

Mervin Elias Torres López

PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE  
UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA,  
JUTIAPA.



Asesor General Metodológico:  
Ingeniero Civil Jairo Francisco Rodríguez Arévalo.

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, agosto de 2022.

Informe final de graduación.

PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE  
UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA,  
JUTIAPA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Mervin Elias Torres López

En el acto de investidura previo a su graduación como Ingeniero Civil con énfasis en  
Construcciones Rurales en el grado académico de licenciatura.

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, agosto de 2022

Informe final de graduación.

PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE  
UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA,  
JUTIAPA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García.

Decano(a) de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, agosto de 2022

Esta tesis fue presentada por el autor  
previo a obtener el título universitario de  
Ingeniero Civil con énfasis en  
Construcciones Rurales en el grado  
académico de licenciatura.

## Prólogo

El presente trabajo se elaboró de acuerdo con los reglamentos de la universidad Rural de Guatemala, para optar al título académico de ingeniero civil en el grado de académico de licenciatura, por lo que el trabajo desarrollado cumple con los requisitos.

El presente trabajo de investigación sobre un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial, en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa, se realizó durante los meses de febrero a septiembre de dos mil veintiuno, es importante hacer mención de los métodos y técnicas utilizadas para recabar información, por medio de la investigación participativa e investigación de gabinete, donde suelen verse los resultados para la realización de dicho proyecto, son de carácter cualitativo y cuantitativo.

El objetivo del presente trabajo es dotar a la municipalidad de Jutiapa un documento con bases teóricas y técnicas para la construcción de un sistema de drenaje pluvial, y poder ejecutar acciones encaminadas a solucionar la problemática de inundaciones en las calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en época de invierno. Para la ejecución de la propuesta es necesaria la participación Comunitaria de Desarrollo Urbano y Rural (COCODE) y el concejo municipal de la Municipalidad de Jutiapa, que son los ejecutores clave en el tema de proyectos y facultados para aprobar o no un diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial.

El estudio se enfoca en el bienestar de la población de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa con la finalidad de evitar inundaciones en época de invierno en las calles de dicha aldea para lo cual se presenta el siguiente trabajo “Propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa”.

## Presentación

El desarrollo de un país se mide por diferentes tipos de infraestructura y se dividen de diferentes formas seguridad educación, alumbrado público, alcantarillado entre otros.

El presente trabajo de investigación denominado “Propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa” realizado por el autor, durante los meses de febrero a septiembre de dos mil veintiuno, como requisito previo a optar al título universitario de Ingeniero Civil con énfasis en Construcciones Rurales en el grado académico de Licenciatura, conforme a los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

En la investigación se determinó que existe inundaciones en las calles de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, en época de invierno por la inexistencia de un diseño y construcción de sistema de drenaje pluvial y ello repercute en el colapso de la red de drenajes de viviendas de la aldea y perjudica a los vecinos de la comunidad, al mal estado de las calles y a personas que transitan por dichas calles.

El estudio se enfoca en el bienestar de la población de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa con la finalidad de evitar inundaciones en época de invierno en las calles de dicha aldea para lo cual se presenta el siguiente trabajo “Propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa”.

De aprobarse y ejecutarse la propuesta, entre otros logros, se contribuirá a disminuir la inundación de las calles en época de invierno en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa, con lo cual se garantizará que los habitantes de la aldea tengan acceso a conectar las bajadas de aguas pluviales de sus viviendas al sistema de drenaje pluvial.

## ÍNDICE GENERAL.

No.	Contenido.	Página.
	Prologo	
	Presentación.	
I.	INTRODUCCIÓN.....	1
I.1	Planteamiento del problema .....	3
I.2	Hipótesis.....	4
I.3	Objetivos .....	4
I.3.1.	Objetivo general.....	4
I.3.2	Objetivo específico .....	4
I.4	Justificación.....	5
I.5.	Metodología.....	6
I.5.1.	Métodos.....	6
I.5.2.	Técnicas.....	9
II.	MARCO TEORICO.....	10
III.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS. ....	89
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	98
IV.1	Conclusiones.....	98
IV.2	Recomendaciones. ....	100
	Bibliografía.	
	Anexos.	

## ÍNDICE DE CUADROS.

<b>No.</b>	<b>Contenido.</b>	<b>Página</b>
Cuadro 1.	Personas que creen que existen inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años.....	90
Cuadro 2.	Personas que creen que hace tiempo han notado inundaciones en época de invierno en las calles. ....	91
Cuadro 3.	Personas que creen que los habitantes de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa han conectado la tubería de BAP a la red de drenajes de aguas servidas. ....	92
Cuadro 4.	Personas que creen que han conectado la tubería de BAP a la red de drenajes de aguas servidas. ....	93
Cuadro 5.	Tiene conocimiento usted del beneficio de separar el drenaje de BAP y drenaje de aguas servidas. ....	94
Cuadro 6.	Afirmación de los miembros de COCODE que es necesario separar el drenaje de BAP y drenaje de aguas servidas en las viviendas.....	95
Cuadro 7.	Afirmación de los miembros de COCODE que es necesario un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa.....	96
Cuadro 8.	Afirmación de los miembros de COCODE que es necesario implementar la propuesta de proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en la aldea. ....	97

## ÍNDICE DE GRAFICAS.

<b>No.</b>	<b>Contenido.</b>	<b>Página</b>
Grafica 1.	Personas que creen que existen inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años.....	90
Grafica 2.	Personas que creen que hace tiempo han notado inundaciones en época de invierno en las calles. ....	91
Grafica 3.	Personas que creen que los habitantes de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa han conectado la tubería de BAP a la red de drenajes de aguas servidas.....	92
Grafica 4.	Personas que creen que han conectado la tubería de BAP a la red de drenajes de aguas servidas. ....	93
Grafica 5.	Tiene conocimiento usted del beneficio de separar el drenaje de BAP y drenaje de aguas servidas. ....	94
Grafica 6.	Afirmación de los miembros del COCODE en que es necesario separar el drenaje de BAP y drenaje de aguas servidas en las viviendas.....	95
Grafica 7.	Afirmación de los miembros del COCODE en que es necesario un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa.	96
Grafica 8.	Afirmación de los miembros del COCODE en que es necesario implementar la propuesta de proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en la aldea.....	97

## ÍNDICE DE FIGURAS.

<b>No.</b>	<b>Contenido.</b>	<b>Página</b>
Figura 1.	Distribución de velocidades en un canal. ....	16
Figura 2.	Distribución de velocidades en una tubería. ....	17
Figura 3.	Distribución de velocidades en una tubería con flujo turbulento. ....	18
Figura 4.	Distribución de velocidades en una tubería con flujo laminar. ...	18
Figura 5.	Distribución de velocidades en una tubería flujo ideal. ....	19
Figura 6.	Isotacas en un canal de sección trapecial. ....	20
Figura 7.	Distribución de velocidades en diferentes secciones transversales. ....	21
Figura 8.	Distribución de velocidad en un codo. ....	22
Figura 9.	Distribución de velocidades en contorno lisos y rugosos. ....	23
Figura 10.	Construir una cama nivelada y bien compactada. ....	26
Figura 11.	Tener un alineamiento correcto e inicial una colocación del tubo de aguas abajo a aguas arriba. ....	26
Figura 12.	Los diámetros son pequeños, se utiliza una barreta de línea. ....	27
Figura 13.	Instalación de tubo de medianos y grandes diámetros, empuje con tilford y maquina ensambladora de tubos. ....	27
Figura 14.	Instalación de tubo con maquinaria y estrobo. ....	28
Figura 15.	Instalación de tubo con empuje directo de pala mecánica. ....	28
Figura 16.	Modelo perpendicular. ....	33
Figura 17.	Modelo radial. ....	34
Figura 18.	Modelo de interceptores. ....	35
Figura 19.	Modelo abanico. ....	36
Figura 20.	Sumidero. ....	38
Figura 21.	Sumideros laterales en sardinel o solera. ....	39
Figura 22.	Sumideros de fondo. ....	40
Figura 23.	Sumideros mixtos o combinados. ....	40

Figura 24.	Tipo grande conectado a la cámara. ....	41
Figura 25.	Tipo grande conectado a la tubería. ....	42
Figura 26.	Tipo chico conectado a la cámara. ....	42
Figura 27.	Tipo chico conectado a la tubería. ....	43
Figura 28.	Ubicación de coladeras de banqueta. ....	45
Figura 29.	Ubicación de coladeras de piso.....	45
Figura 30.	Ubicación de coladeras de piso y banqueta. ....	46
Figura 31.	Ubicación de coladeras longitudinales de banqueta.....	46
Figura 32.	Ubicación de coladeras transversales de piso.....	47
Figura 33.	Lluvia máxima diaria, periodo de retorno 30 años. ....	56
Figura 34.	Detalle de zanja.....	58
Figura 35.	Detalle de zanja.....	58
Figura 36.	Esquemmatización de cotas invert entre dos pozos de visita. ....	61
Figura 37.	Detalle de cotas invert de entrada y salida de un pozo de visita..	62
Figura 38.	Cálculo del volumen de excavación.....	67
Figura 39.	Sección transversal de un pozo de visita. ....	73
Figura 40.	Detalle a sección del brocal y tapadera de un pozo de visita.....	74
Figura 41.	Fondo de zanja plano o restaurado clase D. ....	78
Figura 42.	Fondo de zanja plano o restaurado clase C.....	79
Figura 43.	Fondo de zanja plano o restaurado clase B.....	80
Figura 44.	Relleno de densidad controlada. ....	81
Figura 45.	Parte “a” atranque con piedra triturado. ....	82
Figura 46.	Parte “b” atranque con piedra triturado. ....	83
Figura 47.	Concreto reforzado p= 0.4% marco de apoyo de concreto. ....	84
Figura 48.	Concreto reforzado p= 0.4%, 4.8 concreto reforzado p=1.0% arco de concreto. ....	85

## **I. INTRODUCCIÓN.**

El presente trabajo es una investigación que tiene por objetivo desarrollar una “Propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa”, actualmente se han ocasionado un alto porcentaje de inundaciones en los hogares de los pobladores en la aldea El Barreal y sus alrededores esto ha ocasionado un mal estado para sus propiedades y sus futuros ciudadanos en la aldea y el desarrollo social.

En la cabecera municipal los pobladores tienen en época de invierno, problemas debido a las intensas lluvias, las cuales han provocado acumulación de agua pluvial en diferentes lugares, principalmente afectan las calles y el ornato del lugar, de acuerdo a esta información se determinó que este trabajo estará orientado a presentar una solución a la problemática, presentado para el diseño de alcantarillado pluvial el que será realizado en cuatros fases con el fin que todos los pobladores cuenten con el servicio.

El informe se compone de la siguiente forma:

•Capitulo I. Introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivos, justificación, metodologías y las técnicas empleadas.

Capitulo II. Marco teórico, aspectos conceptuales, macro referencial, macro localización, micro localización.

Capitulo III. Presentación de análisis de resultados cuadros y gráficas para la comprobación del efecto, Presentación de análisis de resultados cuadros y gráficas para la comprobación de la causa.

Capitulo IV. Conclusiones y recomendaciones.

Bibliografía.

Anexos; 1. Domino, 2. Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos, 3. Diagrama de medio de solución de la problemática, 4. Boleta de investigación para la comprobación del efecto general, 5. Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal, 6. Anexo metodológica comentado sobre el calculo del tamaño de la muestra, 7. Comentado sobre el cálculo de coeficiente de correlación y 8 comentado sobre la proyección del comportamiento de la problemática mediante la línea recta.

