneta N°45	78 - 77	Jr. El Porvenir	63.00	149.500	149.500	0	0.00
Cuneta N°45	77 - 76	Jr. Dos De Mayo	108.50	149.913	149.200	0.713	0.66
Cuneta N°46	90 - 91	Jr. El Porvenir	61.00	149.450	149.450	0	0.00

Alcantarilla	'91 - 81	Jr. El Porvenir	10.00	149.530	149.530	0.00	0.00
Cuneta N°46	'81 - 79	Jr. Dos De Mayo	111.00	149.893	149.120	0.773	0.70
Cuneta N°47	'90' - 93	Jr. Tarapoto	61.50	148.830	148.830	0	0.00
Cuneta N°47	'93 - 92	Jr. San Juan	54.50	148.500	148.500	0	0.00
Alcantarilla	'92 - 103	Jr. San Juan	9.50	149.846	148.130	1.716	18.06
Cuneta N°48	'87' - 86	Jr. El Porvenir	64.50	149.630	149.630	0	0.00
Cuneta N°48	'86 - 89	Jr. Amazonas	68.50	148.970	148.970	0	0.00
Cuneta N°48	'89 - 88	Jr. San Juan	67.00	149.577	148.950	0.627	0.94

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Información topográfica de calles

Colector	Tramo	Calle	Longitud	Cota terreno		Desnivel M	Pendiente %
				Inicio	Final		
Cuneta N°49	'83' - 82	Jr. El Porvenir	64.00	148.834	148.590	0.244	0.38
Cuneta N°50	'84' - 85	Jr. San Juan	38.50	148.500	148.500	0	0.00
Alcantarilla	'85 - 94	Jr. San Juan	8.50	148.732	147.850	0.882	10.38
Cuneta N°51	'95' - 94	Jr. San Juan	41.50	148.533	147.850	0.683	1.65
Cuneta N°52	'96' - 97	Jr. Huallaga	70.00	149.100	147.110	1.99	2.84
Cuneta N°53	'98 - 99	Jr. San Juan	66.50	149.105	148.580	0.525	0.79
Cuneta N°54	'98' - 101	Jr. Amazonas	58.00	148.630	148.630	0	0.00
Cuneta N°54	'101 - 100	Jr. Huallaga	64.00	148.982	147.400	1.582	2.47
Cuneta N°55	'102 - 103	Jr. San Juan	59.00	149.118	148.130	0.988	1.67
Cuneta N°56	'102' - 105	Jr. Tarapoto	65.00	147.500	147.500	0	0.00
Alcantarilla	'105 - 110	Jr. Tarapoto	7.20	147.620	147.620	0.00	0.00
Cuneta N°56	'110 - 110'	Jr. Tarapoto	24.50	147.710	147.710	0.00	0.00
Alcantarilla	'110' - 109'	Jr. Tarapoto	8.00	147.836	147.240	0.60	7.45
Cuneta N°57	'104 - 105	Jr. Huallaga	48.50	147.797	147.500	0.30	0.61
Cuneta N°58	'111 - 110	Jr. Huallaga	33.50	148.649	147.620	1.029	3.07
Cuneta N°59	'108 - 109	Jr. Huallaga	61.50	148.656	147.800	0.856	1.39
Cuneta N°60	'108' - 106'	Jr. Amazonas	30.00	147.610	147.610	0	0.00
Alcantarilla	'106' - 107'	Jr. Amazonas	10.00	148.436	147.330	1.106	11.06
Cuneta N°61	'105' - 106	Jr. Huallaga	63.50	147.900	147.900	0	0.00
Alcantarilla	'106 - 97	Jr. Huallaga	8.00	148.819	147.110	1.709	21.36
Cuneta N°62	'117 - 116	Jr. El Porvenir	61.00	149.928	149.500	0.43	0.70
Cuneta N°63	'118 - 119	Jr. El Porvenir	60.50	154.626	149.570	5.056	8.36
Cuneta N°64	'123 - 122	Jr. Jorge Reyna	76.00	154.621	154.520	0.10	0.13
Cuneta N°65	'124 - 125	Jr. Jorge Reyna	74.50	151.150	154.540	3.39	4.55
Cuneta N°66	'131 - 130	Jr. Las Mercedes	30.00	150.518	151.000	-0.482	-1.61
Cuneta N°67	'132 - 133	Jr. Las Mercedes	41.00	150.500	150.960	0.46	1.12

Fuente: Elaboración propia

3.2.5.1.3. Hidrología

La hidrología es la ciencia que estudia el agua en todos sus estados, su distribución y su relación en la vida con el hombre y el medio ambiente.

Es así como existen Proyectos hidráulicos de dos tipos; los proyectos que se refieren al uso del agua y los que refieren a la defensa contra los daños que ocasiona el agua. Los proyectos típicos de uso del agua son los abastecimientos de agua potable, los de irrigación y los de aprovechamiento hidráulico; los proyectos típicos de defensa son las obras de drenaje urbano, tema de la presente Tesis, drenaje vial y drenaje agrícola, además encauzamientos de ríos, defensa contra inundaciones, y otros.

En el Perú el ciclo hidrológico es irregular, una muestra de ello son los periodos de inundaciones y sequías a los que estamos sometidos, es por ello que el hombre se previene ante estas irregularidades quedando a criterio del Ingeniero los métodos a emplear, ayudado siempre de los estudios de nuestros recursos hidrológicos realizados, así como de la información recopilada por instituciones como el SENAMHI, IGN, etc.

3.2.5.1.3.1. Precipitación

Las precipitaciones son toda forma de humedad que originándose en las nubes llega a la superficie terrestre según el levantamiento del aire que favorece el enfriamiento necesario para dar lugar a las tormentas. A estos últimos se les define como el conjunto de lluvias que obedece a una misma perturbación meteorológica y características bien definidas, puede durar de escasos minutos a días enteros y puede abarcar desde una zona pequeña hasta una región.

En la presente Tesis se trabajará con un periodo de registro de 20 años de precipitación máxima en 24 horas. (mm). Los registros se presentan en el Cuadro N° 11.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI

Dirección Regional San Martín

Estación: Pelejo

Latitud: 06°13'00''S

Longitud: 75°48'30''W

Altitud: 19 m.s.n.m.

Departamento: San Martín

Provincia: San Martín

Distrito: El porvenir

Tabla 11

Percepción máxima caída en 24 horas (mm)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1994	42.6	34.8	75.6	69.4	55.6	41.8	47.8	23.8	48.8	22.8	33.8	77.8
1995	18.0	41.0	63.2	45.0	58.8	23.0	20.8	37.8	74.0	59.0	31.0	54.0
1996	57.0	77.8	54.0	33.8	67.5	42.8	85.3	8.8	35.0	30.5	35.5	42.6
1997	70.0	34.1	53.6	42.8	35.0	14.5	27.0	15.0	38.7	18.0	25.0	40.0
1998	28.3	74.9	104.7	57.2	28.7	10.2	26.2	23.0	34.0	30.0	119.0	155.0
1999	62.3	49.0	94.0	31.5	59.0	30.8	18.0	26.0	50.0	57.5	78.0	47.5
2000	51.5	62.5	68.5	99.5	48.0	26.0	32.0	53.7	61.3	89.0	73.2	23.7
2001	37.0	47.2	36.0	114.5	56.5	27.4	69.0	12.8	39.3	54.8	85.5	42.3
2002	39.9	60.5	22.3	86.8	67.2	44.8	34.8	37.0	27.8	44.5	29.8	59.8
2003	77.6	27.0	50.2	29.2	34.3	104.5	14.7	28.7	82.6	27.5	75.3	104.6
2004	27.0	23.0	21.0	58.4	69.5	14.7	49.9	31.6	41.5	68.5	50.4	73.1
2005	89.7	42.0	47.3	102.7	37.5	36.2	47.5	53.8	40.0	59.3	45.4	63.5
2006	38.3	56.0	65.5	78.3	38.3	20.5	59.8	31.7	23.8	58.0	41.6	44.3
2007	94.1	68.8	68.2	71.6	68.2	10.0	33.0	25.0	70.0	75.0	40.9	32.0
2008	41.2	34.0	72.0	99.5	128.8	41.9	29.9	40.9	73.2	148.8	80.4	37.3
2009	64.8	59.0	63.7	78.8	60.7	50.2	50.3	40.8	68.5	60.2	15.3	46.7
2010	35.5	101.9	71.8	40.6	54.3	19.4	17.9	50.8	85.1	56.0	40.6	64.7
2011	26.4	18.0	66.8	35.2	36.5	25.6	27.3	41.5	138.4	58.7	90.0	101.6
2012	80.3	53.5	37.5	95.6	30.3	45.9	58.6	40.8	40.6	67.4	60.3	69.5
2013	90.4	59.5	40.9	58.5	38.4	36.8	71.9	28.7	63.2	38.2	94.7	50.8

Fuente: SENAMHI – San Matin

3.2.5.1.3.2. Análisis estadístico de la precipitación máxima en 24 horas

De la información pluviométrica obtenida de la Oficina del SENAMHI, tomamos los valores de precipitación máxima y ordenamos los valores de la siguiente manera (Cuadro N° 15).

Tabla 12

Ocurrencia cronológica de la precipitación

Año	Precipitación (mm)
1994	77.80
1995	74.00
1996	85.30
1997	70.00
1998	155.00
1999	94.00
2000	99.50
2001	114.30
2002	86.80
2003	104.60
2004	73.10
2005	102.70
2006	78.30
2007	94.10
2008	148.80
2009	78.80
2010	101.90
2011	138.40
2012	95.60
2013	94.70

Fuente: SENAMHI – San Martín

Luego procedemos a ordenar el valor de las precipitaciones en orden decreciente. Para obtener los datos del período de retomo se procede de la siguiente manera:

$$P(x) = m/(n+1)$$

Donde:

m = Número de orden y

n = Número de datos.

Así tenemos:

$$P(x) = 1/(20+1)$$

$$P(x) = 0.0476$$

Además, se calculará la medida aritmética mediante la siguiente fórmula:

$$\bar{Y} = \frac{1967.70}{20} = 98.39$$

Reemplazando este valor en la expresión en la expresión siguiente:

$$(Y_i - \bar{Y})^2$$

Luego estos valores son trabajados independientemente con cada valor y son compilados y presentados en el cuadro N°13.

Tabla 13

Ordenamiento y análisis estadístico de la información pluviométrica

N° DE ORDEN	PRECIPITACION EN ORDEN DECRECIENTE	FRECUENCIA m/(n+1)	PERIODO DE RETORNO (n+1)/m	$(Y_i - \bar{y})^2$
1	155.00	0.0476	21.00	3205.26
2	148.80	0.0952	10.50	2541.67
3	138.40	0.1429	7.00	1601.20
4	114.30	0.1905	5.25	253.29
5	104.60	0.2381	4.20	38.63
6	102.70	0.2857	3.50	18.62
7	101.90	0.3333	3.00	12.36
8	99.50	0.3810	2.63	1.24
9	95.60	0.4286	2.33	7.76
10	94.70	0.4762	2.10	13.58
11	94.10	0.5238	1.91	18.36
12	94.00	0.5714	1.75	19.23
13	86.80	0.6190	1.62	134.21
14	85.30	0.6667	1.50	171.22
15	78.80	0.7143	1.40	383.57
16	78.30	0.7619	1.31	403.41
17	77.80	0.8095	1.24	423.74
18	74.00	0.8571	1.17	594.63
19	73.10	0.9048	1.11	639.33
20	70.00	0.9524	1.05	805.71
Σ	1967.70			11287.02

Fuente: SENAMHI – San Martin

3.2.5.1.3.3. Cálculo del tiempo de concentración

Empleando la fórmula siguiente:

$$T_c = \left| \frac{0.871L^3}{H} \right|^{0.385} \times 60$$

Donde:

Tc: Tiempo de concentración (min)

L: Longitud de recorrido (Km)

H: Diferencia de niveles (m)

Se ha calculado el tiempo de concentración para cada colector y los resultados se muestran en el cuadro N° 14.

Tabla 14

Resumen de valores del tiempo de concentración

Colector	Longitud km	Desnivel	Tiempo de concentración (min)
		m	
Colector N°1	0.42	6.1	10.530
Colector N°2	0.31	3.45	9.220
Colector N°3	0.17	2	5.567
Colector N°4	0.42	4.26	11.949
Colector N°5	0.13	1.55	4.635
Colector N°6	0.31	3.77	8.664
Colector N°7	0.63	8.96	14.267
Colector N°8	0.64	8.49	14.857
Cuneta N°9	0.17	2.08	5.506
Cuneta N°10	0.16	2.01	5.199
Cuneta N°11	0.09	0.9	3.752
Cuneta N°12	0.16	2.57	4.600
Cuneta N°13	0.06	1.38	1.987
Cuneta N°14	0.06	1.67	1.899
Cuneta N°15	0.13	1.03	5.425
Cuneta N°16	0.07	1.54	2.130
Cuneta N°17	0.06	0.97	2.126
Cuneta N°18	0.13	1.75	4.501
Cuneta N°19	0.06	0.66	2.565
Cuneta N°20	0.14	1.93	4.409
Cuneta N°21	0.10	0.04	13.155
Cuneta N°22	0.06	0.78	2.289
Cuneta N°23	0.07	1.57	2.053
Cuneta N°24	0.07	1.2	2.317
Cuneta N°25	0.05	1.07	1.602
Cuneta N°26	0.06	0.96	2.177
Cuneta N°27	0.08	0.87	3.036
Cuneta N°28	0.06	0.54	2.610
Cuneta N°29	0.08	0.78	3.143

Cuneta N°30	0.32	5.28	7.896
-------------	------	------	-------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14*Resumen de valores del tiempo de concentración*

Colector	Longitud km	Desnivel	Tiempo de concentración (min)
		m	
Cuneta N°31	0.10	0.14	8.048
Cuneta N°32	0.20	1.17	8.491
Cuneta N°33	0.20	2.44	6.253
Cuneta N°34	0.11	1.16	4.353
Cuneta N°35	0.12	0.88	5.337
Cuneta N°36	0.24	2.26	8.169
Cuneta N°37	0.05	0.65	1.941
Cuneta N°38	0.05	0.78	1.990
Cuneta N°39	0.06	0.2	4.419
Cuneta N°40	0.07	0.93	2.600
Cuneta N°41	0.06	0.65	2.580
Cuneta N°42	0.11	1.46	3.641
Cuneta N°43	0.08	0.63	3.438
Cuneta N°44	0.13	1.33	4.723
Cuneta N°45	0.28	1.14	12.255
Cuneta N°46	0.18	0.78	8.750
Cuneta N°47	0.13	1.67	4.249
Cuneta N°48	0.20	0.9	9.233
Cuneta N°49	0.06	0.84	2.543
Cuneta N°51	0.04	0.88	1.515
Cuneta N°52	0.07	1.42	2.304
Cuneta N°53	0.07	0.53	3.174
Cuneta N°54	0.12	1.71	4.075
Cuneta N°55	0.06	0.88	2.274
Cuneta N°56	0.10	1.9	3.279
Cuneta N°57	0.05	0.15	3.583
Cuneta N°58	0.03	0.13	2.470
Cuneta N°59	0.06	0.84	2.429
Cuneta N°60	0.04	1.37	1.224
Cuneta N°61	0.07	1.3	2.443
Cuneta N°62	0.06	0.42	3.142
Cuneta N°63	0.06	0.43	3.084
Cuneta N°64	0.08	0.02	13.077
Cuneta N°65	0.07	0.04	9.786
Cuneta N°66	0.03	0.27	1.641

Cuneta N°67	0.04	0.46	1.917
-------------	------	------	-------

Fuente: Elaboración propia

Observamos que el tiempo de concentración es menor a una hora, y como la intensidad de lluvia no es constante para un registro diario, de manera que se ha comprobado estadísticamente, que se distribuya en porcentajes en función del 100% del tiempo de duración como observamos en el siguiente ítem.

3.2.5.1.3.4.Cálculo de la intensidad máxima de diseño

Para el cálculo de la intensidad máxima se han aplicado los métodos Gumbell tipo I y Gumbell propiamente dicho que se desarrolla a continuación

Método de Gumbell tipo I

Aplicando F(G) calculamos las intensidades para períodos de retomo.

$$F(G) = e^{-e^{-\delta i}} \dots (a)$$

$$F(G) = 1 - 1/TR \dots (b)$$

Igualando (a) con (b) obtenemos

Formula General

$$e^{-e^{-\delta(i)}} = 1 - 1/TR$$

Donde:

TR es el tiempo de retomo en años.

A continuación, procedemos a calcular valores de parámetros que interviene en la fórmula.

Desviación estándar(s)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - \bar{Y})^2}{n - 1}}$$

Reemplazando valores tenemos:

$$S = \sqrt{\frac{11,287.02}{19}}$$

$$S = 24.37 \text{ m.m.}$$

Parámetro de dispersión (α)

$$\alpha = \sqrt{6} \times S / \pi$$

$$\alpha = \sqrt{6} \times 24.37 / \pi$$

$$\alpha = 19.00 \text{ m.m.}$$

Moda de distribución (μ)

$$\mu = \bar{Y} - 0.45 S$$

$$\mu = 98.39 - 0.45 * 24.37$$

$$\mu = 87.42 \text{ m.m.}$$

Empleando la fórmula para un período de retomo de 25 años (TR = 25 años), el mismo procedimiento, se desarrolla para los demás tiempos de retomo.

$$e^{-e^{-\delta(i)}} = 1 - 1/TR$$

$$e^{-e^{-\delta(i)}} = 1 - 1/25$$

$$\ln(e^{-e^{-\delta(i)}}) = \ln(0.96)$$

$$\ln(-e^{-\delta(i)}) = -0.04082$$

$$\delta(i)_{25} = 3.1985 \quad (a)$$

$$\delta(i)_5 = 1.4999$$

$$\delta(i)_{10} = 2.2504$$

$$\delta(i)_{15} = 2.6738$$

$$\delta(i)_{20} = 2.9702$$

$$\delta(i)_{50} = 3.9019$$

$$\delta(i)_{100} = 4.6001$$

Reemplazando en la fórmula Variable reducida (δ) y conociendo los valores de las variables δ , μ , α , calculadas anteriormente, se procede a reemplazar y despejar Y .

$$\delta = (Y - \mu)/\alpha$$

$$3.1985 = (Y - 87.42)/19.00$$

$$Y_{25} = 148.19 \text{ m. m}$$

Tabla 15

Resumen de valores de tm vs precip.

Periodo de retorno Tm (años)	Precipitación (mm)
5	115.918
10	130.178
15	138.222
20	143.854
25	148.192
50	161.556
100	174.822

Fuente: Método gumbell tipo I

Método de Gumbell

Aplicando la fórmula que servirá para calcular la intensidad de diseño para cualquier período de retomo.

$$\psi = \bar{y} - \frac{S_y}{G_n} \left\{ y_n + \ln \cdot \ln \left(\frac{Tm}{Tm-1} \right) \right\}$$

Donde:

Ψ : Precipitación de diseño (mm)

Tm : Período de retoño (años)

Gn, yn: Desviación estándar y media en función del tamaño de la muestra.

Luego de la Tabla N° 02 del anexo considerando para n = 20

$$y_n = 0.52$$

$$G_n = 1.06$$

Además, conociendo los valores de la media aritmética y desviación estándar procedemos a reemplazar en la fórmula 01.

$$\bar{Y} = 98.39 \text{ m. m}$$

$$S_y = 24.37 \text{ m. m.}$$

$$\Psi = 98.39 - \frac{24.37}{1.06} \left[0.52 + \ln. \ln \left(\frac{Tm}{Tm - 1} \right) \right]$$

$$\Psi_{20} = 154.72 \text{ mm.}$$

Empleando la fórmula para un periodo de retomo de 25 dos ($Tm = 25$)

$$\Psi = 98.39 - \frac{24.37}{1.085} \left[0.53 + \ln. \ln \left(\frac{Tm}{Tm - 1} \right) \right]$$

$$\Psi_{25} = 158.33 \text{ mm.}$$

De la misma manera calculamos la precipitación de diseño para periodos (Tm) de retomo reemplazando de 10, 15, 50, 100 años cuyos valores se presentan en el Cuadro N° 20 que a continuación se detalla:

$$\Psi_{10} = 143.29 \text{ mm.}$$

$$\Psi_{15} = 150.60 \text{ mm.}$$

$$\Psi_{50} = 168.80 \text{ mm.}$$

$$\Psi_{100} = 174.88 \text{ mm.}$$

Tabla 16

Resumen de valores de tm vs precip.

Periodo de retorno Tm (años)	Precipitacion (mm)
10	143.29
15	150.60
20	154.72
25	158.33
50	168.80
100	174.88

Fuente: Método gumbell

A continuación, se presenta los valores obtenidos por ambos métodos (Método Gumbel y Gumbel Tipo I), podemos observar además que para un período de 25 años, obtenemos dos valores distintos de los cuales tomaremos el más crítico, que numéricamente es el de 158.33 mm.

Tabla 17

Comparación de intensidades de diseño.

Periodo de retorno Tm (años)	Precipitación de diseño Precio. (mm)		
	Método gumbel	Método gumbel tipo i	Diseño
5		115.92	115.92
10	143.29	130.18	143.29
15	150.60	138.22	150.60
20	154.72	143.85	154.72
25	158.33	148.19	158.33
50	168.80	161.56	168.80
100	174.88	174.82	174.88

Fuente: Método Gumbell

Como los tiempos de concentración es menor a una hora y como la intensidad de lluvia no es constante para un registro diario, de manera que se ha comprobado estadísticamente que se distribuye según el cuadro.

Tabla 18

Distribución porcentual de la precipitación

Duración en horas	Porcentaje de precipitación	Precipitación (mm)
6	75	118.75
12	85	134.58
24	100	158.33

Fuente: Morales Uchofen, Walter, "Drenaje Vial". Año 2000

Asimismo, este porcentaje se divide para cada hora, suponiendo una precipitación durante 6 horas seguidas.

Tabla 19

Distribución porcentual de la precipitación.

Duración en horas	Porcentaje de precipitación	Precipitación (mm)
6	100	118.75
5	92	109.25
4	84	99.75
3	75	89.06
2	64	76.00
1	49	58.19

Fuente: Morales uchofen, walter, "drenaje vial". Año 2000

Por lo tanto:

Observamos que para una hora la precipitación de diseño es 58.19 mm/hr.

Nota: Teniendo en consideración que el tiempo de concentración máxima, para la red de drenaje establecida es de 14.86 min., y siendo éste menor de una hora se tomará como intensidad de diseño. $I_{Max} = 58.19$ mm/h., con el cual se realizará el dimensionamiento hidráulico de la red.

$$I_{Diseño} = 58.19 \text{ mm/hr}$$

Pruebas de bondad o ajuste de Smirnov - Kolmogorov

Aplicando el método de prueba de bondad se procede a formar un cuadro con los máximos valores anuales de precipitación, además contando con los valores de:

Precipitaciones anuales

Desviación estándar $S_y = 24.37$ mm

Parámetro de dispersión $\alpha = 19.0$ mm

Moda de dispersión $\mu = 87.42$ mm

Estos valores se reemplazan en la fórmula de la variable reducida:

$$\delta = \frac{(Y - \mu)}{\alpha}$$

$$\delta = \frac{104.60 - 87.42}{19.00}$$

$$\delta = 0.9042$$

Reemplazando el valor δ en la siguiente fórmula:

$$F(G) = e^{-e^{-\delta i}}$$

$$F(G) = e^{-e^{-0.9042}}$$

$$F(G) = e^{-0.4049}$$

$$F(G) = 0.6671$$

$$F(G) - P(x) = 0.6671 - 0.7619$$

$$F(G) - P(x) = -0.0948$$

$$\Delta_{\text{máx}} = |F(G) - P(x)|$$

$$\Delta_{\text{máx}} = 0.0948$$

Cálculo del valor teórico:

De la tabla N° 01 del anexo encontramos valores del nivel teórico del estadístico Smirnov Kolmogorov para varios valores del nivel teórico en función a los valores de "n" y niveles de significancia " α ".

Para $\alpha = 0.05$ (Por teoría)

n = 20 (Número datos)

$$\Delta_0 = 0.29$$

Una vez obtenidos los valores del nivel teórico y del nivel máximo se procede a comparar:

$$\Delta_{\text{calculado}} = 0.095 < \Delta_{\text{tabla}} = 0.29$$

Podemos observar que el Δ calculado es menor que el Δ teórico, que nos indica que la información meteorológica de Precipitación Máxima de 24 Horas es confiable ajustándose a una distribución normal con probabilidad del 95%.

Los resultados se presentan en el Cuadro N° 20.

Tabla 20

Pruebas de bondad o ajuste de Smirnov - Kolmogorov

N° DE ORDEN	PRECIPITACION MÁX. CRECIENTE (Y)	$P(x) = \frac{m}{n+1}$	$\delta = \frac{Y-\mu}{\alpha}$	$F(G) = e^{-e^{-\delta_i}}$	$ F(G)-P(x) /\Delta_{\text{max}}$
1	70.00	0.0476	-0.9165	0.0820	0.0344
2	73.10	0.0952	-0.7534	0.1195	0.0243
3	74.00	0.1429	-0.7060	0.1319	0.0110
4	77.80	0.1905	-0.5061	0.1904	0.0001
5	78.30	0.2381	-0.4798	0.1988	0.0393
6	78.80	0.2857	-0.4534	0.2073	0.0784
7	85.30	0.3333	-0.1114	0.3270	0.0063
8	86.80	0.3810	-0.0325	0.3559	0.0250
9	94.00	0.4286	0.3464	0.4930	0.0644
10	94.10	0.4762	0.3517	0.4948	0.0187
11	94.70	0.5238	0.3832	0.5058	0.0180
12	95.60	0.5714	0.4306	0.5220	0.0494
13	99.50	0.6190	0.6358	0.5889	0.0301
14	101.90	0.6667	0.7621	0.6271	0.0396
15	102.70	0.7143	0.8042	0.6393	0.0750
16	104.60	0.7619	0.9042	0.6671	0.0948

Fuente: Smirnov - Kolmogorov

3.2.5.1.3.5. Determinación del área drenada

Para determinar el área a drenar del tramo de calle en estudio, se ha tenido en cuenta la topografía del lugar, además de las calles adyacente

Áreas colectoras de lluvia

Para la determinación de las áreas colectoras se utilizó el método de las bisectrices que divide a las manzanas de una manera equivalente, y el área de las calles se consideran muy aparte; el área que divide la línea media divisoria de las vías o calles hacia ambos lados.

Cabe mencionar que por un lado en esta calle que presenta la superficie de rodadura debidamente afirmada (para los valores de coeficiente de escorrentía “C” se considera calles pavimentadas, con proyección al futuro), las aguas caídas en los techos con inclinación a la calle que entran casi inmediatamente a la cuneta, el mismo techo con inclinación al interior de la propiedad vierte las aguas en gran porcentaje en las huertas y el resto se evacúa hacia el frente del predio.

Para el cálculo de las áreas de drenaje se utilizó la fórmula de Herón o de semiperímetro.

$$S = \frac{a + b + c}{3}$$

$$A = \sqrt{S(S - a)(S - b)(S - c)}$$

Donde:

A = Área del triángulo.

S = Semi perímetro.

a, b, e = Lados del triángulo

Tabla 21

Áreas colectoras de lluvia

Manzana	Sector	Area influencia techo (m ²)	Area influencia pavimento (m ²)
1	1	3363.525	0
	2	3501.699	0
	3	3437.042	758.204
	4	3301.184	1069.309
2	1	1263.008	783.124
	2	1066.031	0
	3	1344.550	0
	4	1592.991	456.842
3	1	2037.991	0
	2	3534.631	1033.143
	3	2174.540	488.483
	4	1253.792	573.4
4	1	1056.871	487.763
	2	1065.365	394.011
	3	1029.363	469.365
	4	1021.156	392.553
5	1	1046.789	452.038
	2	877.924	0
	3	739.174	335.357
	4	881.351	382.874
6	1	10419.509	1250.06
	2	8562.244	0
	3	7934.533	0
	4	9655.639	1355.778
7	1	1053.337	0
	2	906.19	355.04
	3	1028.517	491.952
	4	1195.528	400.401
8	1	1020.594	494.213

	2	1028.206	385.221
	3	996.88	471.615
	4	989.5	403.763
	1	952.481	467.004
9	2	962.348	378.696
	3	945.069	465.68
	4	935.379	426.157
	1	933.511	0
10	2	1359.512	401.795
	3	943.89	516.302
	4	648.123	278.718

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

Áreas colectoras de lluvia

Manzana	Sector	Area influencia techo (m2)	Area influencia pavimento (m2)
	1	1004.099	509.831
11	2	974.871	378.038
	3	1007.223	464.001
	4	1037.42	471.383
	1	995.677	552.472
12	2	898.518	420.795
	3	960.067	452.052
	4	1063.882	438.466
	1	1103.421	0
13	2	1253.526	254.804
	3	1186.233	834.467
	4	1044.188	296.3
	1	3539.733	835
14	2	3331.71	967.35
	3	3304.539	700.062
	4	3510.865	718.006
	1	1986.662	704.643
15	2	2281.23	542.074
	3	2038.879	892.582
	4	1831.368	424.502
	1	2425.056	881.7
16	2	3001.105	674.914
	3	709.809	232.587
	4	0	0
	1	2034.87	0
17	2	3308.082	557.603
	3	2077.204	810.041
	4	1278.204	440.342

18	1	1512.457	778.774
	2	1359.849	345.54
	3	1477.677	723.6
	4	1643.509	431.109
19	1	1615.187	684.867
	2	1751.856	441.498
	3	1643.119	639.675
	4	1514.932	400.129
20	1	1133.811	640.905
	2	873.967	255.396
	3	1131.77	0
	4	1468.264	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

Áreas colectoras de lluvia

Manzana	Sector	Área influencia techo (m2)	Area influencia pavimento (m2)
21	1	854.184	0
	2	1101.424	428.259
	3	789.601	461.261
	4	612.356	420.78
22	1	976.936	446.377
	2	941.969	408.804
	3	892.729	427.363
	4	925.867	438.055
23	1	838.942	399.45
	2	923.745	375.93
	3	836.95	0
	4	760.115	409.307
24	1	1117.801	0
	2	846.332	301.305
	3	880.131	402.542
	4	1003.841	427.53
25	1	754.592	396.717
	2	928.563	503.066
	3	983.198	400.653
	4	901.188	505.448
26	1	831.342	375.051
	2	748.153	408.528
	3	822.153	0
	4	913.57	355.035
27	1	2663.156	0
	2	934.153	406.72
	3	843.84	228.264

	4	0	0
	1	495.896	1128.94
28	2	708.501	295.566
	3	525.674	0
	4	367.931	0
	1	2040.761	1075.652
29	2	2078.221	428.603
	3	2108.221	0
	4	1277.951	328.331
	1	1115.531	1090.87
30	2	793.269	0
	3	1043.475	357.419
	4	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

Áreas colectoras de lluvia

Manzana	Sector	Área influencia techo (m2)	Área influencia pavimento (m2)
	1	2840.165	0
31	2	1851.382	168.418
	3	1696.455	2798.522
	4	1933.476	0
	1	1359.103	0
32	2	1350.68	103.5
	3	1511.476	2746.601
	4	1281.125	136.623
	1	1205.945	2768.898
33	2	3117.038	403.898
	3	8056.006	0
	4	0	0
	1	290.95	104.445
34	2	366.666	346.612
	3	0	0
	4	0	0
	1	754.638	339.556
35	2	605.673	0
	3	588.491	0
	4	733.231	405.077
	1	197.636	146.495
36	2	229.634	257.565
	3	0	0
	4	0	0
37	1	499.095	199.701
	2	399.089	491.186

	3	325.117	153.274
	4	406.587	0
Total		224156.726	61616.566

Fuente: Elaboración propia

Cabe precisar que el área a drenar del pavimento se calculó por separado, tal como se muestra en el Cuadro N°21

3.2.5.1.3.6.Determinación del coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía "C" varía según las características físicas y topográficas de la cuenca además del tipo de cubierta vegetal que existe en la zona.

Para el cálculo del coeficiente de escorrentía se hizo uso de los métodos Racional y Mac Math, con los cuales se ha calculado los caudales de diseño y se ha tomado el más crítico.

Método racional

Considerando que existen pérdidas por infiltración evaporación y otras causas, el valor de "C" es menor que 1, por lo tanto, se toma la tabla considerada en el ítem 2.5.2.6 y se ha determinado un coeficiente de 0.75, que corresponde a zonas multifamiliares concentradas y 0.95 que corresponde a calles asfaltadas.

Método de mac math

Se determinará el coeficiente "C" de acuerdo con las características del terreno, que es calculado por la suma de tres valores asignados según sus características topográficas tales como: porcentaje de cobertura (C1), textura del terreno (C2), pendiente del terreno (C3).

Se ha considerado coeficiente de escorrentía para cada tramo, puesto que este método permite evaluar de esta manera

En el cuadro N° 13 se puede observar los resultados de valores del coeficiente de escorrentía (C) por cada tramo.

Tabla 22

Determinación del coeficiente de escorrentía según el método mac math

Colector	Tramo	Calle	Coeficientes de escorrentía "c"	
			Área tributaria de mz	Área tributaria de calle

			C1	C2	C3	C	C1	C2	C3	C
Colector n°1	09 - 10	Jr. Las flores	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°1	26 - 27	Jr. Las flores	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°1	38 - 39	Jr. Las flores	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°1	50 - 51	Jr. Las flores	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°1	51 - 52	Jr. Las mercedes	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°2	13 - 14	Jr. Amazonas	0.30	0.16	0.05	0.51	0.30	0.16	0.05	0.51
Colector n°2	30 - 31	Jr. Amazonas	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°2	42 - 43	Jr. Amazonas	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°2	48 - 47	Jr. Wilfredo paredes	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°3	34 - 35	Jr. Tarapoto	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°3	46 - 47	Jr. Tarapoto	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°4	54 - 55	Jr. Tarapoto	0.16	0.16	0.06	0.38	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°4	72 - 73	Jr. Tarapoto	0.30	0.16	0.05	0.51	0.30	0.16	0.05	0.51
Colector n°4	87 - 88	Jr. Tarapoto	0.16	0.16	0.06	0.38	0.30	0.16	0.06	0.52

Tabla 22

Determinación del coeficiente de escorrentía según el método mac math

Colector	Tramo	Calle	Coeficientes de escorrentía "c"							
			Área tributaria de mz				Área tributaria de calle			
			C1	C2	C3	C	C1	C2	C3	C
Colector n°4	87 - 88	Jr. Tarapoto	0.16	0.16	0.06	0.38	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°4	99 - 100	Jr. Tarapoto	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°4	99 - 100	Jr. Tarapoto	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°4	109 - 109'	Jr. Tarapoto	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°5	60 - 59	Jr. Las mercedes	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°5	64 - 63	Jr. Las mercedes	0.30	0.16	0.05	0.51	0.30	0.16	0.05	0.51
Colector n°6	68 - 69	Jr. Amazonas	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°6	83 - 84	Jr. Amazonas	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°6	95 - 96	Jr. Amazonas	0.30	0.16	0.05	0.51	0.30	0.16	0.05	0.51
Colector n°6	107 - 107'	Jr. Amazonas	0.30	0.16	0.1	0.56	0.30	0.16	0.1	0.56
Colector n°7	126 - 125	Carretera papaplaya	0.30	0.16	0.1	0.56	0.30	0.16	0.1	0.56
Colector n°7	122 - 121	Carretera papaplaya	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°7	120 - 119	Carretera papaplaya	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°7	116 - 115	Carretera papaplaya	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°7	115 - 114	Jr. Huallaga	0.30	0.16	0.1	0.56	0.30	0.16	0.1	0.56
Colector n°8	127 - 128	Carretera papaplaya	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°8	129 - 130	Carretera papaplaya	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Colector n°8	127 - 128	Carretera papaplaya	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52

Cuneta n°15	16 - 19	Jr. Amazonas	0.30	0.16	0.05	0.51	0.30	0.16	0.05	0.51
Cuneta n°15	19 - 18	Jr. Jorge reyna	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°16	17 - 18	Jr. Tarapoto	0.30	0.16	0.1	0.56	0.30	0.16	0.1	0.56
Cuneta n°17	33 - 34	Jr. Jorge reyna	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°18	33 - 36	Jr. Amazonas	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°18	36 - 35	Jr. 9 de abril	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°19	29 - 30	Jr. Jorge reyna	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°20	29 - 32	Jr. Las flores	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°20	32 - 31	Jr. 9 de abril	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°21	11 - 10	Jr. Jorge reyna	0.30	0.16	0.04	0.5	0.30	0.16	0.04	0.5
Cuneta n°22	25 - 26	Jr. Jorge reyna	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°23	28 - 27	Jr. 9 de abril	0.30	0.16	0.1	0.56	0.30	0.16	0.1	0.56
Cuneta n°24	37 - 38	Jr. 9 de abril	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°25	40 - 39	Jr. Wilfredo paredes	0.30	0.16	0.1	0.56	0.30	0.16	0.1	0.56

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Determinación del coeficiente de escorrentía según el método mac math

Colector	Tramo	Calle	Coeficientes de escorrentía "c"							
			Área tributaria de mz				Área tributaria de calle			
			C1	C2	C3	C	C1	C2	C3	C
Cuneta n°26	41 - 42	Jr. 9 de abril	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°27	41 - 44	Jr. Las flores	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°27	44 - 43	Jr. Wilfredo paredes	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°28	45 - 46	Jr. 9 de abril	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°29	45 - 48	Jr. Amazonas	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°30	20 - 24	Jr. Tarapoto	0.80	0.16	0.06	1.02	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°30	24 - 23	Jr. Wilfredo paredes	0.80	0.16	0.10	1.06	0.30	0.16	0.10	0.56
Cuneta n°31	21 - 22	Jr. Wilfredo paredes	0.80	0.16	0.04	1	0.30	0.16	0.04	0.50
Cuneta n°32	62 - 61	Jr. Wilfredo paredes	0.30	0.16	0.05	0.51	0.30	0.16	0.05	0.51
Cuneta n°32	61 - 64	Jr. Dos de mayo	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°33	57 - 58	Jr. Wilfredo paredes	0.30	0.16	0.10	0.56	0.30	0.16	0.10	0.56
Cuneta n°33	58 - 59	Jr. Dos de mayo	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°34	57 - 60	Jr. Tarapoto	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°35	53 - 54	Jr. Wilfredo paredes	0.16	0.16	0.06	0.38	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°36	53 - 56	Jr. Las flores	0.16	0.16	0.06	0.38	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°36	56 - 55	Jr. Las mercedes	0.16	0.16	0.06	0.38	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°37	49 - 50	Jr. Wilfredo paredes	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°38	66 - 65	Jr. Las mercedes	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52

Cuneta n°39	´67 - 68	Jr. Las mercedes	0.30	0.16	0.05	0.51	0.30	0.16	0.05	0.51
Cuneta n°40	´69´ - 70	Jr. El porvenir	0.30	0.16	0.04	0.5	0.30	0.16	0.04	0.5
Cuneta n°41	´71 - 72	Jr. Las mercedes	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°42	´71´ - 74	Jr. Amazonas	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°43	´73´ - 74	Jr. El porvenir	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°44	´75 - 76	Jr. Las mercedes	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°44	´79 - 80	Jr. Las mercedes	0.30	0.16	0.04	0.5	0.30	0.16	0.04	0.5
Cuneta n°45	´75´ - 78	Jr. Tarapoto	0.30	0.16	0.05	0.51	0.30	0.16	0.05	0.51
Cuneta n°45	´78 - 77	Jr. El porvenir	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°45	´77 - 76	Jr. Dos de mayo	0.30	0.16	0.05	0.51	0.30	0.16	0.05	0.51
Cuneta n°46	´90 - 91	Jr. El porvenir	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°46	´81 - 79	Jr. Dos de mayo	0.30	0.16	0.05	0.51	0.30	0.16	0.05	0.51
Cuneta n°47	´90´ - 93	Jr. Tarapoto	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°47	´93 - 92	Jr. San juan	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Determinación del coeficiente de escorrentía según el método mac math

Colector	Tramo	Calle	Coeficientes de escorrentia "c"							
			Area tributaria de mz				Área tributaria de calle			
			C1	C2	C3	C	C1	C2	C3	C
Cuneta n°48	´87´ - 86	Jr. El porvenir	0.16	0.16	0.05	0.37	0.30	0.16	0.05	0.51
Cuneta n°48	´86 - 89	Jr. Amazonas	0.16	0.16	0.06	0.38	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°48	´89 - 88	Jr. San juan	0.16	0.16	0.04	0.36	0.30	0.16	0.04	0.5
Cuneta n°49	´83´ - 82	Jr. El porvenir	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°50	´84´ - 85	Jr. San juan	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°51	´95´ - 94	Jr. San juan	0.30	0.16	0.1	0.56	0.30	0.16	0.1	0.56
Cuneta n°52	´96´ - 97	Jr. Huallaga	0.30	0.16	0.1	0.56	0.30	0.16	0.1	0.56
Cuneta n°53	´98 - 99	Jr. San juan	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°54	´98´ - 101	Jr. Amazonas	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°54	´101 - 100	Jr. Huallaga	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°55	´102 - 103	Jr. San juan	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°56	´102´ - 105	Jr. Tarapoto	0.30	0.16	0.1	0.56	0.30	0.16	0.1	0.56
Cuneta n°56	´110 - 110´	Jr. Tarapoto	0.30	0.16	0.05	0.51	0.30	0.16	0.05	0.51
Cuneta n°57	´104 - 105	Jr. Huallaga	0.30	0.16	0.05	0.51	0.30	0.16	0.05	0.51
Cuneta n°58	´111 - 110	Jr. Huallaga	0.30	0.16	0.05	0.51	0.30	0.16	0.05	0.51
Cuneta n°59	´108 - 109	Jr. Huallaga	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°60	08´ - 106´	Jr. Amazonas	0.30	0.16	0.1	0.56	0.30	0.16	0.1	0.56
Cuneta n°61	´105´ - 106	Jr. Huallaga	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°62	´117 - 116	Jr. El porvenir	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°63	´118 - 119	Jr. El porvenir	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°64	´123 - 122	Jr. Jorge reyna	0.30	0.16	0.04	0.5	0.30	0.16	0.04	0.5

Cuneta n°65	124 - 125	Jr. Jorge reyna	0.30	0.16	0.04	0.5	0.30	0.16	0.04	0.5
Cuneta n°66	131 - 130	Jr. Las mercedes	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52
Cuneta n°67	132 - 133	Jr. Las mercedes	0.30	0.16	0.06	0.52	0.30	0.16	0.06	0.52

Fuente: Elaboración propia

3.2.5.2.Caudal de escurrimiento

Este parámetro nos permitirá conocer el volumen de agua que discurre por las cunetas, alcantarillas y demás obras de arte.