## I.1 Planteamiento del problema

En los últimos años en la población en la aldea El Barreal Jutiapa, ha disminuido su calidad su calidad de vida, debido a la alta incidencia de inundaciones en las calles de área de estudio en temporada de invierno y a razón de esto se colapsa las instalaciones dentro de las viviendas, en los últimos 5 años.

El problema central en la aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa, es la falta de una propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial debido a que los vecinos de dicha comunidad, tienen serios inconvenientes en el colapso de la red de drenajes de viviendas y esto provoca inundaciones en época de invierno en las calles de dicha aldea.

Es un problema que se ve constantemente en las viviendas de la aldea ya que al no tener un sistema de drenaje pluvial optan a conectar las bajadas de agua pluvial a la red de drenajes de aguas servidas de la comunidad, y dicha práctica en época de invierno afecta entre otros a las calles de dicha comunidad.

El problema es debido: a) Poco interés de los habitantes en la solución del problema, b) desinterés de la Municipalidad en prevenir las inundaciones en época de invierno, c) malos modelos culturales en la conducta de la población, d) falta de un programa de información de parte de la municipalidad e) falta de control de conexiones de bajadas de agua pluvial de las viviendas a la red de drenajes de aguas servidas por parte de la municipalidad.

Debido a lo anterior, es oportuno que se realice una “Propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa”, para evitar las inundaciones en época de invierno en las calles de dicha aldea, y puedan tener un sistema de drenaje de agua pluvial para que puedan conectar sus bajadas de agua pluvial.

## I.2 Hipótesis

Hipótesis causal: Inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años debido a el colapso de la red de drenajes de viviendas por inexistencia de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial.

Hipótesis interrogativa: ¿Es la inexistencia de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial la causante de inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años por colapso de la red de drenajes de viviendas?

## I.3 Objetivos

Durante la investigación y desarrollo del presente trabajo se obtuvieron elementos que dan desenlaces a la problemática estudiada, y con ello ayudar a la solución del problema, con ese motivo en función de la investigación se trazaron los siguientes objetivos.

### I.3.1. Objetivo general

Evitar las inundaciones en época de invierno en calles aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa.

### I.3.2 Objetivo específico

Diseñar un sistema de drenajes de viviendas en base al crecimiento poblacional.

#### I.4 Justificación

Son muchos los aspectos que hacen justificable el proyecto, pero el principal es el derecho que tiene la población de la aldea de tener una mejor calidad de vida con sus servicios básicos, beneficiarios directos e indirectos de recibir un proyecto de agua pluvial, y debido a la falta de infraestructura adecuada la población de aldea El Barrial, se ven limitados a brindarles esa solución e incluso están por optar en abandonar sus propiedades. En los últimos años en la población en la aldea El Barrial Jutiapa, ha disminuido su calidad su calidad de vida, debido a la alta incidencia de inundaciones en las calles de área de estudio en temporada de invierno y a razón de esto se colapsa las instalaciones dentro de las viviendas, en los últimos 5 años

Situación sin proyecto; al no ejecutar el proyecto de infraestructura de alcantarillado pluvial continuara la problemática de inundaciones en sus hogares y obtienen pérdidas económicas. No se podrá cubrir la demanda de ayuda económica para restablecer la vida normal el cual esto año tras año ira en aumento durante los inviernos. De ser necesario el traslado de la aldea a otro lugar lo cual esto sería un grave problema para Jutiapa y genera gastos en general para los pobladores y la municipalidad y el gobierno central de Guatemala.

Situación Con Proyecto; de acuerdo a la proyección presentada en el anexo 8 el resultado nos dio que se mejorará la calidad de atención a la emergencia que presenta la aldea El Barrial, Jutiapa, el cual tendrá un espacio de seguridad en sus viviendas, un ambiente agradable y así también el resguardo de sus vidas mas por sus habitantes de niños, se podrá cubrir la demanda existente en la aldea El Barrial, reducir la deserción de los pobladores a otro lugares y pérdidas económicas al brindar la propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial.

## I.5. Metodología

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

### I.5.1. Métodos

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así: Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue esencial el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo del presente documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

#### 1.5.1.1. Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales del área de tesorería de la municipalidad. En efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- Observación directa.

La técnica se utilizó directamente en el lugar de investigación a cuyo efecto, para determinar las inundaciones en época de invierno en calles de la aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa y contrarrestar la problemática.

- Investigación documental; se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada. Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.

- Entrevista. Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a los habitantes del sector de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Ya poseída una visión más clara sobre la problemática del área de la aldea de la que le corresponden a la municipalidad citada, con la utilización del método deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, se procedió a la formulación de la hipótesis, a cuyo efecto se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación. La graficación de la hipótesis de encuentra en el anexo 1.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “Inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años, es debido a el colapso de la red de drenajes de viviendas por inexistencia de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial”.

El método del marco lógico, nos permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; así como nos facilitó establecer la denominación del trabajo en cuestión.

1.5.1.2. Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.

Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado, fue el método inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

En efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- Entrevista. Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.

- Determinación de la población a investigar. En atención al tema, el grupo de investigación decidió no efectuar un muestreo estadístico que representara a la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por 64 personas de aldea El Barrial; por lo que, para obtener una información más confiable, se censó o investigó a la totalidad de la población; con lo que el nivel de confianza en este caso será del 100%.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método de estadístico y el método de análisis, que consistió en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación que poseyeron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

### I.5.2. Técnicas

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; sin embargo, variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental y las fichas bibliográficas; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, para la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista y el censo.

Como se puede observar fácilmente, la entrevista estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente para conformar el marco teórico.

## **II. MARCO TEORICO.**

Generalidades.

Las aguas de lluvia no son evacuadas y se acumulan provocando estancamientos, los mismos que son sitios óptimos para proliferación de mosquitos y trae como consecuencia enfermedades al ser humano (Quezada, 2012).

Por otra parte, pueden constituir un verdadero riesgo en las edificaciones o cualquier tipo de elemento estructural, ya que estas no son técnicamente evacuadas producen: corrosión del acero estructural, asentamientos diferenciales, filtraciones, ente otros, afecta seriamente a la estructura (Quezada, 2012).

Con el propósito de evitar los daños antes descritos y molestias a quienes ocupen este complejo, se ha visto la necesidad de evacuar las aguas lluvias provenientes tanto de las edificaciones y como de su entorno, por tal motivo se justifican los diseños de un sistema eficaz de conducción y evacuación para las aguas pluviales (Quezada, 2012).

Teorías relacionadas al tema.

Si bien es cierto diseñar un sistema de drenaje pluvial urbano es el principal objetivo del proyecto de investigación y que además este, es considerado actualmente como un sistema convencional debido a que es lo más habitual que se utiliza para estos casos (Perez A. H., 2017).

Sin embargo, existe un nuevo enfoque innovador hacer de los paradigmas de drenaje urbano y que se le denomina sistemas urbanos de drenaje sostenible, estos ya se encuentran dentro del marco nacional y local de España. Los beneficios de este sistema van allá del cumplimiento de la regulación de las aguas de lluvias convierte las amenazas en oportunidades (Perez A. H., 2017).

Por otro parte el principio de la conservación de la materia es otra teoría que se relaciona con el tema de fluidos y consecuentemente con el drenaje pluvial simultáneamente. Se dice que la masa de un fluido que se encuentre en un volumen determinado produce una reacción, la cual implica que una parte fluye y se queda dentro del volumen y el resto sale del volumen (Perez A. H., 2017).

Según lo citado anterior se entiende que, si el volumen de un fluido es de forma y magnitud constante, el almacenamiento puede ser definido, también se puede expresar como el incremento de un fluido, en un tiempo determinado, sobre un fluido contenido que estará en un volumen dado, será equivalente a la sumatoria de las masas del fluido que se entran a este volumen dado, reducido de las que salen (Perez A. H., 2017).

También es importante mencionar el famoso teorema de Bernoulli, que se concluye de la aplicación de la ecuación de Euler, el cual indica a los fluidos relacionados a la acción de la gravedad (Perez A. H., 2017).

Para la interpretación de teorema de Bernoulli, afirma que, el efecto de Bernoulli el cual según se menciona teóricamente en los libros de ingeniería, describe la disminución de la presión del fluido en las zonas donde la velocidad de flujo aumenta (Perez A. H., 2017).

De acuerdo a lo mencionado, este descenso se caracteriza por la contracción de una vía de flujo; sin embargo, se analiza a la presión como una densidad de energía (Perez A. H., 2017).

Por otro lado, el flujo es de alta velocidad mediante un estrechamiento, la energía cinética incrementa, a costa de la energía de presión, dentro del análisis de las teorías también es necesario hablar sobre el principio de la cantidad de movimiento

y la manera como se relaciona con los fluidos (Perez A. H., 2017).

Según Loayza en su libro de mecánica de fluidos I, señala que, indica en la mecánica clásica, la cantidad de movimiento de un elemento, es el resultado de la masa por su velocidad, la ecuación para determinar la cantidad de movimiento de un cuerpo libre u otros casos volumen del centro deriva de la segunda ley de Newton, que indica lo siguiente: la sumatoria vectorial de las fuerzas es equivalente a la rapidez del cambio de vector (Perez A. H., 2017).

El teorema de Torricelli es un punto muy importante en el análisis de mecánica de fluidos I, que su grado de turbulencia depende de la capacidad de mezcla, según Loayza nace como base del principio de Bernoulli y estudia el flujo de un fluido contenido en un volumen dado, mediante un simple orificio, considera la gravedad (Perez A. H., 2017).

Con el teorema y estudio se puede estimar el caudal de diseño de un fluido a través de una actividad en cuestión, la velocidad es un punto importante a tener en cuenta para determinar el cálculo, el líquido en estudio debe ensayarse en un recipiente se debe tener en cuenta la gravedad para estimar correctamente el valor (Perez A. H., 2017).

Suelos.

Como se sabe, es frecuente pensar que el suelo es un conjunto de elementos orgánicos e inorgánicos, pero en realidad el suelo sostiene para la ingeniería un concepto más detallado.

Según Braja M. (2015) en su libro fundamentos de ingeniería geotécnica lo define lo siguiente, en un marco global referente a la ingeniería geotécnica, el suelo se conceptualiza como una aglomeración de minerales y elementos sólidos; y que

adicionalmente contienen en los espacios vacíos líquidos y gases; esto en conjunto forman un agregado sin compactar, por otra parte, el suelo se utiliza generalmente como un material de construcción en diversas obras civiles.

Según Juárez Bandillo (2005), el termino de suelo de por sí, abarca distintos puntos de vista, esto de acuerdo a la aplicación que lo amerite, relativo a la rama de ingeniería.

Según Juárez Bandillo (2005), en agronomía, por ejemplo, se define como una fracción superficial de la capa terrestre, la cual generalmente alberga la vegetación del planeta, este concepto para el ingeniero no le sirve de mucho.

Por otra parte, en geología lo describe como un material transformado, que pasa por un proceso químico, de roca a suelo; y a su vez contiene elementos orgánicos e inorgánicos. (Rodriguez G. V., agosto 2012)

Este concepto no completa aun una definición clara de ingeniería, finalmente luego de un análisis se llega a la conclusión que el suelo, se define como todo material que se encuentra en la tierra, desde un relleno sanitario hasta una roca sedimentaria, conocidas como areniscas (Rodriguez, 2005).

Propiedades físicas.

Las propiedades físicas de aquellos materiales sedimentados, se describen de una manera que contenga, la capacidad necesaria para las distintas aplicaciones en ingeniería. La condición física de un suelo en estudio, se caracteriza por la consistencia y la fuerza de sostiene el suelo, la resistencia, entre otros parámetros hidráulicos (Perez A. H., 2017).

Consistencia del suelo.

Se describe como la cualidad a resistir la deformación o ruptura sobre el suelo en estudio, se aplican fuerzas físicas internas como la cohesión y adhesión, estas fuerzas varían de acuerdo al contenido de humedad del suelo, es por esta razón que la resistencia se puede clasificar en, seca húmeda y mojada (Perez A. H., 2017).

Esta definición se complementa con las propiedades del suelo como la compresión y la plasticidad, la viscosidad entre otros, segundo investigaciones realizadas en laboratorios con ensayos y estudio de campo; afirman que, la consistencia del suelo varía de acuerdo a las propiedades del suelo como, la textura, la estructura del suelo, contenido de humedad entre otros (Marulanda, 2010).

Precipitaciones.

Es un fenómeno físico relativo a la hidrología, que consiste la distribución de agua sobre el suelo en forma de lluvia, la precipitación se refiere básicamente a las aguas de lluvia que aportan fluido al suelo estas pueden ser en forma líquida o sólida (Perez A. H., 2017).

Las mediciones de precipitaciones se realizan de manera ineficiente para determinar la equivalencia del agua, en términos generales la hidrología es fundamental, para poder atender el origen de las avenidas, el conocimiento de las distribuciones teóricas tomar en cuenta el tiempo y el espacio para aplicar métodos estadísticos (Perez A. H., 2017).

Intensidad de la lluvia.

Se denomina a este término, como la precipitación de una superficie por un lapso determinado; este elemento se mide generalmente en milímetros por hora según la norma lo estable en Guatemala (Perez A. H., 2017).

Es importante saber analizar las intensidades de lluvia, conocer la variación del

tiempo, conocer qué tipo de intensidad se haya dado, según sea el caso, hay que mencionar que es impredecible realizar un estudio de caudal sin antes tener un registro ya que es la única manera de predecir un caudal de diseño y con ello ver la capacidad que soportara la red pluvial (Perez A. H., 2017).

Es conveniente decir que para lluvias ordinarias son más fáciles de predecir que aquellos que tienen como registro avenidas extraordinarias, para estimar estos valores existen una variedad de fórmulas empíricas, y para diseñar correctamente es necesario tener un conocimiento previo antes de aplicar estos métodos de acuerdo a la zona de estudio o la cuenca hidrología del proyecto (Perez A. H., 2017).

Tiempo de duración.

Se refiere a estimar un intervalo de tiempo promedio entre el inicio y el final respectivamente de la avenida y se representa en minutos, se sabe tanto en la teoría como en la práctica que se produce un evento extraordinario intenso la duración es baja, por otro lado, si la intensidad es baja la duración es prologada (Perez A. H., 2017).

Por lo tanto, se dice que son inversamente proporcionales. En cuanto si la intensidad de lluvia relativo al periodo de retorno, en este caso se produce lo contrario y son directamente proporcionales (Perez A. H., 2017).

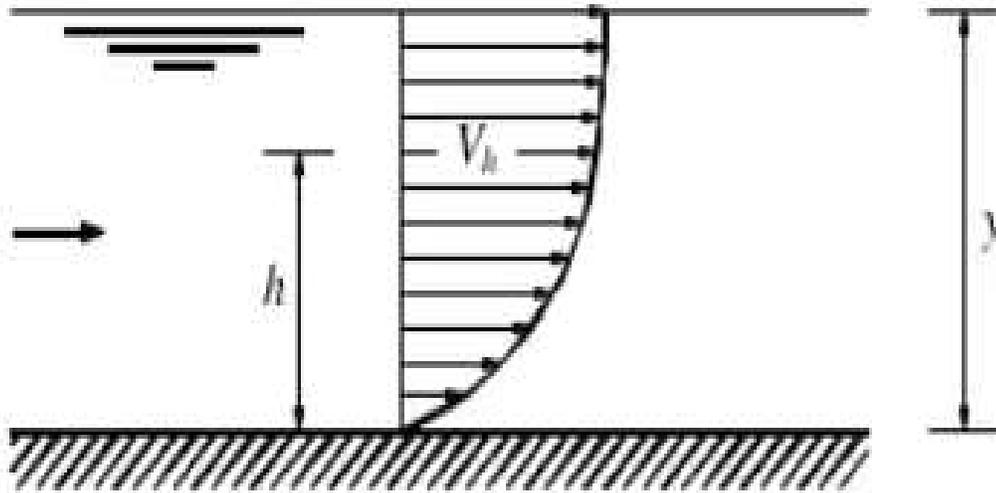
Conceptos de distribución de velocidades.

En las tuberías el caso más simple corresponde a la sección circular, la influencia del contorno es simétrica y perfectamente definida (Felices, 1998).

Empezaremos por analizar este último caso, el flujo es bidimensional, en cada punto de la sección hay una velocidad particular ( $V_a$ ). La velocidad es máxima en la superficie, en el fondo la velocidad es mínima, el esquema característico de la

distribución de velocidades es el siguiente.

Figura 1. Distribución de velocidades en un canal.



Fuente: recuperado de elementos de diseño para acueducto y alcantarillado 2003 pág. 20.

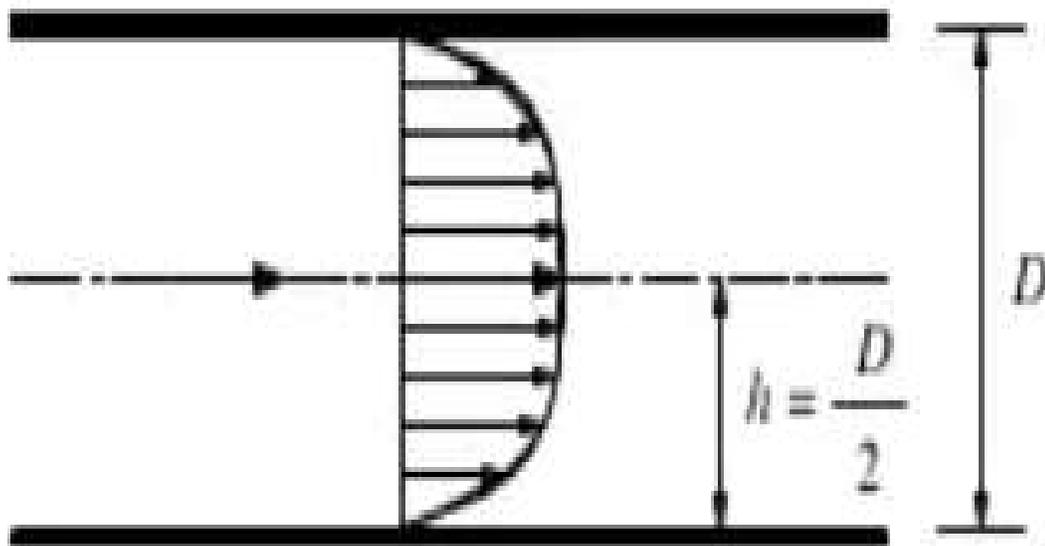
Denominamos  $V_h$  a la velocidad que existe a la distancia  $h$  del contorno en este caso del fondo. La curva que expresa la relación entre  $V_h$  y  $h$  se llama curva de distribución de velocidades (Felices, 1998).

En un canal y ancho infinito la velocidad máxima está en la superficie, pero en un canal rectangular angosto hay fuerte influencia de los lados y la velocidad máxima aparece debajo de la superficie, mientras más angosto es el canal mayor es la influencia de los lados y la velocidad máxima está más profunda con respecto a la superficie utilizaremos valores usuales para ubicar la velocidad máxima son los comprendidos entre 0.95 y 0.75 (Felices, 1998).

En una tubería la velocidad es máxima en el eje y mínima en el contorno, tal como se mostrará en la siguiente figura distribución de velocidades. Para  $h = d/2$  se obtiene la velocidad máxima.

Se observa que los ejemplos distribución de velocidades en canales y tubería tiene en algo común la velocidad es cero en el contorno, esto se debe a que hemos considerado fluidos reales con viscosidad.

Figura 2. Distribución de velocidades en una tubería.



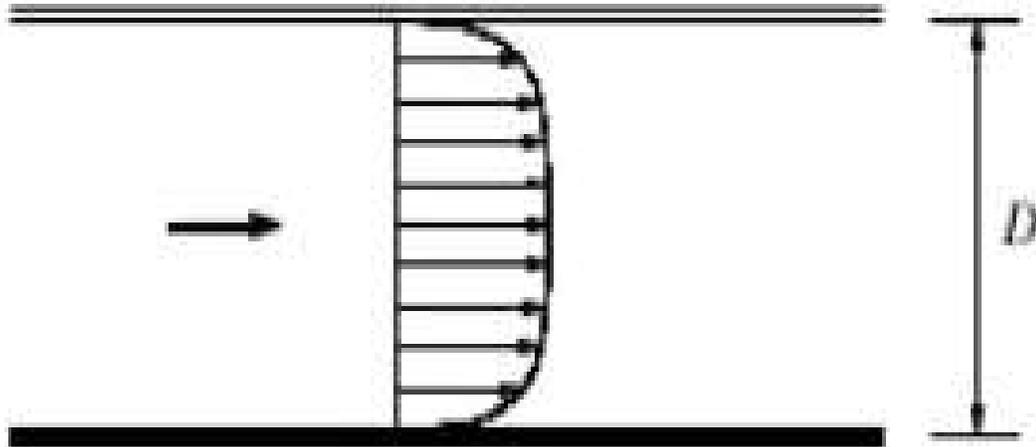
Fuente: recuperado de elementos de diseño para acueducto y alcantarillado 2003 pág. 20.

La distribución de velocidades depende, entre otros factores, del grado de turbulencia, otros factores determinantes son el grado de aspereza rugosidad, del contorno y el alineamiento del canal (Felices, 1998).

Para números de Reynolds elevados se dice que existe turbulencia plenamente desarrollada y la distribución de velocidades tiende a hacerse uniforme, salvo en la zona próxima al contorno donde los esfuerzos viscosos y el gradiente de velocidades son muy grandes (Felices, 1998).

Así, por ejemplo, es una tubería cuyo número de Reynolds fuera del orden de 1 o 2 millones podría tenerse la siguiente distribución de velocidades. (Felices, 1998).

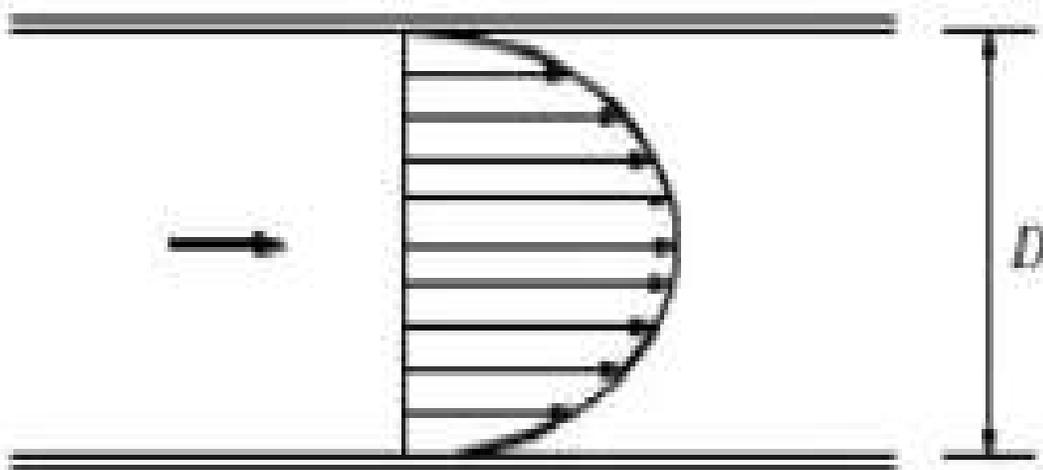
Figura 3. Distribución de velocidades en una tubería con flujo turbulento.