3.2.5.2.1. Calculo del caudal de diseño

Para el adecuado drenaje de las aguas pluviales caídas en una determinada cuenca, es necesario conocer, en un punto dado o a la salida de ella el caudal disponible a partir de la o las lluvias que lo originan.

La aplicación exitosa de los diversos métodos dependerá del tamaño de la cuenca, así como de sus características fisiográficas, tipos, usos y cobertura del suelo. Luego de analizar los métodos existentes se seleccionó dos métodos:

Método Racional.

Método de Mac - Math.

3.2.5.2.2. Método racional

Aplicable en general a pequeñas cuencas, entendiéndose como tales a aquellas no mayores de 120 Has, calculando el caudal de escurrimiento "Q" mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$Q=(CIA)/360$$

Q : Caudal máximo de escorrentía en m³/seg.

C : Coeficiente de escorrentía

A : Área de interés en la cuenca en hectáreas

I : Intensidad de la lluvia generadora del caudal.

Para continuar con el desarrollo del método es necesario tener en claro el concepto, tiempo de concentración Tc de una cuenca, que es el tiempo empleado por una gota de agua que cae

en el punto hidrológicamente más alejado de la cuenca para llegar a la salida de esta o cualquier otro punto de interés. De acuerdo a esta definición el caudal pico Q_p en la salida de la cuenca debe alcanzarse después de un lapso igual al del tiempo de concentración T_c .

Para la determinación de los valores de los caudales de escurrimiento mediante este método, se procede tal como se describe a continuación:

Determinar la porción de cuenca interesada y calcular su área.

Determinar el tiempo de concentración.

Determinar el periodo de retomo, que para nuestro caso es de 25 años.

Determinar la intensidad de lluvia de diseño.

Seleccionar el coeficiente de escorrentía "C"

Todos estos valores han sido calculados y seleccionados anteriormente, los mismos que han sido reemplazados en la fórmula descrita, cuyos resultados se muestra en el Cuadro N° 14.

Tabla 23

Caudales de escurrimiento de las cunetas proyectadas: método racional

Descripción	Colector	Tramo	Calle	Variables			Caudal q(m ³ /s)	
				C	I(mm/h)	A(ha.)	Sub-total	Total
Mz	Colector n°1	09 - 10	Jr. Las flores	0.75	58.19	0.2175	0.0264	0.0339
Calle				0.95		0.0488	0.0075	
Mz	Colector n°1	26 - 27	Jr. Las flores	0.75	58.19	0.1029	0.0125	0.0200
Calle				0.95		0.0492	0.0076	
Mz	Colector n°1	38 - 39	Jr. Las flores	0.75	58.19	0.0944	0.0114	0.0194
Calle				0.95		0.0516	0.0079	
Mz	Colector n°1	50 - 51	Jr. Las flores	0.75	58.19	0.1186	0.0144	0.0272
Calle				0.95		0.0834	0.0128	
Mz	Colector n°1	51 - 52	Jr. Las mercedes	0.75	58.19	0.1044	0.0127	0.0172
Calle				0.95		0.0296	0.0045	
Mz	Colector n°2	13 - 14	Jr. Amazonas	0.75	58.19	0.1029	0.0125	0.0197
Calle				0.95		0.0469	0.0072	
Mz	Colector n°2	30 - 31	Jr. Amazonas	0.75	58.19	0.0997	0.0121	0.0193
Calle				0.95		0.0472	0.0072	
Mz	Colector n°2	42 - 43	Jr. Amazonas	0.75	58.19	0.1007	0.0122	0.0193
Calle				0.95		0.0464	0.0071	
Mz	Colector n°2	48 - 47	Jr. Wilfredo paredes	0.75	58.19	0.1064	0.0129	0.0196
Calle				0.95		0.0438	0.0067	
Mz	Colector n°3	34 - 35	Jr. Tarapoto	0.75	58.19	0.0945	0.0115	0.0186
Calle				0.95		0.0466	0.0072	
Mz	Colector n°3	46 - 47	Jr. Tarapoto	0.75	58.19	0.0960	0.0116	0.0186
Calle				0.95		0.0452	0.0069	

Mz	Colector n°4	'54 - 55	Jr. Tarapoto	0.35	58.19	0.3305	0.0187	0.0294
Calle				0.95		0.0700	0.0107	
Mz	Colector n°4	'72 - 73	Jr. Tarapoto	0.75	58.19	0.1478	0.0179	0.0290
Calle				0.95		0.0724	0.0111	
Mz	Colector n°4	'87 - 88	Jr. Tarapoto	0.25	58.19	0.0893	0.0036	0.0102
Calle				0.95		0.0427	0.0066	
Mz	Colector n°4	'99 - 100	Jr. Tarapoto	0.75	58.19	0.0983	0.0119	0.0181
Calle				0.95		0.0401	0.0062	
Mz	Colector n°4	'109 - 109'	Jr. Tarapoto	0.75	58.19	0.0325	0.0039	0.0063
Calle				0.95		0.0153	0.0024	
Mz	Colector n°5	'60 - 59	Jr. Las mercedes	0.75	58.19	0.1831	0.0222	0.0287
Calle				0.95		0.0425	0.0065	
Mz	Colector n°5	'64 - 63	Jr. Las mercedes	0.75	58.19	0.0710	0.0086	0.0122
Calle				0.95		0.0233	0.0036	
Mz	Colector n°6	'68 - 69	Jr. Amazonas	0.75	58.19	0.2077	0.0252	0.0376
Calle				0.95		0.0810	0.0124	
Mz	Colector n°6	'83 - 84	Jr. Amazonas	0.75	58.19	0.0790	0.0096	0.0167
Calle				0.95		0.0461	0.0071	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24

Caudales de escurrimiento de las cunetas proyectadas: método racional

Descripción	Colector	Tramo	Calle	Variables			Caudal q(m ³ /s)	
				C	I(mm/h)	A(Ha.)	Sub-total	Total
Mz	Colector N°6	'95 - 96	Jr. Amazonas	0.75	58.19	0.0880	0.0107	0.0169
Calle				0.95		0.0403	0.0062	
Mz	Colector N°6	'107 - 107'	Jr. Amazonas	0.75	58.19	0.0844	0.0102	0.0137
Calle				0.95		0.0228	0.0035	
Mz	Colector N°7	'126 - 125	Carretera Papaplaya	0.75	58.19	0.0755	0.0091	0.0144
Calle				0.95		0.0340	0.0052	
Mz	Colector N°7	'122 - 121	Carretera Papaplaya	0.75	58.19	0.1206	0.0146	0.0571
Calle				0.95		0.2769	0.0425	
Mz	Colector N°7	'120 - 119	Carretera Papaplaya	0.75	58.19	0.1116	0.0135	0.0303
Calle				0.95		0.1091	0.0168	
Mz	Colector N°7	'116 - 115	Carretera Papaplaya	0.75	58.19	0.2041	0.0247	0.0413
Calle				0.95		0.1076	0.0165	
Mz	Colector N°7	'115 - 114	Jr. Huallaga	0.75	58.19	0.1278	0.0155	0.0205
Calle				0.95		0.0328	0.0050	
Mz	Colector N°8	'127 - 128	Carretera Papaplaya	0.75	58.19	0.0367	0.0044	0.0098
Calle				0.95		0.0347	0.0053	
Mz	Colector N°8	'129 - 130	Carretera Papaplaya	0.75	58.19	0.1511	0.0183	0.0605
Calle				0.95		0.2747	0.0422	
Mz	Colector N°8	'133 - 134	Carretera Papaplaya	0.75	58.19	0.1696	0.0206	0.0635
Calle				0.95		0.2799	0.0430	
Mz		'112 - 113		0.75	58.19	0.0709	0.0086	0.0131

Calle	Colector N°8		Carretera Papaplaya	0.95		0.0296	0.0045	
Mz	Cuneta N°9	02 - 03	Jr. José Pardo	0.25	58.19	0.3301	0.0133	0.0298
Calle				0.95		0.1069	0.0164	
Mz	Cuneta N°10	08 - 09	Jr. José Pardo	0.75	58.19	0.3535	0.0428	0.0587
Calle				0.95		0.1033	0.0159	
Mz	Cuneta N°11	04 - 03	Jr. Las Flores	0.75	58.19	0.3437	0.0417	0.0533
Calle				0.95		0.0758	0.0116	
Mz	Cuneta N°12	05 - 06	Jr. Las Flores	0.75	58.19	0.1263	0.0153	0.0273
Calle				0.95		0.0783	0.0120	
Mz	Cuneta N°12	06 - 07	Jr. José Pardo	0.75	58.19	0.1593	0.0193	0.0263
Calle				0.95		0.0457	0.0070	
Mz	Cuneta N°13	12 - 13	Jr. José Pardo	0.75	58.19	0.1065	0.0129	0.0190
Calle				0.95		0.0394	0.0060	
Mz	Cuneta N°14	12 - 15	Jr. Las Flores	0.75	58.19	0.1057	0.0128	0.0203
Calle				0.95		0.0488	0.0075	
Mz	Cuneta N°14	15 - 14	Jr. Jorge Reyna	0.75	58.19	0.1021	0.0124	0.0184
Calle				0.95		0.0393	0.0060	
Mz	Cuneta N°15	16 - 19	Jr. Amazonas	0.75	58.19	0.1047	0.0127	0.0196
Calle				0.95		0.0452	0.0069	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25

Caudales de escurrimiento de las cunetas proyectadas: método racional

Descripción	Colector	Tramo	Calle	Variables			Caudal q(m ³ /s)	
				C	I(mm/h)	A(ha.)	Sub-total	Total
Mz	Cuneta n°15	19 - 18	Jr. Jorge reyna	0.75	58.19	0.0881	0.0107	0.0166
Calle				0.95		0.0383	0.0059	
Mz	Cuneta n°16	17 - 18	Jr. Tarapoto	0.75	58.19	0.0739	0.0090	0.0141
Calle				0.95		0.0335	0.0051	
Mz	Cuneta n°17	33 - 34	Jr. Jorge reyna	0.75	58.19	0.0962	0.0117	0.0175
Calle				0.95		0.0379	0.0058	
Mz	Cuneta n°18	33 - 36	Jr. Amazonas	0.75	58.19	0.0952	0.0115	0.0187
Calle				0.95		0.0467	0.0072	
Mz	Cuneta n°18	36 - 35	Jr. 9 de abril	0.75	58.19	0.0935	0.0113	0.0179
Calle				0.95		0.0426	0.0065	
Mz	Cuneta n°19	29 - 30	Jr. Jorge reyna	0.75	58.19	0.1028	0.0125	0.0184
Calle				0.95		0.0385	0.0059	
Mz	Cuneta n°20	29 - 32	Jr. Las flores	0.75	58.19	0.1021	0.0124	0.0200
Calle				0.95		0.0494	0.0076	
Mz	Cuneta n°20	32 - 31	Jr. 9 de abril	0.75	58.19	0.0990	0.0120	0.0182
Calle				0.95		0.0404	0.0062	
Mz	Cuneta n°21	11 - 10	Jr. Jorge reyna	0.75	58.19	0.1254	0.0152	0.0240
Calle				0.95		0.0573	0.0088	
Mz		25 - 26	Jr. Jorge reyna	0.75	58.19	0.0906	0.0110	0.0164

Calle	Cuneta n°22			0.95		0.0355	0.0055	
Mz	Cuneta n°23	'28 - 27	Jr. 9 de abril	0.75	58.19	0.1196	0.0145	0.0206
Calle				0.95		0.0400	0.0061	
Mz	Cuneta n°24	'37 - 38	Jr. 9 de abril	0.75	58.19	0.1360	0.0165	0.0226
Calle				0.95		0.0402	0.0062	
Mz	Cuneta n°25	'40 - 39	Jr. Wilfredo paredes	0.75	58.19	0.0648	0.0079	0.0121
Calle				0.95		0.0279	0.0043	
Mz	Cuneta n°26	'41 - 42	Jr. 9 de abril	0.75	58.19	0.0975	0.0118	0.0176
Calle				0.95		0.0378	0.0058	
Mz	Cuneta n°27	'41' - 44	Jr. Las flores	0.75	58.19	0.1004	0.0122	0.0200
Calle				0.95		0.0510	0.0078	
Mz	Cuneta n°27	'44 - 43	Jr. Wilfredo paredes	0.75	58.19	0.1037	0.0126	0.0198
Calle				0.95		0.0471	0.0072	
Mz	Cuneta n°28	'45 - 46	Jr. 9 de abril	0.75	58.19	0.0899	0.0109	0.0174
Calle				0.95		0.0421	0.0065	
Mz	Cuneta n°29	'45' - 48	Jr. Amazonas	0.75	58.19	0.0996	0.0121	0.0206
Calle				0.95		0.0552	0.0085	
Mz	Cuneta n°30	'20 - 24	Jr. Tarapoto	0.20	58.19	1.0420	0.0337	0.0529
Calle				0.95		0.1250	0.0192	
Mz	Cuneta n°30	'24 - 23	Jr. Wilfredo paredes	0.20	58.19	0.4828	0.0156	0.0260
Calle				0.95		0.0678	0.0104	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26

Caudales de escurrimiento de las cunetas proyectadas: método racional

Descripción	Colector	Tramo	Calle	Variables			Caudal q(m ³ /s)	
				C	I(mm/h)	A(ha.)	Sub-total	Total
Mz	Cuneta n°31	'21 - 22	Jr. Wilfredo paredes	0.20	58.19	0.4828	0.0156	0.0260
Calle				0.95		0.0678	0.0104	
Mz	Cuneta n°32	'62 - 61	Jr. Wilfredo paredes	0.75	58.19	0.3001	0.0364	0.0467
Calle				0.95		0.0675	0.0104	
Mz	Cuneta n°32	'61 - 64	Jr. Dos de mayo	0.75	58.19	0.2425	0.0294	0.0429
Calle				0.95		0.0882	0.0135	
Mz	Cuneta n°33	'57 - 58	Jr. Wilfredo paredes	0.75	58.19	0.2281	0.0277	0.0360
Calle				0.95		0.0542	0.0083	
Mz	Cuneta n°33	'58 - 59	Jr. Dos de mayo	0.75	58.19	0.2039	0.0247	0.0384
Calle				0.95		0.0893	0.0137	
Mz	Cuneta n°34	'57' - 60	Jr. Tarapoto	0.75	58.19	0.1987	0.0241	0.0349
Calle				0.95		0.0705	0.0108	
Mz	Cuneta n°35	'53 - 54	Jr. Wilfredo paredes	0.35	58.19	0.3332	0.0188	0.0337
Calle				0.95		0.0967	0.0149	
Mz	Cuneta n°36	'53' - 56	Jr. Las flores	0.35	58.19	0.3540	0.0200	0.0328
Calle				0.95		0.0835	0.0128	
Mz		'56 - 55	Jr. Las mercedes	0.35	58.19	0.3511	0.0199	0.0309

Calle	Cuneta n°36			0.95		0.0718	0.0110	
Mz	Cuneta n°37	'49 - 50	Jr. Wilfredo paredes	0.75	58.19	0.1254	0.0152	0.0191
Calle				0.95		0.0255	0.0039	
Mz	Cuneta n°38	'66 - 65	Jr. Las mercedes	0.75	58.19	0.1323	0.0160	0.0195
Calle				0.95		0.0223	0.0034	
Mz	Cuneta n°39	'67 - 68	Jr. Las mercedes	0.75	58.19	0.1985	0.0241	0.0292
Calle				0.95		0.0335	0.0051	
Mz	Cuneta n°40	'69' - 70	Jr. El porvenir	0.75	58.19	0.1278	0.0155	0.0223
Calle				0.95		0.0440	0.0068	
Mz	Cuneta n°41	'71 - 72	Jr. Las mercedes	0.75	58.19	0.1360	0.0165	0.0218
Calle				0.95		0.0346	0.0053	
Mz	Cuneta n°42	'71' - 74	Jr. Amazonas	0.75	58.19	0.1512	0.0183	0.0303
Calle				0.95		0.0779	0.0120	
Mz	Cuneta n°43	'73' - 74	Jr. El porvenir	0.75	58.19	0.1644	0.0199	0.0265
Calle				0.95		0.0431	0.0066	
Mz	Cuneta n°44	'75 - 76	Jr. Las mercedes	0.75	58.19	0.1752	0.0212	0.0280
Calle				0.95		0.0441	0.0068	
Mz	Cuneta n°44	'79 - 80	Jr. Las mercedes	0.75	58.19	0.0874	0.0106	0.0145
Calle				0.95		0.0255	0.0039	
Mz	Cuneta n°45	'75' - 78	Jr. Tarapoto	0.75	58.19	0.1615	0.0196	0.0301
Calle				0.95		0.0685	0.0105	
Mz	Cuneta n°45	'78 - 77	Jr. El porvenir	0.75	58.19	0.1515	0.0184	0.0245
Calle				0.95		0.0400	0.0061	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27

Caudales de escurrimiento de las cunetas proyectadas: método racional

Descripcion	Colector	Tramo	Calle	Variables			Caudal q(m ³ /s)	
				C	I(mm/h)	A(ha.)	Sub-total	Total
Mz	Cuneta n°45	'77 - 76	Jr. Dos de mayo	0.75	58.19	0.1643	0.0199	0.0297
Calle				0.95		0.0640	0.0098	
Mz	Cuneta n°46	'90 - 91	Jr. El porvenir	0.75	58.19	0.0924	0.0112	0.0170
Calle				0.95		0.0376	0.0058	
Mz	Cuneta n°46	'81 - 79	Jr. Dos de mayo	0.75	58.19	0.1134	0.0137	0.0236
Calle				0.95		0.0641	0.0098	
Mz	Cuneta n°47	'90' - 93	Jr. Tarapoto	0.75	58.19	0.0839	0.0102	0.0163
Calle				0.95		0.0399	0.0061	
Mz	Cuneta n°47	'93 - 92	Jr. San juan	0.75	58.19	0.0760	0.0092	0.0155
Calle				0.95		0.0409	0.0063	
Mz	Cuneta n°48	'87' - 86	Jr. El porvenir	0.25	58.19	0.0942	0.0038	0.0107
Calle				0.95		0.0446	0.0069	
Mz	Cuneta n°48	'86 - 89	Jr. Amazonas	0.25	58.19	0.0977	0.0039	0.0108
Calle				0.95		0.0446	0.0069	
Mz		'89 - 88	Jr. San juan	0.25	58.19	0.0926	0.0037	0.0105

Calle	Cuneta n°48			0.95		0.0438	0.0067	
Mz	Cuneta n°49	83' - 82	Jr. El porvenir	0.75	58.19	0.1101	0.0134	0.0199
Calle	Cuneta n°50	84' - 85	Jr. San juan	0.95	58.19	0.0428	0.0066	
Mz	Cuneta n°51	84' - 94	Jr. San juan	0.75	58.19	0.0612	0.0074	0.0139
Calle	Cuneta n°52	95' - 97	Jr. Huallaga	0.95	58.19	0.0421	0.0065	
Mz	Cuneta n°53	96' - 98 - 99	Jr. San juan	0.75	58.19	0.0846	0.0103	0.0149
Calle	Cuneta n°54	99 - 101	Jr. Amazonas	0.95	58.19	0.0301	0.0046	
Mz	Cuneta n°54	101 - 101	Jr. Amazonas	0.75	58.19	0.1004	0.0122	0.0187
Calle	Cuneta n°54	101 - 100	Jr. Huallaga	0.95	58.19	0.0428	0.0066	
Mz	Cuneta n°55	102 - 103	Jr. San juan	0.75	58.19	0.0929	0.0113	0.0190
Calle	Cuneta n°55	103 - 103	Jr. San juan	0.95	58.19	0.0503	0.0077	
Mz	Cuneta n°56	102' - 105	Jr. Tarapoto	0.75	58.19	0.0755	0.0061	0.0177
Calle	Cuneta n°56	105 - 110	Jr. Tarapoto	0.95	58.19	0.0397	0.0116	
Mz	Cuneta n°56	110 - 110'	Jr. Tarapoto	0.75	58.19	0.0901	0.0048	0.0186
Calle	Cuneta n°56	110' - 110'	Jr. Tarapoto	0.95	58.19	0.0505	0.0138	
Mz	Cuneta n°57	102 - 103	Jr. San juan	0.75	58.19	0.0748	0.0061	0.0124
Calle	Cuneta n°57	103 - 103	Jr. San juan	0.95	58.19	0.0409	0.0063	
Mz	Cuneta n°56	102' - 105	Jr. Tarapoto	0.75	58.19	0.0831	0.0101	0.0158
Calle	Cuneta n°56	105 - 110'	Jr. Tarapoto	0.95	58.19	0.0375	0.0058	
Mz	Cuneta n°56	110 - 110'	Jr. Tarapoto	0.75	58.19	0.0198	0.0024	0.0046
Calle	Cuneta n°56	110' - 110'	Jr. Tarapoto	0.95	58.19	0.0146	0.0022	
Mz	Cuneta n°57	104 - 105	Jr. Huallaga	0.75	58.19	0.0914	0.0111	0.0165
Calle	Cuneta n°57	105 - 105	Jr. Huallaga	0.95	58.19	0.0355	0.0055	
Mz	Cuneta n°58	111 - 110	Jr. Huallaga	0.75	58.19	0.0230	0.0028	0.0067
Calle	Cuneta n°58	110 - 110	Jr. Huallaga	0.95	58.19	0.0258	0.0040	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28

Caudales de escurrimiento de las cunetas proyectadas: método racional

Descripción	Colector	Tramo	Calle	Variables			Caudal q(m ³ /s)	
				C	I(mm/h)	A(ha.)	Sub-total	Total
Mz	Cuneta n°59	108 - 109	Jr. Huallaga	0.75	58.19	0.0399	0.0048	0.0124
Calle	Cuneta n°59	109 - 109	Jr. Huallaga	0.95	58.19	0.0491	0.0075	
Mz	Cuneta n°60	108' - 106'	Jr. Amazonas	0.75	58.19	0.0499	0.0061	0.0091
Calle	Cuneta n°60	106' - 106'	Jr. Amazonas	0.95	58.19	0.0200	0.0031	
Mz	Cuneta n°61	105' - 106	Jr. Huallaga	0.75	58.19	0.0934	0.0113	0.0176
Calle	Cuneta n°61	106 - 106	Jr. Huallaga	0.95	58.19	0.0407	0.0062	
Mz	Cuneta n°62	117 - 116	Jr. El porvenir	0.75	58.19	0.2078	0.0252	0.0318
Calle	Cuneta n°62	116 - 116	Jr. El porvenir	0.95	58.19	0.0429	0.0066	
Mz	Cuneta n°63	118 - 119	Jr. El porvenir	0.75	58.19	0.1043	0.0126	0.0181
Calle	Cuneta n°63	119 - 119	Jr. El porvenir	0.95	58.19	0.0357	0.0055	
Mz	Cuneta n°64	123 - 122	Jr. Jorge reyna	0.75	58.19	0.3117	0.0378	0.0440
Calle	Cuneta n°64	122 - 122	Jr. Jorge reyna	0.95	58.19	0.0404	0.0062	
Mz			Jr. Jorge reyna	0.75	58.19	0.0733	0.0089	0.0151

Calle	Cuneta n°65	124 - 125		0.95		0.0405	0.0062	
Mz	Cuneta	131 -	Jr. Las	0.75	58.19	0.1281	0.0155	0.0176
Calle	n°66	130	mercedes	0.95		0.0137	0.0021	
Mz	Cuneta	132 -	Jr. Las	0.75	58.19	0.1851	0.0224	0.0250
Calle	n°67	133	mercedes	0.95		0.0168	0.0026	

Fuente: Elaboración propia

3.2.5.2.2.1. Método de mac math

Método aplicable para determinar el caudal de escurrimiento Q en una determinada cuenca, este método proporciona mayor confiabilidad de resultados puesto que contempla a la pendiente como parámetro de cálculo.

La ecuación de la fórmula está determinada por la siguiente relación:

$$Q = 0.36 * C * I * S^{1/5} * A^{4/5} \dots\dots\dots(*)$$

(*) Máximo Villon Bejar , "Hidrología". Pág. 261

Q : Caudal de Diseño.

C : Coeficiente de Escorrentía

I : Intensidades en mm/h

S : Pendiente del terreno en m/m.

A : Área de la cuenca en Km²

Para la determinación de los valores de los caudales de escurrimiento mediante este método, se procede tal como se describe a continuación:

Determinar la pendiente de cada tramo.

Determinar la intensidad de lluvia de diseño.

Seleccionar el coeficiente "C" teniendo en cuenta, la cobertura de la vegetación, textura del terreno y pendiente del mismo.

Con los datos anteriormente obtenidos se procede a calcular el caudal de diseño Q, aplicando la fórmula establecida.

Todos estos valores han sido calculados y seleccionados anteriormente, los mismos que serán reemplazados en la fórmula descrita, cuyos resultados se muestra en el cuadro N° 29.

Tabla 29*Caudales de escurrimiento de las cunetas proyectadas: método mac math*

Descripción	Colector	Tramo	Calle	Variables				Caudal q(m3/s)	
				C	I(mm/h)	A(km2)	S(m/m)	Sub-total	Total
Mz	Colector n°1	09 - 10	Jr. Las flores	0.52	58.19	0.00217	0.0154	0.0350	0.0456
Calle				0.52		0.00049		0.0106	
Mz	Colector n°1	26 - 27	Jr. Las flores	0.52	58.19	0.00103	0.0151	0.0192	0.0298
Calle				0.52		0.00049		0.0106	
Mz	Colector n°1	38 - 39	Jr. Las flores	0.52	58.19	0.00094	0.0143	0.0177	0.0286
Calle				0.52		0.00052		0.0109	
Mz	Colector n°1	50 - 51	Jr. Las flores	0.52	58.19	0.00119	0.0132	0.0209	0.0367
Calle				0.52		0.00083		0.0158	
Mz	Colector n°1	51 - 52	Jr. Las mercedes	0.52	58.19	0.00104	0.0154	0.0195	0.0266
Calle				0.52		0.00030		0.0071	
Mz	Colector n°2	13 - 14	Jr. Amazonas	0.51	58.19	0.00103	0.0041	0.0145	0.0223
Calle				0.51		0.00047		0.0077	
Mz	Colector n°2	30 - 31	Jr. Amazonas	0.52	58.19	0.00100	0.0154	0.0188	0.0291
Calle				0.52		0.00047		0.0103	
Mz	Colector n°2	42 - 43	Jr. Amazonas	0.52	58.19	0.00101	0.0059	0.0156	0.0240
Calle				0.52		0.00046		0.0084	
Mz	Colector n°2	48 - 47	Jr. Wilfredo paredes	0.52	58.19	0.00106	0.0113	0.0186	0.0277
Calle				0.52		0.00044		0.0091	
Mz	Colector n°3	34 - 35	Jr. Tarapoto	0.52	58.19	0.00095	0.0092	0.0162	0.0254
Calle				0.52		0.00047		0.0092	
Mz	Colector n°3	46 - 47	Jr. Tarapoto	0.52	58.19	0.00096	0.0122	0.0174	0.0269
Calle				0.52		0.00045		0.0095	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29*Caudales de escurrimiento de las cunetas proyectadas: método mac math*

Fuente: Elaboración propia

Descripción	Colector	Tramo	Calle	Variables				Caudal q(m3/s)	
				C	I(mm/h)	A(km2)	S(m/m)	Sub-total	Total
Mz Calle	Colector n°4	54 - 55	Jr. Tarapoto	0.38	58.19	0.00330	0.0106	0.0332	0.0463
				0.52		0.00070		0.0131	
Mz Calle	Colector n°4	72 - 73	Jr. Tarapoto	0.51	58.19	0.00148	0.0024	0.0174	0.0273
				0.51		0.00072		0.0098	
Mz Calle	Colector n°4	87 - 88	Jr. Tarapoto	0.38	58.19	0.00089	0.0143	0.0124	0.0218
				0.52		0.00043		0.0094	
Mz Calle	Colector n°4	99 - 100	Jr. Tarapoto	0.52	58.19	0.00098	0.0129	0.0179	0.0267
				0.52		0.00040		0.0087	
Mz Calle	Colector n°4	109 - 109	Jr. Tarapoto	0.52	58.19	0.00033	0.0175	0.0079	0.0122
				0.52		0.00015		0.0043	
Mz Calle	Colector n°5	60 - 59	Jr. Las mercedes	0.52	58.19	0.00183	0.0165	0.0310	0.0406
				0.52		0.00042		0.0096	
Mz Calle	Colector n°5	64 - 63	Jr. Las mercedes	0.51	58.19	0.00071	0.0020	0.0093	0.0131
				0.51		0.00023		0.0038	
Mz Calle	Colector n°6	68 - 69	Jr. Amazonas	0.52	58.19	0.00208	0.0137	0.0330	0.0485
				0.52		0.00081		0.0155	
Mz Calle	Colector n°6	83 - 84	Jr. Amazonas	0.52	58.19	0.00079	0.0094	0.0141	0.0233
				0.52		0.00046		0.0092	
Mz Calle	Colector n°6	95 - 96	Jr. Amazonas	0.51	58.19	0.00088	0.0040	0.0127	0.0195
				0.51		0.00040		0.0068	
Mz Calle	Colector n°6	107 - 107	Jr. Amazonas	0.56	58.19	0.00084	0.0257	0.0196	0.0265
				0.56		0.00023		0.0069	
Mz Calle	Colector n°7	126 - 125	Carretera papaplaya	0.56	58.19	0.00075	0.0209	0.0172	0.0263
				0.56		0.00034		0.0091	
Mz Calle	Colector n°7	122 - 121	Carretera papaplaya	0.52	58.19	0.00121	0.0120	0.0208	0.0612
				0.52		0.00277		0.0404	
Mz Calle	Colector n°7	120 - 119	Carretera papaplaya	0.52	58.19	0.00112	0.0152	0.0205	0.0406
				0.52		0.00109		0.0201	
Mz Calle	Colector n°7	116 - 115	Carretera papaplaya	0.52	58.19	0.00204	0.0102	0.0307	0.0490
				0.52		0.00108		0.0184	
Mz Calle	Colector n°7	115 - 114	Jr. Huallaga	0.56	58.19	0.00128	0.0393	0.0297	0.0398
				0.56		0.00033		0.0100	
Mz Calle	Colector n°8	127 - 128	Carretera papaplaya	0.52	58.19	0.00037	0.0095	0.0077	0.0150
				0.52		0.00035		0.0073	
Mz Calle	Colector n°8	129 - 130	Carretera papaplaya	0.52	58.19	0.00151	0.0125	0.0251	0.0656
				0.52		0.00275		0.0405	
Mz Calle	Colector n°8	133 - 134	Carretera papaplaya	0.52	58.19	0.00170	0.0111	0.0269	0.0671
				0.52		0.00280		0.0402	

Tabla 29

Caudales de escurrimiento de las cunetas proyectadas: método mac math

Descripción	Colector	Tramo	Calle	Variables				Caudal q(m ³ /s)	
				C	I(mm/h)	A(km ²)	S(m/m)	Sub-total	Total
Mz Calle	Colector n°8	112 - 113	Carretera papaplaya	0.56 0.56	58.19	0.00071 0.00030	0.0292	0.0175 0.0087	0.0262
Mz Calle	Cuneta n°9	02 - 03	Jr. José pardo	0.38 0.52	58.19	0.00330 0.00107	0.0123	0.0342 0.0190	0.0532
Mz Calle	Cuneta n°10	08 - 09	Jr. José pardo	0.52 0.52	58.19	0.00353 0.00103	0.0126	0.0497 0.0186	0.0682
Mz Calle	Cuneta n°11	04 - 03	Jr. Las flores	0.52 0.52	58.19	0.00344 0.00076	0.0107	0.0469 0.0140	0.0610
Mz Calle	Cuneta n°12	05 - 06	Jr. Las flores	0.52 0.52	58.19	0.00126 0.00078	0.0101	0.0209 0.0142	0.0351
Mz Calle	Cuneta n°12	06 - 07	Jr. José pardo	0.52 0.52	58.19	0.00159 0.00046	0.0191	0.0285 0.0105	0.0390
Mz Calle	Cuneta n°13	12 - 13	Jr. José pardo	0.56 0.56	58.19	0.00107 0.00039	0.0226	0.0230 0.0104	0.0334
Mz Calle	Cuneta n°14	12' - 15	Jr. Las flores	0.52 0.52	58.19	0.00106 0.00049	0.0109	0.0184 0.0099	0.0283
Mz Calle	Cuneta n°14	15 - 14	Jr. Jorge reyna	0.52 0.52	58.19	0.00102 0.00039	0.0136	0.0187 0.0087	0.0274
Mz Calle	Cuneta n°15	16 - 19	Jr. Amazonas	0.51 0.51	58.19	0.00105 0.00045	0.0040	0.0146 0.0075	0.0221
Mz Calle	Cuneta n°15	19 - 18	Jr. Jorge reyna	0.52 0.52	58.19	0.00088 0.00038	0.0123	0.0163 0.0084	0.0246
Mz Calle	Cuneta n°16	17 - 18	Jr. Tarapoto	0.56 0.56	58.19	0.00074 0.00034	0.0203	0.0168 0.0089	0.0258
Mz Calle	Cuneta n°17	33 - 34	Jr. Jorge reyna	0.52 0.52	58.19	0.00096 0.00038	0.0169	0.0186 0.0088	0.0274
Mz Calle	Cuneta n°18	33' - 36	Jr. Amazonas	0.52 0.52	58.19	0.00095 0.00047	0.0166	0.0184 0.0104	0.0288
Mz Calle	Cuneta n°18	36 - 35	Jr. 9 de abril	0.52 0.52	58.19	0.00094 0.00043	0.0088	0.0159 0.0085	0.0244
Mz Calle	Cuneta n°19	29 - 30	Jr. Jorge reyna	0.52 0.52	58.19	0.00103 0.00039	0.0111	0.0180 0.0082	0.0262
Mz Calle	Cuneta n°20	29' - 32	Jr. Las flores	0.52 0.52	58.19	0.00102 0.00049	0.0166	0.0194 0.0109	0.0303
Mz Calle	Cuneta n°20	32 - 31	Jr. 9 de abril	0.52 0.52	58.19	0.00099 0.00040	0.0112	0.0175 0.0086	0.0261
Mz	Cuneta n°21	11 - 10	Jr. Jorge reyna	0.5	58.19	0.00125	0.0003	0.0101	0.0155
Mz Calle	Cuneta n°15	19 - 18	Jr. Jorge reyna	0.52 0.52	58.19	0.00088 0.00038	0.0123	0.0163 0.0084	0.0246

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29*Caudales de escurrimiento de las cunetas proyectadas: método mac math*

Descripción	Colector	Tramo	Calle	Variables				Caudal q(m3/s)	
				C	I(mm/h)	A(km2)	S(m/m)	Sub-total	Total
Mz	Cuneta	17 -	Jr. Tarapoto	0.56	58.19	0.00074	0.0203	0.0168	0.0258
Calle	n°16	18		0.56		0.00034		0.0089	
Mz	Cuneta	33 -	Jr. Jorge reyna	0.52	58.19	0.00096	0.0169	0.0186	0.0274
Calle	n°17	34		0.52		0.00038		0.0088	
Mz	Cuneta	33' -	Jr. Amazonas	0.52	58.19	0.00095	0.0166	0.0184	0.0288
Calle	n°18	36		0.52		0.00047		0.0104	
Mz	Cuneta	36 -	Jr. 9 de abril	0.52	58.19	0.00094	0.0088	0.0159	0.0244
Calle	n°18	35		0.52		0.00043		0.0085	
Mz	Cuneta	29 -	Jr. Jorge reyna	0.52	58.19	0.00103	0.0111	0.0180	0.0262
Calle	n°19	30		0.52		0.00039		0.0082	
Mz	Cuneta	29' -	Jr. Las flores	0.52	58.19	0.00102	0.0166	0.0194	0.0303
Calle	n°20	32		0.52		0.00049		0.0109	
Mz	Cuneta	32 -	Jr. 9 de abril	0.52	58.19	0.00099	0.0112	0.0175	0.0261
Calle	n°20	31		0.52		0.00040		0.0086	
Mz	Cuneta	11 -	Jr. Jorge reyna	0.5	58.19	0.00125	0.0003	0.0101	0.0155
Calle	n°21	10		0.5		0.00057		0.0054	
Mz	Cuneta	25 -	Jr. Jorge reyna	0.52	58.19	0.00091	0.0137	0.0170	0.0250
Calle	n°22	26		0.52		0.00036		0.0080	
Mz	Cuneta	28 -	Jr. 9 de abril	0.56	58.19	0.00120	0.0240	0.0255	0.0362
Calle	n°23	27		0.56		0.00040		0.0106	
Mz	Cuneta	37 -	Jr. 9 de abril	0.52	58.19	0.00136	0.0180	0.0248	0.0342
Calle	n°24	38		0.52		0.00040		0.0094	
Mz	Cuneta	40 -	Jr. Wilfredo paredes	0.56	58.19	0.00065	0.0230	0.0155	0.0234
Calle	n°25	39		0.56		0.00028		0.0079	
Mz	Cuneta	41 -	Jr. 9 de abril	0.52	58.19	0.00097	0.0164	0.0187	0.0274
Calle	n°26	42		0.52		0.00038		0.0088	
Mz	Cuneta	41' -	Jr. Las flores	0.52	58.19	0.00100	0.0115	0.0178	0.0282
Calle	n°27	44		0.52		0.00051		0.0104	
Mz	Cuneta	44 -	Jr. Wilfredo paredes	0.52	58.19	0.00104	0.0096	0.0176	0.0270
Calle	n°27	43		0.52		0.00047		0.0094	
Mz	Cuneta	45 -	Jr. 9 de abril	0.52	58.19	0.00090	0.0096	0.0157	0.0243
Calle	n°28	46		0.52		0.00042		0.0086	
Mz	Cuneta	45' -	Jr. Amazonas	0.52	58.19	0.00100	0.0104	0.0173	0.0282
Calle	n°29	48		0.52		0.00055		0.0108	
Mz	Cuneta	20 -	Jr. Tarapoto	1.02	58.19	0.01042	0.0148	0.2388	0.2611
Calle	n°30	24		0.52		0.00125		0.0223	
Mz	Cuneta	24 -	Jr. Wilfredo paredes	1.06	58.19	0.00483	0.0212	0.1440	0.1599
Calle	n°30	23		0.56		0.00068		0.0158	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29*Caudales de escurrimiento de las cunetas proyectadas: método mac math*

Descripcion	Colector	Tramo	Calle	Variables				Caudal q(m3/s)	
				C	I(mm/h)	A(km2)	S(m/m)	Sub-total	Total
Mz	Cuneta	21 -	Jr. Wilfredo	1.00	58.19	0.00483	0.0010	0.0742	0.0819
Calle	n°31	22	paredes	0.5		0.00068		0.0077	
Mz	Cuneta	62 -	Jr. Wilfredo	0.51	58.19	0.00300	0.0022	0.0302	0.0393
Calle	n°32	61	paredes	0.51		0.00067		0.0091	
Mz	Cuneta	61 -	Jr. Dos de mayo	0.52	58.19	0.00243	0.0084	0.0338	0.0489
Calle	n°32	64		0.52		0.00088		0.0151	
Mz	Cuneta	57 -	Jr. Wilfredo	0.56	58.19	0.00228	0.0230	0.0425	0.0559
Calle	n°33	58	paredes	0.56		0.00054		0.0135	
Mz	Cuneta	58 -	Jr. Dos de mayo	0.52	58.19	0.00204	0.0050	0.0266	0.0404
Calle	n°33	59		0.52		0.00089		0.0137	
Mz	Cuneta	57 -	Jr. Tarapoto	0.52	58.19	0.00199	0.0102	0.0300	0.0431
Calle	n°34	60		0.52		0.00070		0.0131	
Mz	Cuneta	53 -	Jr. Wilfredo	0.38	58.19	0.00333	0.0071	0.0309	0.0466
Calle	n°35	54	paredes	0.52		0.00097		0.0157	
Mz	Cuneta	53 -	Jr. Las flores	0.38	58.19	0.00354	0.0103	0.0349	0.0499
Calle	n°36	56		0.52		0.00084		0.0150	
Mz	Cuneta	56 -	Jr. Las mercedes	0.38	58.19	0.00351	0.0084	0.0332	0.0460
Calle	n°36	55		0.52		0.00072		0.0128	
Mz	Cuneta	49 -	Jr. Wilfredo	0.52	58.19	0.00125	0.0140	0.0221	0.0283
Calle	n°37	50	paredes	0.52		0.00025		0.0062	
Mz	Cuneta	66 -	Jr. Las mercedes	0.52	58.19	0.00132	0.0057	0.0193	0.0240
Calle	n°38	65		0.52		0.00022		0.0046	
Mz	Cuneta	67 -	Jr. Las mercedes	0.51	58.19	0.00198	0.0031	0.0232	0.0288
Calle	n°39	68		0.51		0.00033		0.0056	
Mz	Cuneta	69 -	Jr. El porvenir	0.5	58.19	0.00128	0.0003	0.0103	0.0147
Calle	n°40	70		0.5		0.00044		0.0044	
Mz	Cuneta	71 -	Jr. Las mercedes	0.52	58.19	0.00136	0.0109	0.0225	0.0300
Calle	n°41	72		0.52		0.00035		0.0075	
Mz	Cuneta	71 -	Jr. Amazonas	0.52	58.19	0.00151	0.0139	0.0257	0.0408
Calle	n°42	74		0.52		0.00078		0.0151	
Mz	Cuneta	73 -	Jr. El porvenir	0.52	58.19	0.00164	0.0074	0.0242	0.0325
Calle	n°43	74		0.52		0.00043		0.0083	
Mz	Cuneta	75 -	Jr. Las mercedes	0.52	58.19	0.00175	0.0114	0.0278	0.0370
Calle	n°44	76		0.52		0.00044		0.0092	
Mz	Cuneta	79 -	Jr. Las mercedes	0.5	58.19	0.00087	0.0007	0.0089	0.0122
Calle	n°44	80		0.5		0.00026		0.0033	
Mz	Cuneta	75 -	Jr. Tarapoto	0.51	58.19	0.00162	0.0021	0.0182	0.0273
Calle	n°45	78		0.51		0.00068		0.0092	
Mz			Jr. El porvenir	0.52	58.19	0.00151	0.0098	0.0240	0.0323

Calle	Cuneta n°45	'78 - 77		0.52		0.00040		0.0083	
-------	-------------	----------	--	------	--	---------	--	--------	--

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29*Caudales de escurrimiento de las cunetas proyectadas: método mac math*

Descripción	Colector	Tramo	Calle	Variables				Caudal q(m ³ /s)	
				C	I(mm/h)	A(km ²)	S(m/m)	Sub-total	Total
Mz Calle	Cuneta n°45	'77 - 76	Jr. Dos de mayo	0.51 0.51	58.19	0.00164 0.00064	0.0028	0.0195 0.0092	0.0286
Mz Calle	Cuneta n°46	'90 - 91	Jr. El porvenir	0.52 0.52	58.19	0.00092 0.00038	0.0074	0.0152 0.0074	0.0227
Mz Calle	Cuneta n°46	'81 - 79	Jr. Dos de mayo	0.51 0.51	58.19	0.00113 0.00064	0.0037	0.0153 0.0097	0.0251
Mz Calle	Cuneta n°47	'90 - 93	Jr. Tarapoto	0.52 0.52	58.19	0.00084 0.00040	0.0158	0.0164 0.0091	0.0255
Mz Calle	Cuneta n°47	'93 - 92	Jr. San juan	0.52 0.52	58.19	0.00076 0.00041	0.0061	0.0125 0.0076	0.0202
Mz Calle	Cuneta n°48	'87 - 86	Jr. El porvenir	0.37 0.51	58.19	0.00094 0.00045	0.0034	0.0094 0.0072	0.0166
Mz Calle	Cuneta n°48	'86 - 89	Jr. Amazonas	0.38 0.52	58.19	0.00098 0.00045	0.0096	0.0123 0.0090	0.0213
Mz Calle	Cuneta n°48	'89 - 88	Jr. San juan	0.36 0.5	58.19	0.00093 0.00044	0.0003	0.0056 0.0042	0.0098
Mz Calle	Cuneta n°49	'83 - 82	Jr. El porvenir	0.52 0.52	58.19	0.00110 0.00043	0.0131	0.0197 0.0092	0.0289
Mz Calle	Cuneta n°50	'84 - 85	Jr. San juan	0.52 0.52	58.19	0.00061 0.00042	0.0075	0.0110 0.0082	0.0192
Mz Calle	Cuneta n°51	'95 - 94	Jr. San juan	0.56 0.56	58.19	0.00085 0.00030	0.0212	0.0189 0.0083	0.0272
Mz Calle	Cuneta n°52	'96 - 97	Jr. Huallaga	0.56 0.56	58.19	0.00100 0.00043	0.0203	0.0215 0.0109	0.0323
Mz Calle	Cuneta n°53	'98 - 99	Jr. San juan	0.52 0.52	58.19	0.00093 0.00050	0.0080	0.0155 0.0095	0.0251
Mz Calle	Cuneta n°54	'98 - 101	Jr. Amazonas	0.52 0.52	58.19	0.00075 0.00040	0.0083	0.0133 0.0079	0.0212
Mz Calle	Cuneta n°54	'101 - 100	Jr. Huallaga	0.52 0.52	58.19	0.00090 0.00051	0.0192	0.0181 0.0114	0.0295
Mz Calle	Cuneta n°55	'102 - 103	Jr. San juan	0.52 0.52	58.19	0.00075 0.00041	0.0149	0.0148 0.0091	0.0240
Mz Calle	Cuneta n°56	'102 - 105	Jr. Tarapoto	0.56 0.56	58.19	0.00083 0.00038	0.0252	0.0193 0.0102	0.0295
Mz Calle	Cuneta n°56	'110 - 110'	Jr. Tarapoto	0.51 0.51	58.19	0.00020 0.00015	0.0037	0.0038 0.0030	0.0068
Mz Calle	Cuneta n°57	'104 - 105	Jr. Huallaga	0.51 0.51	58.19	0.00091 0.00036	0.0031	0.0125 0.0058	0.0183

Mz	Cuneta	111 -	Jr. Huallaga	0.51	58.19	0.00023	0.0039	0.0043	0.0091
Calle	n°58	110		0.51		0.00026		0.0047	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29

Caudales de escurrimiento de las cunetas proyectadas: método mac math

Descripcion	Colector	Tramo	Calle	Variables				Caudal q(m3/s)	
				C	I(mm/h)	A(km2)	S(m/m)	Sub-total	Total
Mz	Cuneta	108 -	Jr. Huallaga	0.52	58.19	0.00040		0.0088	
Calle	n°59	109		0.52		0.00049	0.0137	0.0104	0.0192
Mz	Cuneta	108 -	Jr. Amazonas	0.56	58.19	0.00050		0.0138	
Calle	n°60	106		0.56		0.00020	0.0363	0.0066	0.0204
Mz	Cuneta	105 -	Jr. Huallaga	0.52	58.19	0.00093		0.0156	
Calle	n°61	106		0.52		0.00041	0.0080	0.0080	0.0237
Mz	Cuneta	117 -	Jr. El porvenir	0.52	58.19	0.00208		0.0288	
Calle	n°62	116		0.52		0.00043	0.0069	0.0081	0.0369
Mz	Cuneta	118 -	Jr. El porvenir	0.52	58.19	0.00104		0.0167	
Calle	n°63	119		0.52		0.00036	0.0071	0.0071	0.0238
Mz	Cuneta	123 -	Jr. Jorge reyna	0.5	58.19	0.00312		0.0199	
Calle	n°64	122		0.5		0.00040	0.0003	0.0039	0.0238
Mz	Cuneta	124 -	Jr. Jorge reyna	0.5	58.19	0.00073		0.0072	
Calle	n°65	125		0.5		0.00041	0.0005	0.0045	0.0117
Mz	Cuneta	131 -	Jr. Las	0.52	58.19	0.00128		0.0206	
Calle	n°66	130	mercedes	0.52		0.00014	0.0090	0.0034	0.0240
Mz	Cuneta	132 -	Jr. Las	0.52	58.19	0.00185		0.0289	
Calle	n°67	133	mercedes	0.52		0.00017	0.0112	0.0042	0.0332

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 30 se pueden observar los valores obtenidos de caudales de escurrimiento aplicando los métodos Racional y Mac Math, donde se puede apreciar que existe diferencia numérica entre ambos.

Para la presente Tesis, hemos tomado los valores mayores obtenidos por el método de Mac Math.

Tabla 30*Comparación de caudales de diseño según métodos aplicados*

Colector	Tramo	Calle	Caudales		
			Q(m3/s) Met. Racional	Q(m3/s) Met. Mac math	Q(m3/s) Diseño
Colector n°1	09 - 10	Jr. Las flores	0.0339	0.0460	0.046
Colector n°1	26 - 27	Jr. Las flores	0.0200	0.0301	0.030
Colector n°1	38 - 39	Jr. Las flores	0.0194	0.0289	0.029
Colector n°1	50 - 51	Jr. Las flores	0.0272	0.0371	0.037
Colector n°1	51 - 52	Jr. Las mercedes	0.0172	0.0268	0.027
Colector n°2	13 - 14	Jr. Amazonas	0.0197	0.0225	0.022
Colector n°2	30 - 31	Jr. Amazonas	0.0193	0.0294	0.029
Colector n°2	42 - 43	Jr. Amazonas	0.0193	0.0242	0.024
Colector n°2	48 - 47	Jr. Wilfredo paredes	0.0196	0.0280	0.028
Colector n°3	34 - 35	Jr. Tarapoto	0.0186	0.0257	0.026
Colector n°3	46 - 47	Jr. Tarapoto	0.0186	0.0271	0.027
Colector n°4	54 - 55	Jr. Tarapoto	0.0294	0.0467	0.047
Colector n°4	72 - 73	Jr. Tarapoto	0.0290	0.0275	0.029
Colector n°4	87 - 88	Jr. Tarapoto	0.0102	0.0220	0.022
Colector n°4	99 - 100	Jr. Tarapoto	0.0181	0.0269	0.027
Colector n°4	109 - 109	Jr. Tarapoto	0.0063	0.0123	0.012
Colector N°5	60 - 59	Jr. Las Mercedes	0.0287	0.0409	0.041
Colector N°5	64 - 63	Jr. Las Mercedes	0.0122	0.0133	0.013
Colector N°6	68 - 69	Jr. Amazonas	0.0376	0.0489	0.049
Colector N°6	83 - 84	Jr. Amazonas	0.0167	0.0235	0.023
Colector N°6	95 - 96	Jr. Amazonas	0.0169	0.0197	0.020
Colector N°6	107 - 107	Jr. Amazonas	0.0137	0.0267	0.027
Colector N°7	126 - 125	Carretera Papaplaya	0.0144	0.0265	0.027
Colector N°7	122 - 121	Carretera Papaplaya	0.0571	0.0617	0.062
Colector N°7	120 - 119	Carretera Papaplaya	0.0303	0.0410	0.041

Colector N°7	116 - 115	Carretera Papaplaya	0.0413	0.0495	0.049
Colector N°7	115 - 114	Jr. Huallaga	0.0205	0.0401	0.040
Colector N°8	127 - 128	Carretera Papaplaya	0.0098	0.0151	0.015
Colector N°8	129 - 130	Carretera Papaplaya	0.0605	0.0662	0.066
Colector N°8	133 - 134	Carretera Papaplaya	0.0635	0.0677	0.068
Colector N°8	112 - 113	Carretera Papaplaya	0.0131	0.0264	0.026
Cuneta N°9	02 - 03	Jr. José Pardo	0.0298	0.0536	0.054
Cuneta N°10	08 - 09	Jr. José Pardo	0.0587	0.0689	0.069
Cuneta N°11	04 - 03	Jr. Las Flores	0.0533	0.0615	0.061
Cuneta N°12	05 - 06	Jr. Las Flores	0.0273	0.0354	0.035
Cuneta N°13	12 - 13	Jr. José Pardo	0.0190	0.0337	0.034
Cuneta N°14	12 - 15	Jr. Las Flores	0.0203	0.0285	0.029

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31

Comparación de caudales de diseño según métodos aplicados

Colector	Tramo	Calle	Caudales		
			Q(m ³ /s) Met. Racional	Q(m ³ /s) Met. Mac math	Q(m ³ /s) Diseño
Cuneta N°14	15 - 14	Jr. Jorge Reyna	0.0184	0.0276	0.028
Cuneta N°15	16 - 19	Jr. Amazonas	0.0196	0.0223	0.022
Cuneta N°15	19 - 18	Jr. Jorge Reyna	0.0166	0.0248	0.025
Cuneta N°16	17 - 18	Jr. Tarapoto	0.0141	0.0260	0.026
Cuneta N°17	33 - 34	Jr. Jorge Reyna	0.0175	0.0276	0.028
Cuneta N°18	33 - 36	Jr. Amazonas	0.0187	0.0290	0.029
Cuneta N°18	36 - 35	Jr. 9 de Abril	0.0179	0.0247	0.025
Cuneta N°19	29 - 30	Jr. Jorge Reyna	0.0184	0.0265	0.026
Cuneta N°20	29 - 32	Jr. Las Flores	0.0200	0.0306	0.031
Cuneta N°20	32 - 31	Jr. 9 de Abril	0.0182	0.0263	0.026
Cuneta N°21	11 - 10	Jr. Jorge Reyna	0.0240	0.0157	0.024
Cuneta N°22	25 - 26	Jr. Jorge Reyna	0.0164	0.0252	0.025
Cuneta N°23	28 - 27	Jr. 9 de Abril	0.0206	0.0365	0.037
Cuneta N°24	37 - 38	Jr. 9 de Abril	0.0226	0.0345	0.035
Cuneta N°25	40 - 39	Jr. Wilfredo Paredes	0.0121	0.0236	0.024
Cuneta N°26	41 - 42	Jr. 9 de Abril	0.0176	0.0277	0.028
Cuneta N°27	41 - 44	Jr. Las Flores	0.0200	0.0284	0.028
Cuneta N°27	44 - 43	Jr. Wilfredo Paredes	0.0198	0.0273	0.027
Cuneta N°28	45 - 46	Jr. 9 de Abril	0.0174	0.0245	0.024

Cuneta N°29	´45´ - 48	Jr. Amazonas	0.0206	0.0284	0.028
Cuneta N°30	´20 - 24	Jr. Tarapoto	0.0529	0.2634	0.263
Cuneta N°30	´24 - 23	Jr. Wilfredo Paredes	0.0260	0.1613	0.161
Cuneta N°31	´21 - 22	Jr. Wilfredo Paredes	0.0260	0.0827	0.083
Cuneta N°32	´62 - 61	Jr. Wilfredo Paredes	0.0467	0.0396	0.047
Cuneta N°32	´61 - 64	Jr. Dos De Mayo	0.0429	0.0493	0.049
Cuneta N°33	´57 - 58	Jr. Wilfredo Paredes	0.0360	0.0564	0.056
Cuneta N°33	´58 - 59	Jr. Dos De Mayo	0.0384	0.0407	0.041
Cuneta N°34	´57´ - 60	Jr. Tarapoto	0.0349	0.0435	0.044
Cuneta N°35	´53 - 54	Jr. Wilfredo Paredes	0.0337	0.0470	0.047
Cuneta N°36	´53´ - 56	Jr. Las Flores	0.0328	0.0503	0.050
Cuneta N°36	´56 - 55	Jr. Las Mercedes	0.0309	0.0464	0.046
Cuneta N°37	´49 - 50	Jr. Wilfredo Paredes	0.0191	0.0285	0.029
Cuneta N°38	´66 - 65	Jr. Las Mercedes	0.0195	0.0242	0.024
Cuneta N°39	´67 - 68	Jr. Las Mercedes	0.0292	0.0291	0.029
Cuneta N°40	´69´ - 70	Jr. El Porvenir	0.0223	0.0148	0.022
Cuneta N°41	´71 - 72	Jr. Las Mercedes	0.0218	0.0302	0.030
Cuneta N°42	´71´ - 74	Jr. Amazonas	0.0303	0.0411	0.041

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31

Comparación de caudales de diseño según métodos aplicados

Colector	Tramo	Calle	Q(m3/s) Met. Racional	Caudales	
				Q(m3/s) Met. Mac math	Q(m3/s) Diseño
Cuneta N°43	´73´ - 74	Jr. El Porvenir	0.0265	0.0328	0.033
Cuneta N°44	´75 - 76	Jr. Las Mercedes	0.0280	0.0373	0.037
Cuneta N°44	´79 - 80	Jr. Las Mercedes	0.0145	0.0123	0.015
Cuneta N°45	´75´ - 78	Jr. Tarapoto	0.0301	0.0276	0.030
Cuneta N°45	´77 - 76	Jr. Dos De Mayo	0.0297	0.0289	0.030
Cuneta N°46	´90 - 91	Jr. El Porvenir	0.0170	0.0229	0.023
Cuneta N°46	´81 - 79	Jr. Dos De Mayo	0.0236	0.0253	0.025
Cuneta N°47	´90´ - 93	Jr. Tarapoto	0.0163	0.0257	0.026
Cuneta N°47	´93 - 92	Jr. San Juan	0.0155	0.0204	0.020
Cuneta N°48	´87´ - 86	Jr. El Porvenir	0.0107	0.0168	0.017
Cuneta N°48	´86 - 89	Jr. Amazonas	0.0108	0.0215	0.021
Cuneta N°48	´89 - 88	Jr. San Juan	0.0105	0.0099	0.010
Cuneta N°49	´83´ - 82	Jr. El Porvenir	0.0199	0.0292	0.029
Cuneta N°50	´84´ - 85	Jr. San Juan	0.0139	0.0193	0.019
Cuneta N°51	´95´ - 94	Jr. San Juan	0.0149	0.0274	0.027
Cuneta N°52	´96´ - 97	Jr. Huallaga	0.0187	0.0326	0.033

Cuneta N°53	´98 - 99	Jr. San Juan	0.0190	0.0253	0.025
Cuneta N°54	´98´ - 101	Jr. Amazonas	0.0177	0.0214	0.021
Cuneta N°54	´101 - 100	Jr. Huallaga	0.0186	0.0298	0.030
Cuneta N°55	´102 - 103	Jr. San Juan	0.0124	0.0242	0.024
Cuneta N°56	´102´ - 105	Jr. Tarapoto	0.0158	0.0298	0.030
Cuneta N°56	´110 - 110´	Jr. Tarapoto	0.0046	0.0068	0.007
Cuneta N°57	´104 - 105	Jr. Huallaga	0.0165	0.0185	0.018
Cuneta N°58	´111 - 110	Jr. Huallaga	0.0067	0.0091	0.009
Cuneta N°59	´108 - 109	Jr. Huallaga	0.0124	0.0194	0.019
Cuneta N°60	´108´ - 106´	Jr. Amazonas	0.0091	0.0206	0.021
Cuneta N°61	´105´ - 106	Jr. Huallaga	0.0176	0.0239	0.024
Cuneta N°62	´117 - 116	Jr. El Porvenir	0.0318	0.0372	0.037
Cuneta N°63	´118 - 119	Jr. El Porvenir	0.0181	0.0240	0.024
Cuneta N°64	´123 - 122	Jr. Jorge Reyna	0.0440	0.0240	0.044
Cuneta N°65	´124 - 125	Jr. Jorge Reyna	0.0151	0.0118	0.015
Cuneta N°66	´131 - 130	Jr. Las Mercedes	0.0176	0.0243	0.024
Cuneta N°67	´132 - 133	Jr. Las Mercedes	0.0250	0.0335	0.033

Fuente: Elaboración propia

3.2.5.3. Diseño del sistema de drenaje

Una vez determinado los caudales de escorrentía, podemos tener una apreciación, del escurrimiento que se producirá a través del sistema de drenaje propuesto.

En el cuadro N° 31 se presentan los caudales que discurrirán por los colectores y sus respectivos contribuyentes hasta su desembocadura en una obra de entrega

Con los caudales de diseño obtenidos se procederá a pre dimensionar las estructuras hidráulicas, que garanticen la evacuación de las aguas pluviales de una manera rápida y segura.

A continuación, en el cuadro N° 31, se presentan los caudales finales de diseño.

Tabla 32*Resumen del cálculo de caudal en cunetas y alcantarillas*

Colector	Tramo	Calle	Longitud	Cota terreno		Colector contribuyente Descripción	Caudal			
				Inicio	Final		Inicial	Tramo	Final	Diseño
Colector n°1	09 - 10	Jr. Las flores	77.50	156.745	155.410	04-03, 02-03, 08-09	0.184	0.046	0.230	0.230
Alcantarilla	10 - 26	Jr. Las flores	7.20	155.410	155.220	04-03, 02-03, 08-09, 09-10, 11-10	0.255		0.255	0.255
Colector n°1	26 - 27	Jr. Las flores	77.50	155.220	154.050	04-03, 02-03, 08-09, 09-10, 11-10, 25-26	0.280	0.030	0.310	0.310
Alcantarilla	27 - 38	Jr. Las flores	7.20	154.050	154.000	04-03, 02-03, 08-09, 09-10, 11-10, 25-26, 26-27,28-27	0.347		0.347	0.347
Colector n°1	38 - 39	Jr. Las flores	78.50	154.000	152.880	04-03, 02-03, 08-09, 09-10, 11-10, 25-26, 26-27, 28-27, 37-38	0.381	0.029	0.410	0.410
Alcantarilla	39 - 50	Jr. Las flores	7.20	152.880	152.850	04-03, 02-03, 08-09, 09-10, 11-10, 25-26, 26-27,28-27, 37-38,38-39, 40-39	0.434		0.434	0.434
Colector n°1	50 - 51	Jr. Las flores	118.50	152.850	151.280	04-03, 02-03, 08-09, 09-10, 11-10, 25-26, 26-27,28-27, 37-38,38-39, 40-39, 49-50	0.463	0.037	0.500	0.500
Colector n°1	51 - 52	Jr. Las mercedes	50.50	151.280	150.500	04-03, 02-03, 08-09, 09-10, 11-10, 25-26, 26-27,28-27, 37-38,38-39, 40-39, 49-50, 50-51	0.500	0.027	0.526	0.526
Colector n°2	13 - 14	Jr. Amazonas	75.00	154.910	154.690	05-06, 06-07, 12-13	0.108	0.022	0.131	0.131
Alcantarilla	14 - 30	Jr. Amazonas	7.20	154.690	154.540	05-06, 06-07, 12-13, 13-14, 15-14	0.187		0.187	0.187
Colector n°2	30 - 31	Jr. Amazonas	76.50	154.540	153.360	05-06, 06-07, 12-13, 13-14, 15-14, 29-30	0.214	0.029	0.243	0.243
Alcantarilla	31 - 42	Jr. Amazonas	7.20	153.360	152.870	05-06, 06-07, 12-13, 13-14, 15-14, 29-30, 30-31, 32-31	0.300		0.300	0.300
Colector n°2	42 - 43	Jr. Amazonas	78.50	152.870	152.410	05-06, 06-07, 12-13, 13-14, 15-14, 29-30, 30-31, 32-31, 41-42	0.327	0.024	0.352	0.352
Alcantarilla	43 - 48	Jr. Wilfredo paredes	7.20	152.410	152.240	05-06, 06-07, 12-13, 13-14, 15-14, 29-30, 30-31, 32-31, 41-42, 42-43, 44-43	0.407		0.407	0.407
Colector n°2	48 - 47	Jr. Wilfredo paredes	61.00	152.240	151.550	05-06, 06-07, 12-13, 13-14, 15-14, 29-30, 30-31, 32-31, 41-42, 42-43, 44-43, 45-48	0.436	0.028	0.464	0.464
Colector n°3	34 - 35	Jr. Tarapoto	76.00	153.441	152.800	16-19, 19-18, 17-18, 33-34	0.101	0.026	0.126	0.126

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32*Resumen del cálculo de caudal en cunetas y alcantarillas*

Colector	Tramo	Calle	Longitud	Cota terreno		Colector contribuyente Descripción	Caudal			
				Inicio	Final		Inicial	Tramo	Final	Diseño
Alcantarilla	35 - 46	Jr. Tarapoto	7.20	152.800	152.500	16-19, 19-18, 17-18, 33-34, 34-35, 36-35	0.180		0.180	0.180
Colector n°3	46 - 47	Jr. Tarapoto	78.00	152.500	151.550	16-19, 19-18, 17-18, 33-34, 34-35, 36-35, 45-46	0.205	0.027	0.232	0.232
Alcantarilla	47 - 54	Jr. Tarapoto	7.20	151.500	151.500	16-19, 19-18, 17-18, 33-34, 34-35, 36-35, 45-46, 46-47, 48-47, 05-06, 06-07, 12-13, 13-14, 15-14, 29-30, 30-31, 32-31, 41-42, 42-43, 44-43, 45-48	0.695		0.695	0.695
Colector n°4	54 - 55	Jr. Tarapoto	117.00	151.500	150.260	16-19, 19-18, 17-18, 33-34, 34-35, 36-35, 45-46, 46-47, 48-47, 05-06, 06-07, 12-13, 13-14, 15-14, 29-30, 30-31, 32-31, 41-42, 42-43, 44-43, 45-48, 53-54	0.742	0.047	0.789	0.789 0.000
Alcantarilla	55 - 72	Jr. Tarapoto	7.20	150.260	150.500	16-19, 19-18, 17-18, 33-34, 34-35, 36-35, 45-46, 46-47, 48-47, 05-06, 06-07, 12-13, 13-14, 15-14, 29-30, 30-31, 32-31, 41-42, 42-43, 44-43, 45-48, 53-54, 54-55, 56-55	0.886		0.886	0.886
Colector n°4	72 - 73	Jr. Tarapoto	107.50	150.500	150.240	16-19, 19-18, 17-18, 33-34, 34-35, 36-35, 45-46, 46-47, 48-47, 05-06, 06-07, 12-13, 13-14, 15-14, 29-30, 30-31, 32-31, 41-42, 42-43, 44-43, 45-48, 53-54, 54-55, 56-55, 71-72	0.916	0.030	0.946	0.946
Alcantarilla	73 - 87	Jr. Tarapoto	7.20	150.240	149.900	16-19, 19-18, 17-18, 33-34, 34-35, 36-35, 45-46, 46-47, 48-47, 05-06, 06-07, 12-13, 13-14, 15-14, 29-30, 30-31, 32-31, 41-42, 42-43, 44-43, 45-48, 53-54, 54-55, 56-55, 71-72, 72-73	0.946		0.946	0.946

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32*Resumen del cálculo de caudal en cunetas y alcantarillas*

Colector	Tramo	Calle	Longitud	Cota terreno		Colector contribuyente Descripción	Caudal			
				Inicio	Final		Inicial	Tramo	Final	Diseño
Colector n°4	87 - 88	Jr. Tarapoto	66.50	149.900	148.950	16-19, 19-18, 17-18, 33-34, 34-35, 36-35, 45-46, 46-47, 48-47, 05-06, 06-07, 12-13, 13-14, 15-14, 29-30, 30-31, 32-31, 41-42, 42-43, 44-43, 45-48, 53-54, 54-55, 56-55, 71-72, 72-73	0.946	0.022	0.968	0.968
Alcantarilla	88 - 99	Jr. Tarapoto	7.20	148.950	148.580	16-19, 19-18, 17-18, 33-34, 34-35, 36-35, 45-46, 46-47, 48-47, 05-06, 06-07, 12-13, 13-14, 15-14, 29-30, 30-31, 32-31, 41-42, 42-43, 44-43, 45-48, 53-54, 54-55, 56-55, 71-72, 72-73, 87-88, 87-86, 86-89, 89-88	1.017		1.017	1.017
Colector n°4	99 - 100	Jr. Tarapoto	68.00	148.580	147.700	16-19, 19-18, 17-18, 33-34, 34-35, 36-35, 45-46, 46-47, 48-47, 05-06, 06-07, 12-13, 13-14, 15-14, 29-30, 30-31, 32-31, 41-42, 42-43, 44-43, 45-48, 53-54, 54-55, 56-55, 71-72, 72-73, 87-88, 87-86, 86-89, 89-88, 98-99	1.042	0.027	1.069	1.069
Alcantarilla	100 - 109	Jr. Tarapoto	7.20	147.700	147.800	16-19, 19-18, 17-18, 33-34, 34-35, 36-35, 45-46, 46-47, 48-47, 05-06, 06-07, 12-13, 13-14, 15-14, 29-30, 30-31, 32-31, 41-42, 42-43, 44-43, 45-48, 53-54, 54-55, 56-55, 71-72, 72-73, 87-88, 87-86, 86-89, 89-88, 98-99, 99-100, 101-100, 98-101	1.120		1.120	1.120
Colector n°4	109 - 109'	Jr. Tarapoto	32.00	147.800	147.240	16-19, 19-18, 17-18, 33-34, 34-35, 36-35, 45-46, 46-47, 48-47, 05-06, 06-07, 12-13,	1.139	0.012	1.152	1.152

13-14, 15-14, 29-30, 30-31, 32-31, 41-42,

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32*Resumen del cálculo de caudal en cunetas y alcantarillas*

Colector	Tramo	Calle	Longitud	Cota terreno		Colector contribuyente Descripción	Caudal			
				Inicio	Final		Inicial	Tramo	Final	Diseño
						42-43, 44-43, 45'-48, 53-54, 54-55, 56-55, 71-72, 72-73, 87-88, 87'-86, 86-89, 89-88, 98-99, 99-100, 101-100, 98'-101, 108-109				
Colector n°5	'60 - 59	Jr. Las mercedes	74.50	150.220	149.000	57'-60	0.044	0.041	0.084	0.084
Alcantarilla	'59 - 64	Jr. Las mercedes	7.50	149.000	148.780	57'-60, 60-59, 58-59, 57-58, 24-23, 20-24	0.606		0.606	0.606
Colector n°5	'64 - 63	Jr. Las mercedes	50.00	148.780	148.680	57'-60, 60-59, 58-59, 57-58, 24-23, 20-24, 21-22, 62-61, 61-64	0.789	0.013	0.802	0.802
Colector n°6	'68 - 69	Jr. Amazonas	106.00	151.077	149.650	67-68	0.032	0.049	0.081	0.081
Alcantarilla	'69 - 83	Jr. Amazonas	7.20	149.650	149.520	67-68, 68-69	0.081		0.081	0.081
Colector n°6	'83 - 84	Jr. Amazonas	66.00	149.520	148.900	67-68, 68-69, 74-71', 74-73'	0.155	0.023	0.178	0.178
Alcantarilla	'84 - 95	Jr. Amazonas	7.20	148.900	148.820	67-68, 68-69, 74-71', 74-73', 83-84	0.178		0.178	0.178
Colector n°6	'95 - 96	Jr. Amazonas	67.50	148.820	148.550	67-68, 68-69, 74-71', 74-73', 83-84	0.178	0.020	0.198	0.198
Alcantarilla	'96 - 107	Jr. Amazonas	7.20	148.550	148.460	67-68, 68-69, 74-71', 74-73', 83-84, 95-96	0.198		0.198	0.198
Colector n°6	'107 - 107'	Jr. Amazonas	44.00	148.460	147.330	67-68, 68-69, 74-71', 74-73', 83-84, 95-96	0.198	0.027	0.225	0.225
Colector n°7	'126 - 125	Carret. papaplaya	43.00	155.420	154.550			0.027	0.027	0.027
Alcantarilla	'125 - 122	Carret. papaplaya	7.20	154.550	154.410	126-125, 124-125	0.042		0.042	0.042
Colector n°7	'122 - 121	Carret. papaplaya	256.50	154.410	151.340	126-125, 124-125, 123-122	0.091	0.062	0.153	0.153
Alcantarilla	'121 - 120	Carret. papaplaya	7.20	151.340	151.210	126-125, 124-125, 123-122, 122-121	0.153		0.153	0.153
Colector n°7	'120 - 119	Carret. papaplaya	106.00	151.210	149.600	126-125, 124-125, 123-122, 122-121	0.153	0.041	0.194	0.194
Alcantarilla	'119 - 116	Carret. papaplaya	7.20	149.600	149.500	126-125, 124-125, 123-122, 122-121, 118-119	0.218		0.218	0.218
Colector n°7	'116 - 115	Carret. papaplaya	135.50	149.500	148.120	126-125, 124-125, 123-122, 122-121, 118-119, 117-116	0.255	0.049	0.304	0.304

Colector n°7	115 - 114	Jr. Huallaga	56.50	148.820	146.600	126-125,124-125, 123-122, 122-121, 118-119,117-116, 116-115	0.304	0.040	0.344	0.344
Alcantarilla	114 - 113	Jr. Huallaga	8.00	146.600	146.490	126-125, 124-125, 123-122, 122-121, 118-119,	0.344		0.344	0.344