Fuente: recuperado de elementos de diseño para acueducto y alcantarillado 2003 pág. 20.

En cambio, en un escurrimiento laminar el gradiente de velocidades es muy grande en toda la sección transversal y se tendrá una curva de distribución de velocidades de tipo parabólico (Felices, 1998).

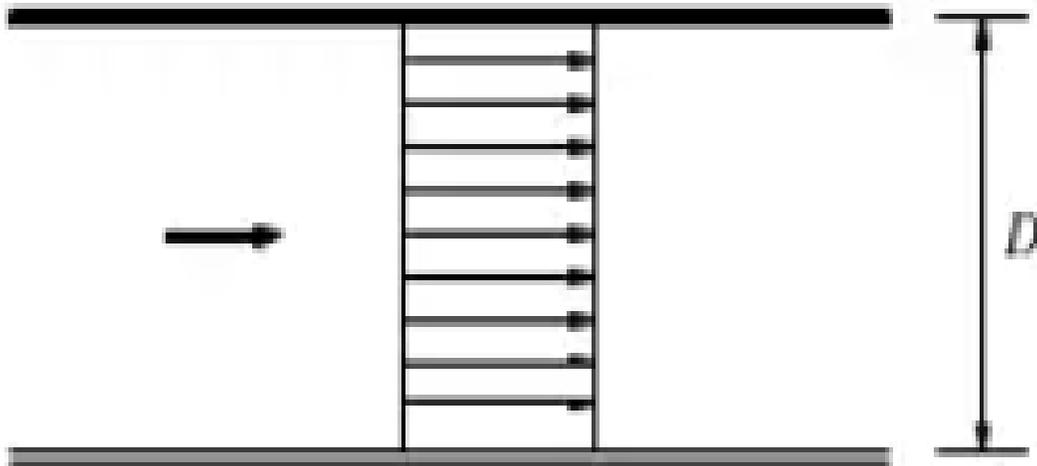
Figura 4. Distribución de velocidades en una tubería con flujo laminar.



Fuente: recuperado de elementos de diseño para acueducto y alcantarillado 2003 pág. 21.

Para un flujo ideal, si viscosidad, cuyo número de Reynolds sea infinito, la distribución de velocidades sería uniforme.

Figura 5. Distribución de velocidades en una tubería flujo ideal.



Fuente: recuperado de elementos de diseño para acueducto y alcantarillado 2003 pág. 21.

Par número de Reynold muy altos, como se ven la figura No. 3, la distribución de velocidades de un flujo real puede calcularse sin cometer mayor error, como si fuera un fluido ideal salvo en la zona próxima a las paredes (Felices, 1998).

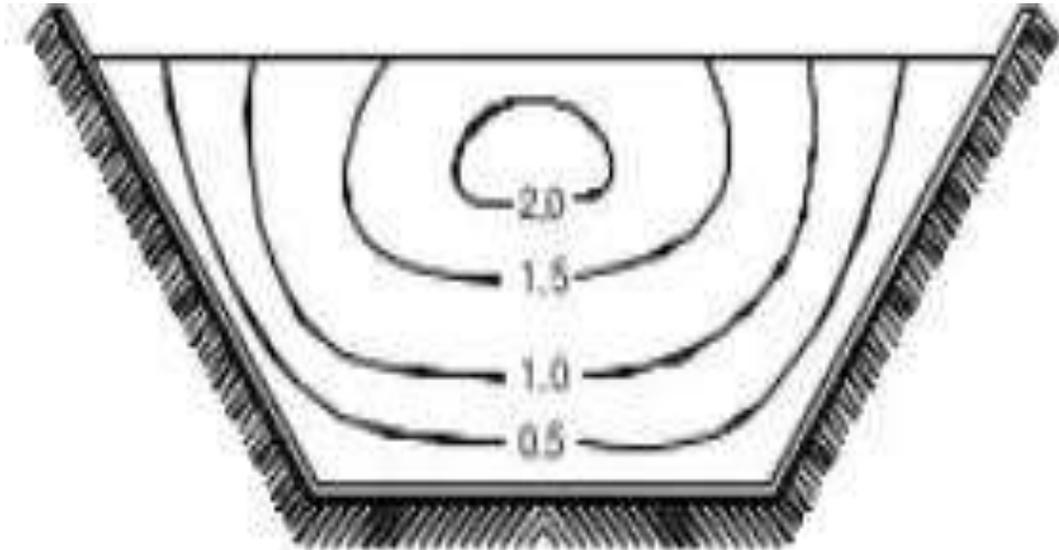
Debe tenerse presente que a partir de un cierto valor del número de Reynolds se obtiene turbulencia plenamente desarrollada. Un aumento en el número de Reynolds no conlleva un aumento del grado de turbulencia (Felices, 1998).

En la figura No. 1, se presentó la distribución de velocidades en un canal muy ancho, este es un caso particular, tratándose de canales el caso frecuente es el de las secciones trapeciales o rectangulares, en las que puede dejarse de considerar la influencia de las paredes, en las que la velocidad debe también se nula, se tendrá entonces una distribución transversal de velocidades (Felices, 1998).

Para ilustrar la distribución de velocidades en la sección transversal se indica en el esquema en la siguiente figura de isotacas en un canal de sección trapecial, la sección de un canal en el que se ha dibujado las curvas que unen los puntos de igual velocidad isotacas (Felices, 1998).

Esta velocidad se ha relacionado con la velocidad media. Así la curva que tiene el número 2 significa que todos sus puntos tienen una velocidad que es el doble de la velocidad media (Felices, 1998).

Figura 6. Isotacas en un canal de sección trapecial.

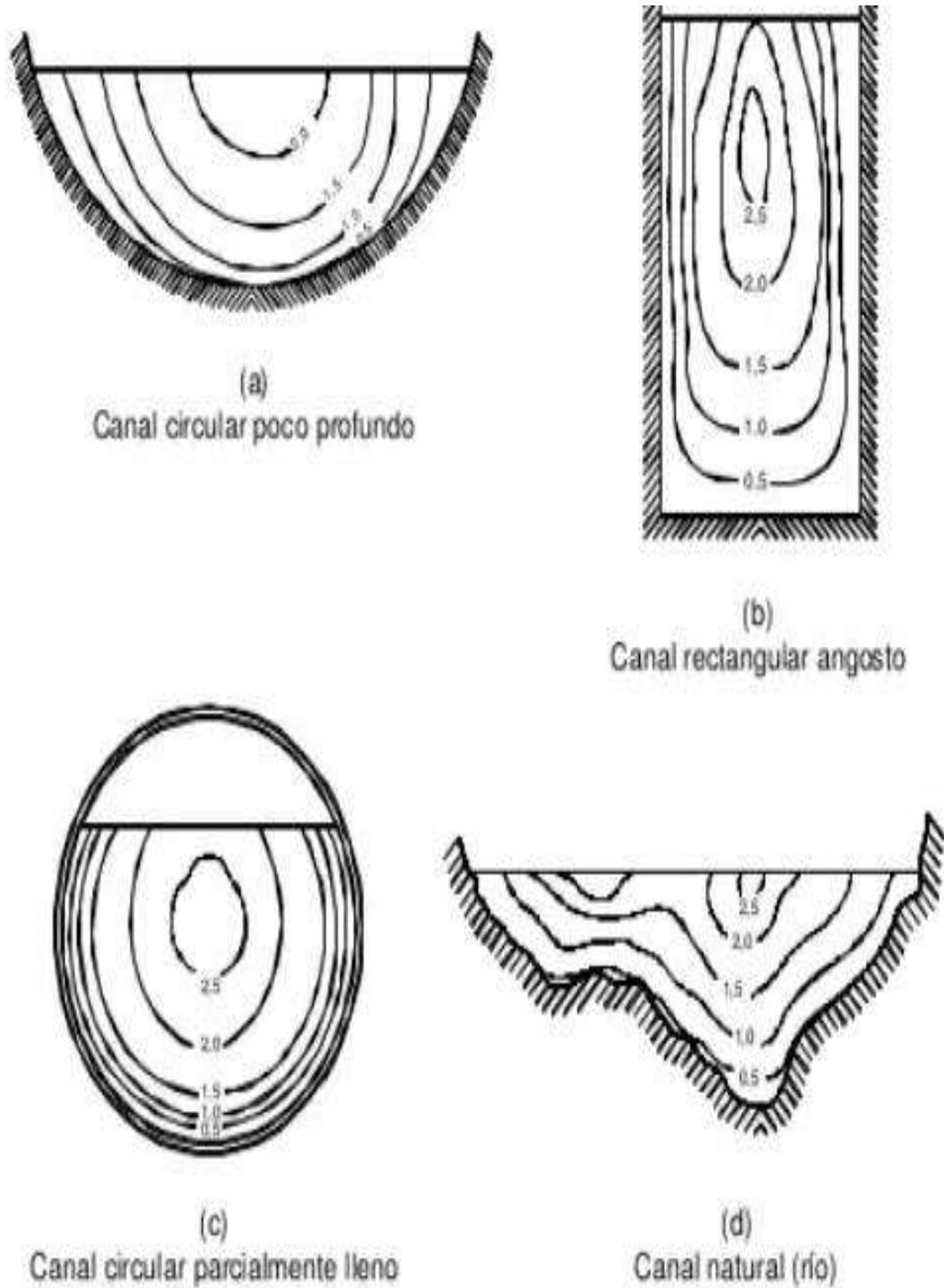


Fuente: recuperado de elementos de diseño para acueducto y alcantarillado 2003 pág. 22.

En la siguiente figura de distribución de velocidades en diferentes secciones transversales, se presenta con carácter ilustrativo las distribuciones de velocidad típicas para diferentes secciones transversales (Felices, 1998).

El alineamiento del conducto y la simetría de la sección también son factores determinantes de la curva de distribuciones velocidades (Felices, 1998).

Figura 7. Distribución de velocidades en diferentes secciones transversales.



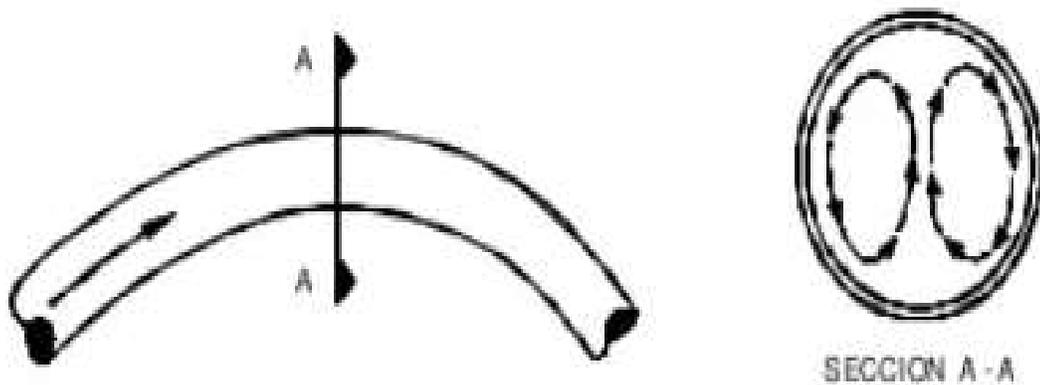
Fuente: recuperado de elementos de diseño para acueducto y alcantarillado 2003 pág. 22.

La asimetría de la sección transversal produce corrientes secundarias, que se llaman así por no seguir la dirección general de la corriente, si el movimiento principal es a lo largo del conducto, entonces la corriente secundaria producida por una curvatura del alineamiento principal da lugar a un movimiento espiral o en tornillo (Felices, 1998).

Analicemos el caso que corresponde al cambio de dirección tipo codo en una tubería, la resistencia viscosa reduce la velocidad en el contorno, como resultado que allí la energía sea menor que en las capas adyacentes (Felices, 1998).

Debido a la fuente caída de presión que se produce en el contorno exterior hay un flujo secundario que se dirige hacia el exterior y que debe ser compensado por otro que se dirija hacia el interior (Felices, 1998).

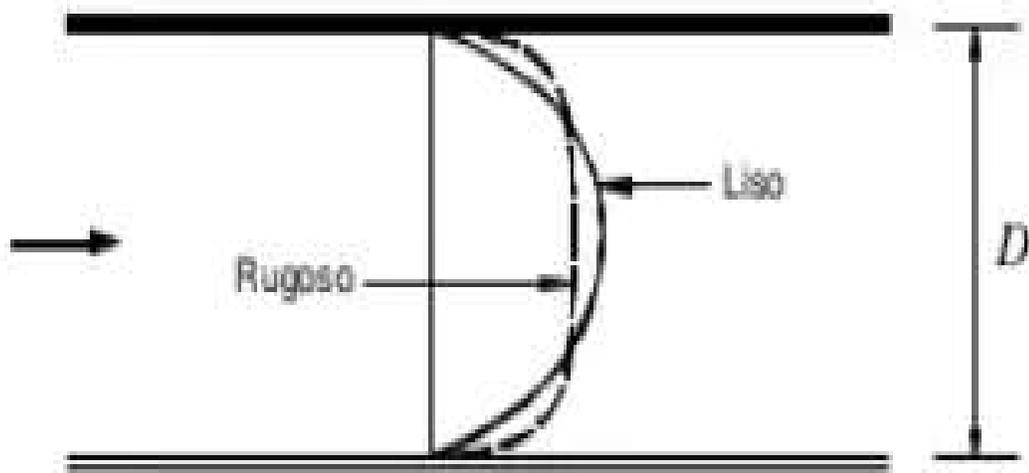
Figura 8. Distribución de velocidad en un codo.



Fuente: recuperado de elementos de diseño para acueducto y alcantarillado 2003 pág. 22.

La áspera (rugosidad) de las paredes y su influencia sobre la distribución de velocidades, damos una idea de su significado a través de la siguiente figura en la cual se presenta para una misma tubería dos distribuciones de velocidades según que el contorno sea liso o rugoso (Felices, 1998).

Figura 9. Distribución de velocidades en contorno liso y rugoso.



Fuente: recuperado de elementos de diseño para acueducto y alcantarillado 2003 pág. 23.

Tubos de concreto.

Los tubos de concreto se encuentran en variedades tanto reforzados como sin refuerzo, mediante los procesos de centrifugado, vibrado y vibro compactado y sus usos son los siguientes (Sagastume, 2002):

- Alcantarillado de aguas pluviales drenaje y paso de agua en carreteras
- Conducciones aguas servidas y líquidos residuales de procesos industriales.
- Aplicaciones donde se requiere rigidez para evitar deformaciones.

Se tiene las siguientes ventajas:

- Fácil instalación
- Versatilidad
- Flexibilidad para soportar deflexiones y asentamientos
- Durabilidad

- Alto desempeño durante la vida útil.
- Seguridad en la construcción y operación
- Economía con respecto a otras alternativas
- Resistencia al fuego.

Tubería de concreto reforzado norma ASTM C76

Lo siguiente presentamos tubos con refuerzo de tres clases basado en lo establece la norma ASTM C76 denominadas clase 3, 4 y 5, la siguiente tuviera clase III.

Tabla 1. Características físicas de la tubería reforzada clase III.

Características Físicas de la Tubería Reforzada Clase III			
Diámetro Interior	Espesor de pared	Longitud	Peso
mm	mm	m	kg
375	47	2,44	384
450	63	2,44	538
525	68	2,44	720
600	79	1,25	578
600	79	2,50	1 076
610	79	2,44	836
700	90	1,25	788
700	90	2,50	1 484
760	78	2,44	1 080
800	95	2,50	1 770
900	100	1,25	1 164
900	100	2,50	2 148
910	83	2,50	1 550
1 070	90	2,44	2 028
1 100	130	2,50	3 404
1 200	141	2,50	3 838
1 220	151	2,00	3 054
1 370	157	2,00	3 602
1 500	161	2,00	3 750
1 830	194	1,00	2 990
2 130	219	1,00	3 900
2 440	225	1,25	5 856
2 900	282	1,00	6 724

Fuente: ficha técnica características de tubería clase III Encofort S. A. 2001 pág. 3

Tabla 2. Tubería de concreto norma ASTM C 76.

<b>Resistencia de la Tubería ASTM C 76</b>		
<b>Clase de tubería</b>	<b>Carga a la grieta</b>	<b>Carga de ruptura</b>
	<b>N/m/mm</b>	<b>N/m/mm</b>
<b>I</b>	<b>40</b>	<b>60</b>
<b>II</b>	<b>50</b>	<b>75</b>
<b>III</b>	<b>65</b>	<b>100</b>
<b>IV</b>	<b>100</b>	<b>150</b>
<b>V</b>	<b>140</b>	<b>175</b>

Fuente: ficha técnica características de tubería clase III Encofort S. A. 2001 pág. 3

Tabla 3. Tubería de concreto sin refuerzo ASTM C 14.

<b>Características Físicas de la Tubería Sin Refuerzo</b>				<b>Resistencia de la Tubería ASTM C 14</b>			
<b>Dímetro interior</b>	<b>Espesor de pared</b>	<b>Longitud</b>	<b>Peso</b>	<b>Dímetro</b>	<b>Resistencia mínima en prueba de los tres apoyos</b>		
					<b>Clase 1</b>	<b>Clase 2</b>	<b>Clase 3</b>
<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>m</b>	<b>kg</b>	<b>mm</b>	<b>kN/m</b>	<b>kN/m</b>	<b>kN/m</b>
600	79	1,25	566	600	38	52,5	64
600	79	2,50	1 064	700	42	60	68
700	90	1,25	776	800	45,5	63,5	70,5
800	95	2,50	1 760	900	48	65,5	73
900	100	1,25	1 144				
900	100	2,50	2 108				

Fuente: ficha técnica características de tubería clase III Encofort S. A. 2001 pág. 4

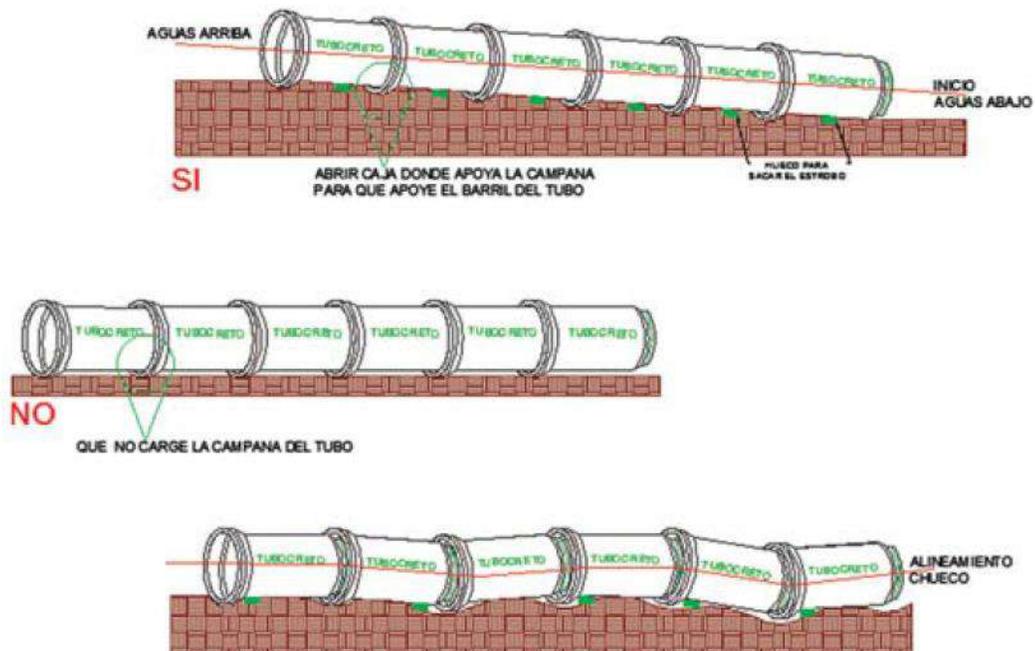
Pasos para la instalación de tubería de concreto.

Figura 10. Construir una cama nivelada y bien compactada.



Fuente: TUBOCRETO tubería ecológica año 2006 pág. 18.

Figura 11. Tener un alineamiento correcto e inicial una colocación del tubo de aguas abajo a aguas arriba.

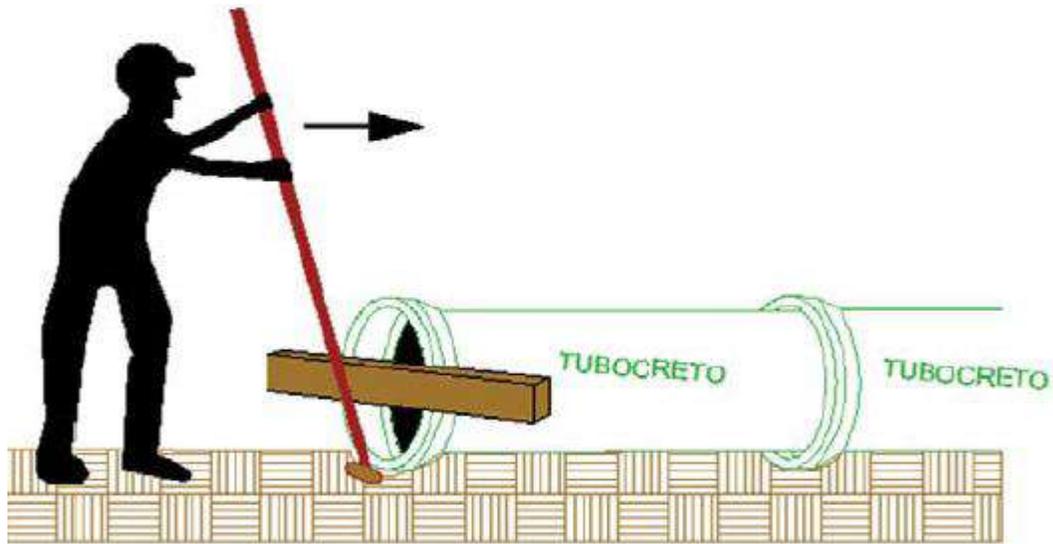


Fuente: TUBOCRETO tubería ecológica año 2006 pág. 19.