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32

Resumen del cálculo de caudal en cunetas y alcantarillas

Colector	Tramo	Calle	Longitud	Cota terreno		Colector contribuyente Descripción	Caudal			
				Inicio	Final		Inicial	Tramo	Final	Diseño
						117-116, 116-115, 115-114				
Colector n°8	127 - 128	Carret. papaplaya	50.50	154.828	154.500			0.015	0.015	0.015
Alcantarilla	128 - 129	Carret. papaplaya	7.20	154.500	154.120	127-128	0.015		0.015	0.015
Colector n°8	129 - 130	Carret. papaplaya	249.50	154.120	151.000	127-128	0.015	0.066	0.081	0.081
Alcantarilla	130 - 133	Carret. papaplaya	7.20	151.000	150.960	127-128, 129-130, 131-130	0.106		0.106	0.106
Colector n°8	133 - 134	Carret. papaplaya	247.50	150.960	148.210	127-128, 129-130, 131-130, 132-133	0.139	0.068	0.207	0.207
Alcantarilla	134 - 112	Carret. papaplaya	14.00	148.210	148.300	127-128, 129-130, 131-130, 132-133, 133-134	0.207		0.207	0.207
Colector n°8	112 - 113	Carret. papaplaya	62.00	148.300	146.490	127-128, 129-130, 131-130, 132-133, 133-134	0.207	0.026	0.233	0.233
Cuneta n°9	02 - 03	Jr. José pardo	167.90	158.771	156.670			0.054	0.054	0.054
Cuneta n°10	08 - 09	Jr. José pardo	159.07	158.698	156.600			0.069	0.069	0.069
Cuneta n°11	04 - 03	Jr. Las flores	84.50	157.517	156.670			0.061	0.061	0.061
Alcantarilla	03 - 09	Jr. Las flores	7.20	156.670	156.600	04-03, 02-03	0.115		0.115	0.115
Cuneta n°12	05 - 06	Jr. Las flores	84.00	157.620	156.720			0.035	0.035	0.035
Cuneta n°12	06 - 07	Jr. José pardo	64.00	156.720	155.500	05 - 06	0.035	0.039	0.075	0.075
Alcantarilla	07 - 13	Jr. Amazonas	7.20	155.500	155.000	05 - 06, 06-07	0.075		0.075	0.075
Cuneta n°13	12 - 13	Jr. José pardo	61.00	156.377	155.000			0.034	0.034	0.034
Cuneta n°14	12 - 15	Jr. Las flores	75.00	156.377	155.540			0.029	0.029	0.029
Cuneta n°14	15 - 14	Jr. Jorge reyna	62.50	155.540	154.690	12 - 15	0.029	0.028	0.056	0.056
Cuneta n°15	16 - 19	Jr. Amazonas	72.00	154.892	154.560			0.022	0.022	0.022
Cuneta n°15	19 - 18	Jr. Jorge reyna	60.00	154.560	153.820	16 - 19	0.022	0.025	0.047	0.047
Cuneta n°16	17 - 18	Jr. Tarapoto	60.00	155.036	153.820			0.026	0.026	0.026

Alcantarilla	'18 - 34	Jr. Tarapoto	7.20	153.820	153.500	'17 - 18, 16-19, 19-18	0.073	0.073	0.073
Cuneta n°17	'33 - 34	Jr. Jorge reyna	57.50	154.481	153.500			0.028	0.028
Cuneta n°18	'33' - 36	Jr. Amazonas	73.50	154.618	153.330			0.029	0.029
Cuneta n°18	'36 - 35	Jr. 9 de abril	60.50	153.330	152.800	'33' - 36	0.029	0.025	0.054

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32

Resumen del cálculo de caudal en cunetas y alcantarillas

Colector	Tramo	Calle	Longitud	Cota terreno		Colector contribuyente Descripción	Caudal			
				Inicio	Final		Inicial	Tramo	Final	Diseño
Cuneta n°19	'29 - 30	Jr. Jorge reyna	59.50	155.384	154.540			0.026	0.026	0.026
Cuneta n°20	'29' - 32	Jr. Las flores	74.50	155.287	154.050			0.031	0.031	0.031
Cuneta n°20	'32 - 31	Jr. 9 de abril	61.50	154.050	153.360	'29' - 32	0.031	0.026	0.057	0.057
Cuneta n°21	'11 - 10	Jr. Jorge reyna	96.25	155.171	155.487	'29' - 32		0.025	0.025	0.025
Cuneta n°21	'11 - 10	Jr. Jorge reyna	96.25	155.171	155.487	'29' - 32		0.025	0.025	0.025
Cuneta n°22	'25 - 26	Jr. Jorge reyna	57.00	155.599	155.220			0.025	0.025	0.025
Cuneta n°23	'28 - 27	Jr. 9 de abril	65.50	155.137	154.050			0.037	0.037	0.037
Cuneta n°24	'37 - 38	Jr. 9 de abril	66.50	153.860	154.000			0.035	0.035	0.035
Cuneta n°25	'40 - 39	Jr. Wilfredo paredes	46.50	153.884	152.880			0.024	0.024	0.024
Cuneta n°26	'41 - 42	Jr. 9 de abril	58.50	153.887	152.870			0.028	0.028	0.028
Cuneta n°27	'41' - 44	Jr. Las flores	75.65	153.000	153.000			0.028	0.028	0.028
Cuneta n°27	'44 - 43	Jr. Wilfredo paredes	60.73	153.051	152.410	'41' - 44	0.028	0.027	0.056	0.056
Cuneta n°28	'45 - 46	Jr. 9 de abril	56.50	153.064	152.500			0.024	0.024	0.024
Cuneta n°29	'45' - 48	Jr. Amazonas	75.00	154.940	152.240			0.028	0.028	0.028
Cuneta n°30	'20 - 24	Jr. Tarapoto	228.50	151.500	151.500			0.263	0.263	0.263
Cuneta n°30	'24 - 23	Jr. Wilfredo paredes	78.00	149.850	149.850	'20 - 24	0.263	0.161	0.425	0.425
Alcantarilla	'23 - 58	Jr. Wilfredo paredes	8.50	149.916	149.600	'20 - 24, 24-23	0.425		0.425	0.425
Cuneta n°31	'21 - 22	Jr. Wilfredo paredes	87.50	149.810	149.810			0.083	0.083	0.083
Alcantarilla	'22 - 61	Jr. Wilfredo paredes	8.00	149.963	149.760	'21 - 22	0.083		0.083	0.083
Cuneta n°32	'62 - 61	Jr. Wilfredo paredes	86.00	149.760	149.760			0.051	0.051	0.051
Cuneta n°32	'61 - 64	Jr. Dos de mayo	117.00	151.328	148.780	'62 - 61, 21-22	0.133	0.049	0.183	0.183

Cuneta n°33	'57 - 58	Jr. Wilfredo paredes	80.00	149.600	149.600			0.056	0.056	0.056
Cuneta n°33	'58 - 59	Jr. Dos de mayo	119.00	151.397	149.000	57-58, 24-23, 20-24	0.481	0.041	0.522	0.522
Cuneta n°34	'57' - 60	Jr. Tarapoto	113.50	152.376	150.230			0.044	0.044	0.044
Cuneta n°35	'53 - 54	Jr. Wilfredo paredes	123.50	152.543	151.500			0.047	0.047	0.047

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32

Resumen del cálculo de caudal en cunetas y alcantarillas

Colector	Tramo	Calle	Longitud	Cota terreno		Colector contribuyente Descripción	Caudal			
				Inicio	Final		Inicial	Tramo	Final	Diseño
Cuneta n°36	'53' - 56	Jr. Las flores	114.00	151.350	151.350			0.050	0.050	0.050
Cuneta n°36	'56 - 55	Jr. Las mercedes	130.50	153.440	150.260	'53' - 56	0.050	0.046	0.097	0.097
Cuneta n°37	'49 - 50	Jr. Wilfredo paredes	46.50	151.427	152.850			0.029	0.029	0.029
Cuneta n°38	'66 - 65	Jr. Las mercedes	42.00	151.520	151.520			0.024	0.024	0.024
Alcantarilla	'65 - 52	Jr. Las mercedes	8.50	151.373	150.500	'66 - 65	0.024		0.024	0.024
Cuneta n°39	'67 - 68	Jr. Las mercedes	64.00	149.530	151.100			0.032	0.032	0.032
Cuneta n°40	'69' - 70	Jr. El porvenir	57.50	149.500	149.500			0.024	0.024	0.024
Alcantarilla	'70 - 82	Jr. El porvenir	10.00	151.281	148.590	'69' - 70	0.024		0.024	0.024
Cuneta n°41	'71 - 72	Jr. Las mercedes	59.50	151.144	150.500	'69' - 70		0.030	0.030	0.030
Cuneta n°42	'71' - 74	Jr. Amazonas	105.00	149.904	149.904			0.041	0.041	0.041
Alcantarilla	'74 - 83	Jr. Amazonas	11.00	150.080	150.080	'71' - 74, 73'-74	0.074		0.074	0.074
Cuneta n°43	'73' - 74	Jr. El porvenir	64.50	149.670	149.670			0.033	0.033	0.033
Cuneta n°44	'75 - 76	Jr. Las mercedes	71.00	149.200	149.200			0.037	0.037	0.037
Alcantarilla	'76 - 79	Jr. Las mercedes	7.50	149.120	149.120	'75 - 76, 77-76, 78-77, 75'-78	0.133		0.133	0.133
Cuneta n°44	'79 - 80	Jr. Las mercedes	40.50	149.090	149.090	'75 - 76, 77-76, 78-77, 75'-78, 90-91, 81-79	0.181	0.016	0.197	0.197
Alcantarilla	'80 - 63	Jr. Las mercedes	8.50	152.382	148.680	'75 - 76, 77-76, 78-77, 75'-78, 90-91, 81-79, 79-80	0.197		0.197	0.197
Cuneta n°45	'75' - 78	Jr. Tarapoto	105.00	150.120	150.120			0.032	0.032	0.032
Cuneta n°45	'78 - 77	Jr. El porvenir	63.00	149.500	149.500	'75' - 78	0.032	0.033	0.064	0.064
Cuneta n°45	'77 - 76	Jr. Dos de mayo	108.50	149.913	149.200	'75' - 78, 78-77	0.064	0.031	0.096	0.096

Cuneta n°46	'90 - 91	Jr. El porvenir	61.00	149.450	149.450			0.023	0.023	0.023
Alcantarilla	'91 - 81	Jr. El porvenir	10.00	149.530	149.530	'90 - 91		0.023		0.023
Cuneta n°46	'81 - 79	Jr. Dos de mayo	111.00	149.893	149.120	'90 - 91		0.023	0.025	0.048
Cuneta n°47	'90' - 93	Jr. Tarapoto	61.50	148.830	148.830				0.026	0.026
Cuneta n°47	'93 - 92	Jr. San juan	54.50	148.500	148.500	'90' - 93		0.026	0.020	0.046

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32

Resumen del cálculo de caudal en cunetas y alcantarillas

Colector	Tramo	Calle	Longitud	Cota terreno		Colector contribuyente Descripción	Caudal			
				Inicio	Final		Inicial	Tramo	Final	Diseño
Alcantarilla	'92 - 103	Jr. San juan	9.50	149.846	148.130	'90' - 93, 93-92	0.046		0.046	0.046
Cuneta n°48	'87' - 86	Jr. El porvenir	64.50	149.630	149.630			0.017	0.017	0.017
Cuneta n°48	'86 - 89	Jr. Amazonas	68.50	148.970	148.970	'87' - 86	0.017	0.021	0.038	0.038
Cuneta n°48	'89 - 88	Jr. San juan	67.00	149.577	148.950	'87' - 86, 86-89	0.038	0.010	0.048	0.048
Cuneta n°49	'83' - 82	Jr. El porvenir	64.00	148.834	148.590			0.029	0.029	0.029
Cuneta n°50	'84' - 85	Jr. San juan	38.50	148.500	148.500			0.019	0.019	0.019
Alcantarilla	'85 - 94	Jr. San juan	8.50	148.732	147.850	'84' - 85	0.019		0.019	0.019
Cuneta n°51	'95' - 94	Jr. San juan	41.50	148.533	147.850			0.027	0.027	0.027
Cuneta n°52	'96' - 97	Jr. Huallaga	70.00	149.100	147.110			0.033	0.033	0.033
Cuneta n°53	'98 - 99	Jr. San juan	66.50	149.105	148.580			0.025	0.025	0.025
Cuneta n°54	'98' - 101	Jr. Amazonas	58.00	148.630	148.630			0.021	0.021	0.021
Cuneta n°54	'101 - 100	Jr. Huallaga	64.00	148.982	147.400	'98' - 101	0.021	0.030	0.051	0.051
Cuneta n°55	'102 - 103	Jr. San juan	59.00	149.118	148.130			0.024	0.024	0.024
Cuneta n°56	'102' - 105	Jr. Tarapoto	65.00	147.500	147.500			0.030	0.030	0.030
Alcantarilla	'105 - 110	Jr. Tarapoto	7.20	147.620	147.620	'102' - 105, 104-105	0.048		0.048	0.048
Cuneta n°56	'110 - 110'	Jr. Tarapoto	24.50	147.710	147.710	'102' - 105, 104-105, 111-110	0.057	0.007	0.064	0.064
Alcantarilla	'110' - 109'	Jr. Tarapoto	8.00	147.836	147.240	'102' - 105, 104-105, 111-110, 110-110'	0.064		0.064	0.064
Cuneta n°57	'104 - 105	Jr. Huallaga	48.50	147.797	147.500			0.018	0.018	0.018

Cuneta n°58	´111 - 110	Jr. Huallaga	33.50	148.649	147.620		0.009	0.009	0.009
Cuneta n°59	´108 - 109	Jr. Huallaga	61.50	148.656	147.800		0.019	0.019	0.019
Cuneta n°60	´108´ - 106´	Jr. Amazonas	30.00	147.610	147.610		0.021	0.021	0.021
Alcantarilla	´106´ - 107´	Jr. Amazonas	10.00	148.436	147.330	´108´ - 106´	0.021	0.021	0.021
Cuneta n°61	´105´ - 106	Jr. Huallaga	63.50	147.900	147.900		0.024	0.024	0.024
Alcantarilla	´106 - 97	Jr. Huallaga	8.00	148.819	147.110	´105´ - 106	0.024	0.024	0.024
Cuneta n°62	´117 - 116	Jr. El porvenir	61.00	149.928	149.500		0.037	0.037	0.037

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32

Resumen del cálculo de caudal en cunetas y alcantarillas

Colector	Tramo	Calle	Longitud	Cota terreno		Colector contribuyente Descripción	Caudal		
				Inicio	Final		Inicial	Tramo	Final
Cuneta n°63	´118 - 119	Jr. El porvenir	60.50	154.626	149.570		0.024	0.024	0.024
Cuneta n°64	´123 - 122	Jr. Jorge reyna	76.00	154.621	154.520		0.024	0.024	0.024
Cuneta n°65	´124 - 125	Jr. Jorge reyna	74.50	151.150	154.540		0.016	0.016	0.016
Cuneta n°66	´131 - 130	Jr. Las mercedes	30.00	150.518	151.000		0.024	0.024	0.024
Cuneta n°67	´132 - 133	Jr. Las mercedes	41.00	150.500	150.960		0.033	0.033	0.033

Fuente: Elaboración propia

3.2.5.3.1. Criterios generales para el diseño

En este ítem se plasman los criterios que permitirán el diseño final de las estructuras hidráulicas que constituyen nuestro sistema de drenaje, dichos criterios están basados en la bibliografía existente y experiencias.

El sistema de drenaje pluvial propuesto lo constituye dos tipos de drenajes y estos son:

Drenaje Longitudinal

Comprenden las cunetas, contra cunetas, bordillos, son obras paralelas al eje de la vía.

Referente a las cunetas, se puede decir que son zanjas que se hacen a ambos lados de la vía con el propósito de recibir y conducir el agua pluvial de la mitad del camino (o de todo el camino en curvas) y el agua que escurre por pequeñas áreas adyacentes.

Drenaje Transversal

Comprenden las alcantarillas, sifones, pontones, badenes, los cuales son obras que cruzan en forma transversal al eje de la vía.

Entre las obras de arte más comunes, podemos citar a las alcantarillas que son conductos que pueden ser de sección circular o de marco (cuadradas o rectangulares) usualmente enterradas, utilizadas en cruces con carreteras y desagües, pueden fluir llenas o parcialmente llenas dependiendo de diversos factores, tales como: diámetros, longitud, rugosidad y principalmente los niveles de agua, tanto a la entrada como a la salida.

3.2.5.3.2. Diseño hidráulico de cunetas y alcantarillas

Para la definición de la sección de las cunetas y alcantarillas, así como la geometría de las mismas nos hemos basado en los conceptos teóricos citados en el marco teórico. Los espesores de revestimientos, así como la calidad del concreto está en función de la velocidad del agua que discurrirá por las cunetas y alcantarillas.

3.2.5.3.2.1. Diseño hidráulico de una alcantarilla

El diseño hidráulico de una alcantarilla consiste en la selección de su área de manera que resulte una velocidad promedio de 1.25 m/s, en ciertos casos se suele dar a la alcantarilla una velocidad igual a la del canal donde ésta será construida, sólo en casos especiales la velocidad será mayor a 1.25 m/s. También la selección del área deberá permitir su limpieza y conservación.

La cota de fondo de la alcantarilla en la transmisión de entrada se obtiene restando a la superficie normal del agua, el diámetro del tubo más 1.5 veces la carga de velocidad del tubo, cuando éste fluye lleno o el 20% del tirante en la alcantarilla.

La pendiente de la alcantarilla debe ser igual a la pendiente del canal.

La transición tanto de entrada como de salida, en algunos casos se conectan a la alcantarilla mediante una rampa con inclinación máxima de 4.1.

El talud máximo del camino encima de alcantarilla no debe ser mayor de 1.5: 1.

Normalmente las alcantarillas trabajan con el nivel de agua libre, llegando a mojar toda su sección en periodos con caudales máximos.

3.2.5.3.2.2. Diseño hidráulico de una cuneta

Las cunetas tendrán en general sección rectangular y se proyectarán en todas las calles. Sus dimensiones han sido fijadas de acuerdo al diseño hidráulico, detalladas en el cuadro N° 18: Dimensionamiento hidráulico de cunetas y alcantarillas.

El ancho medido desde el borde de la subrasante hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad es medida verticalmente desde el nivel del borde de la subrasante hasta el fondo o vértice de la cuneta.

Cuando el suelo es deleznable y la pendiente de la rasante de la cuneta es igual o mayor que 4%, ésta deberá revestirse con piedra y lechada de cemento.

El revestimiento puede ser necesario para reducir la rugosidad de la cuneta y asegurar el escurrimiento del caudal, en el caso de una pendiente longitudinal muy leve.

Desarrollo analítico y grafico de diseño hidráulico de colector:

Colector N° 1: Jr. Las flores

Diseño hidráulico del colector N° 1

Calculo de la sección del colector (método Manning)

Luego con la fórmula de Manning, diseñamos una sección de máxima eficiencia hidráulica (M.E.h)

Datos generales:

$$Q = 0.230 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$N = 0.017 \text{ (para canales revestidos con concreto)}$$

$$S = 1.55\% \text{ para efectos de calculo } S$$

$$Z = 0$$

Diseño a M.E.H:

$$\frac{y}{b} = \frac{Q * n * 1.49y}{b^{8/3} S^{1/2} b} = 2 * \text{Tang} \theta ; \quad \theta = 90^\circ \Rightarrow \frac{b}{y} = 2 \Rightarrow \frac{y}{b} = \frac{1}{2} = 0.500 \text{ (**)}$$

Así tenemos:

y/b	$Z=0$
0.50	0.295

$$\frac{Q * n * 1.49}{b^{8/3} S^{1/2}} = 0.295$$

Reemplazando valores generales:

$$b = \left(\frac{Q * n * 1.49}{0.295 * S^{1/2}} \right)^{3/8} = 0.501 \text{ m} \rightarrow b = 0.60 \text{ m}$$

Reemplazando el valor de "b" en (**)

$$y = 0.60 \times 0.50 = 0.3 \text{ m} \rightarrow y = 0.30 \text{ m}$$

$$fb = 0.10 \rightarrow y = 0.10 \text{ m}$$

$$H = 0.40$$

Luego la sección del colector será:

$$H = 0.40 \text{ m (medida constructiva)}$$

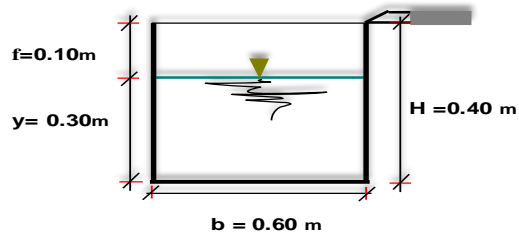
$$b = 0.60 \text{ m (medida constructiva)}$$

$$y = 0.30 \text{ m}$$

$$fb = 0.10$$

Calculo de los elementos de sección teniendo en cuenta las medidas constructivas:

- *) .- Altura H :
→ H = 0.40 m
- *) .- Borde libre : f = H - y
→ f = 0.10 m
- *) .- Base : b
→ b = 0.60 m
- *) .- Perimetro Mojado : Pm = 2Y + b
→ Pm = 1.200 m
- *) .- Area Hidraulica : A = b x Y
→ A = 0.180 m²
- *) .- Radio Hidraulico : R = A/Pm
→ R = 0.15 m



Verificación por Manning del caudal:

$$Q = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{n}$$

$$Q = 0.372 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = 0.372 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$> Q_{\text{diseño}} = 0.230 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \text{OK}$$

Verificación por velocidad:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.372}{0.240} = 1.22 \text{ m/seg}$$

$$V = 1.22 \text{ m/seg}$$

$$> 0.63 \text{ m/seg (Vmin - por sedimentacion)} \rightarrow \text{OK}$$

Los resultados del diseño hidráulico final con sus respectivas dimensiones se presentan en el cuadro N° 33:

Tabla 33*Dimensionamiento hidráulico de cunetas y alcantarillas*

Colector	Tramo	Calle	Longitud	Cota terreno		Cota rasante		Caudal M3/s	Coeficiente Manning	Pendiente M/m	Velocidad M/s	Seccion		
				Inicio	Final	Inicio	Final					B (m)	H (m)	(m2)
Colector n°1	09 - 10	Jr. Las flores	77.50	156.75	155.41	156.249	155.046	0.230	0.017	0.0155	1.217	0.60	0.40	0.24
Alcantarilla	10 - 26	Jr. Las flores	7.20	155.41	155.22	155.046	154.934	0.255	0.017	0.0155	1.283	0.60	0.40	0.24
Colector n°1	26 - 27	Jr. Las flores	77.50	155.22	154.05	154.934	153.760	0.310	0.017	0.0152	1.408	0.60	0.40	0.24
Alcantarilla	27 - 38	Jr. Las flores	7.20	154.05	154.00	153.760	153.651	0.347	0.017	0.0152	1.489	0.60	0.40	0.24
Colector n°1	38 - 39	Jr. Las flores	78.50	154.00	152.88	153.651	152.432	0.410	0.017	0.0155	1.373	0.70	0.50	0.35
Alcantarilla	39 - 50	Jr. Las flores	7.20	152.88	152.85	152.432	152.320	0.434	0.017	0.0155	1.412	0.70	0.50	0.35
Colector n°1	50 - 51	Jr. Las flores	118.50	152.85	151.28	152.320	150.088	0.500	0.017	0.0188	1.591	0.70	0.50	0.35
Colector n°1	51 - 52	Jr. Las mercedes	50.50	151.28	150.50	150.088	149.485	0.526	0.017	0.0119	1.520	0.80	0.50	0.40
Colector n°2	13 - 14	Jr. Amazonas	75.00	154.91	154.69	154.710	153.554	0.131	0.017	0.0154	1.148	0.50	0.30	0.15
Alcantarilla	14 - 30	Jr. Amazonas	7.20	154.69	154.54	153.554	153.443	0.187	0.017	0.0154	1.032	0.50	0.40	0.20
Colector n°2	30 - 31	Jr. Amazonas	76.50	154.54	153.36	153.443	152.264	0.243	0.017	0.0154	1.249	0.60	0.40	0.24
Alcantarilla	31 - 42	Jr. Amazonas	7.20	153.36	152.87	152.264	152.153	0.300	0.017	0.0154	1.389	0.60	0.40	0.24
Colector n°2	42 - 43	Jr. Amazonas	78.50	152.87	152.41	152.153	150.944	0.352	0.017	0.0154	1.505	0.60	0.40	0.24
Alcantarilla	43 - 48	Jr. Wilfredo paredes	7.20	152.41	152.24	150.944	150.833	0.407	0.017	0.0154	1.365	0.70	0.50	0.35
Colector n°2	48 - 47	Jr. Wilfredo paredes	61.00	152.24	151.55	150.833	150.522	0.464	0.017	0.0051	1.001	0.90	0.60	0.54
Colector n°3	34 - 35	Jr. Tarapoto	76.00	153.44	152.80	153.163	152.161	0.126	0.017	0.0132	1.087	0.50	0.30	0.15
Alcantarilla	35 - 46	Jr. Tarapoto	7.20	152.80	152.50	152.161	152.066	0.180	0.017	0.0132	0.977	0.50	0.40	0.20
Colector n°3	46 - 47	Jr. Tarapoto	78.00	152.50	151.55	152.066	151.038	0.232	0.017	0.0132	1.173	0.60	0.40	0.24
Alcantarilla	47 - 54	Jr. Tarapoto	7.20	151.50	151.50	151.038	150.944	0.695	0.017	0.0132	1.496	0.80	0.60	0.48
Colector n°4	54 - 55	Jr. Tarapoto	117.00	151.50	150.26	151.038	150.150	0.789	0.017	0.0076	1.280	1.00	0.70	0.70
Alcantarilla	55 - 72	Jr. Tarapoto	7.20	150.26	150.50	150.150	150.095	0.886	0.017	0.0076	1.356	1.00	0.70	0.70
Colector n°4	72 - 73	Jr. Tarapoto	107.50	150.50	150.24	150.095	149.657	0.946	0.017	0.0041	1.086	1.10	0.80	0.88
Alcantarilla	73 - 87	Jr. Tarapoto	7.20	150.24	149.90	149.657	149.627	0.946	0.017	0.0041	1.086	1.10	0.80	0.88
Colector n°4	87 - 88	Jr. Tarapoto	66.50	149.90	148.95	149.627	148.557	0.968	0.017	0.0161	1.927	0.90	0.60	0.54
Alcantarilla	88 - 99	Jr. Tarapoto	7.20	148.95	148.58	148.557	148.441	1.017	0.017	0.0161	1.976	0.90	0.60	0.54
Colector n°4	99 - 100	Jr. Tarapoto	68.00	148.58	147.70	148.441	147.613	1.069	0.017	0.0122	1.676	1.00	0.70	0.70

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33*Dimensionamiento hidráulico de cunetas y alcantarillas*

Colector	Tramo	Calle	Longitud	Cota terreno		Cota rasante		Caudal M3/s	Coeficiente Manning	Pendiente M/m	Velocidad M/s	Seccion		
				Inicio	Final	Inicio	Final					B (m)	H (m)	(m2)
Alcantarilla	100 - 109	Jr. Tarapoto	7.20	147.70	147.80	147.613	147.526	1.120	0.017	0.0122	1.718	1.00	0.70	0.70
Colector n°4	109 - 109'	Jr. Tarapoto	32.00	147.80	147.24	147.526	147.344	1.152	0.017	0.0057	1.338	1.20	0.80	0.96
Colector n°5	60 - 59	Jr. Las mercedes	74.50	150.22	149.00	149.500	147.850	0.084	0.017	0.0222	0.938	0.40	0.30	0.12
Alcantarilla	59 - 64	Jr. Las mercedes	7.50	149.00	148.78	147.850	147.684	0.606	0.017	0.0222	1.823	0.70	0.50	0.35
Colector n°5	64 - 63	Jr. Las mercedes	50.00	148.78	148.68	147.684	147.462	0.802	0.017	0.0044	1.165	1.10	0.70	0.77
Colector n°6	68 - 69	Jr. Amazonas	106.00	151.08	149.65	150.786	149.151	0.081	0.017	0.0154	0.994	0.50	0.40	0.20
Alcantarilla	69 - 83	Jr. Amazonas	7.20	149.65	149.52	149.151	149.040	0.081	0.017	0.0154	0.840	0.40	0.30	0.12
Colector n°6	83 - 84	Jr. Amazonas	66.00	149.52	148.90	149.040	148.334	0.178	0.017	0.0107	0.923	0.50	0.40	0.20
Alcantarilla	84 - 95	Jr. Amazonas	7.20	148.90	148.82	148.334	148.256	0.178	0.017	0.0107	0.923	0.50	0.40	0.20
Colector n°6	95 - 96	Jr. Amazonas	67.50	148.82	148.55	148.256	147.253	0.198	0.017	0.0149	1.055	0.50	0.40	0.20
Alcantarilla	96 - 107	Jr. Amazonas	7.20	148.55	148.46	147.253	147.146	0.198	0.017	0.0149	1.055	0.50	0.40	0.20
Colector n°6	107 - 107'	Jr. Amazonas	44.00	148.46	147.33	147.146	146.491	0.225	0.017	0.0149	1.191	0.60	0.40	0.24
Colector n°7	126 - 125	Carretera papaplaya	43.00	155.42	154.55	155.120	154.402	0.027	0.017	0.0167	0.665	0.30	0.20	0.06
Alcantarilla	125 - 122	Carretera papaplaya	7.20	154.55	154.41	154.402	154.282	0.042	0.017	0.0167	0.845	0.30	0.20	0.06
Colector n°7	122 - 121	Carretera papaplaya	256.50	154.41	151.34	154.282	149.998	0.153	0.017	0.0167	1.268	0.50	0.30	0.15
Alcantarilla	121 - 120	Carretera papaplaya	7.20	151.34	151.21	149.998	149.917	0.153	0.017	0.0113	0.862	0.50	0.40	0.20
Colector n°7	120 - 119	Carretera papaplaya	106.00	151.21	149.60	149.917	148.722	0.194	0.017	0.0113	0.973	0.50	0.40	0.20
Alcantarilla	119 - 116	Carretera papaplaya	7.20	149.60	149.50	148.722	148.641	0.218	0.017	0.0113	1.094	0.60	0.40	0.24
Colector n°7	116 - 115	Carretera papaplaya	135.50	149.50	148.12	148.641	147.114	0.304	0.017	0.0113	1.296	0.60	0.40	0.24
Colector n°7	115 - 114	Jr. Huallaga	56.50	148.82	146.60	147.114	146.477	0.344	0.017	0.0113	1.159	0.70	0.50	0.35
Alcantarilla	114 - 113	Jr. Huallaga	8.00	146.60	146.49	146.477	146.387	0.344	0.017	0.0113	1.159	0.70	0.50	0.35
Colector n°8	127 - 128	Carretera papaplaya	50.50	154.83	154.50	154.209	153.366	0.015	0.017	0.0167	0.874	0.20	0.20	0.04
Alcantarilla	128 - 129	Carretera papaplaya	7.20	154.50	154.12	153.366	153.245	0.015	0.017	0.0167	0.874	0.20	0.20	0.04
Colector n°8	129 - 130	Carretera papaplaya	249.50	154.12	151.00	153.245	150.434	0.081	0.017	0.0113	0.779	0.40	0.30	0.12
Alcantarilla	130 - 133	Carretera papaplaya	7.20	151.00	150.96	150.434	150.352	0.106	0.017	0.0113	0.888	0.40	0.30	0.12
Colector n°8	133 - 134	Carretera papaplaya	247.50	150.96	148.21	150.352	147.563	0.207	0.017	0.0113	1.065	0.60	0.40	0.24

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33*Dimensionamiento hidráulico de cunetas y alcantarillas*

Colector	Tramo	Calle	Longitud	Cota terreno		Cota rasante		Caudal M3/s	Coeficiente Manning	Pendiente M/m	Velocidad M/s	Seccion		
				Inicio	Final	Inicio	Final					B (m)	H (m)	(m2)
Alcantarilla	134 - 112	Carretera papaplaya	14.00	148.21	148.30	147.563	147.405	0.207	0.017	0.0113	1.065	0.60	0.40	0.24
Colector n°8	112 - 113	Carretera papaplaya	62.00	148.30	146.49	147.405	146.707	0.233	0.017	0.0113	1.134	0.60	0.40	0.24
Cuneta n°9	02 - 03	Jr. José pardo	167.90	158.77	156.67	158.501	156.315	0.054	0.017	0.0130	0.895	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°10	08 - 09	Jr. José pardo	159.07	158.70	156.60	158.320	156.249	0.069	0.017	0.0130	1.016	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°11	04 - 03	Jr. Las flores	84.09	157.52	156.67	157.068	156.314	0.061	0.017	0.0090	0.743	0.30	0.20	0.06
Alcantarilla	03 - 09	Jr. Las flores	7.20	156.67	156.60	156.314	156.249	0.115	0.017	0.0090	0.878	0.40	0.30	0.12
Cuneta n°12	05 - 06	Jr. Las flores	84.00	157.62	156.72	157.068	156.315	0.035	0.017	0.0090	0.743	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°12	06 - 07	Jr. José pardo	64.00	156.72	155.50	156.315	155.237	0.075	0.017	0.0168	1.128	0.30	0.20	0.06
Alcantarilla	07 - 13	Jr. Amazonas	7.20	155.50	155.00	155.237	155.116	0.075	0.017	0.0168	1.128	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°13	12 - 13	Jr. José pardo	61.00	156.38	155.00	156.227	155.200	0.034	0.017	0.0168	0.753	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°14	12 - 15	Jr. Las flores	75.00	156.38	155.54	156.077	154.913	0.029	0.017	0.0155	0.977	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°14	15 - 14	Jr. Jorge reyna	62.50	155.54	154.69	154.913	154.592	0.056	0.017	0.0051	0.532	0.40	0.30	0.12
Cuneta n°15	16 - 19	Jr. Amazonas	72.00	154.89	154.56	154.814	153.704	0.022	0.017	0.0154	0.974	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°15	19 - 18	Jr. Jorge reyna	60.00	154.56	153.82	153.704	152.306	0.047	0.017	0.0233	0.968	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°16	17 - 18	Jr. Tarapoto	60.00	155.04	153.82	154.500	153.308	0.026	0.017	0.0199	0.685	0.30	0.20	0.06
Alcantarilla	18 - 34	Jr. Tarapoto	7.20	153.82	153.50	153.308	153.165	0.073	0.017	0.0199	0.847	0.40	0.30	0.12
Cuneta n°17	33 - 34	Jr. Jorge reyna	57.50	154.48	153.50	154.503	153.163	0.028	0.017	0.0233	0.737	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°18	33 - 36	Jr. Amazonas	73.50	154.62	153.33	154.318	153.185	0.029	0.017	0.0154	0.974	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°18	36 - 35	Jr. 9 de abril	60.50	153.33	152.8	153.185	152.972	0.054	0.017	0.0035	0.474	0.40	0.30	0.12
Cuneta n°19	29 - 30	Jr. Jorge reyna	59.50	155.38	154.54	155.000	154.694	0.026	0.017	0.0051	0.563	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°20	29 - 32	Jr. Las flores	74.50	155.29	154.05	154.985	153.882	0.031	0.017	0.0148	0.955	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°20	32 - 31	Jr. 9 de abril	61.50	154.05	153.36	153.882	152.892	0.057	0.017	0.0161	0.973	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°21	11 - 10	Jr. Jorge reyna	40.00	155.17	156.049	154.955	154.207	0.025	0.017	0.0187	1.073	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°21	11 - 10	Jr. Jorge reyna	56.25	155.53	155.487	154.207	153.560	0.025	0.017	0.0115	0.841	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°22	25 - 26	Jr. Jorge reyna	57.00	155.60	155.22	155.585	154.930	0.025	0.017	0.0115	0.841	0.30	0.20	0.06

Cuneta n°23	28 - 27	Jr. 9 de abril	65.50	155.14	154.05	155.125	153.757	0.037	0.017	0.0209	0.829	0.30	0.20	0.06
-------------	---------	----------------	-------	--------	--------	---------	---------	-------	-------	--------	-------	------	------	------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33

Dimensionamiento hidráulico de cunetas y alcantarillas

Colector	Tramo	Calle	Longitud	Cota terreno		Cota rasante		Caudal M3/s	Coeficiente Manning	Pendiente M/m	Velocidad M/s	Seccion		
				Inicio	Final	Inicio	Final					B (m)	H (m)	(m2)
Cuneta n°24	37 - 38	Jr. 9 de abril	66.50	153.86	154.00	155.039	153.650	0.035	0.017	0.0209	1.134	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°25	40 - 39	Jr. Wilfredo paredes	46.50	153.88	152.88	153.297	152.427	0.024	0.017	0.0187	1.073	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°26	41 - 42	Jr. 9 de abril	58.50	153.89	152.87	153.584	152.642	0.028	0.017	0.0161	0.674	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°27	41 - 44	Jr. Las flores	75.65	153.00	153.00	153.587	152.412	0.028	0.017	0.0155	0.678	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°27	44 - 43	Jr. Wilfredo paredes	60.73	153.05	152.41	152.412	152.103	0.056	0.017	0.0051	0.529	0.40	0.30	0.12
Cuneta n°28	45 - 46	Jr. 9 de abril	56.50	153.06	152.50	152.265	152.066	0.024	0.017	0.0035	0.466	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°29	45 - 48	Jr. Amazonas	75.00	154.94	152.24	153.827	152.671	0.028	0.017	0.0154	0.675	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°30	20 - 24	Jr. Tarapoto	228.50	151.50	151.50	154.581	150.041	0.263	0.017	0.0199	1.388	0.60	0.40	0.24
Cuneta n°30	24 - 23	Jr. Wilfredo paredes	78.00	149.85	149.85	150.041	149.013	0.425	0.017	0.0132	1.341	0.70	0.50	0.35
Alcantarilla	23 - 58	Jr. Wilfredo paredes	8.50	149.92	149.60	149.013	148.902	0.425	0.017	0.0132	1.341	0.70	0.50	0.35
Cuneta n°31	21 - 22	Jr. Wilfredo paredes	87.50	149.81	149.81	149.569	149.044	0.083	0.017	0.0060	0.721	0.50	0.30	0.15
Alcantarilla	22 - 61	Jr. Wilfredo paredes	8.00	149.96	149.76	149.044	148.996	0.083	0.017	0.0060	0.672	0.40	0.30	0.12
Cuneta n°32	62 - 61	Jr. Wilfredo paredes	86.00	149.76	149.76	149.567	149.004	0.051	0.017	0.0066	0.819	0.30	0.30	0.09
Cuneta n°32	61 - 64	Jr. Dos de mayo	117.00	151.33	148.78	149.004	148.485	0.183	0.017	0.0044	0.796	0.60	0.40	0.24
Cuneta n°33	57 - 58	Jr. Wilfredo paredes	80.00	149.60	149.60	150.500	148.711	0.056	0.017	0.0224	1.049	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°33	58 - 59	Jr. Dos de mayo	119.00	151.40	149.00	148.711	147.652	0.522	0.017	0.0089	1.173	0.80	0.60	0.48
Cuneta n°34	57 - 60	Jr. Tarapoto	113.50	152.38	150.23	150.360	149.499	0.044	0.017	0.0076	0.514	0.40	0.30	0.12
Cuneta n°35	53 - 54	Jr. Wilfredo paredes	123.50	152.54	151.50	152.000	150.576	0.047	0.017	0.0115	0.842	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°36	53 - 56	Jr. Las flores	114.00	151.35	151.35	152.243	150.893	0.050	0.017	0.0118	0.854	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°36	56 - 55	Jr. Las mercedes	130.50	153.44	150.26	150.893	148.003	0.097	0.017	0.0222	1.006	0.40	0.30	0.12
Cuneta n°37	49 - 50	Jr. Wilfredo paredes	46.50	151.43	152.85	153.192	152.322	0.029	0.017	0.0187	0.708	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°38	66 - 65	Jr. Las mercedes	42.00	151.52	151.52	151.025	150.524	0.024	0.017	0.0119	0.584	0.30	0.20	0.06
Alcantarilla	65 - 52	Jr. Las mercedes	8.50	151.37	150.50	150.524	150.423	0.024	0.017	0.0119	0.584	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°39	67 - 68	Jr. Las mercedes	64.00	149.53	151.10	151.025	150.785	0.032	0.017	0.0038	0.745	0.30	0.30	0.09

Cuneta n°40	´69´ - 70	Jr. El porvenir	57.50	149.50	149.50	149.100	148.570	0.024	0.017	0.0092	0.753	0.30	0.20	0.06
Alcantarilla	´70 - 82	Jr. El porvenir	10.00	151.28	148.59	148.570	148.478	0.024	0.017	0.0092	0.753	0.30	0.20	0.06

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33

Dimensionamiento hidráulico de cunetas y alcantarillas

Colector	Tramo	Calle	Longitud	Cota terreno		Cota rasante		Caudal M3/s	Coeficiente Manning	Pendiente M/m	Velocidad M/s	Seccion		
				Inicio	Final	Inicio	Final					B (m)	H (m)	(m2)
Cuneta n°41	´71 - 72	Jr. Las mercedes	59.50	151.14	150.50	151.181	149.863	0.030	0.017	0.0222	0.761	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°42	´71´ - 74	Jr. Amazonas	105.00	149.90	149.90	151.000	149.381	0.041	0.017	0.0154	0.816	0.30	0.20	0.06
Alcantarilla	´74 - 83	Jr. Amazonas	11.00	150.08	150.08	149.381	149.211	0.074	0.017	0.0154	0.731	0.30	0.30	0.09
Cuneta n°43	´73´ - 74	Jr. El porvenir	64.50	149.67	149.67	149.561	149.378	0.033	0.017	0.0028	0.350	0.40	0.30	0.12
Cuneta n°44	´75 - 76	Jr. Las mercedes	71.00	149.20	149.20	149.676	148.103	0.037	0.017	0.0222	0.849	0.30	0.20	0.06
Alcantarilla	´76 - 79	Jr. Las mercedes	7.50	149.12	149.12	148.103	147.937	0.133	0.017	0.0222	1.182	0.40	0.30	0.12
Cuneta n°44	´79 - 80	Jr. Las mercedes	40.50	149.09	149.09	147.937	147.758	0.197	0.017	0.0044	0.825	0.60	0.40	0.24
Alcantarilla	´80 - 63	Jr. Las mercedes	8.50	152.38	148.68	147.758	147.720	0.197	0.017	0.0044	0.825	0.60	0.40	0.24
Cuneta n°45	´75´ - 78	Jr. Tarapoto	105.00	150.12	150.12	150.110	149.682	0.032	0.017	0.0041	0.657	0.40	0.40	0.16
Cuneta n°45	´78 - 77	Jr. El porvenir	63.00	149.50	149.50	149.682	149.312	0.064	0.017	0.0059	0.657	0.40	0.20	0.08
Cuneta n°45	´77 - 76	Jr. Dos de mayo	108.50	149.91	149.20	149.312	149.038	0.096	0.017	0.0025	0.498	0.60	0.40	0.24
Cuneta n°46	´90 - 91	Jr. El porvenir	61.00	149.45	149.45	149.267	148.909	0.023	0.017	0.0059	0.699	0.30	0.40	0.12
Alcantarilla	´91 - 81	Jr. El porvenir	10.00	149.53	149.53	148.909	148.850	0.023	0.017	0.0059	0.699	0.30	0.40	0.12
Cuneta n°46	´81 - 79	Jr. Dos de mayo	111.00	149.89	149.12	148.850	148.571	0.048	0.017	0.0025	0.471	0.40	0.40	0.16
Cuneta n°47	´90´ - 93	Jr. Tarapoto	61.50	148.83	148.83	149.498	148.508	0.026	0.017	0.0161	0.649	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°47	´93 - 92	Jr. San juan	54.50	148.50	148.50	148.508	148.016	0.046	0.017	0.0090	0.553	0.40	0.30	0.12
Alcantarilla	´92 - 103	Jr. San juan	9.50	149.85	148.13	148.016	147.931	0.046	0.017	0.0090	0.553	0.40	0.30	0.12
Cuneta n°48	´87´ - 86	Jr. El porvenir	64.50	149.63	149.63	149.510	149.327	0.017	0.017	0.0028	0.418	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°48	´86 - 89	Jr. Amazonas	68.50	148.97	148.97	149.327	148.593	0.038	0.017	0.0107	0.719	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°48	´89 - 88	Jr. San juan	67.00	149.58	148.95	148.593	148.438	0.048	0.017	0.0023	0.412	0.40	0.20	0.08
Cuneta n°49	´83´ - 82	Jr. El porvenir	64.00	148.83	148.59	149.072	148.482	0.029	0.017	0.0092	0.605	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°50	´84´ - 85	Jr. San juan	41.52	148.50	148.50	148.383	147.636	0.019	0.017	0.0180	0.907	0.20	0.20	0.04
Alcantarilla	´85 - 94	Jr. San juan	8.50	148.73	147.85	147.636	147.483	0.019	0.017	0.0180	0.907	0.20	0.20	0.04

Cuneta n°51	'95' - 94	Jr. San juan	41.50	148.53	147.85	148.284	147.537	0.027	0.017	0.0180	0.691	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°52	'96' - 97	Jr. Huallaga	70.00	149.10	147.11	148.000	147.130	0.033	0.017	0.0124	0.688	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°53	'98 - 99	Jr. San juan	66.50	149.11	148.58	148.468	148.314	0.025	0.017	0.0023	0.291	0.40	0.30	0.12

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33

Dimensionamiento hidráulico de cunetas y alcantarillas

Colector	Tramo	Calle	Longitud	Cota terreno		Cota rasante		Caudal M3/s	Coeficiente Maning	Pendiente M/m	Velocidad M/s	Seccion		
				Inicio	Final	Inicio	Final					B (m)	H (m)	(m2)
Cuneta n°54	'98' - 101	Jr. Amazonas	58.00	148.63	148.63	149.152	148.290	0.021	0.017	0.0149	0.957	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°54	'101 - 100	Jr. Huallaga	64.00	148.98	147.40	148.290	147.485	0.051	0.017	0.0126	0.868	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°55	'102 - 103	Jr. San juan	59.00	149.12	148.13	148.529	147.997	0.024	0.017	0.0090	0.745	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°56	'102' - 105	Jr. Tarapoto	65.00	147.50	147.50	148.298	147.507	0.030	0.017	0.0122	0.655	0.30	0.20	0.06
Alcantarilla	'105 - 110	Jr. Tarapoto	7.20	147.62	147.62	147.507	147.419	0.048	0.017	0.0122	0.835	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°56	'110 - 110'	Jr. Tarapoto	24.50	147.71	147.71	147.419	147.280	0.064	0.017	0.0057	0.584	0.40	0.30	0.12
Alcantarilla	'110' - 109'	Jr. Tarapoto	8.00	147.84	147.24	147.280	147.235	0.064	0.017	0.0057	0.584	0.40	0.30	0.12
Cuneta n°57	'104 - 105	Jr. Huallaga	48.50	147.80	147.50	147.863	147.509	0.018	0.017	0.0073	0.670	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°58	'111 - 110	Jr. Huallaga	33.50	148.65	147.62	147.670	147.425	0.009	0.017	0.0073	0.578	0.20	0.20	0.04
Cuneta n°59	'108 - 109	Jr. Huallaga	61.50	148.66	147.80	148.172	147.399	0.019	0.017	0.0126	0.880	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°60	'108' - 106'	Jr. Amazonas	30.00	147.61	147.61	148.000	147.554	0.021	0.017	0.0149	0.957	0.30	0.20	0.06
Alcantarilla	'106' - 107'	Jr. Amazonas	10.00	148.44	147.33	147.554	147.405	0.021	0.017	0.0149	0.550	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°61	'105' - 106	Jr. Huallaga	63.50	147.90	147.90	148.061	147.272	0.024	0.017	0.0124	0.588	0.30	0.20	0.06
Alcantarilla	'106 - 97	Jr. Huallaga	8.00	148.82	147.11	147.272	147.172	0.024	0.017	0.0124	0.588	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°62	'117 - 116	Jr. El porvenir	61.00	149.93	149.50	149.000	148.489	0.037	0.017	0.0084	0.667	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°63	'118 - 119	Jr. El porvenir	60.50	154.63	149.57	149.755	149.249	0.024	0.017	0.0084	0.534	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°64	'123 - 122	Jr. Jorge reyna	76.00	154.62	154.52	155.603	154.943	0.024	0.017	0.0087	1.169	0.30	0.20	0.06

Cuneta n°65	'124 - 125	Jr. Jorge reyna	74.50	151.15	154.54	155.051	154.544	0.016	0.017	0.0068	0.647	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°66	'131 - 130	Jr. Las mercedes	30.00	150.52	151.00	151.000	150.658	0.024	0.017	0.0114	0.838	0.30	0.20	0.06
Cuneta n°67	'132 - 133	Jr. Las mercedes	41.00	150.50	150.96	150.639	150.401	0.033	0.017	0.0058	0.848	0.30	0.30	0.09

Fuente: Elaboración propia

3.2.5.3.3. Diseño estructural de cunetas y alcantarillas

3.2.5.3.3.1. Diseño estructural de cunetas

Para el diseño estructural se ha determinado dos dimensiones promedio (0.60 x 0.40 y 0.80 x 0.60, ambas medidas interiores).

Diseño estructural de cunetas (0.60x0.40)

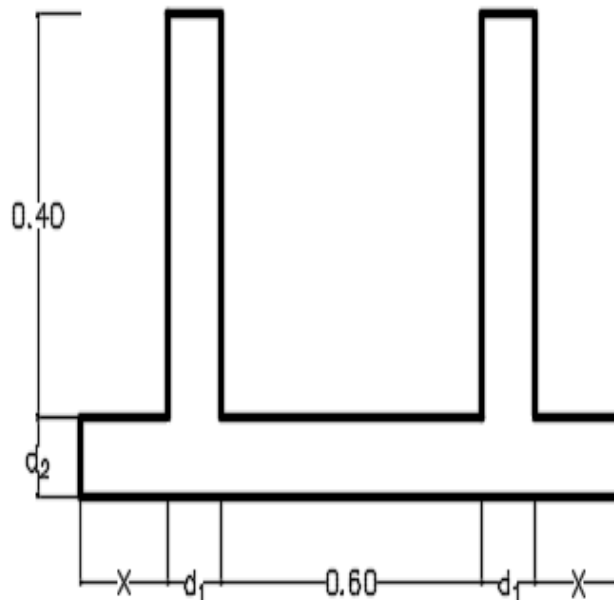


Figura 7. Sección de cuneta (Fuente: Coeficiente Maning)

Datos de diseño:

Peso específico del suelo seco (CL = Arcilla de Baja Plasticidad, obtenida del estudio de suelo) = 1830 kg/m³.

Ángulo de fricción interna = 19°.

Capacidad portante del terreno = 0.80 kg/cm².

Características del refuerzo concreto, son tales como se indicó anteriormente:

$f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Caso I: Poza Sin Agua, Terreno Seco

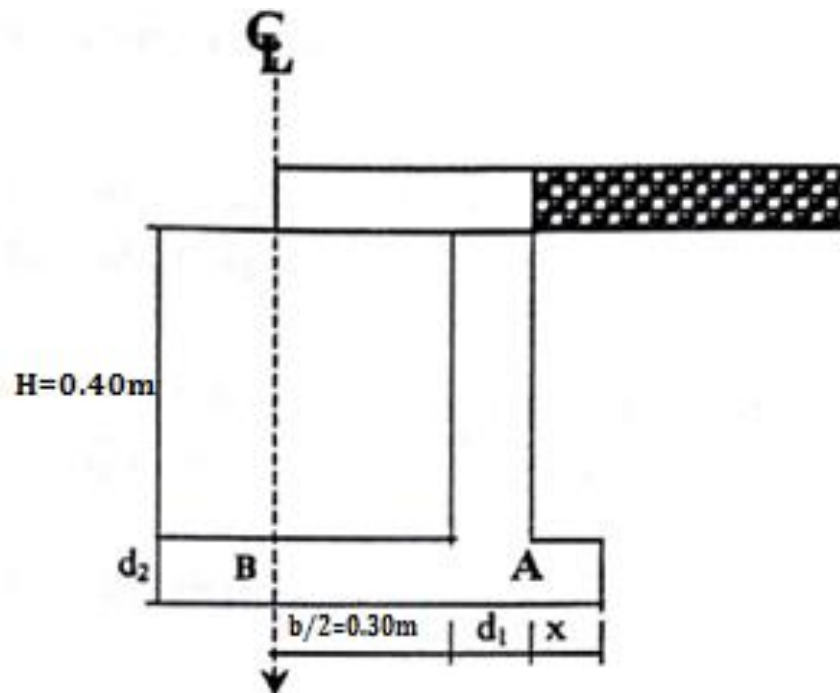


Figura 8. Sección transversal de la cuneta. (Fuente: Coeficiente Manning)

Coeficiente de Empuje Activo (K_a), Ec N°1

$$K_a = \text{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\Phi}{2}\right)$$

$$K_a = \text{tg}^2\left(45^\circ - \frac{19^\circ}{2}\right)$$

$$\mathbf{K_a = 0.5088}$$

Caso I: Cuando la cuneta está sin agua y terreno seco según el ítem 2.5.2.9.1...A1 y según la figura anterior, tenemos:

$$\mathbf{H = 0.40 \text{ mts} \quad b = 0.60 \text{ mts}}$$

Luego:

$$P_{s1} = K_a(q_s + q_p)$$

$$P_{s1} = 0.5088(1000 + 400)$$

$$\mathbf{P_{s1} = 712.32 \text{ kg/m}^2}$$

$$h_{s/c} = \frac{(q_s + q_p)}{\gamma_s}$$

$$h_{s/c} = \frac{(1000 + 400)}{1830}$$

$$h_{s/c} = \mathbf{0.77 \text{ mts}}$$

$$P_{s_2} = K\alpha\gamma_s(H + h_{s/c})$$

$$P_{s_2} = 0.5088 \times 1830(0.40 + 0.77)$$

$$P_{s_2} = \mathbf{1089.39 \text{ kg/m}^2}$$

$$E_1 = \frac{1}{2}(P_{s_1} + P_{s_2})H$$

$$E_1 = \frac{1}{2}(712.32 + 1089.39) \times 0.40$$

$$E_1 = \mathbf{360.34 \text{ kg/m}}$$

$$Y_1 = \frac{H^2 + 3Hh_{s/c}}{3(H + 2h_{s/c})}$$

$$Y_1 = \frac{0.40^2 + 3(0.40)(0.77)}{3(0.40 + 2(0.77))}$$

$$Y_1 = \mathbf{0.186 \text{ mts}}$$

El momento en el punto "A"

$$M_A = E_1 \times Y_1$$

$$M_A = 360.34 \times 0.186$$

$$M_A = \mathbf{67.02 \text{ kg} - \text{m}}$$

El momento en el punto "B"

$$M_B = M_A - \frac{1}{8}q(b + d_1)^2$$

Calculamos d1 y d2

$$d = \frac{H}{15} = \frac{0.40}{15}$$

$$d = \mathbf{0.027 \text{ mts}}$$

Como $d_{min} = d_1 = 0.15$ mts por razones constructivas

$d_2 = 0.20$ mts

Luego:

Luego:

$$q = \gamma_a(h + d_2)$$

$$q = 1000(0.40 + 0.20)$$

$$q = 600 \text{ kg/m}^2$$

$$M_B = 67.02 - \frac{1}{8}(600)(0.60 + 0.15)^2$$

$$M_B = 24.83 \text{ kg} - \text{m}$$

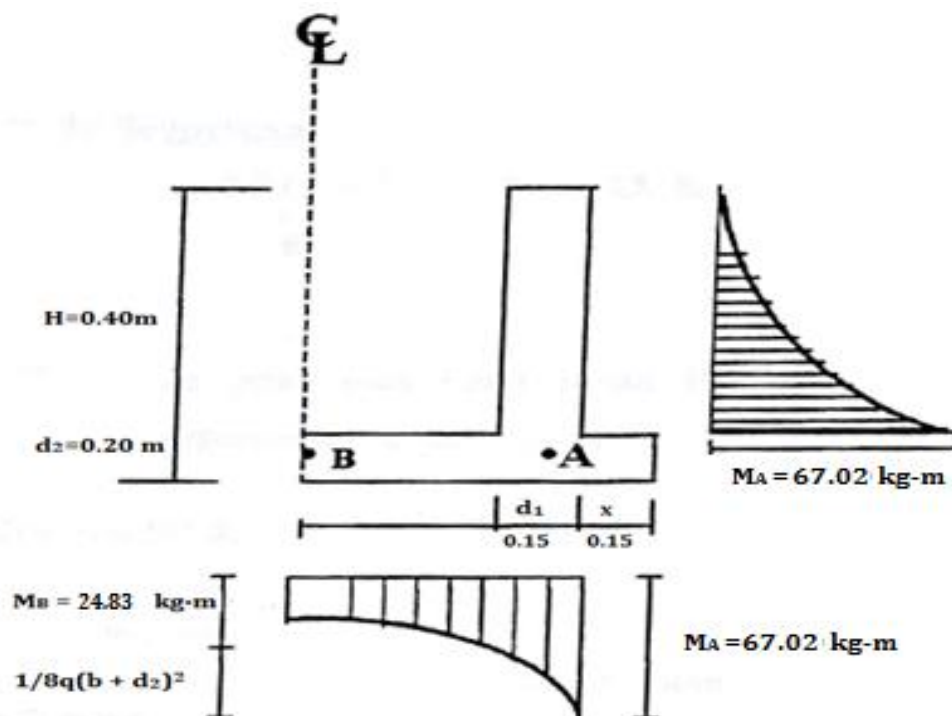


Figura 9. Diagrama de momentos en la cuneta para el caso I (Fuente: Coeficiente Manning)

Presión de la estructura sobre el terreno:

$$\sigma_T = \frac{P_1 + 2P_2 + 2P_3}{(b + 2d_1 + 2x)10000}$$

$$F = \frac{\sigma_t}{\sigma_T} > 2$$

$$P_1 = (b + 2d_1 + 2x)d_2 * \gamma_c$$

$$P_1 = (0.60 + 2 * 0.15 + 2 * 0.15) * 0.20 * 2400$$

$$P_1 = 576 \text{ kg/m}$$

$$P_2 = d_1 * H * \gamma_c$$

$$P_2 = 0.15 * 0.40 * 2400$$

$$P_2 = 144 \text{ kg/m}$$

$$P_3 = \gamma_s * H * x$$

$$P_3 = 1830 * 0.40 * 0.15$$

$$P_3 = 109.80 \text{ kg/m}$$

$$\sigma_T = \frac{576 + 2 * 144 + 2 * 109.80}{(0.60 + 2 * 0.15 + 2 * 0.15)10000}$$

$$\sigma_T = 0.09$$

Factor de Seguridad

$$F = \frac{\sigma_t}{\sigma_T}$$

$$F = \frac{0.80}{0.09} = 8.89 > 2 \quad \text{OK}$$

Caso II: La poza está llena hasta la cota superior de la pared lateral.

Del Gráfico N° 10:

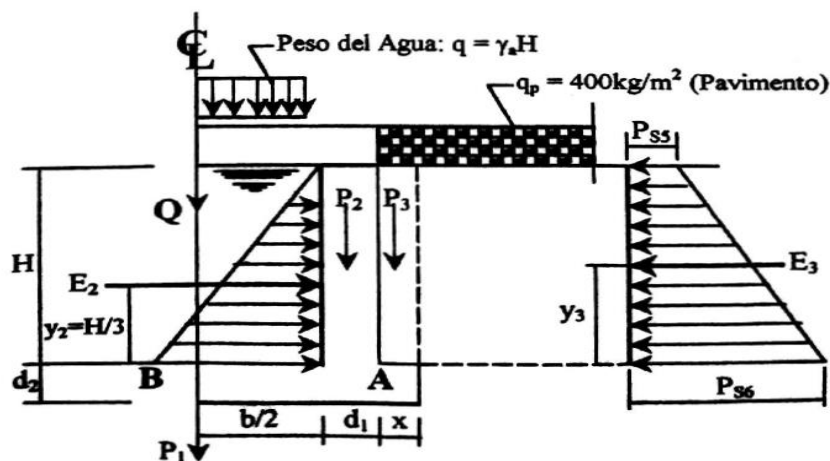


Figura 10. La poza está llena hasta la cota superior de la pared lateral (Fuente: Coeficiente Manning)

$$h' = \frac{q_p}{\gamma_s} = \frac{400}{1830}$$

$$h' = \mathbf{0.219 \text{ m}}$$

$$K_a = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\Phi}{2}\right)$$

$$K_a = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{19^\circ}{2}\right)$$

$$K_a = \mathbf{0.5088}$$

$$E_3 = \frac{1}{2} K_a \gamma_s (H + 2h')$$

$$E_3 = \frac{1}{2} * 0.5088 * 1830 (0.40 + 2 * 0.219)$$

$$E_3 = \mathbf{390.13 \text{ kg/m}}$$

$$y_3 = \frac{H^2 + 3Hh'}{3(H + 2h')}$$

$$y_3 = \frac{0.40^2 + 3 * 0.40 * 0.219}{3(0.40 + 2 * 0.219)}$$

$$y_3 = \mathbf{0.168 \text{ m}}$$

Empuje de Agua "E2" (kg/m)

$$E_2 = \frac{1}{2} \gamma_a H^2$$

$$E_2 = \frac{1}{2} * 1000 * 0.40^2$$

$$E_2 = \mathbf{80 \text{ kg/m}}$$

El momento en el punto "A" para el caso II

$$M_A = \frac{1}{3} H E_2 - E_3 Y_3$$

$$M_A = \frac{1}{3} * 0.40 * 80 - 390.13 * 0.168$$

$$M_A = \mathbf{-64.47 \text{ kg} - \text{m}}$$

El momento en el punto "B"

$$q = \gamma_a H$$

$$q = 1000 * 0.40$$

$$q = 400 \text{ kg/m}^2$$

$$M_B = \frac{qb^2}{8} - M_A$$

$$M_B = \frac{400 * 0.60^2}{8} - (-64.47)$$

$$M_B = 82.47 \text{ kg} - \text{m}$$

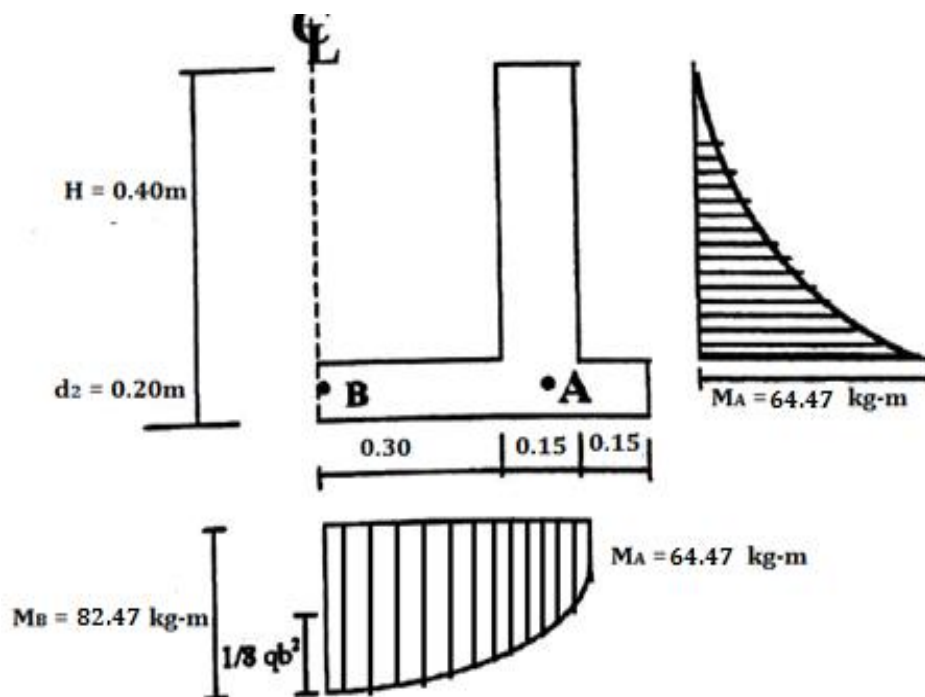


Figura 11. Diagrama de momentos en la cuneta para el caso II (Fuente: Coeficiente Manning)

Presión de la Estructura sobre el terreno (σ_T) con las Ec 19, 20 y 21; obtenidas del ítem 2.5.2.9.1...A1 Tenemos:

$$P_1 = (b + 2d_1 + 2x)d_2 * \gamma_c$$

$$P_1 = (0.60 + 2 * 0.15 + 2 * 0.15) * 0.20 * 2400$$

$$P_1 = 576 \text{ kg/m}$$

$$P_2 = d_1 * H * \gamma_c$$

$$P_2 = 0.15 * 0.40 * 2400$$

$$P_2 = 144 \text{ kg/m}$$

$$P_3 = \gamma_c * H * x$$

$$P_3 = 1830 * 0.40 * 0.15$$

$$P_3 = 109.80 \text{ kg/m}$$

$$Q = \gamma_a * H * b$$

$$Q = 1000 * 0.40 * 0.60$$

$$Q = 240 \text{ kg/m}$$

Entonces:

$$\sigma_T = \frac{P_1 + 2P_2 + 2P_3 + Q}{(b + 2d_1 + 2x)10000}$$

$$\sigma_T = \frac{576 + 2 * 144 + 2 * 109.80 + 240}{(0.60 + 2 * 0.15 + 2 * 0.15)10000}$$

$$\sigma_T = 0.11$$

Factor de Seguridad

$$F = \frac{\sigma_t}{\sigma_T}$$

$$F = \frac{0.80}{0.11} = 7.27 > 2 \quad \text{OK}$$

Cálculo del Refuerzo en las Paredes

Según las figuras N° 05 y N° 06 de diagrama de momentos en el punto "A", para los casos I y II, que produce en las paredes, razón por la cual se calculará el refuerzo en la cara exterior con el momento mayor de uno los dos casos. y para en refuerzo en la cara interior se determinará el área de refuerzo mínimo (A_{smin}) por no presentar esfuerzos debido a momento flector en esta cara.

Momento en la Cara Exterior:

$$M_A = 67.02 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_A = 64.47 \text{ kg} - \text{m}$$

Haciendo uso de las Ecuaciones 41 y 42

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{A_s * F_y}{0.85 * F'_c * b}$$

Luego el momento último es:

$$M_u = 1.8 M$$

$$M_u = 1.8(67.02)$$

$$M_u = 120.64 \text{ kg} - \text{m}$$

$$\phi = 0.90$$

$$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$$

$$R = 4.0 \text{ cm (recubrimiento)}$$

$$d = 15 - (4 + \frac{1.27}{2})$$

$$d = 10.37 \text{ cm (asumiendo}$$

un refuerzo de $\phi = 1/2''$ de

1.27 cm de diámetro

$$a = 0.070 \quad A_s = 0.309 \quad a = 0.087$$

$$a = 0.080 \quad A_s = 0.309 \quad a = 0.087$$

$$a = 0.085 \quad A_s = 0.309 \quad a = 0.087$$

$$a = 0.087 \quad A_s = 0.309 \quad a = 0.087$$

$$A_s = 0.309 \text{ cm}^2$$

Refuerzos en los Muros:

$$A_{s_{\min}} = 0.0015bd$$

$$A_{s_{\min}} = 0.0015 * 100 * 10.4$$

$$A_{s_{\min}} = 1.56 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} > A_s = 0.309 \text{ cm}^2$$

→ Usar: $A_s = 1.56 \text{ cm}^2$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{1.56} = 82.6 \text{ cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{1.56} = 45.5 \text{ cm}$$

Usar : $\emptyset 3/8" @ .45 \text{ m}$

Refuerzo de Repartición por contracción y temperatura (A_{st°).

Este refuerzo se colocará horizontalmente.

$$A_{st^\circ} = 0.0025bd_T$$

$$A_{st^\circ} = 0.0025 * 100 * 15$$

$$A_{st^\circ} = 3.75 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} < A_{st^\circ} = 3.75 \text{ cm}^2$$

Repartiendo en ambos sentidos.

$$A_{t^\circ} = \frac{3.75}{2} = 1.875 \text{ cm}^2$$

Transversal:

$$A_{t^\circ} > A_s = 1.56 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usar: } A_s = 1.875 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{1.875} = 68.8 \text{ cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{1.875} = 37.8 \text{ cm}$$

Usar : $\emptyset 3/8" @ .375m$

Longitudinal:

$$A_s = 1.875 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{1.875} = 68.8 \text{ cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{1.875} = 37.8 \text{ cm}$$

Usar : $\emptyset 3/8" @ .375m$

Cálculo del Refuerzo en la losa de cuneta.

Adoptaremos:

$$r = 4.0 \text{ cm (cara superior)}$$

$$r = 7.5 \text{ cm (cara inferior)}$$

Como se puede observar en las figuras 11 y 12 de los casos I y II, respectivamente no presenta flexión en la cara superior, por lo que se tomará el refuerzo mínimo, mientras que para la cara inferior tomaremos para el diseño el momento mayor producido en esta cara. Adoptaremos el diámetro de la barra $\emptyset 1/2"$ o sea 1.27cm.

Refuerzo en la cara inferior

Caso I:

$$M_A = 67.02 \text{ kg - m}$$

$$M_B = 24.83 \text{ kg - m}$$

Caso II:

$$M_A = 64.47 \text{ kg - m}$$

$$M_B = 82.47 \text{ kg - m}$$

Tomaremos el mayor momento:

$$M_u = 1.8 M$$

$$M_u = 1.8(82.47)$$

$$\mathbf{M_u = 148.45 \text{ kg - m}}$$

$$\phi = 0.90$$

$$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$$

$$R = 7.5 \text{ cm (recubrimiento)}$$

$$d = 20 - \left(7.5 + \frac{1.27}{2}\right)$$

$$d = 11.9 \text{ cm (asumiendo un refuerzo de } \phi = 1/2'' \text{ de 1.27 cm de diámetro)}$$

$$a = 0.094 \quad A_s = 0.331 \quad a = 0.094$$

$$A_s = 0.331 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = 0.0017bd$$

$$A_{s_{\min}} = 0.0017 * 100 * 11.9$$

$$A_{s_{\min}} = 2.02 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} > A_s = 0.331 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usar: } A_s = 2.02 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{2.02} = 63.9 \text{ cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{2.02} = 35.2 \text{ cm}$$

$$\text{Usar : } \phi 3/8'' @ .35 \text{ m}$$

Refuerzo en la cara superior ($A_{s_{\min}}$)

$$R = 4.0 \text{ cm (recubrimiento)}$$

$$d = 20 - \left(4.0 + \frac{1.27}{2}\right)$$

$$d = 15.4 \text{ cm (asumiendo un refuerzo de } \phi = 1/2'' \text{ de 1.27 cm de diámetro)}$$

$$A_{s_{\min}} = 0.0017bd$$

$$A_{s_{\min}} = 0.0017 * 100 * 15.4$$

$$A_{s_{\min}} = 2.62 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} > A_s = 0.343 \text{ cm}^2$$

→ Usar: $A_s = 2.62 \text{ cm}^2$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{2.62} = 49.2 \text{ cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{2.62} = 27.1 \text{ cm}$$

Usar : $\emptyset 3/8" @ .275\text{m}$

Refuerzo de repartición por contracción y temperatura (A_{st°)

Este refuerzo servirá para la cara superior e inferior.

$$A_{st^\circ} = 0.0018bd_t$$

$$A_{st^\circ} = 0.0018 * 100 * 20$$

$$A_{st^\circ} = 3.60 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} < A_{st^\circ} = 3.60 \text{ cm}^2$$

Repartiendo en ambos sentidos.

$$A_{t^\circ} = \frac{3.60}{2} = \mathbf{1.80 \text{ cm}^2}$$

Transversal:

$$A_{t^\circ} < A_s = 2.62 \text{ cm}^2$$

Longitudinal:

$$A_s = 1.80 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{1.80} = 68.8 \text{ cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{1.80} = 39.4 \text{ cm}$$

Usar : $\emptyset 3/8" @ .40\text{m}$

Nota:

El acero por temperatura en la sección transversal, no se calcula debido a que el acero diseñado en losa inferior es mucho mayor y se toma valor ya calculado de la losa.

Resumen del cálculo:

Paredes:

Cara exterior,

Vertical:

Usar $\emptyset 3/8'' @ .375m$

Paralelo al eje:

Usar $\emptyset 3/8'' @ .375m$

Piso:

Cara superior,

Perpendicular al eje:

Usar $\emptyset 3/8'' @ .275m$

Paralelo al eje:

Usar $\emptyset 3/8'' @ .40m$

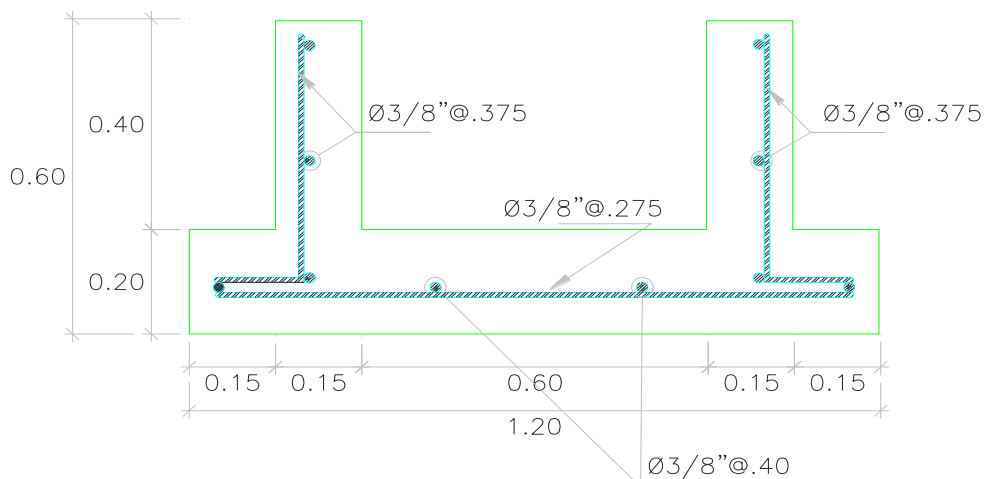


Figura 12. Distribución de acero en la cuneta (Fuente: Coeficiente Maning)

Tabla 34

Especificaciones Técnicas

Especificaciones Técnicas
$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
$f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
- Recubrimientos

Paredes	$r = 4.0 \text{ cm}$
Losa: Cara inferior	$r = 7.5 \text{ cm}$
Cara superior	$r = 4.0 \text{ cm}$
- Capacidad Portante del Suelo (σ)	
Suelo Seco $\sigma = 0.80 \text{ kg/cm}^2$	

Diseño estructural de cunetas (0.80x0.60)

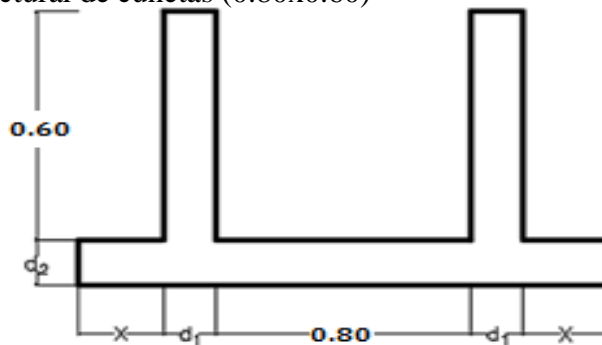


Figura 07. Sección de cuneta (Fuente: Coeficiente Manning)

Datos de diseño:

Peso específico del suelo seco (CL = Arcilla de Baja Plasticidad, obtenida del estudio de suelo) = 1830 kg/m³.

Ángulo de fricción interna = 19°.

Capacidad portante del terreno = 0.80 kg/cm².