Ensamble manual del tubo.

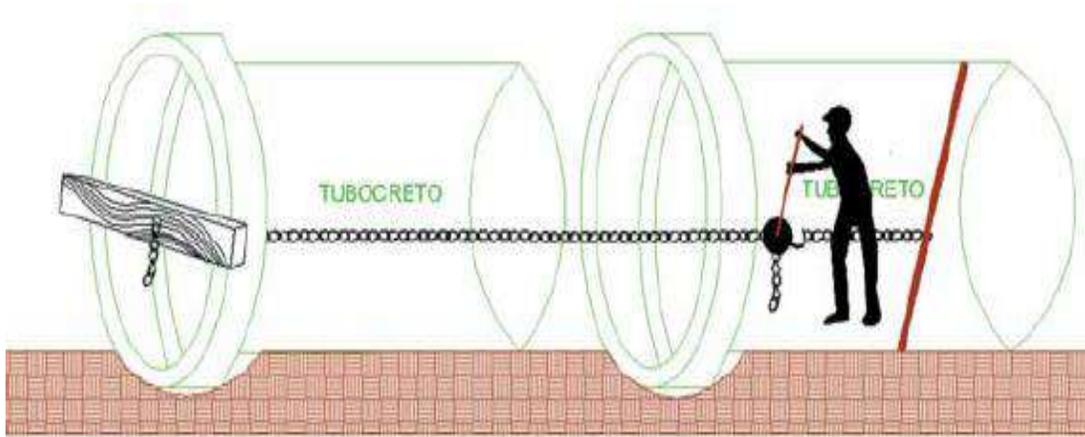
El empuje final entra que ser forma pareja hacia la campana del tubo ya sea con un empuje manual o mecánica como se muestra en la siguiente alternativa.

Figura 12. Los diámetros son pequeños, se utiliza una barreta de línea.



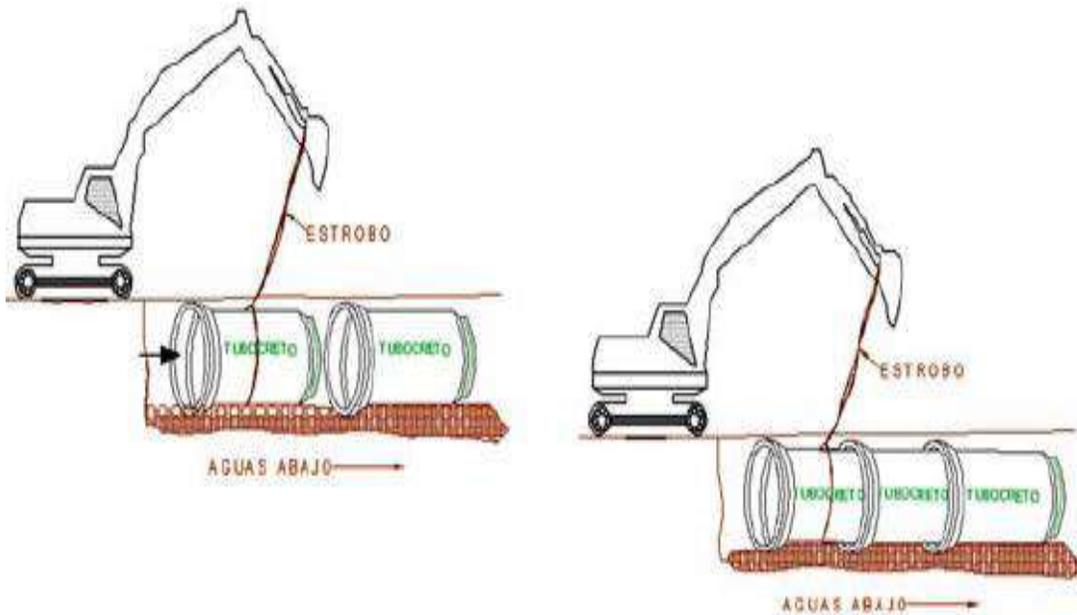
Fuente: TUBOCRETO tubería ecológica año 2006 pág. 20.

Figura 13. Instalación de tubo de medianos y grandes diámetros, empuje con tilford y maquina ensambladora de tubos.



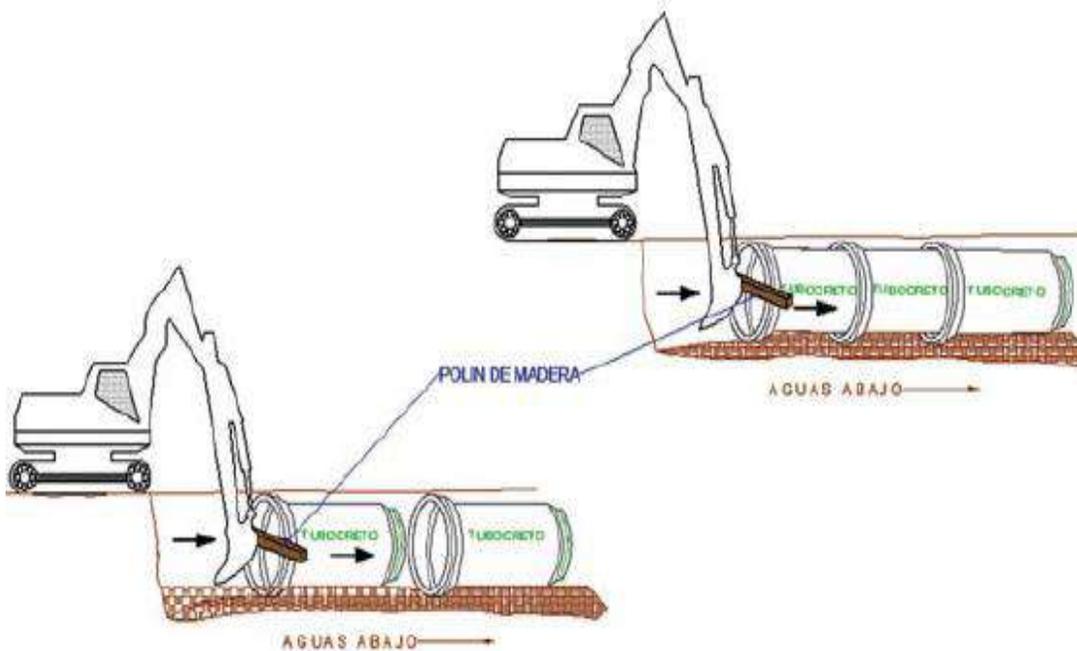
Fuente: TUBOCRETO tubería ecológica año 2006 pág. 20.

Figura 14. Instalación de tubo con maquinaria y estrobo.



Fuente: TUBOCRETO tubería ecológica año 2006 pág. 21.

Figura 15. Instalación de tubo con empuje directo de pala mecánica.



Fuente: TUBOCRETO tubería ecológica año 2006 pág. 21.

Historia de un alcantarillado pluvial.

El drenaje pluvial surge en Europa en el siglo XIX, pero se tiene conocimiento que ya habían existido desde tiempos muy remotos y que han ayudado al ser humano a lo largo de su historia, u que en efecto en la actualidad es muy importante dentro de los sistemas urbanos (Perez A. H., 2017).

La evacuación de las aguas pluviales es lo más relevante a realizar y ocurre algún evento extraordinario como son las lluvias durante una avenida, esta actividad ocurre en la gran mayoría de ciudades del mundo, con el objetivo de evitar daños en la infraestructura tanto públicas como privadas; e inundaciones en las edificaciones y zona urbana (Portal, 2014).

Por ello, la manera más factible de realizar una adecuada evacuación de aguas de lluvia es contar con un sistema de drenaje pluvial urbano, de la misma forma es necesario mencionar que debido a la urbanización de un sector de la población ha implicado modificaciones en la superficie del suelo, haciéndola poco permeables y en efecto reducir la capacidad de evacuar las aguas pluviales por gravedad o evaporación (Portal, 2014).

Sin embargo, estos sistemas de drenaje suelen colapsar debidos a la problemática planteada anteriormente relacionado al desarrollo urbano de la población y que implica que ha futuro ocurrirán problemas sobre el sistema de drenaje pluvial urbano existente, es por ello que más adelante se detallara como se debe diseñar este sistema (Perez A. H., 2017).

Importancia de un alcantarillado pluvial.

Todo la población y comunidad debe contar con un sistema de evacuación de aguas pluviales permite llevar las aguas de las precipitaciones de manera eficiencia hídricas evitar inundaciones (Toro, 2018).

Así el alcantarillado asume de manera importante el oficio de manejar las aguas pluviales hasta lugares que no provoquen deterioros de terrenos aledaños, además de inconvenientes en la comunidad de la localidad del cual provienen las aguas, por ende, el sistema de alcantarillado cumple una función vital para el desarrollo urbano, siguiendo las normativas correspondientes que cumplan con los aspectos ambientales de manejo de aguas (Toro, 2018).

El alcantarillado es un sistema completo que involucra la construcción de pozos para el empate e inspección del sistema, está compuesta por una red de tubos e infraestructuras adicionales que permite la marcha, manutención y compensación del sistema (Toro, 2018).

Con el fin de evacuar las aguas de las precipitaciones que fluyen por las calles y senderos, impide el acopio y atenuar el desagüe del terreno, de este modo se frenan las inundaciones y enfermedades que son conexas al agua contaminada que se estancan, por lo anterior el alcantarillado posibilita el mejoramiento de la estructural vial, el tránsito vehicular o peatonal, disminuyen el riesgo en la salud de los habitantes (Toro, 2018).

Sistemas de alcantarillado.

Le llamamos sistemas de alcantarillado hay varios sistemas cada uno tiene su forma de calcular en sus parámetros los cuales son, sistemas de alcantarillado combinado, sistema de alcantarillado por separado y sistema de alcantarilla mixto (Toro, 2018).

Sistema de alcantarillado combinado.

El alcantarillado combinado hace referencia al transporte de aguas por una red de tuberías hasta una zona de depósito, conduce las aguas residuales y pluviales provenientes de viviendas otro tipo de estructuras, al lugar de descarga, es el evacuado de las aguas mediante un sistema que permite el manejo adecuado de estas

(Toro, 2018).

Sistema de alcantarillado por separado.

Consiste en el manejo de las aguas residuales por redes independientes, en donde cada alcantarillado cuenta con un sistema de captación y red de tuberías, transportadas hasta sus respectivas zonas de descarga, evitar mezclar las aguas residuales proveniente de viviendas con aguas de escorrentía (Toro, 2018).

Sistema de alcantarillado mixto.

El sistema se abarcan los dos anteriores tipos de alcantarillados, en donde el sistema de alcantarillado combinado y alcantarillado separado pasan por un mismo lugar, pero cada una por su respectiva tubería, por consiguiente es la composición del sistema de alcantarillado separado y combinado, los cuales se localizan en una misma zona con un área diferente, el alcantarillado mixto requiere de la elaboración de una zanja para los sistemas, reduce el trabajo en la implementación de los alcantarillados (Toro, 2018).

Ventajas del sistema de drenaje urbano.