Características del refuerzo concreto, son tales como se indicó anteriormente:

$f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Caso I: Poza Sin Agua, Terreno Seco

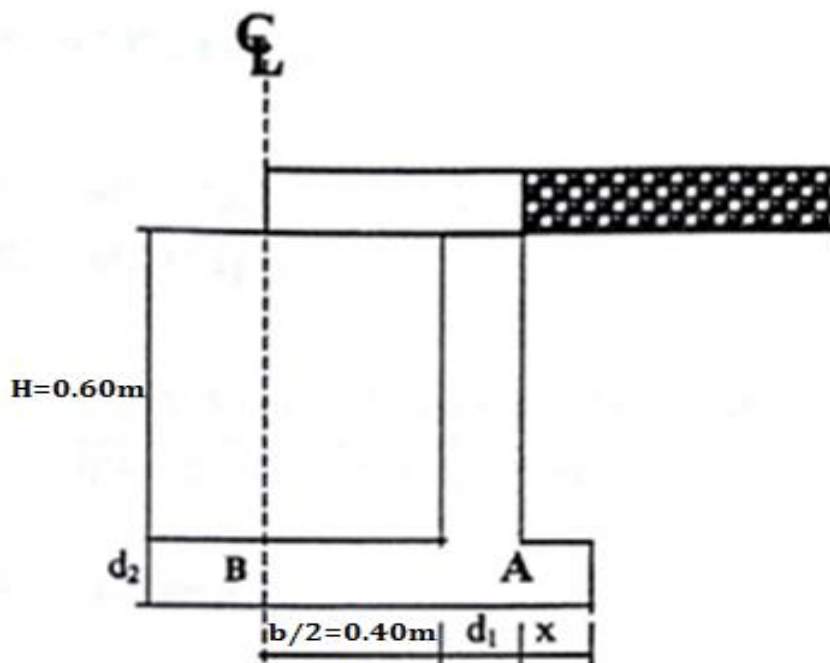


Figura 08. Sección transversal de la cuneta (Fuente: Coeficiente Manning)

Coeficiente de Empuje Activo (K_a), Ec N°1

$$K_a = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\Phi}{2}\right)$$

$$K_a = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{19^\circ}{2}\right)$$

$$\mathbf{K_a = 0.5088}$$

A.1. Caso I: Cuando la cuneta está sin agua y terreno seco según el ítem 2.5.2.9.1...A1 y según la figura anterior, tenemos:

$$\mathbf{H = 0.60\text{mts } b = 0.80\text{mts}}$$

Luego:

$$P_{s1} = K_a(q_s + q_p)$$

$$P_{s1} = 0.5088(1000 + 400)$$

$$\mathbf{P_{s1} = 712.32 \text{ kg/m}^2}$$

$$h_{s/c} = \frac{(q_s + q_p)}{\gamma_s}$$

$$h_{s/c} = \frac{(1000 + 400)}{1830}$$

$$\mathbf{h_{s/c} = 0.77 \text{ mts}}$$

$$P_{s2} = K_a \gamma_s (H + h_{s/c})$$

$$P_{s2} = 0.5088 \times 1830 (0.60 + 0.77)$$

$$\mathbf{P_{s2} = 1275.61 \text{ kg/m}^2}$$

$$E_1 = \frac{1}{2} (P_{s1} + P_{s2}) H$$

$$E_1 = \frac{1}{2} (712.32 + 1275.6) \times 0.60$$

$$E_1 = 596.38 \text{ kg/m}$$

$$Y_1 = \frac{H^2 + 3Hh_{s/c}}{3(H + 2h_{s/c})}$$

$$Y_1 = \frac{0.60^2 + 3(0.60)(0.77)}{3(0.60 + 2(0.77))}$$

$$Y_1 = 0.272 \text{ mts}$$

El momento en el punto "A"

$$M_A = E_1 \times Y_1$$

$$M_A = 596.38 \times 0.272$$

$$M_A = 162.21 \text{ kg - m}$$

El momento en el punto "B"

$$M_B = M_A - \frac{1}{8}q(b + d_1)^2$$

Calculamos d1 y d2

$$d = \frac{H}{15} = \frac{0.60}{15}$$

$$d = 0.04 \text{ mts}$$

Como $d_{min} = d_1 = 0.15 \text{ mts}$ por razones constructivas

$$d_2 = 0.20 \text{ mts}$$

Luego:

$$q = \gamma_a(H + d_2)$$

$$q = 1000(0.60 + 0.20)$$

$$q = 800 \text{ kg/m}^2$$

$$M_B = 162.21 - \frac{1}{8}(800)(0.80 + 0.15)^2$$

$$M_B = 71.96 \text{ kg - m}$$

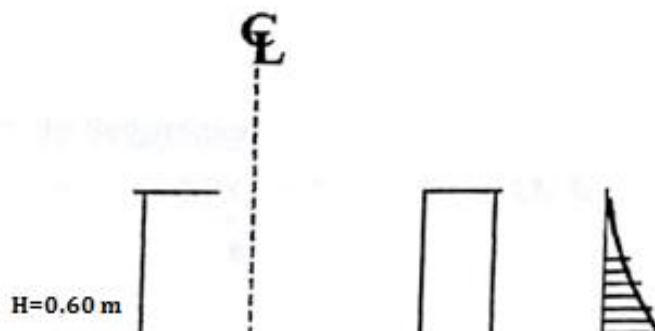


Figura 09. Diagrama de momentos en la cuneta para el caso I
(Fuente: Coeficiente Manning)

Presión de la estructura sobre el terreno:

$$\sigma_T = \frac{P_1 + 2P_2 + 2P_3}{(b + 2d_1 + 2x)10000}$$

$$F = \frac{\sigma_t}{\sigma_T} > 2$$

$$P_1 = (b + 2d_1 + 2x)d_2 * \gamma_c$$

$$P_1 = (0.80 + 2 * 0.15 + 2 * 0.15) * 0.20 * 2400$$

$$\mathbf{P_1 = 672 \text{ kg/m}}$$

$$P_2 = d_1 * H * \gamma_c$$

$$P_2 = 0.15 * 0.60 * 2400$$

$$\mathbf{P_2 = 216 \text{ kg/m}}$$

$$P_3 = \gamma_s * H * x$$

$$P_3 = 1830 * 0.60 * 0.15$$

$$\mathbf{P_3 = 164.70 \text{ kg/m}}$$

$$\sigma_T = \frac{672 + 2 * 216 + 2 * 164.70}{(0.80 + 2 * 0.15 + 2 * 0.15)10000}$$

$$\sigma_T = 0.102$$

Factor de Seguridad

$$F = \frac{\sigma_t}{\sigma_T}$$

$$F = \frac{0.80}{0.102} = 7.84 > 2 \quad \text{OK}$$

Caso II: La poza está llena hasta la cota superior de la pared lateral.

Del Gráfico N° 10:

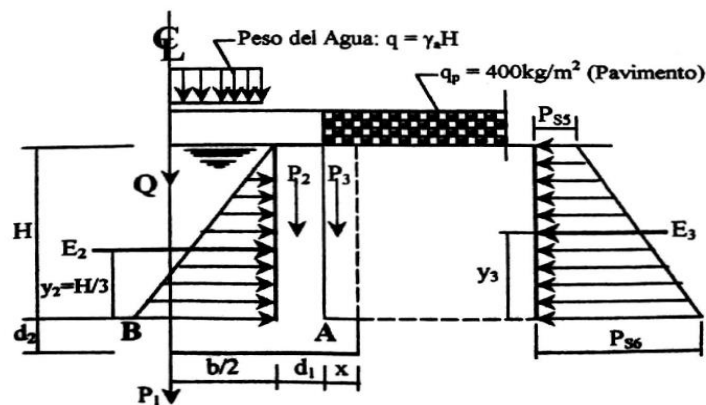


Figura 10. La poza está llena hasta la cota superior de la pared lateral (Fuente: Coeficiente Manning)

$$h' = \frac{q_p}{\gamma_s} = \frac{400}{1830}$$

$$h' = 0.212\text{m}$$

$$K_a = \text{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\Phi}{2}\right)$$

$$K_a = \text{tg}^2\left(45^\circ - \frac{19^\circ}{2}\right)$$

$$K_a = 0.5088$$

$$E_3 = \frac{1}{2} K_a \gamma_s (H + 2h')$$

$$E_3 = \frac{1}{2} * 0.5088 * 1830 (0.60 + 2 * 0.212)$$

$$E_3 = 476.73 \text{ kg/m}$$

$$y_3 = \frac{H^2 + 3Hh'}{3(H + 2h')}$$

$$y_3 = \frac{0.60^2 + 3 * 0.60 * 0.21}{3(0.60 + 2 * 0.212)}$$

$$y_3 = \mathbf{0.243 \text{ m}}$$

Empuje de Agua "E2" (kg/m)

$$E_2 = \frac{1}{2} \gamma_a H^2$$

$$E_2 = \frac{1}{2} * 1000 * 0.60^2$$

$$E_2 = \mathbf{180 \text{ kg/m}}$$

El momento en el punto "A" para el caso II

$$M_A = \frac{1}{3} H E_2 - E_3 Y_3$$

$$M_A = \frac{1}{3} * 0.60 * 180 - 476.73 * 0.243$$

$$M_A = \mathbf{-79.85 \text{ kg} - \text{m}}$$

El momento en el punto "B"

$$q = \gamma_a H$$

$$q = 1000 * 0.60$$

$$q = \mathbf{600 \text{ kg/m}^2}$$

$$M_B = \frac{qb^2}{8} - M_A$$

$$M_B = \frac{400 * 0.80^2}{8} - (-79.8)$$

$$M_B = \mathbf{111.85 \text{ kg} - \text{m}}$$

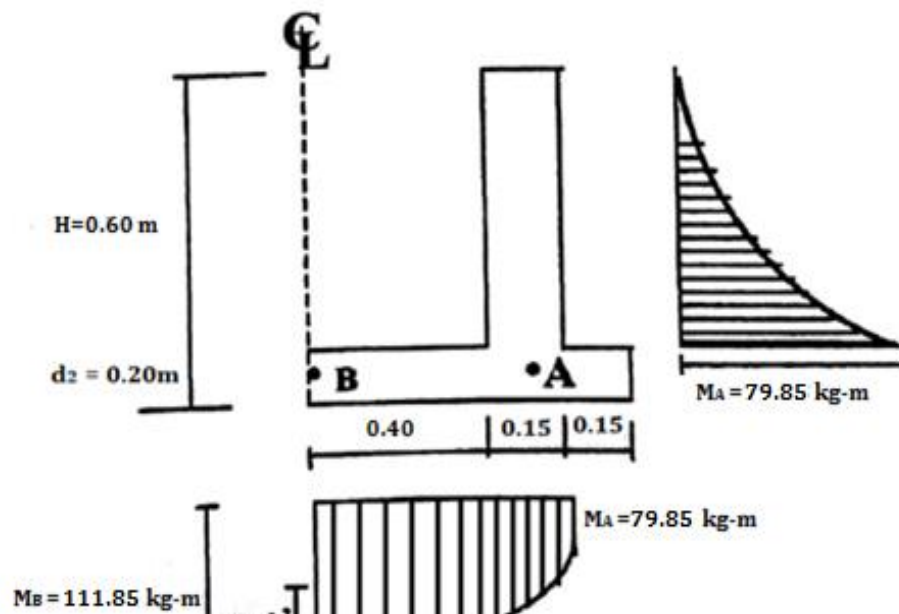


Figura 11. Diagrama de momentos en la cuneta para el caso II (Fuente: Coeficiente Maning)

Presión de la Estructura sobre el terreno (σ_T) con las Ec 19, 20 y 21; obtenidas del ítem 2.5.2.9.1...A1 Tenemos:

$$P_1 = (b + 2d_1 + 2x)d_2 * \gamma_c$$

$$P_1 = (0.80 + 2 * 0.15 + 2 * 0.15) * 0.20 * 2400$$

$$P_1 = \mathbf{672 \text{ kg/m}}$$

$$P_2 = d_1 * H * \gamma_c$$

$$P_2 = 0.15 * 0.60 * 2400$$

$$P_2 = \mathbf{216 \text{ kg/m}}$$

$$P_3 = \gamma_s * H * x$$

$$P_3 = 1830 * 0.60 * 0.15$$

$$P_3 = \mathbf{164.70 \text{ kg/m}}$$

$$Q = \gamma_a * H * b$$

$$Q = 1000 * 0.60 * 0.80$$

$$Q = \mathbf{480 \text{ kg/m}}$$

Entonces:

$$\sigma_T = \frac{P_1 + 2P_2 + 2P_3 + Q}{(b + 2d_1 + 2x)10000}$$

$$\sigma_T = \frac{672 + 2 * 216 + 2 * 164.7 + 480}{(0.80 + 2 * 0.15 + 2 * 0.15)10000}$$

$$\sigma_T = \mathbf{0.137}$$

Factor de Seguridad

$$F = \frac{\sigma_t}{\sigma_T}$$

$$F = \frac{0.80}{0.136} = 5.84 > 2 \quad \text{OK}$$

Cálculo del Refuerzo en las Paredes

Según las figuras N° 10 y N° 11 de diagrama de momentos en el punto "A", para los casos I y II, que produce en las paredes, razón por la cual se calculará el refuerzo en la cara exterior con el momento mayor de uno los dos casos y para en refuerzo en la cara interior se determinará el área de refuerzo mínimo (A_{smin}) por no presentar esfuerzos debido a momento flector en esta cara.

Momento en la Cara Exterior:

$$\mathbf{M_A = 162.21 \text{ kg} - \text{m}}$$

$$\mathbf{M_A = 79.85 \text{ kg} - \text{m}}$$

Haciendo uso de las Ecuaciones 41 y 42

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{A_s * F_y}{0.85 * F'_c * b}$$

Luego el momento último es:

$$M_u = 1.8 M$$

$$M_u = 1.8(162.21)$$

$$\mathbf{M_u = 291.98 \text{ kg} - \text{m}}$$

$$\phi = 0.90$$

$$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$$

$$R = 4.0 \text{ cm (recubrimiento)}$$

$$d = 15 - \left(4 + \frac{1.27}{2}\right)$$

$d = 10.37 \text{ cm}$ (asumiendo un refuerzo de $\emptyset = 1/2''$ de 1.27 cm de diámetro)

$$a = 0.150 \quad A_s = 0.750 \quad a = 0.211$$

$$a = 0.200 \quad A_s = 0.752 \quad a = 0.212$$

$$\mathbf{a = 0.212 \quad A_s = 0.753 \quad a = 0.212}$$

$$\mathbf{A_s = 0.753 \text{ cm}^2}$$

Refuerzos en los Muros:

$$A_{s_{\min}} = 0.0015bd$$

$$A_{s_{\min}} = 0.0015 * 100 * 10.4$$

$$A_{s_{\min}} = 1.56 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} > A_s = 0.753 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow \mathbf{Usar: A_s = 1.56 \text{ cm}^2}$$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{1.56} = 82.6 \text{ cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{1.56} = 45.5 \text{ cm}$$

$$\mathbf{Usar : \emptyset 3/8'' @ .45m}$$

Refuerzo de Repartición por contracción y temperatura (A_{st°).

Este refuerzo se colocará horizontalmente.

$$A_{st^\circ} = 0.0025bd_T$$

$$A_{st^\circ} = 0.0025 * 100 * 15$$

$$A_{st^\circ} = 3.75 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} < A_{st^\circ} = 3.75 \text{ cm}^2$$

Repartiendo en ambos sentidos.

$$A_{t^\circ} = \frac{3.75}{2} = \mathbf{1.875 \text{ cm}^2}$$

Transversal:

$$A_{t^\circ} > A_s = 1.56 \text{ cm}^2$$

Usar: $A_s = 1.875 \text{ cm}^2$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{1.875} = 68.8 \text{ cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{1.875} = 37.8 \text{ cm}$$

Usar : $\emptyset 3/8" @ .375 \text{ m}$

Longitudinal:

$A_s = 1.875 \text{ cm}^2$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{1.875} = 68.8 \text{ cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{1.875} = 37.8 \text{ cm}$$

Usar : $\emptyset 3/8" @ .375 \text{ m}$

Cálculo del Refuerzo en la losa de cuneta.

Adoptaremos:

$r = 4.0 \text{ cm}$ (cara superior)

$r = 7.5 \text{ cm}$ (cara inferior)

Como se puede observar en las figuras 10 y 11 de los casos I y II, respectivamente no presenta flexión en la cara superior, por lo que se tomará el refuerzo mínimo, mientras que para la cara inferior tomaremos para el diseño el momento mayor producido en esta cara. Adoptaremos el diámetro de la barra $\emptyset 1/2"$ o sea 1.27cm.

Refuerzo en la cara inferior

Caso I:

$M_A = 162.21 \text{ kg - m}$

$M_B = 71.96 \text{ kg - m}$

Caso II:

$$M_A = 79.85 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_B = 111.85 \text{ kg} - \text{m}$$

Tomaremos el mayor momento:

$$M_u = 1.8 M$$

$$M_u = 1.8(161.85)$$

$$\mathbf{M_u = 291.98 \text{ kg} - \text{m}}$$

$$\emptyset = 0.90$$

$$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$$

$$R = 7.5 \text{ cm (recubrimiento)}$$

$$d = 20 - \left(7.5 + \frac{1.27}{2}\right)$$

$$d = 11.9 \text{ cm (asumiendoun refuerzo de } \emptyset = 1/2'' \text{ de 1.27 cm de diámetro)}$$

$$a = 0.185 \quad A_s = 0.654 \quad a = 0.185$$

$$\mathbf{A_s = 0.654 \text{ cm}^2}$$

$$A_{s_{\min}} = 0.0017bd$$

$$A_{s_{\min}} = 0.0017 * 100 * 11.9$$

$$A_{s_{\min}} = 2.02 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} > A_s = 0.654 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow \mathbf{Usar: A_s = 2.02 \text{ cm}^2}$$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{2.02} = 63.9 \text{ cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{2.02} = 35.2 \text{ cm}$$

$$\mathbf{Usar : } \emptyset \mathbf{ 3/8'' @ .35m}$$

Refuerzo en la cara superior (Asmin)

$R = 4.0$ cm (recubrimiento)

$$d = 20 - \left(4.0 + \frac{1.27}{2}\right)$$

$d = 15.4$ cm (asumiendo un refuerzo de $\phi = 1/2"$ de 1.27 cm de diámetro)

$$A_{s_{\min}} = 0.0017bd$$

$$A_{s_{\min}} = 0.0017 * 100 * 15.4$$

$$A_{s_{\min}} = 2.62 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} > A_s = 0.654 \text{ cm}^2$$

→ **Usar: $A_s = 2.62 \text{ cm}^2$**

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{2.62} = 49.2 \text{ cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{2.62} = 27.1 \text{ cm}$$

Usar : $\phi 3/8" @ .275\text{m}$

Refuerzo de repartición por contracción y temperatura (A_{st°)

Este refuerzo servirá para la cara superior e inferior.

$$A_{st^\circ} = 0.0018bd_t$$

$$A_{st^\circ} = 0.0018 * 100 * 20$$

$$A_{st^\circ} = 3.60 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} < A_{st^\circ} = 3.60 \text{ cm}^2$$

Repartiendo en ambos sentidos.

$$A_{t^\circ} = \frac{3.60}{2} = \mathbf{1.80 \text{ cm}^2}$$

Transversal:

$$A_{t^\circ} < A_s = 2.62 \text{ cm}^2$$

Longitudinal:

$$A_s = 1.80 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{1.80} = 68.8\text{cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{1.80} = 39.4\text{cm}$$

Usar : $\emptyset 3/8"$ @.40m

Nota:

El acero por temperatura en la sección transversal, no se calcula debido a que el acero diseñado en la losa inferior es mucho mayor y se toma valor ya calculado de la losa.

Resumen del cálculo:

Paredes:

Cara exterior,

Vertical:

Usar $\emptyset 3/8"$ @.375m

Paralelo al eje:

Usar $\emptyset 3/8"$ @.375m

Piso:

Cara superior,

Perpendicular al eje:

Usar $\emptyset 3/8"$ @.275m

Paralelo al eje:

Usar $\emptyset 3/8"$ @.40m

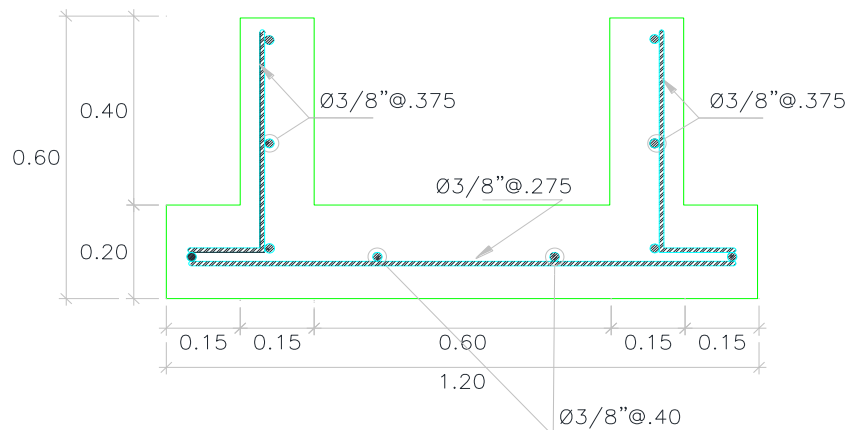


Figura 12. Distribución de acero en la cuneta (Fuente: Coeficiente Maning)**Tabla 34***Especificaciones Técnicas*

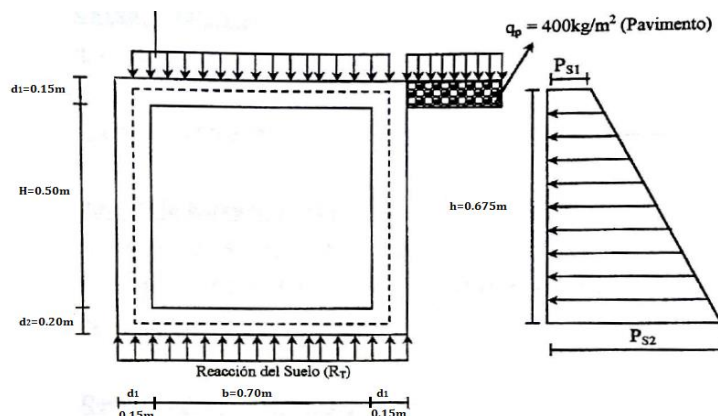
Especificaciones Técnicas	
$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	
$f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$	
- Recubrimientos	
Paredes	$r = 4.0 \text{ cm}$
Losa: Cara inferior	$r = 7.5 \text{ cm}$
Cara superior	$r = 4.0 \text{ cm}$
- Capacidad Portante del Suelo (σ)	
Suelo Seco $\sigma = 0.80 \text{ kg/cm}^2$	

Fuente: Coeficiente Maning

3.2.5.3.3.2. Diseño estructural de alcantarillas

Se considerará como estructura vacía, los espesores a considerar son los mismos que para las cunetas. Teniendo en cuenta las siguientes condiciones de carga:

Diseño estructural de alcantarillas (0.70x0.50)

**Figura 13.** Sistemas de cargas en las alcantarillas (Fuente:

Coeficiente Maning)

Carga sobre la losa superior.

Peso propio (q_1)

$$q_1 = d_1 * b * \gamma_c$$

$$q_1 = 0.15 * 0.70 * 2400$$

$$q_1 = 252 \text{ kg/m}^2$$

Carga Viva (q_v)

Se considerará como máximo, la carga correspondiente a un camión H20 S16, donde la carga transmitida por cada rueda posterior es de $PL = 8000$ kg, Luego:

$$q_v = \frac{P_L}{(b + d_1) * 1.00}$$

$$q_v = \frac{8000}{(0.70 + 0.15) * 1.00}$$

$$q_v = \mathbf{9411.76 \text{ kg/m}^2}$$

Carga Total (q_{LS})

$$q_{LS} = q_1 + q_v$$

$$q_{LS} = 252 + 9411.76$$

$$q_{LS} = \mathbf{9663.76 \text{ kg/m}^2}$$

Peso de la Estructura (PE):

$$P_E = \gamma_c(2d_1H + d_2b + db) + P_L$$

$$P_E = 2400(2 * 0.15 * 0.50 + 0.20 * 0.70 + 0.15 * 0.70) + 8000$$

$$P_E = \mathbf{8948 \text{ kg}}$$

Reacción del Terreno (RT)

$$R_T = \frac{P_E}{(2d_1 + b) * 1.00}$$

$$R_T = \frac{8948}{(2 * 0.15 + 0.7) * 1.00}$$

$$R_T = \mathbf{8948 \text{ kg/m}^2}$$

Cargas sobre las paredes laterales:

Según la figura anterior (Figura N° 13), se muestran las cargas actuantes en las paredes. Hacemos uso de algunas ecuaciones determinadas anteriormente, como las Ecuaciones 01, 02, 03 y 04 respectivamente:

$$K_a = \text{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\Phi}{2}\right)$$

$$K_a = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{19^\circ}{2}\right)$$

$$K_a = 0.5088$$

$$h_{s/c} = \frac{(q_s + q_p)}{\gamma_s}$$

$$h_{s/c} = \frac{(1000 + 400)}{1830}$$

$$h_{s/c} = 0.77 \text{ mts}$$

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

$$P_{s1} = 0.5088 * 1830 * 0.77$$

$$P_{s1} = 716.95 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{s2} = K_a \gamma_s (H + h_{s/c})$$

$$P_{s2} = 0.5088 * 1830 * (0.675 + 0.77)$$

$$P_{s2} = 1345.45 \text{ kg/m}^2$$

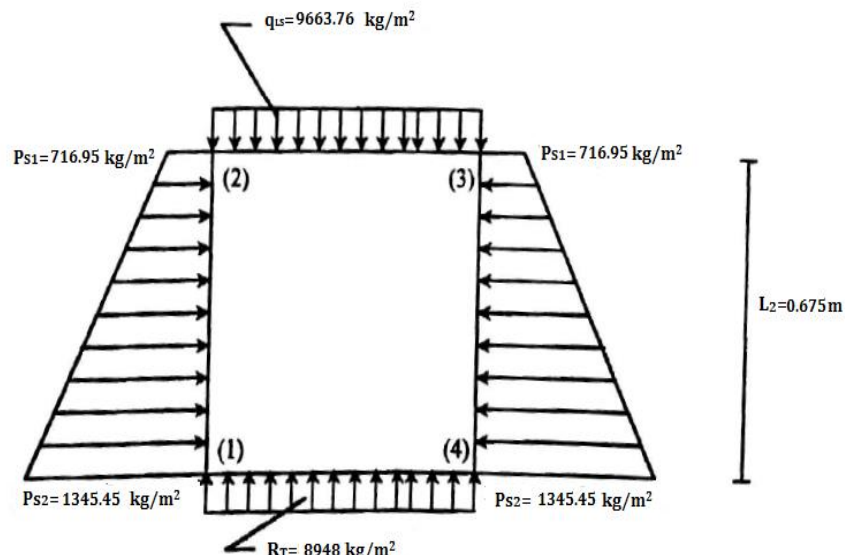


Figura 14. Diagrama de esfuerzos en el marco rígido (alcantarilla) (Fuente: Coeficiente Maning)

Momentos de Empotramientos ($M^{\circ ij}$)

Los valores de "w" y "L" son tomados de la figura anterior.

Losa Superior ($M^{\circ 23}$)

$$M^{\circ}_{23} = -M^{\circ}_{32} = \frac{q_{LS} * L_1^2}{12}$$

$$M^{\circ}_{23} = -M^{\circ}_{32} = \frac{9663.76 * 0.85^2}{12}$$

$$\mathbf{M^{\circ}_{23} = -M^{\circ}_{32} = 581.84 \text{ kg} - \text{m}}$$

Losa Inferior (M°14)

$$M^{\circ}_{14} = -M^{\circ}_{41} = -\frac{R_T * L_1^2}{12}$$

$$M^{\circ}_{14} = -M^{\circ}_{41} = -\frac{8948 * 0.85^2}{12}$$

$$\mathbf{M^{\circ}_{14} = -M^{\circ}_{41} = -538.74 \text{ kg} - \text{m}}$$

Paredes Laterales (M°12)

$$M^{\circ}_{21} = -M^{\circ}_{34} = -\frac{(3Ps_1 + 2Ps_2)L_2^2}{60}$$

$$M^{\circ}_{21} = -M^{\circ}_{34} = -(3 * 716.95 + 2 * 1345.45)0.675^2/60$$

$$\mathbf{M^{\circ}_{21} = -M^{\circ}_{34} = -36.76 \text{ kg} - \text{m}}$$

$$M^{\circ}_{12} = -M^{\circ}_{43} = \frac{(2Ps_1 + 3Ps_2)L_2^2}{60}$$

$$M^{\circ}_{12} = -M^{\circ}_{43} = (2 * 716.95 + 3 * 1345.45)0.675^2/60$$

$$\mathbf{M^{\circ}_{12} = -M^{\circ}_{43} = 41.54 \text{ kg} - \text{m}}$$

Aplicación del Método de Hardy Cross al Marco Rígido:

Inercias (I_{ij}):

$$I_{12} = I_{34} = \frac{H * d_1^3}{12}$$

$$I_{12} = I_{34} = \frac{0.50 * 0.15^3}{12}$$

$$\mathbf{I_{12} = I_{34} = 1.406 * 10^{-4} \text{ m}^4}$$

$$I_{23} = \frac{b * d_1^3}{12}$$

$$I_{23} = \frac{0.70 * 0.15^3}{12}$$

$$\mathbf{I_{23} = 1.969 * 10^{-4} \text{ m}^4}$$

$$I_{14} = \frac{b * d_2^3}{12}$$

$$I_{14} = \frac{0.70 * 0.20^3}{12}$$

$$I_{14} = 4.667 * 10^{-4} \text{m}^4$$

Rigideces (Kij):

$$K_{12} = K_{34} = \frac{I_{12}}{L_2}$$

$$K_{12} = K_{34} = \frac{1.406 * 10^{-4}}{0.675}$$

$$K_{12} = K_{34} = 2.083 * 10^{-4}$$

$$K_{23} = \frac{I_{23}}{L_1}$$

$$K_{23} = \frac{1.969 * 10^{-4}}{0.85}$$

$$K_{23} = 2.316 * 10^{-4}$$

$$K_{14} = \frac{I_{14}}{L_1}$$

$$K_{14} = \frac{4.667 * 10^{-4}}{0.85}$$

$$K_{14} = 5.491 * 10^{-4}$$

Factores de Distribución (Lij):

Tabla 35

Nudo 1 de factores de distribución

Nudo 1	K _{ij}	$L_{ij} = \frac{K_{ij}}{\sum K_{ij}}$
1 - 2	$2.083 * 10^{-4}$	0.275

1 - 4	$5.491 * 10^{-4}$	0.725
Σ	$7.574 * 10^{-4}$	1.000

Fuente: Coeficiente Maning

Tabla 36*Nudo 2 de factores de distribución*

Nudo 2	K_{ij}	$L_{ij} = \frac{K_{ij}}{\Sigma K_{ij}}$
2 - 1	$2.083 * 10^{-4}$	0.474
2 - 3	$2.316 * 10^{-4}$	0.526
Σ	$4.399 * 10^{-4}$	1.000

Fuente: Coeficiente Maning

Tabla 37*Nudo 3 de factores de distribución*

Nudo 3	K_{ij}	$L_{ij} = \frac{K_{ij}}{\Sigma K_{ij}}$
3 - 2	$2.316 * 10^{-4}$	0.526
3 - 4	$2.083 * 10^{-4}$	0.474
Σ	$4.399 * 10^{-4}$	1.000

Fuente: Coeficiente Maning

Tabla 38*Nudo 4 de factores de distribución*

Nudo 4	K_{ij}	$L_{ij} = \frac{K_{ij}}{\Sigma K_{ij}}$
4 - 1	$5.491 * 10^{-4}$	0.725
4 - 3	$2.083 * 10^{-4}$	0.275
Σ	$7.574 * 10^{-4}$	1.000

Fuente: Coeficiente Maning

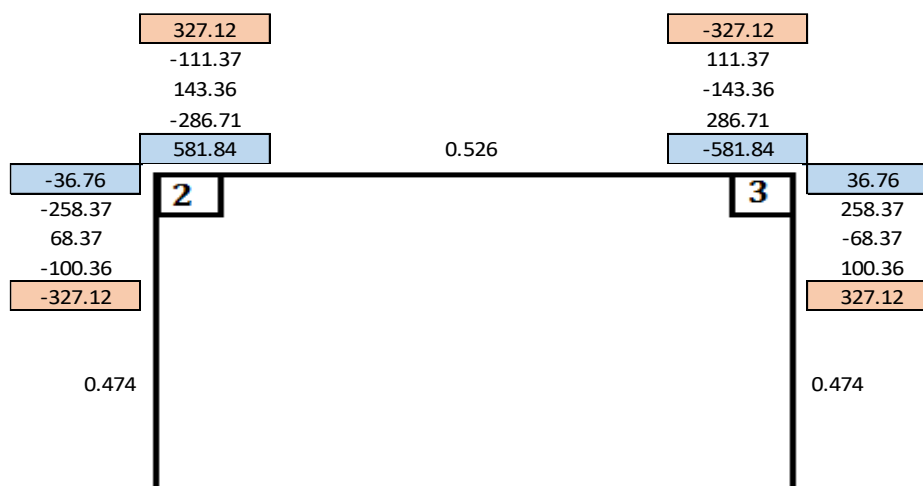


Figura 15. Análisis estructural del marco rígido por el método de hardy cross.

$$\mathbf{MF}_{1-2} = 134.18 \text{ kg} - \mathbf{m}$$

$$\mathbf{MF}_{1-4} = -134.18 \text{ kg} - \mathbf{m}$$

$$\mathbf{MF}_{2-1} = -327.12 \text{ kg} - \mathbf{m}$$

$$\mathbf{MF}_{2-3} = 327.12 \text{ kg} - \mathbf{m}$$

$$\mathbf{MF}_{3-2} = -327.12 \text{ kg} - \mathbf{m}$$

$$\mathbf{MF}_{3-4} = 327.12 \text{ kg} - \mathbf{m}$$

$$\mathbf{MF}_{4-3} = -134.18 \text{ kg} - \mathbf{m}$$

$$\mathbf{MF}_{4-1} = 134.18 \text{ kg} - \mathbf{m}$$

Cálculo del Esfuerzo Cortante (V_{ij})

Para obtener estos valores se aplica la siguiente fórmula

$$V_{ij} = V_{ix} \pm (M_i - M_j)/L$$

Donde:

V_{ix} = El esfuerzo cortante de la viga considerada isostáticamente del extremo "i".

M_i M_j = Son los momentos en los extremos "i" y "j".

L = Claro de la viga.

$$V_{23} = (q_{LS} * L_1)/2 + (M_2 - M_3)/L_1$$

$$V_{23} = (9663.76 * 0.85)/2 + (327.12 - 327.12)/0.85$$

$$\mathbf{V}_{23} = 4107.10 \text{ kg}$$

$$V_{32} = (9663.76 * 0.85)/2 + (327.12 - 327.12)/0.85$$

$$V_{32} = 4107.10 \text{ kg}$$

$$V_{12} = (P_{S1} * L_2)/2 + [(P_{S2} - P_{S1}) * L_2]/6 + (M_2 - M_1)/L_2$$

$$V_{21} = (P_{S1} * L_2)/2 + [(P_{S2} - P_{S1}) * L_2]/3 + (M_1 - M_2)/L_2$$

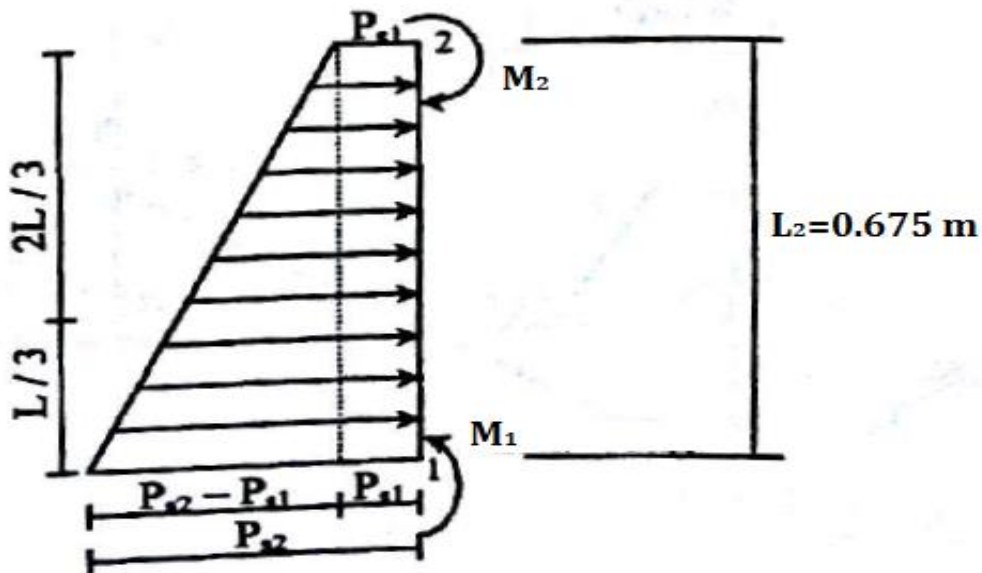


Figura 16. Esfuerzos en el tramo 1 – 2 marco rígido.

$$V_{12} = (716.95 * 0.675)/2 + [(1345.45 - 716.95) * 0.675]/6 + (327.12 - 134.18)/0.675$$

$$V_{12} = 598.52 \text{ kg}$$

$$V_{21} = (716.95 * 0.675)/2 + [(1345.45 - 716.95) * 0.675]/3 + (134.18 - 327.12)/0.675$$

$$V_{21} = 97.54 \text{ kg}$$

$$V_{14} = -(R_T * L_1)/2 + (M_1 + M_4) / L_1$$

$$V_{14} = -(8948 * 0.85)/2 + (134.18 - 134.18)/0.85$$

$$V_{14} = -3802.90 \text{ kg}$$

$$V_{41} = -(8948 * 0.85)/2 + (134.18 - 134.18)/0.85$$

$$V_{41} = -3802.90 \text{ kg}$$

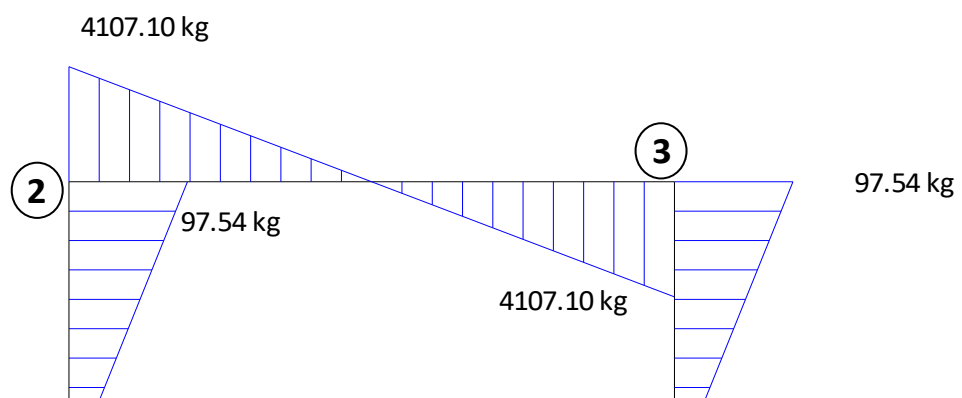


Figura 17. Diagrama de esfuerzos cortantes del marco rígido.

Momentos Máximos Positivos ($M_{m\acute{a}x}$).