- La aplicación de sistemas de drenaje permite básicamente prevenir inundaciones en zonas críticas (Perez A. H., 2017).
- Las plagas que se producen en los jardines debido a las aguas de lluvia que se acumulan son perjudiciales para las plantas (Perez A. H., 2017).
- Debido a las precipitaciones, el suelo por efecto del fenómeno se erosiona y producen posteriormente que se estanquen el agua (Perez A. H., 2017).
- El drenaje sostenible hace que las aguas de lluvia escurran y evitar de esta manera la humedad del suelo (Perez A. H., 2017).
- Las lluvias intensas y prologadas tienen la ventaja de evacuar junto con ella,

los materiales tóxicos y algunos organismos dañinos, las inundaciones se pueden producir por ineficiencia del suelo (Perez A. H., 2017).

- Las inundaciones traen consigo en los ríos agua contaminada y por efecto contaminan al suelo, para ello los sistemas de drenaje ayudan a la evacuación (Perez A. H., 2017).

Desventajas del sistema de drenaje urbano.

- El costo por la instalación de un sistema de drenaje es muy elevado, tanto la instalación como la mano de obra son caras por lo que no muy recomendable usarla, además de solicitar permiso para construir (Perez A. H., 2017).
- El mantenimiento de sistema de drenaje de un proyecto, ayudara a funcionar de manera óptima y correcta según el diseño para el que fue creado, para ellos se tiene verificar también que los sistemas subterráneos se encuentren sin obstrucciones debido a diversos factores hidrológicos y otros fines (Perez A. H., 2017).

Los desechos también suelen estancarse en el sistema de drenado por lo que se recomienda en algunos casos colocar tapas para un mejor rendimiento y esta actividad de limpieza tiene hacerse en menor tiempo posible (Perez A. H., 2017).

- Según estudios, los sistemas de evacuación de aguas pluviales pueden directa o indirectamente perjudicar a los cuerpos de agua, llamase ríos o algunos sobre todo y no se realiza mantenimiento en cunetas (Perez A. H., 2017).

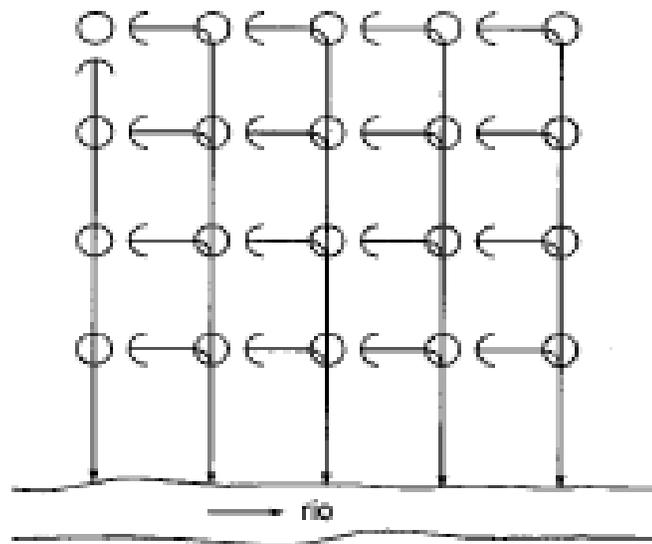
Trazo de la red de alcantarillado pluvial.

El trazo de una red de alcantarillado se inicia con la definición del sitio o de los sitios de vertido, a partir de los cuales puede definirse el trazo de colectores y emisores, una vez definido esto, e traza la red de atarjeas, donde estén modelos de configuración de colectores y emisores los más usuales se pueden agrupar en los siguientes tipos como modelo perpendicular, modelo radial, modelo de interceptores y modelo abanico (Toro, 2018).

Modelo perpendicular.

Es un sistema adecuado para un alcantarillado pluvial, ya que sus aguas se pueden descargar a una cuenca cercana a la población, en donde, este sistema, se utiliza en comunidades que se ubican a lo largo de una corriente, con el terreno inclinado hacia ella, por lo que las tuberías se colocan perpendicularmente a la corriente y descargan a colectores o a la cuenca, sin que haya riesgos para la salud humana ni deterioro en la calidad del cuerpo de agua (Toro, 2018).

Figura 16. Modelo perpendicular.

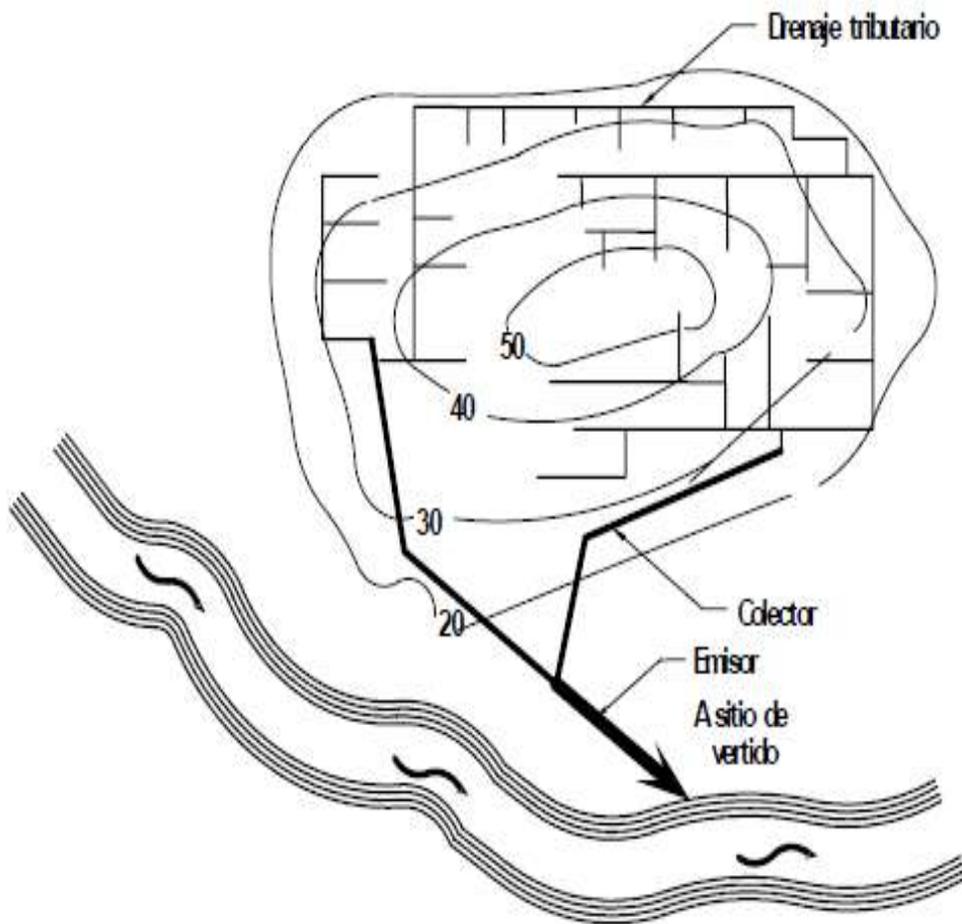


Fuente: recuperado de elementos de diseño para acueducto y alcantarillado 2003 pág. 35.

### Modelo radial.

Es un sistema de alcantarillado empleado en zonas montañosas, en donde la tubería no es ubicada de forma paralela si no de manera circular rodea el punto más alto por donde, escurren las aguas, en este modelo la pendiente del terreno baja del centro del área drenan hacia los extremos, por lo que la red de atarjeas descarga a colectores perimetrales que llevan el agua al sitio del vertido, con ayuda de colectores y el sistema emisor se transportan las aguas hasta llegar al cuerpo de agua (Toro, 2018).

Figura 17. Modelo radial.

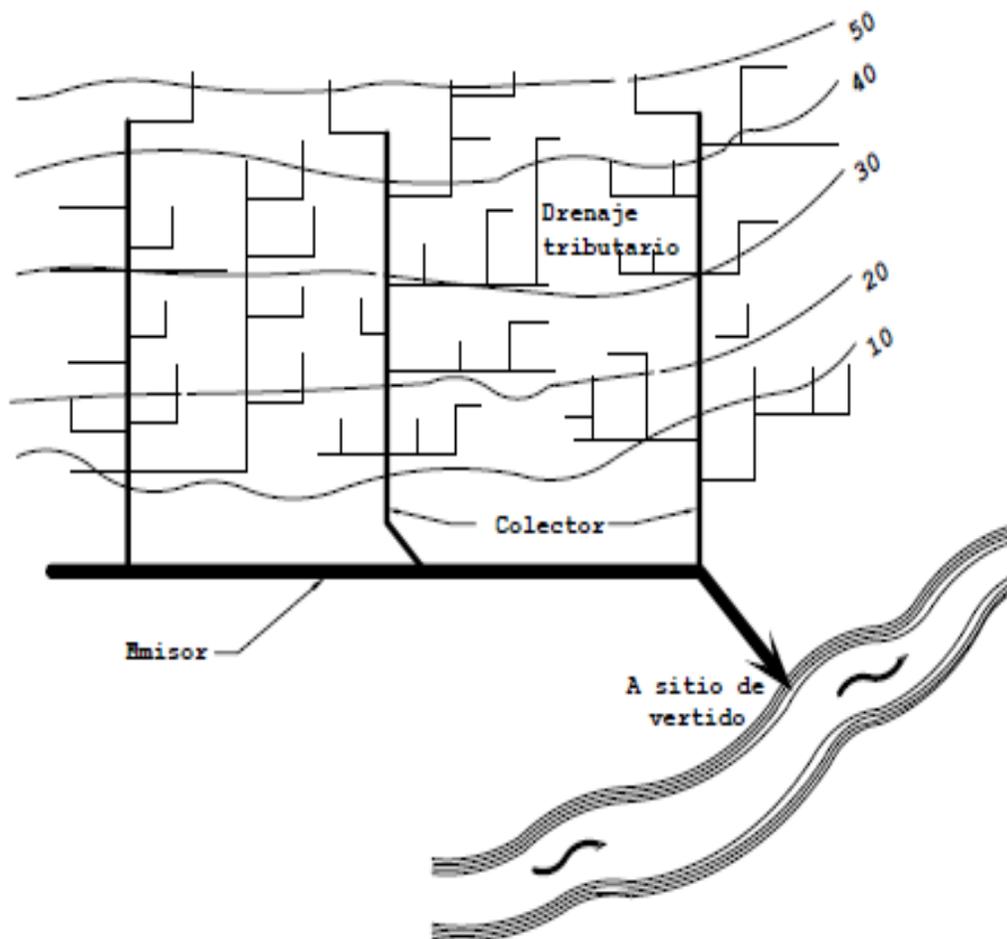


Fuente: recuperado de elementos de diseño para acueducto y alcantarillado 2003 pág. 35.

Modelo de interceptores.

Se emplea para recolectar aguas pluviales en zonas con curvas de nivel más o menos paralelas, el agua se capta con colectores cuyo trazo es transversal a las curvas de nivel, que descargan a un interceptor o emisor que lleva el agua al sitio de vertido, es un sistema donde el cuerpo de agua o cuenca no se encuentra de manera perpendicular a las tuberías, dado esta condición se implementan los colectores y el emisor para transportar las aguas al punto de descarga (Toro, 2018).

Figura 18. Modelo de interceptores.