Losa Superior e Inferior:

Según el siguiente gráfico, tenemos:

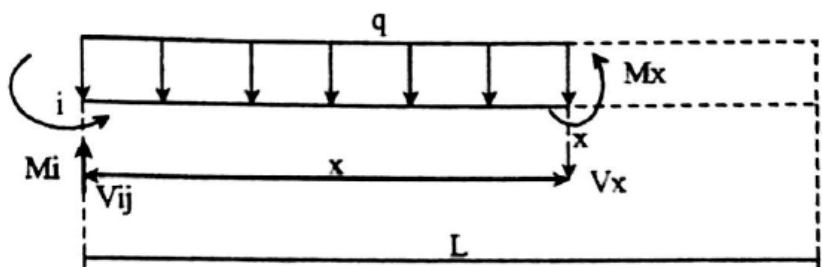


Figura 18. Esfuerzos en la losa del marco rígido a una distancia "X"

Tenemos:

$$\sum M_x = 0$$

$$M_x + \frac{qx^2}{2} + M_i - V_{ij}x = 0$$

$$M_x = V_{ij}x - \frac{qx^2}{2} - M_i \dots (37)$$

$$\sum V_x = 0$$

$$-V_x + V_{ij} - qx = 0$$

$$V_x = V_{ij} - qx \dots \dots \dots (38)$$

Para que el Momento sea máximo el cortante debe ser cero; por consiguiente:

$$0 = V_{ij} - qx \dots \dots \dots (39)$$

$$x = \frac{V_{ij}}{q} \text{ (ubicacion del momento maximo respecto al extremo "i")}$$

Sustituyendo la expresión de "x" en la Ecuación (37)

$$M_{\text{máx}} = V_{ij} \left(\frac{V_{ij}}{q} \right) - \frac{qV_{ij}^2}{2q^2} - M_i$$

$$M_{\text{máx}} = \frac{V_{ij}^2}{2q} - M_i \dots \dots \dots (40)$$

Losa Superior

$$M_{\text{máx}} = \frac{V_{23}^2}{2q_{LS}} - M_2$$

$$M_{\text{máx}} = \frac{4107.10^2}{2(9663.7)} - 327.12$$

$$M_{\text{máx}} = 545.64 \text{ kg} - \text{m}$$

Losa Inferior

$$M_{\text{máx}} = \frac{V_{41}^2}{2R_T} - M_4$$

$$M_{\text{máx}} = -\frac{3802.90^2}{2(8948)} + 134.1$$

$$M_{\text{máx}} = -674.00 \text{ kg} - \text{m}$$

En las paredes:

Según la figura siguiente:

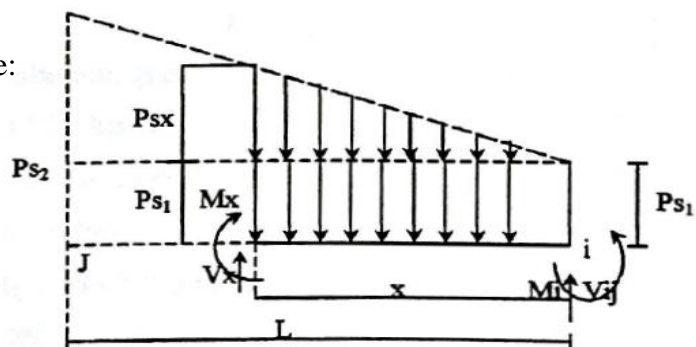


Figura 19. Esfuerzos en las paredes del marco rígido a una distancia "X".

Tenemos:

$$M_x = V_{ij}x - \frac{Ps_1x^2}{2} - \frac{Ps_x x * x}{2 * 3} - M_i \dots \dots (41)$$

De la figura anterior, por semejanza de triángulos; tenemos:

$$Ps_x = \frac{(Ps_2 - Ps_1)x}{L}$$

Sustituyendo en la ecuación (41) obtenemos la ecuación para una distancia "x"

$$M_x = V_{ij}x - \frac{Ps_1x^2}{2} - (Ps_2 - Ps_1)x^3/6L - M_i \dots \dots (42)$$

Según Villaseñor Contreras, Jesús, El momento máximo se obtiene cuando el cortante es cero. Para esto derivamos el momento máximo con respecto a "x", la expresión anterior e igualamos a cero para determinar la ubicación del momento máximo; según lo siguiente:

$$\frac{dM_x}{dx} = \frac{d}{dx} \left[V_{ij}x - \frac{Ps_1x^2}{2} - (Ps_2 - Ps_1)x^3/6L - M_i \right] = 0$$

$$\frac{(Ps_1 - Ps_2)x^2}{2L} - Ps_1x + V_{ij} = 0 \dots \dots (43)$$

Aplicando la ecuación general para ecuaciones de segundo grado, tenemos:

$$X = \frac{Ps_1 \pm \sqrt{Ps_1^2 - \frac{2(Ps_1 - Ps_2)V_{ij}}{L}}}{\frac{(Ps_1 - Ps_2)}{L}} \dots (44)$$

Luego sabemos que=

$$Ps_1 = 716.95 \text{ kg/m}^2$$

$$Ps_2 = 1345.45 \text{ kg/m}^2$$

$$V_{ij} = V_{21} = 97.54 \text{ kg}$$

$$M_i = M_2 = 327.12 \text{ kg-m}$$

$$L = 0.675 \text{ m}$$

Sustituyendo en la ecuación (44)

$$X = \frac{716.95 \pm \sqrt{716.95^2 - \frac{2(716.95 - 1345.18)97.54}{0.675}}}{\frac{(716.95 - 1345.18)}{0.675}}$$

$$X = 0.126 \text{ m}$$

$$M_{\max} = -320.83 \text{ kg - m}$$

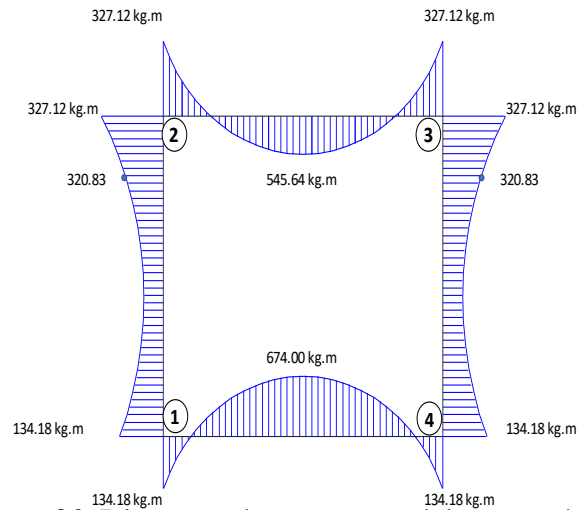


Figura 20. Diagrama de momentos del marco rígido.

Cálculo del Refuerzo del Marco Rígido

Se calculará según las ecuaciones 23 y 36, mencionados en el ítem 2.5.9.1 -A3. el refuerzo será $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, el concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y los recubrimientos de $r = 4 \text{ cm}$ a excepción de la losa inferior de $r = 7.5 \text{ cm}$ (que está en contacto con el suelo).

Refuerzo en la Losa Superior.

Verificación del esfuerzo cortante:

Asumiendo refuerzo de $\Phi 1/2''$ (1.27cm)

$$d = 15 - \left(4 + \frac{1.27}{2}\right)$$

$$\mathbf{d = 10.37 \text{ cm}}$$

$$V_u = 1.8V_{23}$$

$$V_u = 1.8(4107.10)$$

$$\mathbf{V_u = 7392.78 \text{ kg}}$$

Según la ecuación 33:

$$T_u = \frac{V_u}{bd}$$

$$T_u = \frac{7392.78}{100 * 10.37}$$

$$T_u = 7.13 \text{ kg/cm}^2$$

Según la ecuación 34:

$$T_c = 0.50\phi\sqrt{f'c}$$

$$T_c = 0.50 * 0.85\sqrt{210}$$

$$T_c = 6.19 \text{ kg/cm}^2$$

Luego según la ecuación 36 debe cumplirse:

$$T_u < T_c$$

$$7.13 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} > 6.19 \text{ kg/cm}^2$$

No cumple;

Entonces hacemos:

$$T_u = T_c$$

Tenemos:

$$\frac{V_u}{bd} = 6.16$$

$$\frac{7392.78}{100d} = 6.16$$

$$d = 12 \text{ cm}$$

Luego el nuevo espesor será:

$$e = d + r + \frac{1.27}{2}$$

$$e = 12 + 4 + \frac{1.27}{2}$$

$$e = 16.64 <> 20 \text{ cm}$$

$$e = 20.0 \text{ cm}$$

Entonces el nuevo espesor de la losa superior será:

$$e = 20.0 \text{ cm}$$

Refuerzo en la Cara Exterior (en los nudos)

$$M_u = 1.8M$$

$$M_u = 1.8(327.12)$$

$$M_u = 588.82 \text{ kg} - \text{m}$$

Asumiendo refuerzo de $\Phi 1/2"$ (1.27cm)

$$d = 20 - \left(4 + \frac{1.27}{2}\right)$$

$$d = 15.37 \text{ cm}$$

Para $a = 0.240 \text{ cm}$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$A_s = \frac{588.82 * 100}{0.90 * 4200 \left(15.37 - \frac{0.240}{2}\right)}$$

$$A_s = 1.022 \text{ cm}^2$$

Refuerzo Mínimo (A_{smin})

$$A_{smin} = 0.0017bd$$

$$A_{smin} = 0.0017 * 100 * 15.4$$

$$A_{smin} = 2.61 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} > A_s = 1.022 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow \text{Usar: } A_s = 2.61 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{2.61} = 49.4 \text{ cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{2.61} = 27.2 \text{ cm}$$

$$\text{Usar : } \phi 3/8" @ .275 \text{ m}$$

Refuerzo en la Cara Interior (Centro de losa)

$$M_u = 1.8M$$

$$M_u = 1.8(545.64)$$

$$M_u = 982.15 \text{ kg} - \text{m}$$

Asumiendo refuerzo de $\Phi 1/2"$ (1.27cm)

$$d = 20 - \left(4 + \frac{1.27}{2}\right)$$

$$\mathbf{d = 15.37 \text{ cm}}$$

Para $a = 0.403 \text{ cm}$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$A_s = \frac{982.15 * 100}{0.90 * 4200 \left(15.37 - \frac{0.403}{2}\right)}$$

$$\mathbf{A_s = 1.713 \text{ cm}^2}$$

Refuerzo Mínimo (A_{smin})

$$A_{smin} = 0.0017bd$$

$$A_{smin} = 0.0017 * 100 * 15.4$$

$$A_{smin} = 2.61 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} > A_s = 1.713 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow \mathbf{Usar: A_s = 2.61 \text{ cm}^2}$$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{2.61} = 49.4 \text{ cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{2.61} = 27.2 \text{ cm}$$

$$\mathbf{Usar : \phi 3/8" @ .275 \text{ m}}$$

Refuerzo en la Losa Inferior.

Verificación del esfuerzo cortante:

Asumiendo refuerzo de $\Phi 1/2"$ (1.27cm)

$$d = 20 - \left(4 + \frac{1.27}{2}\right)$$

$$\mathbf{d = 15.37 \text{ cm}}$$

$$V_u = 1.8V_{14}$$

$$V_u = 1.8(3802.90)$$

$$V_u = \mathbf{6845.22 \text{ kg}}$$

Según la ecuación 33:

$$T_u = \frac{V_u}{bd}$$

$$T_u = \frac{6845.22}{100 * 15.37}$$

$$T_u = \mathbf{4.45 \text{ kg/cm}^2}$$

Según la ecuación 34:

$$T_c = 0.50\phi\sqrt{f'c}$$

$$T_c = 0.50 * 0.85\sqrt{210}$$

$$T_c = \mathbf{6.19 \text{ kg/cm}^2}$$

Luego según la ecuación 36 debe cumplirse:

$$T_u < T_c$$

$$4.45 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 6.19 \text{ kg/cm}^2$$

Si cumple;

Refuerzo en la Cara Exterior (en los nudos)

$$M_u = 1.8M$$

$$M_u = 1.8(134.18)$$

$$M_u = \mathbf{241.52 \text{ kg} - \text{m}}$$

Asumiendo refuerzo de Φ 1/2" (1.27cm)

$$d = 20 - \left(7.5 + \frac{1.27}{2}\right)$$

$$d = \mathbf{11.87 \text{ cm}}$$

Para $a = 0.127 \text{ cm}$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$A_s = \frac{241.52 * 100}{0.90 * 4200(11.87 - \frac{0.127}{2})}$$

$$A_s = 0.541 \text{ cm}^2$$

Refuerzo Mínimo (A_{smin})

$$A_{smin} = 0.0017bd$$

$$A_{smin} = 0.0017 * 100 * 11.9$$

$$A_{smin} = 2.02 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} > A_s = 0.541 \text{ cm}^2$$

→ **Usar: $A_s = 2.02 \text{ cm}^2$**

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{2.02} = 63.4 \text{ cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{2.02} = 35.2 \text{ cm}$$

Usar : $\emptyset 3/8" @ .35 \text{ m}$

Refuerzo en la Cara Interior (Centro de losa)

$$M_u = 1.8M$$

$$M_u = 1.8(674.00)$$

$$M_u = 1213.20 \text{ kg} - \text{m}$$

Asumiendo refuerzo de $\Phi 1/2"$ (1.27cm)

$$d = 20 - (4 + \frac{1.27}{2})$$

$$d = 15.37 \text{ cm}$$

Para $a = 0.499 \text{ cm}$

$$A_s = \frac{M_u}{\emptyset F_y (d - \frac{a}{2})}$$

$$A_s = \frac{1213.20 * 100}{0.90 * 4200(15.37 - \frac{0.499}{2})}$$

$$A_s = 2.123 \text{ cm}^2$$

Refuerzo Mínimo (A_{smin})

$$A_{smin} = 0.0017bd$$

$$A_{smin} = 0.0017 * 100 * 15.4$$

$$A_{smin} = 2.61 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} > A_s = 2.123 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow \text{Usar: } A_s = 2.61 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{2.61} = 49.4 \text{ cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{2.61} = 27.2 \text{ cm}$$

Usar : $\emptyset 3/8" @ .275 \text{ m}$

Refuerzo de repartición por contracción Y temperatura en las losa Superior e Inferior (A_{st°)

Este refuerzo servirá para la cara superior e inferior, según la Ecuación 26

$$A_{st^\circ} = 0.0018bd_T$$

$$A_{st^\circ} = 0.0018 * 100 * 20$$

$$A_{st^\circ} = 3.60 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} < A_{st^\circ} = 3.60 \text{ cm}^2$$

Repartiendo en ambos sentidos.

$$A_{t^\circ} = \frac{3.60}{2} = 1.80 \text{ cm}^2$$

Transversal:

$$A_{t^\circ} < A_s = 2.61 \text{ cm}^2$$

Longitudinal:

$$A_s = 1.80 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{1.80} = 68.8\text{cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{1.80} = 39.4\text{cm}$$

Usar : \emptyset 3/8"@. 40m

Nota:

El acero por temperatura en la sección transversal, no se calcula debido a que el acero diseñado en la losa superior e inferior es mucho mayor y se toma valor ya calculado de la losa.

Refuerzo en la Paredes

Verificación del esfuerzo cortante:

Asumiendo refuerzo de Φ 1/2" (1.27cm)

$$d = 15 - \left(4 + \frac{1.27}{2}\right)$$

$$\mathbf{d = 10.37 \text{ cm}}$$

$$V_u = 1.8V$$

$$V_u = 1.8(598.52)$$

$$\mathbf{V_u = 1077.34 \text{ kg}}$$

Según la ecuación 33:

$$T_u = \frac{V_u}{bd}$$

$$T_u = \frac{1077.34}{100 * 10.37}$$

$$\mathbf{T_u = 1.04 \text{ kg/cm}^2}$$

Según la ecuación 34:

$$T_c = 0.50\emptyset\sqrt{f'c}$$

$$T_c = 0.50 * 0.85\sqrt{210}$$

$$\mathbf{T_c = 6.19 \text{ kg/cm}^2}$$

Luego según la ecuación 36 debe cumplirse:

$$T_u < T_c$$

$$1.04 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 6.19 \text{ kg/cm}^2$$

Si cumple;

Refuerzo en el Centro de las Paredes

$$M_u = 1.8M$$

$$M_u = 1.8(320.83)$$

$$M_u = 577.49 \text{ kg} - \text{m}$$

Asumiendo refuerzo de Φ 1/2" (1.27cm)

$$d = 15 - \left(4 + \frac{1.27}{2}\right)$$

$$d = 10.37 \text{ cm}$$

Para $a = 0.353 \text{ cm}$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$A_s = \frac{577.49 * 100}{0.90 * 4200 \left(10.37 - \frac{0.353}{2}\right)}$$

$$A_s = 1.499 \text{ cm}^2$$

Refuerzo Mínimo (A_{smin})

$$A_{smin} = 0.0015bd$$

$$A_{smin} = 0.0015 * 100 * 10.4$$

$$A_{smin} = 1.56 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} > A_s = 1.499 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow \text{Usar: } A_s = 1.56 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{1.56} = 82.7 \text{ cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{1.56} = 45.5 \text{ cm}$$

$$\text{Usar : } \phi 3/8" @ .45 \text{ m}$$

Refuerzo de repartición por contracción Y temperatura (A_{st}°)

Según la Ecuación 25

$$A_{st^{\circ}} = 0.0025bd_T$$

$$A_{st^{\circ}} = 0.0025 * 100 * 15$$

$$A_{st^{\circ}} = 3.75\text{cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} < A_{st^{\circ}} = 3.75\text{ cm}^2$$

Repartiendo en ambos sentidos.

$$A_{t^{\circ}} = \frac{3.75}{2} = \mathbf{1.875\text{ cm}^2}$$

Transversal:

$$A_{t^{\circ}} > A_s = 1.56\text{ cm}^2$$

$$\text{Usar: } A_s = 1.875\text{ cm}^2$$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{1.875} = 68.8\text{cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{1.875} = 37.9\text{cm}$$

Usar : $\emptyset 3/8'' @ .375\text{ m}$

Longitudinal:

$$A_s = 1.875\text{ cm}^2$$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{1.875} = 68.8\text{cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{1.875} = 37.9\text{cm}$$

Usar : $\emptyset 3/8'' @ .375\text{ m}$

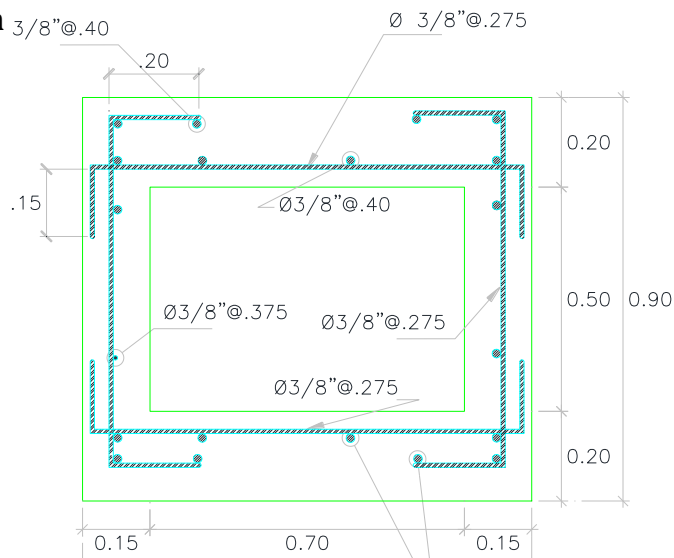


Figura 21. Disposición del acero en la alcantarilla

Tabla 39

Especificaciones técnicas para alcantarilla

Especificaciones Técnicas	
$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	
$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	
- Recubrimientos	
Paredes	$r = 4.0 \text{ cm}$
Losa: Cara inferior	$r = 7.5 \text{ cm}$
Cara superior	$r = 4.0 \text{ cm}$
- Capacidad Portante del Suelo (σ)	
Suelo Seco	$\sigma = 0.80 \text{ kg/cm}^2$

Diseño estructural de alcantarillas (1.00x0.70)

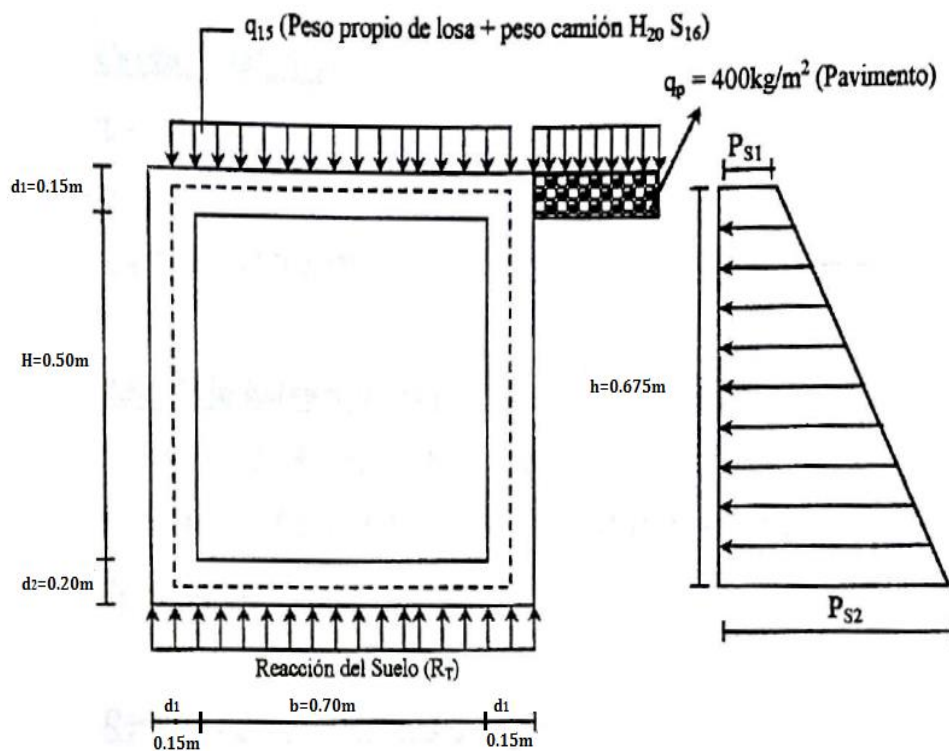


Figura13. Sistemas de cargas en las alcantarillas (Fuente: Coeficiente Maning)

Carga sobre la losa superior.

Peso propio (q_1)

$$q_1 = d_2 * b * \gamma_c$$

$$q_1 = 0.20 * 1.00 * 2400$$

$$\mathbf{q_1 = 480 \text{ kg/m}^2}$$

Carga Viva (q_v)

Se considerará como máximo, la carga correspondiente a un camión H20 S16, donde la carga transmitida por cada rueda posterior es de $PL = 8000 \text{ kg}$, Luego:

$$q_v = \frac{P_L}{(b + d_2) * 1.00}$$

$$q_v = \frac{8000}{(1.00 + 0.20) * 1.00}$$

$$\mathbf{q_v = 6666.67 \text{ kg/m}^2}$$

Carga Total (q_{LS})

$$q_{LS} = q_1 + q_v$$

$$q_{LS} = 480 + 6666.67$$

$$\mathbf{q_{LS} = 7146.67 \text{ kg/m}^2}$$

Peso de la Estructura (PE):

$$P_E = \gamma_c(2d_1H + 2d_2b) + P_L$$

$$P_E = 2400(2 * 0.15 * 0.70 + 2 * 0.20 * 1.00) + 8000$$

$$\mathbf{P_E = 9464 \text{ kg}}$$

Reacción del Terreno (RT)

$$R_T = \frac{P_E}{(2d_1 + b) * 1.00}$$

$$R_T = \frac{9464}{(2 * 0.15 + 1.0) * 1.00}$$

$$\mathbf{R_T = 7280 \text{ kg/m}^2}$$

Cargas sobre las paredes laterales:

Según la figura anterior (Figura N° 22), se muestran las cargas actuantes en las paredes. Hacemos uso de algunas ecuaciones determinadas anteriormente, como las Ecuaciones 01, 02, 03 y 04 respectivamente:

$$K_a = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\Phi}{2}\right)$$

$$K_a = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{19^\circ}{2}\right)$$

$$K_a = 0.5088$$

$$h_{s/c} = \frac{(q_s + q_p)}{\gamma_s}$$

$$h_{s/c} = \frac{(1000 + 400)}{1830}$$

$$h_{s/c} = 0.77 \text{ mts}$$

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

$$P_{s1} = 0.5088 * 1830 * 0.77$$

$$P_{s1} = 716.95 \text{ kg/m}^2$$

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

$$P_{s2} = 0.5088 * 1830 * (0.90 + 0.77)$$

$$P_{s2} = 1554.94 \text{ kg/m}^2$$

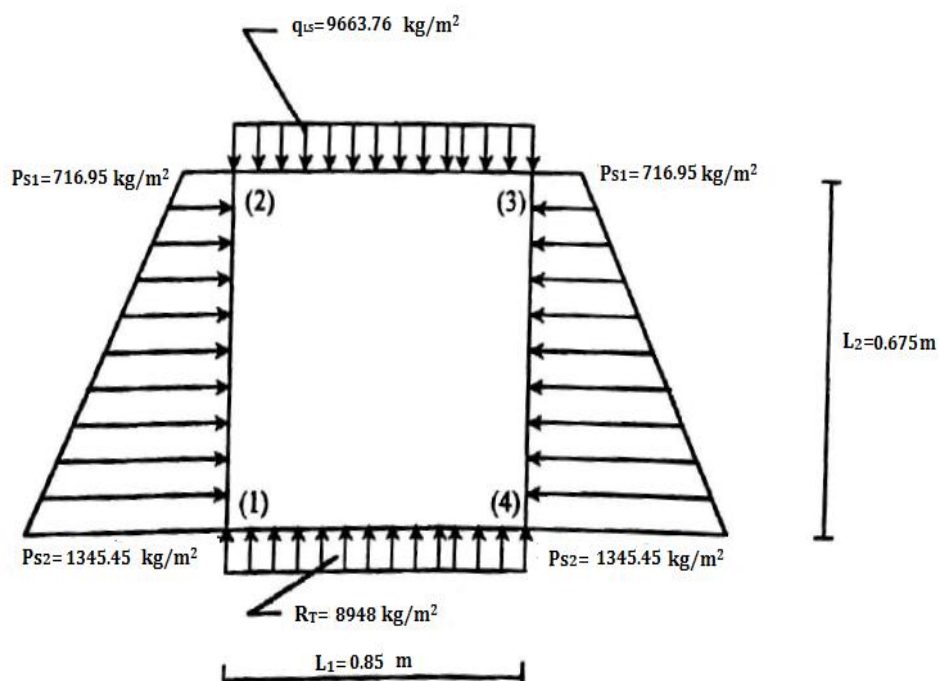


Figura 14. Diagrama de esfuerzos en el marco rígido (alcantarilla) (Fuente: Coeficiente Maning)

Momentos de Empotramientos ($M^{\circ ij}$)

Los valores de "w" y "L" son tomados de la figura anterior.

Losa Superior ($M^{\circ 23}$)

$$M^{\circ}_{23} = -M^{\circ}_{32} = \frac{q_{LS} * L_1^2}{12}$$

$$M^{\circ}_{23} = -M^{\circ}_{32} = \frac{7146.67 * 1.15^2}{12}$$

$$\mathbf{M^{\circ}_{23} = -M^{\circ}_{32} = 787.62 \text{ kg} - \text{m}}$$

Losa Inferior ($M^{\circ 14}$)

$$M^{\circ}_{14} = -M^{\circ}_{41} = -\frac{R_T * L_1^2}{12}$$

$$M^{\circ}_{14} = -M^{\circ}_{41} = -\frac{7280 * 1.15^2}{12}$$

$$\mathbf{M^{\circ}_{14} = -M^{\circ}_{41} = -802.32 \text{ kg} - \text{m}}$$

Paredes Laterales ($M^{\circ 12}$)

$$M^{\circ}_{21} = -M^{\circ}_{34} = -\frac{(3Ps_1 + 2Ps_2)L_2^2}{60}$$

$$M^{\circ}_{21} = -M^{\circ}_{34} = -(3 * 716.95 + 2 * 1554.94)0.90^2/60$$

$$\mathbf{M^{\circ}_{21} = -M^{\circ}_{34} = -71.02 \text{ kg} - \text{m}}$$

$$M^{\circ}_{12} = -M^{\circ}_{43} = \frac{(2Ps_1 + 3Ps_2)L_2^2}{60}$$

$$M^{\circ}_{12} = -M^{\circ}_{43} = (2 * 716.95 + 3 * 1554.94)0.90^2/60$$

$$\mathbf{M^{\circ}_{12} = -M^{\circ}_{43} = 82.33 \text{ kg} - \text{m}}$$

Aplicación del Método de Hardy Cross al Marco Rígido:

Inercias (I_{ij}):

$$I_{12} = I_{34} = \frac{H * d_1^3}{12}$$

$$I_{12} = I_{34} = \frac{0.70 * 0.15^3}{12}$$

$$I_{12} = I_{34} = \mathbf{1.969 * 10^{-4} m^4}$$

$$I_{14} = I_{23} = \frac{b * d_2^3}{12}$$

$$I_{14} = I_{23} = \frac{1.00 * 0.20^3}{12}$$

$$I_{14} = I_{23} = \mathbf{6.667 * 10^{-4} m^4}$$

Rigideces (K_{ij}):

$$K_{12} = K_{34} = \frac{I_{12}}{L_2}$$

$$K_{12} = K_{34} = \frac{1.969 * 10^{-4}}{0.90}$$

$$K_{12} = K_{34} = \mathbf{2.188 * 10^{-4}}$$

$$K_{14} = K_{23} = \frac{I_{14}}{L_1}$$

$$K_{14} = K_{23} = \frac{6.667 * 10^{-4}}{1.15}$$

$$K_{14} = K_{23} = \mathbf{5.797 * 10^{-4}}$$

Factores de Distribución (L_{ij}):

Tabla 40

Nudo 1 de factores de distribución

Nudo 1	K_{ij}	$L_{ij} = \frac{K_{ij}}{\sum K_{ij}}$
1 – 2	$2.188 * 10^{-4}$	0.274
1 – 4	$5.797 * 10^{-4}$	0.726
Σ	$7.985 * 10^{-4}$	1.000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41

Nudo 2 de factores de distribución

Nudo 2	K_{ij}	$L_{ij} = \frac{K_{ij}}{\sum K_{ij}}$
2 – 1	$2.188 * 10^{-4}$	0.274
2 – 3	$5.797 * 10^{-4}$	0.726
Σ	$7.985 * 10^{-4}$	1.000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42

Nudo 3 de factores de distribución

Nudo 3	K_{ij}	$L_{ij} = \frac{K_{ij}}{\sum K_{ij}}$
3 – 2	$5.797 * 10^{-4}$	0.726
3 – 4	$2.188 * 10^{-4}$	0.274
Σ	$7.985 * 10^{-4}$	1.000

Tabla 43

Nudo 4 de factores de distribución

Nudo 4	K_{ij}	$L_{ij} = \frac{K_{ij}}{\sum K_{ij}}$
4 – 1	$5.797 * 10^{-4}$	0.726
4 – 3	$2.188 * 10^{-4}$	0.274
Σ	$7.574 * 10^{-4}$	1.000

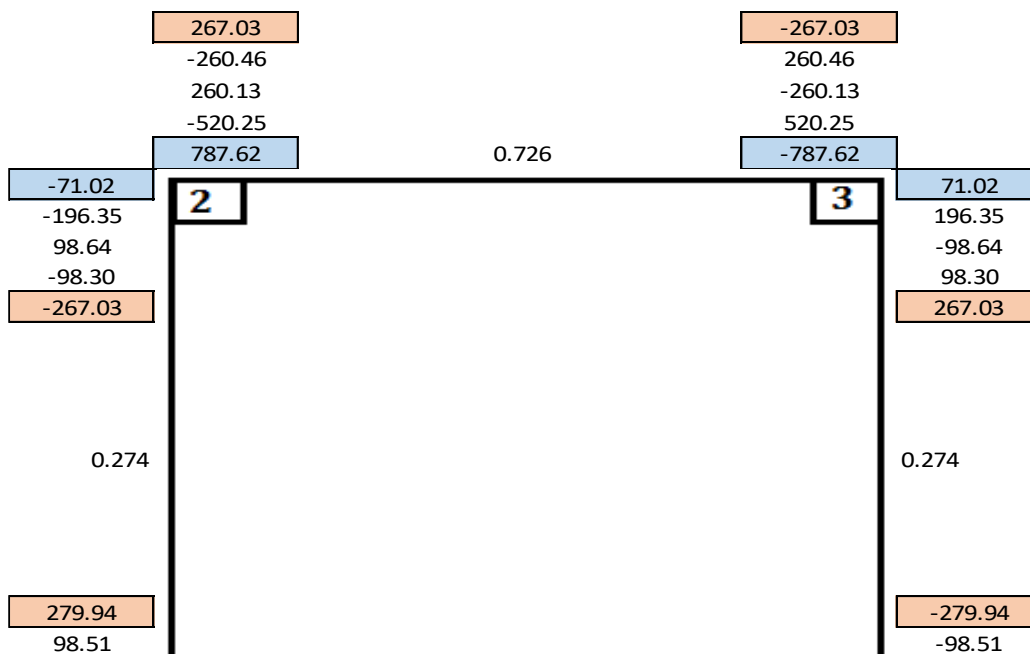


Figura 15. Análisis estructural del marco rígido por el método de hardy cross.

$$\mathbf{MF}_{1-2} = 279.94 \text{ kg} - \mathbf{m}$$

$$\mathbf{MF}_{1-4} = -279.94 \text{ kg} - \mathbf{m}$$

$$\mathbf{MF}_{2-1} = -267.03 \text{ kg} - \mathbf{m}$$

$$\mathbf{MF}_{2-3} = 267.03 \text{ kg} - \mathbf{m}$$

$$\mathbf{MF}_{3-2} = -267.03 \text{ kg} - \mathbf{m}$$

$$\mathbf{MF}_{3-4} = 267.03 \text{ kg} - \mathbf{m}$$

$$\mathbf{MF}_{4-3} = -279.94 \text{ kg} - \mathbf{m}$$

$$\mathbf{MF}_{4-1} = 279.94 \text{ kg} - \mathbf{m}$$

Cálculo del Esfuerzo Cortante (V_{ij})

Para obtener estos valores se aplica la siguiente fórmula:

$$V_{ij} = V_{ix} \pm (M_i - M_j)/L$$

Donde:

V_{ix} = El esfuerzo cortante de la viga considerada isostáticamente del extremo “i”.

M_i M_j = Son los momentos en los extremos “i” y “j”.

L = Claro de la viga.

$$V_{23} = (q_{LS} * L_1)/2 + (M_2 - M_3)/L_1$$

$$V_{23} = (7146.67 * 1.15)/2 + (267.03 - 267.03)/1.15$$

$$\mathbf{V}_{23} = \mathbf{4109.34 \text{ kg}}$$

$$V_{32} = (7146.67 * 1.15)/2 + (267.03 - 267.03)/1.15$$

$$\mathbf{V}_{32} = \mathbf{4109.34 \text{ kg}}$$

$$V_{12} = (P_{S1} * L_2)/2 + [(P_{S2} - P_{S1}) * L_2]/6 + (M_2 - M_1)/L_2$$

$$V_{21} = (P_{S1} * L_2)/2 + [(P_{S2} - P_{S1}) * L_2]/3 + (M_1 - M_2)/L_2$$

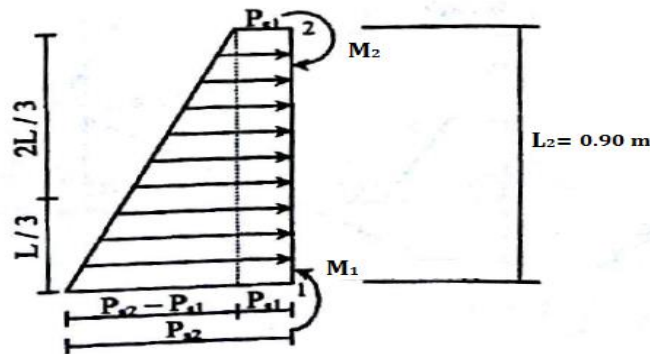


Figura 16. Esfuerzos en el tramo 1 – 2 marco rígido.

$$V_{12} = (716.95 * 0.90)/2 + [(1554.94 - 716.95) * 0.90]/6 + (267.03 - 279.94)/0.9$$

$$V_{12} = 433.99 \text{ kg}$$

$$V_{21} = (716.95 * 0.90)/2 + [(1554.94 - 716.95) * 0.90]/3 + (279.94 - 267.03)/0.9$$

$$V_{21} = 588.37 \text{ kg}$$

$$V_{14} = -(R_T * L_1)/2 + (M_1 + M_4) / L_1$$

$$V_{14} = -(7280 * 1.15)/2 + (279.94 - 279.94)/1.15$$

$$V_{14} = -4186 \text{ kg}$$

$$V_{41} = -(7280 * 1.15)/2 + (279.94 - 279.94)/1.15$$

$$V_{41} = -4186 \text{ kg}$$

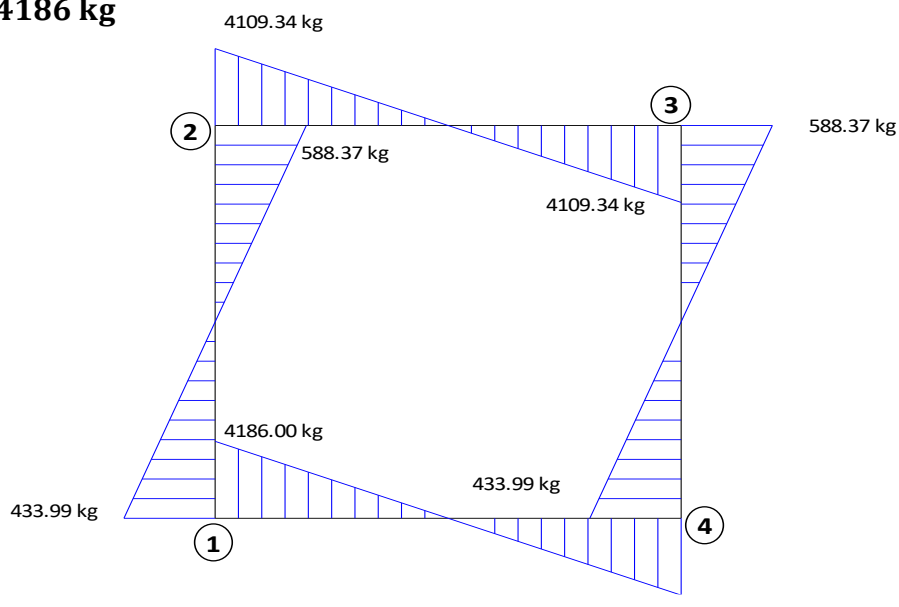


Figura 17. Diagrama de esfuerzos cortantes del marco rígido.

Momentos Máximos Positivos ($M_{\text{máx}}$).

Losa Superior e Inferior:

Según el siguiente gráfico, tenemos:

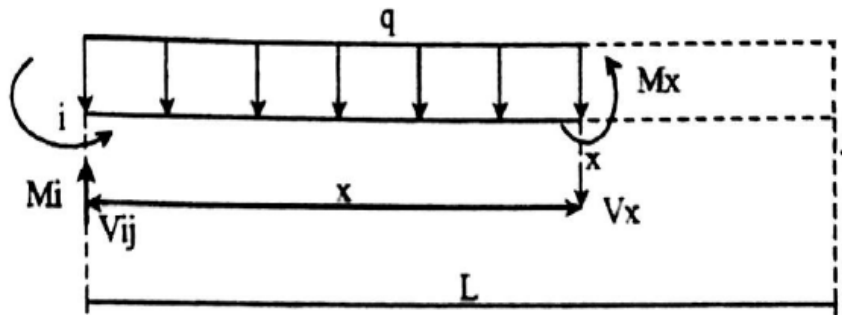


Figura 18. Esfuerzos en la losa del marco rígido a una distancia "X"

Tenemos:

$$\sum M_x = 0$$

$$M_x + \frac{qx^2}{2} + M_i - V_{ij}x = 0$$

$$M_x = V_{ij}x - \frac{qx^2}{2} - M_i \dots (37)$$

$$\sum V_x = 0$$

$$-V_x + V_{ij} - qx = 0$$

$$V_x = V_{ij} - qx \dots \dots \dots (38)$$

Para que el Momento sea máximo el cortante debe ser cero; por consiguiente:

$$0 = V_{ij} - qx \dots \dots \dots (39)$$

$$x = \frac{V_{ij}}{q} \text{ (ubicacion del momento maximo respecto al extremo "i")}$$

Sustituyendo la expresión de "x" en la Ecuación (37)

$$M_{\text{máx}} = V_{ij} \left(\frac{V_{ij}}{q} \right) - \frac{qV_{ij}^2}{2q^2} - M_i$$

$$M_{\text{máx}} = \frac{V_{ij}^2}{2q} - M_i \dots \dots \dots (40)$$

Losa Superior

$$M_{\text{máx}} = \frac{V_{23}^2}{2q_{LS}} - M_2$$

$$M_{\text{máx}} = \frac{4109.34^2}{2(7146.7)} - 267.03$$

$$M_{\text{máx}} = 914.40 \text{ kg} - \text{m}$$

Losa Inferior

$$M_{\text{máx}} = \frac{V_{41}^2}{2R_T} + M_4$$

$$M_{\text{máx}} = \frac{4186^2}{2(7280)} + 279.94$$

$$M_{\text{máx}} = -1483.42 \text{ kg} - \text{m}$$

En las paredes:

Según la figura siguiente:

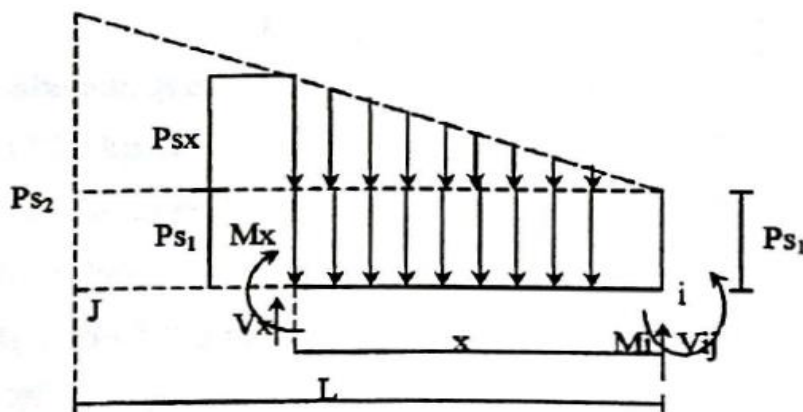


Figura 19. Esfuerzos en las paredes del marco rígido a una distancia "X".

Tenemos:

$$M_x = V_{ij}x - \frac{Ps_1 x^2}{2} - \frac{Ps_x x * x}{2 * 3} - M_i \dots \dots (41)$$

De la figura anterior, por semejanza de triángulos; tenemos:

$$Ps_x = \frac{(Ps_2 - Ps_1)x}{L}$$

Sustituyendo en la ecuación (41) obtenemos la ecuación para una distancia "x"

$$M_x = V_{ij}x - \frac{Ps_1x^2}{2} - (Ps_2 - Ps_1)x^3/6L - M_i \dots \dots (42)$$

Según Villaseñor Contreras, Jesús, El momento máximo se obtiene cuando el cortante es cero. Para esto derivamos el momento máximo con respecto a "x", la expresión anterior e igualamos a cero para determinar la ubicación del momento máximo; según lo siguiente:

$$\frac{dM_x}{dx} = \frac{d}{dx} \left[V_{ij}x - \frac{Ps_1x^2}{2} - (Ps_2 - Ps_1)x^3/6L - M_i \right] = 0$$

$$\frac{(Ps_1 - Ps_2)x^2}{2L} - Ps_1x + V_{ij} = 0 \dots \dots (43)$$

Aplicando la ecuación general para ecuaciones de segundo grado, tenemos:

$$X = \frac{Ps_1 \pm \sqrt{Ps_1^2 - \frac{2(Ps_1 - Ps_2)V_{ij}}{L}}}{\frac{(Ps_1 - Ps_2)}{L}} \dots (44)$$

Luego sabemos que=

$$Ps_1 = 716.95 \text{ kg/m}^2$$

$$Ps_2 = 1554.94 \text{ kg/m}^2$$

$$V_{ij} = V_{21} = 588.37 \text{ kg}$$

$$M_i = M_2 = 267.03 \text{ kg-m}$$

$$L = 0.90 \text{ m}$$

Sustituyendo en la ecuación (44)

$$X = \frac{716.95 \pm \sqrt{716.95^2 - \frac{2(716.95 - 1554.94)588.37}{0.90}}}{\frac{(716.95 - 1554.94)}{0.90}}$$

$$X = 0.59 \text{ m}$$

$$M_{\max} = -76.55 \text{ kg-m}$$

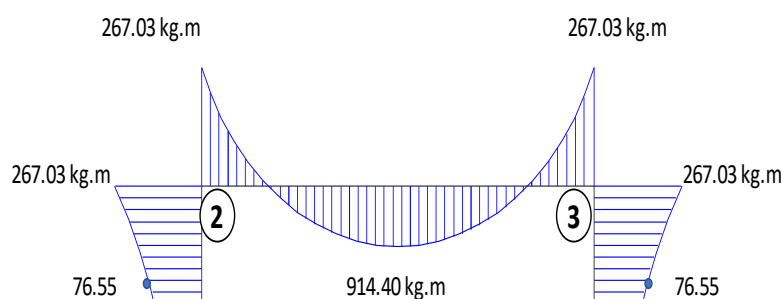


Figura 20. Diagrama de momentos del marco rígido

Cálculo del Refuerzo del Marco Rígido

Se calculará según las ecuaciones 23 y 36, mencionados en el ítem 2.5.9.1 -A3. el refuerzo será $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, el concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y los recubrimientos de $r = 4 \text{ cm}$ a excepción de la losa inferior de $r = 7.5 \text{ cm}$ (que está en contacto con el suelo).

Refuerzo en la Losa Superior.

Verificación del esfuerzo cortante:

Asumiendo refuerzo de $\Phi 1/2''$ (1.27cm)

$$d = 20 - \left(4 + \frac{1.27}{2}\right)$$

$$\mathbf{d = 15.37 \text{ cm}}$$

$$V_u = 1.8V_{23}$$

$$V_u = 1.8(4109.34)$$

$$\mathbf{V_u = 7396.81 \text{ kg}}$$

Según la ecuación 33:

$$T_u = \frac{V_u}{bd}$$

$$T_u = \frac{7396.81}{100 * 15.37}$$

$$\mathbf{T_u = 4.81 \text{ kg/cm}^2}$$

Según la ecuación 34:

$$T_c = 0.50\phi\sqrt{f'_c}$$

$$T_c = 0.50 * 0.85\sqrt{210}$$

$$T_c = \mathbf{6.19 \text{ kg/cm}^2}$$

Luego según la ecuación 36 debe cumplirse:

$$T_u < T_c$$

$$4.81 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 6.19 \text{ kg/cm}^2$$

si cumple;

Refuerzo en la Cara Exterior (en los nudos)

$$M_u = 1.8M$$

$$M_u = 1.8(267.03)$$

$$M_u = \mathbf{480.65 \text{ kg} - \text{m}}$$

Asumiendo refuerzo de Φ 1/2" (1.27cm)

$$d = 20 - \left(4 + \frac{1.27}{2}\right)$$

$$d = \mathbf{15.37 \text{ cm}}$$

Para $a = 0.196 \text{ cm}$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$A_s = \frac{480.65 * 100}{0.90 * 4200 \left(15.37 - \frac{0.196}{2}\right)}$$

$$A_s = \mathbf{0.833 \text{ cm}^2}$$

Refuerzo Mínimo (A_{smin})

$$A_{smin} = 0.0017bd$$

$$A_{smin} = 0.0017 * 100 * 15.4$$

$$A_{smin} = 2.61 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} > A_s = 0.833 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow \mathbf{Usar: A_s = 2.61 \text{ cm}^2}$$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{2.61} = 49.4\text{cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{2.61} = 27.2\text{cm}$$

Usar : $\emptyset 3/8'' @ .275 \text{ m}$

Refuerzo en la Cara Interior (Centro de losa)

$$M_u = 1.8M$$

$$M_u = 1.8(914.40)$$

$$\mathbf{M_u = 1645.92 \text{ kg} - \text{m}}$$

Asumiendo refuerzo de $\Phi 1/2''$ (1.27cm)

$$d = 20 - \left(4 + \frac{1.27}{2}\right)$$

$$\mathbf{d = 15.37 \text{ cm}}$$

Para $a = 0.682 \text{ cm}$

$$A_s = \frac{M_u}{\emptyset F_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$A_s = \frac{1645.92 * 100}{0.90 * 4200 \left(15.37 - \frac{0.682}{2}\right)}$$

$$\mathbf{A_s = 2.897 \text{ cm}^2}$$

Refuerzo Mínimo (A_{smin})

$$A_{smin} = 0.0017bd$$

$$A_{smin} = 0.0017 * 100 * 15.4$$

$$A_{smin} = 2.61 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} < A_s = 2.897 \text{ cm}^2$$

→ **Usar: $A_s = 2.897 \text{ cm}^2$**

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{2.897} = 44.5\text{cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{2.897} = 24.5 \text{ cm}$$

Usar : $\emptyset 3/8" @ .25 \text{ m}$

Refuerzo en la Losa Inferior.

Verificación del esfuerzo cortante:

Asumiendo refuerzo de $\Phi 1/2"$ (1.27cm)

$$d = 20 - \left(4 + \frac{1.27}{2}\right)$$

d = 15.37 cm

$$V_u = 1.8V_{14}$$

$$V_u = 1.8(4186)$$

$V_u = 7534.80 \text{ kg}$

Según la ecuación 33:

$$T_u = \frac{V_u}{bd}$$

$$T_u = \frac{7534.80}{100 * 15.37}$$

$T_u = 4.90 \text{ kg/cm}^2$

Según la ecuación 34:

$$T_c = 0.50\emptyset\sqrt{f'c}$$

$$T_c = 0.50 * 0.85\sqrt{210}$$

$T_c = 6.19 \text{ kg/cm}^2$

Luego según la ecuación 36 debe cumplirse:

$$T_u < T_c$$

$$4.90 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 6.19 \text{ kg/cm}^2$$

Si cumple;

Refuerzo en la Cara Exterior (en los nudos)

$$M_u = 1.8M$$

$$M_u = 1.8(279.94)$$

$$M_u = 503.89 \text{ kg} - \text{m}$$

Asumiendo refuerzo de Φ 1/2" (1.27cm)

$$d = 20 - \left(7.5 + \frac{1.27}{2}\right)$$

$$d = 11.87 \text{ cm}$$

Para $a = 0.267 \text{ cm}$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$A_s = \frac{503.89 * 100}{0.90 * 4200 \left(11.87 - \frac{0.267}{2}\right)}$$

$$A_s = 1.135 \text{ cm}^2$$

Refuerzo Mínimo (A_{smin})

$$A_{smin} = 0.0017bd$$

$$A_{smin} = 0.0017 * 100 * 11.9$$

$$A_{smin} = 2.02 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} > A_s = 1.135 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow \text{Usar: } A_s = 2.02 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{2.02} = 63.4 \text{ cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{2.02} = 35.2 \text{ cm}$$

$$\text{Usar : } \phi 3/8" @ .35 \text{ m}$$

Refuerzo en la Cara Interior (Centro de losa)

$$M_u = 1.8M$$

$$M_u = 1.8(1483.42)$$

$$M_u = 2670.16 \text{ kg} - \text{m}$$

Asumiendo refuerzo de Φ 1/2" (1.27cm)

$$d = 20 - \left(4 + \frac{1.27}{2}\right)$$

$$d = 15.37 \text{ cm}$$

Para $a = 1.122 \text{ cm}$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$A_s = \frac{2670.16 * 100}{0.90 * 4200 \left(15.37 - \frac{1.122}{2}\right)}$$

$$A_s = 4.770 \text{ cm}^2$$

Refuerzo Mínimo (A_{smin})

$$A_{smin} = 0.0017bd$$

$$A_{smin} = 0.0017 * 100 * 15.4$$

$$A_{smin} = 2.61 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} < A_s = 4.770 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow \text{Usar: } A_s = 4.770 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{4.770} = 27.0 \text{ cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{4.770} = 14.9 \text{ cm}$$

Usar : $\Phi 3/8$ "@. 15 m

Refuerzo de repartición por contracción Y temperatura en las losa Superior e Inferior (A_{st°)

Este refuerzo servirá para la cara superior e inferior, según la Ecuación 26

$$A_{st^\circ} = 0.0018bd_T$$

$$A_{st^\circ} = 0.0018 * 100 * 20$$

$$A_{st^\circ} = 3.60 \text{ cm}^2$$

Repartiendo en ambos sentidos.

$$A_{t^{\circ}} = \frac{3.60}{2} = \mathbf{1.80 \text{ cm}^2}$$

Transversal:

$$A_{t^{\circ}} < A_s = 2.02 \text{ cm}^2$$

Longitudinal:

$$A_s = 1.80 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{1.80} = 68.8 \text{ cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{1.80} = 39.4 \text{ cm}$$

Usar : $\emptyset 3/8" @ .40\text{m}$

Nota:

El acero por temperatura en la sección transversal, no se calcula debido a que el acero diseñado en la losa superior e inferior es mucho mayor y se toma valor ya calculado de la losa.

Refuerzo en la Paredes

Verificación del esfuerzo cortante:

Asumiendo refuerzo de $\Phi 1/2"$ (1.27cm)

$$d = 15 - \left(4 + \frac{1.27}{2}\right)$$

$$\mathbf{d = 10.37 \text{ cm}}$$

$$V_u = 1.8V$$

$$V_u = 1.8(588.37)$$

$$\mathbf{V_u = 1059.07 \text{ kg}}$$

Según la ecuación 33:

$$T_u = \frac{V_u}{bd}$$

$$T_u = \frac{1059.07}{100 * 10.37}$$

$$T_u = 1.02 \text{ kg/cm}^2$$

Según la ecuación 34:

$$T_c = 0.50\phi\sqrt{f'c}$$

$$T_c = 0.50 * 0.85\sqrt{210}$$

$$T_c = 6.19 \text{ kg/cm}^2$$

Luego según la ecuación 36 debe cumplirse:

$$T_u < T_c$$

$$1.02 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 6.19 \text{ kg/cm}^2$$

Si cumple;

Refuerzo en el Centro de las Paredes

$$M_u = 1.8M$$

$$M_u = 1.8(76.55)$$

$$M_u = 137.79 \text{ kg} - \text{m}$$

Asumiendo refuerzo de Φ 1/2" (1.27cm)

$$d = 15 - \left(4 + \frac{1.27}{2}\right)$$

$$d = 10.37 \text{ cm}$$

Para $a = 0.083$ cm

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$A_s = \frac{137.79 * 100}{0.90 * 4200 \left(10.37 - \frac{0.083}{2}\right)}$$

$$A_s = 0.353 \text{ cm}^2$$

Refuerzo Mínimo (A_{smin})

$$A_{smin} = 0.0015bd$$

$$A_{smin} = 0.0015 * 100 * 10.4$$

$$A_{s_{\min}} = 1.56 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} > A_s = 0.353 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow \text{Usar: } A_s = 1.56 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{1.56} = 82.7 \text{ cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{1.56} = 45.5 \text{ cm}$$

$$\text{Usar : } \emptyset 3/8" @ .45 \text{ m}$$

Refuerzo de repartición por contracción Y temperatura (A_{st°)

Según la Ecuación 25

$$A_{st^\circ} = 0.0025bd_T$$

$$A_{st^\circ} = 0.0025 * 100 * 15$$

$$A_{st^\circ} = 3.75 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} < A_{st^\circ} = 3.75 \text{ cm}^2$$

Repartiendo en ambos sentidos.

$$A_{t^\circ} = \frac{3.75}{2} = 1.875 \text{ cm}^2$$

Transversal:

$$A_{t^\circ} > A_s = 1.56 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usar: } A_s = 1.875 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{1.875} = 68.8 \text{ cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{1.875} = 37.9 \text{ cm}$$

$$\text{Usar : } \emptyset 3/8" @ .375 \text{ m}$$

Longitudinal:

$$A_s = 1.875 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento del refuerzo.

$$S = \frac{100A_b}{A_s}$$

$$S_{1/2} = \frac{100 * 1.29}{1.875} = 68.8\text{cm}$$

$$S_{3/8} = \frac{100 * 0.71}{1.875} = 37.9\text{cm}$$

Usar : $\emptyset 3/8'' @ .375 \text{ m}$

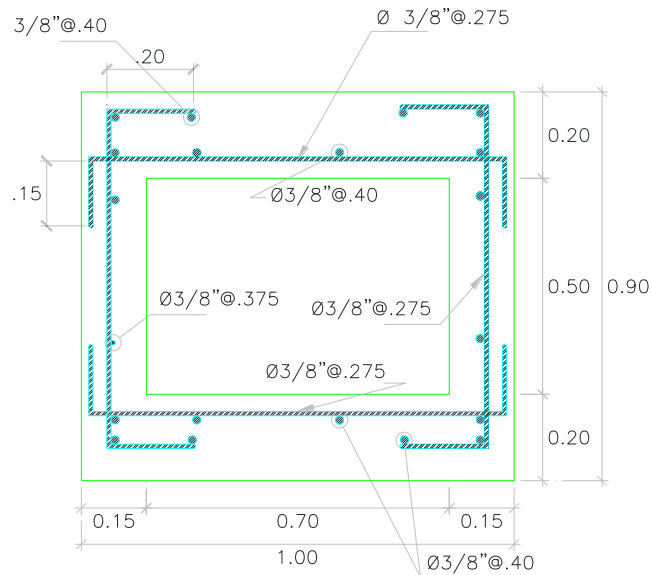


Figura 22. Disposición del acero en la alcantarilla

Tabla 44

Especificaciones técnicas para alcantarilla

Especificaciones Técnicas	
$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	
$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	
- Recubrimientos	
Paredes	$r = 4.0 \text{ cm}$
Losa: Cara inferior	$r = 7.5 \text{ cm}$
Cara superior	$r = 4.0 \text{ cm}$
- Capacidad Portante del Suelo (σ_t)	
Suelo Seco $\sigma_t = 0.80 \text{ kg/cm}^2$	

3.2.5.3.4. Diseño de obras complementarias

Obra de entrega

Para la obra de entrega se ha considerado una estructura de emboquillado de piedra, esta adecuado a la altura de cada entrega, como se detalla en el Plano de Estructuras – PE.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUCIONES

4.1. Resultados

Los resultados obtenidos en la presente Tesis son los siguientes:

4.1.1. Intensidad máxima de diseño

Los resultados del estudio hidrológico, con la aplicación de los Métodos Gumbell y Gumbell Tipo I, se obtuvo el valor de 158.33 mm, el mismo que nos ha permitido determinar la Intensidad Máxima según el Cuadro de Distribución Porcentual de Precipitación, distribuidas en 6, 12 y 24 horas, obteniendo de esta manera el valor de 58.19 mm/hr. La cual nos permitió determinar el Caudal de agua que es necesario drenar por cada uno de los tramos del sistema.

4.1.2. Áreas colectoras de lluvias

Para la determinación de ésta áreas se utilizó el método de las bisectrices por manzanas, dichas áreas están determinadas desde los vértices de las manzanas y la mitad de la vía hasta los puntos de intersección de los ángulos proyectados por la mitad del ángulo de las esquinas hacia dentro, distribuyendo de esta manera equitativamente.

Los resultados obtenidos por procedimiento se presentan en el Cuadro N° 12; con un área de manzanas igual a 224,156.726 m² y área de calles igual a 61,616.566 m²; y detalladas en el Plano PAC.

4.1.3. Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía "C" se determinó haciendo uso de dos métodos: El Método Racional con un valor de $C=0.75$ que corresponde a zonas multifamiliares concentradas y 0.95 que corresponde a calles asfaltadas, y el Método Mac Math cuyos valores de C van de 0.36 a 1.06 (dependiendo de las características del terreno por el cual discurren las aguas).

4.1.4. Caudales de escurrimiento

Para el cálculo de los caudales de escurrimiento se utilizó dos métodos: El Método Racional y el Método Mac Math y los valores se muestran en los Cuadros N° 14 y N° 15 respectivamente.

4.1.5. Caudales de escurrimiento

Para el cálculo de los caudales de escurrimiento se utilizó dos métodos: El Método Racional y el Método Mac Math y los valores se muestran en los Cuadros N° 14 y N° 15 respectivamente.

4.1.5.1.Caudales de escurrimiento de colectores, cunetas, y alcantarillas

Los caudales de escurrimientos en colectores, cunetas, y alcantarillas se presentan en el Cuadro N° 17 y va de 0.009 a 1.152 m³/s.

4.1.5.2.Caudales de escurrimiento por tramos de colectores, cunetas, y alcantarillas

El caudal de escurrimiento por tramos en colectores, cunetas, y alcantarillas también se indica en el Cuadro N° 17.

4.1.6. Dimensionamiento de colectores, cunetas y alcantarillas

Para el dimensionamiento de colectores, cunetas y alcantarilla se utilizó el Método de Manning, calculando las dimensiones de las cunetas por el caudal a conducir por ellas, estas dimensiones se encuentran plasmadas en el Cuadro N° 18.

4.1.6.1.Longitud de colectores

La longitud total de Colectores es de 2853.50 metros lineales, que se indican en el Cuadro N° 18.

4.1.6.2.Longitud de cunetas

La longitud total de cunetas es de 5721.21 metros lineales, y se presenta detallada en el Cuadro N° 18.

4.1.6.3.Longitud de alcantarillas

La longitud total de Alcantarillas es de 318.30 metros lineales, que se indican en el Cuadro N° 18.

4.1.6.4. Obras complementarias

Se han proyectado 09 OBRAS DE ENTREGA DE AGUA, la cual se ha considerado el emboquillado de piedra.

4.1.7. Análisis de suelo

Los suelos predominantes, según el análisis de suelo realizado en la zona de estudio (10 calicatas a una H = 1.50 mts), obedece a un suelo tipo CL = Arcilla de Baja Plasticidad cuyo $\gamma_s = 1830 \text{ kg/m}^3$, $\Phi = 19^\circ$ y $\sigma_t = 0.80 \text{ kg/cm}^2$, los cuales fueron tomados como datos para la realización de los cálculos estructurales.

4.2. Análisis y discusión de resultados

4.2.1. El análisis y discusión de resultados de la presente tesis son los siguientes:

Los resultados del estudio hidrológico, nos ha permitido estimar la Intensidad Máxima de lluvia en mm/hr; la misma que ha sido empleada en el cálculo del caudal de escurrimiento que se tiene que drenar por cada uno de los tramos de la red.

El planteamiento Hidráulico desarrollado en la presente Tesis, tiene como objetivo el de encausar el mayor caudal de aguas de lluvia posible, hasta entregar en los emisores respectivos.

Luego de efectuar los cálculos de diseño necesarios para cumplir con los objetivos propuestos, se optó por elegir un tipo de cuneta rectangular y revestida, con la finalidad de conseguir mayor eficiencia y protegerla de la erosión.

Los tirantes y las velocidades calculadas en los diversos tramos, están variando en función a las pendientes por lo que se puede notar tirantes no constantes, en tramos donde la pendiente es mayor, se notan menores tirantes y mayores velocidades, éstos resultados se presentan en el Cuadro N° 18.

En el Cuadro N° 18 se presenta los resultados de Caudales y Cotas de Fondo de Cunetas, así como cotas de rasantes, donde se observa que los colectores principales siguen la topografía del terreno, cada siguiente tramo corresponde a una cota más baja de tal modo que el emisor

se encuentra en la cota más baja del sistema, asegurando de ésta manera la continuidad de flujo.

El dimensionamiento hidráulico y estructural de los colectores, cunetas y alcantarillas se realizó de acuerdo a los criterios de diseño señalados en ítem antes mencionados.

Para evacuar las aguas pluviales se ha proyectado la entrega en nueve lugares:

La primera, en la intersección de Jr. Las Mercedes con la Quebrada Gengidrillo.

La segunda, en la Intersección de Jr. San Juan con la Quebrada Gengidrillo.

La tercera, en la Intersección de Jr. Tarapoto con la Quebrada Gengidrillo.

La cuarta, en la intersección del Jr. Amazonas con la Quebrada Rummy callarina

La Quinta y la Sexta, en la intersección del Jr. Huallaga con la Quebrada Arenilla.

La Séptima, en la intersección del Jr. San Juan con la Quebrada Arenilla.

La Octava, en la intersección del Jr. El Porvenir con la Quebrada Arenilla.

La Novena, en la intersección el Jr. Las Mercedes, con la Quebrada Arenilla.

Según los resultados obtenidos de la determinación de las Áreas de acero en la cuneta de sección $0.60 * 0.40$, se considera cunetas de concreto simple a las cunetas de menor sección a lo manifestado, ya que los aceros predominantes son mínimos.

Las cunetas de sección $0.70 * 0.50$ y $1.00 * 0.70$ mts respectivamente, se consideran como alcantarillas (sección cerrada), debido a que conducen caudales considerables capaces de arrastrar a un niño; convirtiéndola en una estructura de alto riesgo para los moradores que habitan por las inmediaciones de los mismos.

Se usará concreto $f'c = 175 \text{ kg/m}^2$ en cunetas de concreto simple y armado y un concreto $f'c = 210 \text{ kg/m}^2$ para Obras de Arte en general.

Los aceros predominantes de los resultados obtenidos en el cálculo estructural en las alcantarillas son los aceros ubicados en la cara interior (centro de losa) de la losa inferior (donde se presentan los máximos esfuerzos).

El área de estudio presenta un área total de 28.58 Ha, la cual fue determinada por el método de las bisectrices, tal como se muestra en el plano de las áreas de colectores PAC.

Se proyecta una obra de arte típica en las zonas de entrega, que consiste en un emboquillado de piedra típica.

De acuerdo a los análisis físicos y mecánicos a que fueron sometidos las muestras tomados de las calicatas realizadas en la zona de estudio, no existe material orgánico, ni arena limpia que pueden producir asentamientos por fenómeno sísmicos y/o peso de estructura, tal como se aprecia en el chequeo de presiones de la estructura sobre el terreno realizado en el diseño estructural de cunetas.

Las alturas de descargas predominantes entre cunetas, tiene como $H_{mim}=0.20\text{mt}$, la misma que obedece a las alturas y/o cotas determinadas de la rasante de cuneta presentado en los planos de perfiles longitudinales, garantizando de esta manera la caída libre de aguas, la cual evita el choque de caudales.

Se proyectaron 09 obras de entrega, tal como se puede apreciar en el plano PH, las mismas que descargan en el agua en las quebradas Arenilla, ubicada en el tramo comprendido entre el Jr. José Pardo y el Jr. Huallaga; Gengidrillo, ubicada en el tramo comprendido entre el Jr. Wilfredo Paredes y el Jr. Amazonas; y Rummy Callarina ubicada en el tramo comprendido entre el Jr. Amazonas y el Puente Rummy Callarina.

Del levantamiento planimétrico y altimétrico realizado en el área de estudio se colocaron 02 HITOS referenciales, en zonas fijas, debidamente enumeradas, tal como se presenta en el plano de ubicación de Hitos PUH.

El acero predominante en las alcantarillas, colectores y cunetas diseñadas es de $\Phi 3/8"$, la misma que obedece a la memoria de cálculo realizada en dichas estructuras

Los tirantes de aguas presentados en todas las cunetas del sistema son menores a la altura "H" de paredes de las cunetas receptoras, garantizando de ésta manera la caída libre de agua.

4.2.2. Selección de alternativa

El diseño hidráulico y estructural del drenaje Pluvial urbano en el Centro Poblado Menor Nuevo San Juan es una alternativa de solución para mejorar la calidad de vida de la población. Y, después de realizar el planteamiento y diseño Hidráulico y estructural del sistema de drenaje pluvial, por el cual se evacua el caudal producto de las precipitaciones pluviales, se ha optado por el diseño seleccionado y presentado en los planos considerando la evacuación del caudal hacia los ríos cercanos.

4.2.3. Contratación de hipótesis

Se ha contrastado la hipótesis del estudio determinando que el diseño hidráulico y estructural del drenaje Pluvial urbano en el Centro Poblado Menor Nuevo San Juan, servirá como alternativa de solución para mejorar la calidad de vida de la población que habita el área de influencia. Además de contrastar también que el planteamiento y diseño. Hidráulico y estructural del sistema de drenaje pluvial, es la mejor alternativa para optar un diseño técnico.

CONCLUSIONES

Se concluye que:

El área en la cual se ha proyectado las obras de drenaje se encuentra ubicada en el Centro Poblado Menor de Nuevo San Juan Distrito de El Porvenir, Provincia y Región San Martín

El diseño hidráulico estructural del sistema de drenaje pluvial del Centro Poblado Menor de Nuevo San Juan del Distrito de El Porvenir servirá como parte fundamental de un futuro expediente técnico en favor a su drenaje, asegurando de ésta manera la Salubridad y seguridad pública

Para el cálculo de caudales existen una variedad de fórmulas empíricas, en nuestro caso utilizamos dos métodos: Método Racional y Método Mac Math.

Para el diseño de los Drenes, tanto principales como secundarios, se ha tomado el coeficiente del valor de rugosidad como $n = 0.017$ (para cunetas revestidas), pudiendo decir que este valor resulta bastante conservado para dar mayor eficiencia y seguridad al momento de realizar los cálculos.

La topografía del lugar ha sido un factor importante para el dimensionamiento hidráulico y el diseño estructural de las obras proyectadas.

RECOMENDACIONES

Recomendamos el uso de esta tesis en calidad de guía para la elaboración de otras similares.

Se recomienda utilizar el método racional y Mac Math, pues considera las intensidades máximas en 24 horas, tomando los valores más representativos, es decir, los obtenidos por el método Mac Math, recomendándose ser utilizado en la ejecución de otros estudios en la región San Martín.

Independizar la evacuación de las aguas residuales y aguas pluviales, ya que el diseño hidráulico obedece únicamente al volumen o caudal discurrido por el área de estudio, proveniente de las precipitaciones pluviales.

Para la ejecución del proyecto se recomienda realizar antes el proyecto de sistema de desagüe y que los trabajos de drenaje pluviales se ejecuten paralelamente con la conformación de pistas y veredas.

La entrega de las aguas provenientes del interior de las viviendas originadas por las precipitaciones pluviales debe ser conducida e instalada a las cunetas proyectadas a través de tuberías PVC - SAP, dentro del espacio destinado al borde libre.

Se recomienda a las autoridades locales desarrollar charlas de capacitación a cerca del Mantenimiento de las Cunetas y Alcantarillas para evitar el arrojado de desperdicios, que originan la obstrucción de las cunetas.

Al revestir la cuneta con concreto, se deberá tener cuidado en el acabado de tal manera que se pueda garantizar el valor de $n = 0.017$ y así darle mayor protección a la caja hidráulica, evitando posibles erosiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Cahuana Andía, A. y Yugar Morales, W. (2009). *Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de hidrología*. (Tesis de pregrado) Universidad de Cochabamba. Bolivia.

Cámara Peruana De La Construcción. (1997). *"Reglamento Nacional de Construcciones"*.(16 ed.). Perú. Se

Chereque Moran, Wendor. (1989) *Hidrología. Segunda Impresión*. Lima – Perú.

De León Acosta, E. (2009) *Tesis en investigación sobre "proyecto para la rehabilitación del drenaje pluvial en Motozintla Chiapas"*, (Tesis de pregrado) Universidad de Chiapas. México.

Delgado Ramirez, J. y Sanchez Perez, LL. (2003) *"diseño hidráulico y estructural del drenaje pluvial urbano del Sector Progreso – margen izquierda quebrada Choclino en la Banda de Shilcayo"*, Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto. Perú.

Gálvez Alvare, H. (2004) *"Planificación y diseño de los sistemas de drenaje sanitario y pluvial de la cabecera municipal de Pasaco, Jutiapa"*, (Tesis de pregrado) Universidad de Tijuana. México.

García Rico, Elmer. (1987) *"Manual de Diseño Hidráulico de Canales y Obras de Arte"*, (1era ed.). Chiclayo - Perú. s.e

- Ibáñez García, H. y Bartra Peso, Ó. (1995) "*Saneamiento Básico y Pluvial de la Ciudad Universitaria*", (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto. Perú.
- López Cualla, R. (1999) "*Diseño de Acueductos y Alcantarillados*", (2da ed). Colombia: Alfa Omega Editor, S. A. de CV.
- Marín, C; Menjivar, M. y Zavaleta, J. (2012). "*Diseño y Construcción de un Canal Hidráulico de Pendiente Variable para uso Didáctico e Investigación*". (Tesis de pregrado) Universidad del Salvador. El Salvador.
- Merrti, Frederic S. (1987) "*Manual de Ingeniero Civil*" Volumen III, (1era ed). México: Gráficos Monte Alban, S. A. de C. V.
- Monsal Ve Sáenz, Germán. (1999) "*Hidrología en la Ingeniería*". (2da ed). Colombia: Alfa Omega Grupo Editor, S. A de C. V.
- Morales Uchofen, Walter. (2000) "*Drenaje Vial*", Ciclo de Actualización Académica UNSM/2000 - II/FIC. Tarapoto. Perú.
- Morales Uchofen, Walter. (1990) "*Infraestructura de Riego*", Parte - I. Chiclayo. Perú.
- Ponce V Aldeiglesias, Rosa. (1996) "*Expediente Urbano de Tarapoto*", Informe Final. Tarapoto.
- Ranald V. Giles. (1969) "*Mecánica de los Fluidos e hidráulicas*", (2da ed). Colombia: McGraw-Hill.
- Reyes Carrasco, Luis. (1992) "*Hidrología Básica*", (1era ed). Lima. Perú.
- Rojas Rubio, Hugo, (2010) "*Manual del Curso de Irrigación y Drenaje*". (1era ed). Chiclayo. Perú.
- Rosell Calderón, César A. (1998) "*Irrigación*", (2da ed). Perú. S.e

Sandoval Salazar, Nestor R. *Apuntes del Curso de Drenaje*. UNSM. Tarapoto. Perú.

Villaseñor Contreras, Jesús. (1978) "*Proyectos de Obras Hidráulicas*", (2da ed). México
Universidad Autónoma Chapingo.

Villón Bejar, Máximo. (2002) *Hidrología*, (2da ed). Lima. Peru: Editorial Villon.

Villón Béjar, Máximo. (2005) *Diseño de Estructuras Hidráulicas*. (2da ed). Lima. Peru:
Editorial Villon.

ANEXOS

ANEXO N°01

Tabla 45

Valores críticos de δ_0 del estadístico smirnov kolmogorov " δ " para varios valores de " n " y niveles de significancia " α "

Tamaño muestral n	Niveles de significancia " α "			
	0.20	0.10	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.30	0.34	0.40
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
N > 50	$\frac{1.07}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{N}}$

ANEXO N°02

Tabla 46

Valores de Yn y Gn

N	Yn	Gn
8	0.4843	0.3043
9	0.4902	0.9388
10	0.4952	0.9497
11	0.4996	0.9676
12	0.5035	0.9833
13	0.507	0.9972
14	0.51	1.0095
15	0.5128	1.02057
16	0.5157	1.02057
17	0.5181	1.0316
18	0.5202	1.0411
19	0.522	1.0493
20	0.52355	1.0566
21	0.5252	1.06283
22	0.5268	1.0696
23	0.5283	1.0754
24	0.5296	1.0811
25	0.5386	1.0864
26	0.532	1.9145
27	0.5332	1.0961
28	0.5343	1.1004
29	0.6353	1.1047
30	0.53622	1.1086
31	0.5321	1.11258
32	0.538	1.1193
33	0.5388	1.1226
34	0.5396	1.1255
35	0.54034	1.12847
36	0.541	1.1313
37	0.5418	1.1339
38	0.5424	1.1363
39	0.543	1.1388
40	0.54862	1.14132
41	0.5442	1.1436
42	0.5448	1.1458
43	0.5453	1.148
44	0.5458	1.1499
45	0.5463	1.15185
46	0.5468	1.1538
47	0.5473	1.1557
48	0.5477	1.1574
49	0.5481	1.159
50	0.54884	1.16066

DISTRIBUCION DE VALORES EXTREMOS

TIPO I

Para maximos valores

$$\varphi = \bar{X} - \left(\frac{S_y}{G_n} \right) * [Y_n + \ln \ln \left(\frac{T_m}{T_{m-1}} \right)]$$

$\varphi =$ Intensidad maxima de diseno

$\bar{Y} =$ Media de los valores dela poblacion

$S_y =$ Desviacion estandar de los valores de la poblacion

$Y_n, G_n =$ Media y Desviacion estandar en funcion del tamaño de la muestra

$T_-(m) =$ Tiempo de retorno de maxino anual

$T_r =$ Tiempo de retorno de excedente anua

ANEXO N° 03

Resultados de los análisis

De suelos

CALICATA N°01

CALICATA N°02

CALICATA N°03

CALICATA N°04

CALICATA N°05

CALICATA N°06

CALICATA N°07

CALICATA N°08

CALICATA N°09

CALICATA N°10

ANEXO N° 04

Panel Fotográfico



Figura 23. En la imagen se aprecia las cunetas construidos empíricamente por los pobladores ubicados en los jirones. Amazonas cruce con Jr. San Juan (**Fuente:** Elaboración propia)



Figura 24. En la imagen se observa la quebrada Rumi Callarina, en donde se va descargar el agua de los techos y calles producto de las precipitaciones pluviales (Fuente: Elaboración propia)



Figura 25. En la imagen se aprecia el Levantamiento topográfico realizado con estación total, para tener una perspectiva más detallado de la zona (Fuente: **Elaboración propia**)



Figura 26. En la imagen se aprecia la calicata excavada para tomar muestras, y luego realizar los estudios respectivos para el diseño estructural de las estructuras (Fuente: Elaboración propia)

ANEXO N°05

**Documentos para obtener datos
hidrológicos.**

ANEXO N°06

Planos