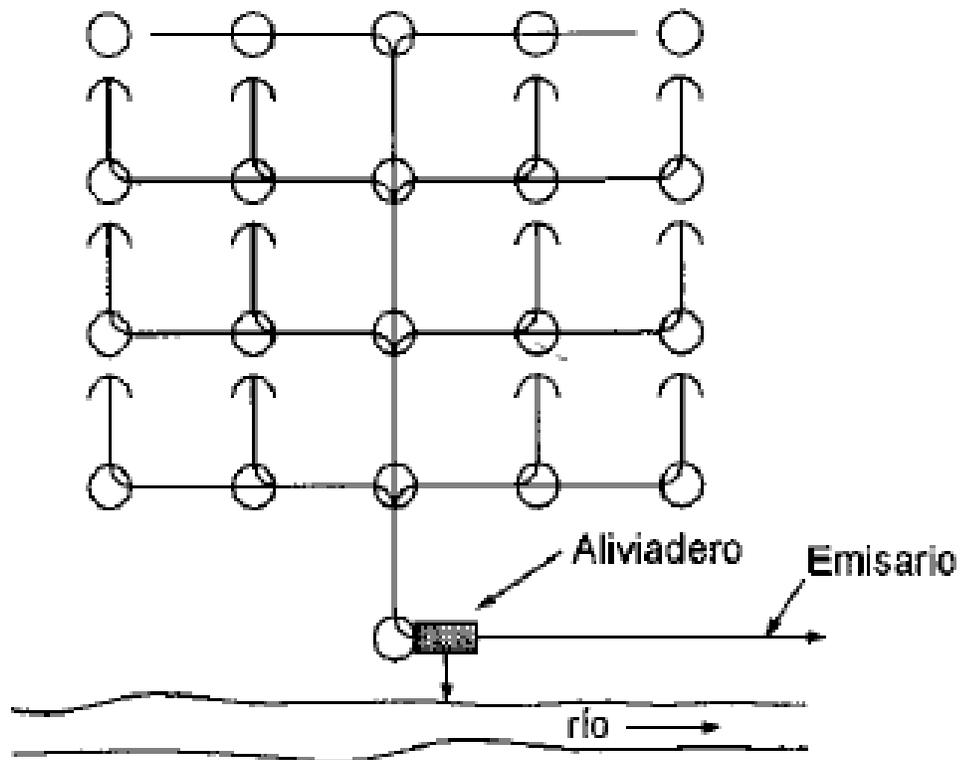
Fuente: recuperado de elementos de diseño para acueducto y alcantarillado 2003 pág. 36.

Modelo abanico.

Si la localidad se encuentra ubicada en un valle, se traza la red de atarjeas reconociendo hacia el centro del valle y mediante un colector se traslada el agua pluvial a la zona de vertido, dadas unas condiciones topográficas especiales, puede adoptarse un esquema de abanico con interceptor, sin interceptor o con aliviadero, de acuerdo con el tipo de alcantarillado (Toro, 2018, pág. 28).

Las aguas son llevadas al centro del sistema de alcantarillado dado que las condiciones del terreno son muy similares y de bajas pendientes, se implementa este sistema con el fin de profundizar solo la tubería central permite que el agua escurra hasta la cuenca, sin necesidad de llevar toda la red a profundidades mayores (Toro, 2018, pág. 29)

Figura 19. Modelo abanico.



Fuente: recuperado de elementos de diseño para acueducto y alcantarillado 2003 pág. 36.

Elementos de la red de alcantarillado pluvial.

La red de alcantarillado además de contar con colectores o tuberías, está conformada por distintas estructuras hidráulicas permite el correcto funcionamiento (Toro, 2018).

Pozos de inspección.

Son estructuras de ladrillo, concreto o PVC que tiene forma cilíndrica y de tronco de cono en su parte superior, con tapa que permite la ventilación, el paso y mantenimiento de los colectores, en donde, los define como, estructura construida que permite la intervención en la tubería, verificación si existen algún material que obstaculice el flujo del agua y a su vez cumple con la función de empalmar las tuberías que llegan al pozo, estos permite el control y empate de la tubería con la saliente de cada pozo, permite el control y manejo de aguas (Toro, 2018).

Cámara de caída.

Estructuras empleas para el centro de las aguas con velocidades mayores a las permisibles en red de alcantarillado se define como la cámara de caída como, estructuras construidas en tramos con pendientes pronunciadas, como objetivo de evitar velocidades mayores a las aceptadas en el diseño, donde hay una diferencia de 0.50 metros entre el tramo de entrada con el tramo de salida de la cámara (Toro, 2018).

Las cámaras de caída son construidas solamente en los tramos con pendientes altas y estas se colocan antes de llegar al pozo de inspección así evita que la tubería se vea afectada por el arrastre de las aguas (Toro, 2018).

Aliviaderos frontales o laterales.

Sistemas utilizados para el depósito del caudal a la red de alcantarillado desde las partes altas, que llevan el caudal por medio de caída libre, depositándolo en la red de

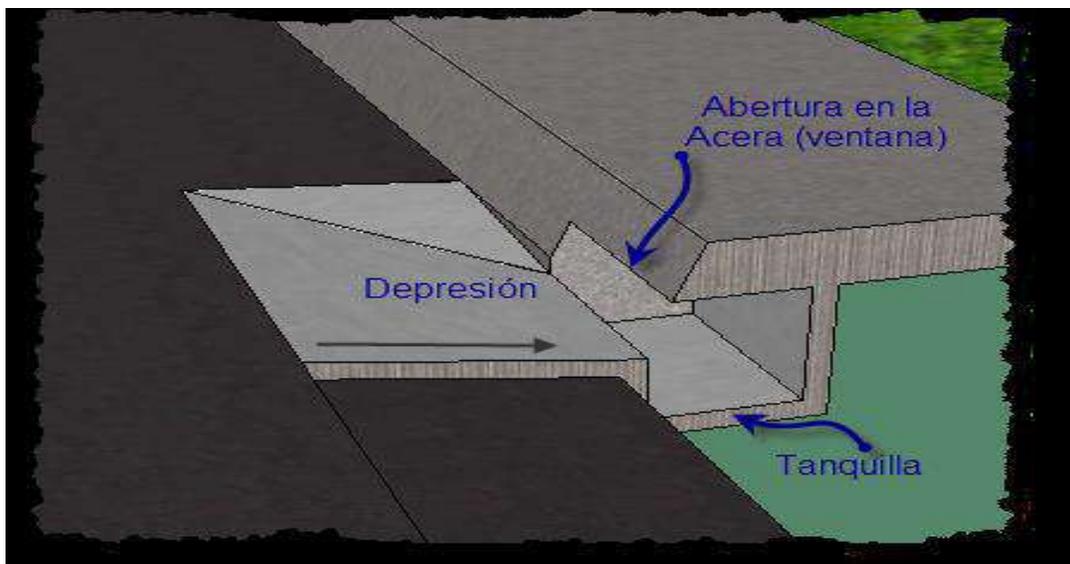
alcantarillado y así proceder la traslación hasta llegar a la zona de descarga (Toro, 2018).

Estas captan las aguas provenientes de la superficie del suelo, llevándolas al sistema de alcantarillado, son ubicados en los costados de cada tramo o calle, estas son de madera frontal, en ocasiones poder se la calle o el tramo es muy extenso se instalan aliviaderos laterales en los andenes (Toro, 2018).

Sumideros.

Se define básicamente a estos elementos como estructuras de concreto u otro material, utilizadas para evacuar el escurrimiento superficial hacia los colectores. Según como se distribuye la captación de agua de lluvias en la zona, se elegirá adecuadamente y por criterio, el tipo de sumidero entre ellos están los sumideros de rejilla laterales, combinados y ranuradas. Cada uno de estos tipos poseerá las características necesarias según sea el caso (Perez A. H., 2017).

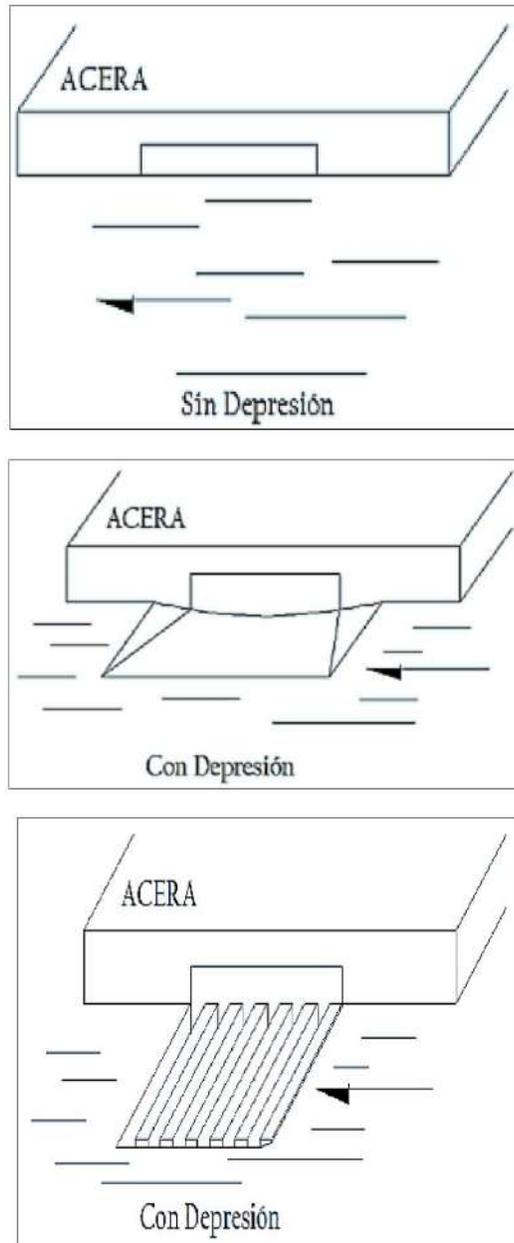
Figura 20. Sumidero.



Fuente: elaboración propia AutoCAD 2015.

Clases de sumideros de acuerdo a sus condiciones hidráulicas para la elección del tipo de sumidero, se dentro ciertos aspectos hidráulicos económicos y de ubicación en consecuencia, se divide en tres tipos.

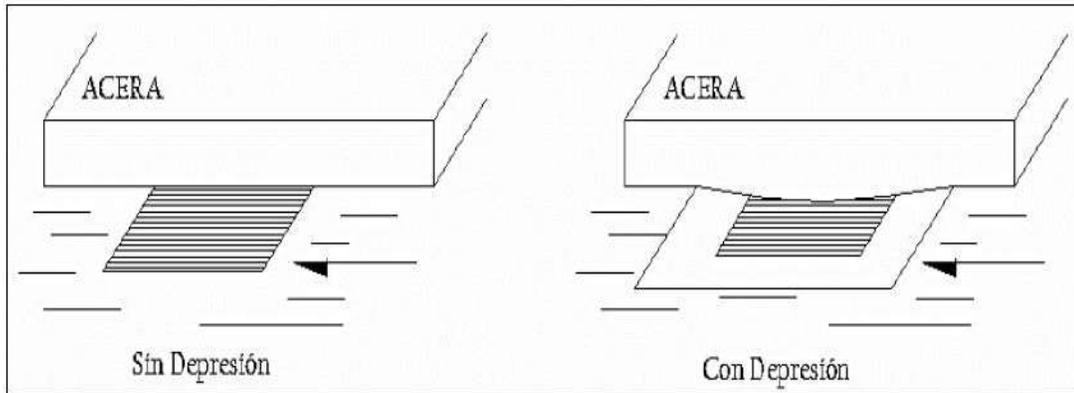
Figura 21. Sumideros laterales en sardinel o solera.



Fuente: El arte de diseño de sumideros en sistemas de alcantarillados en Colombia Oscar Jabier Prada

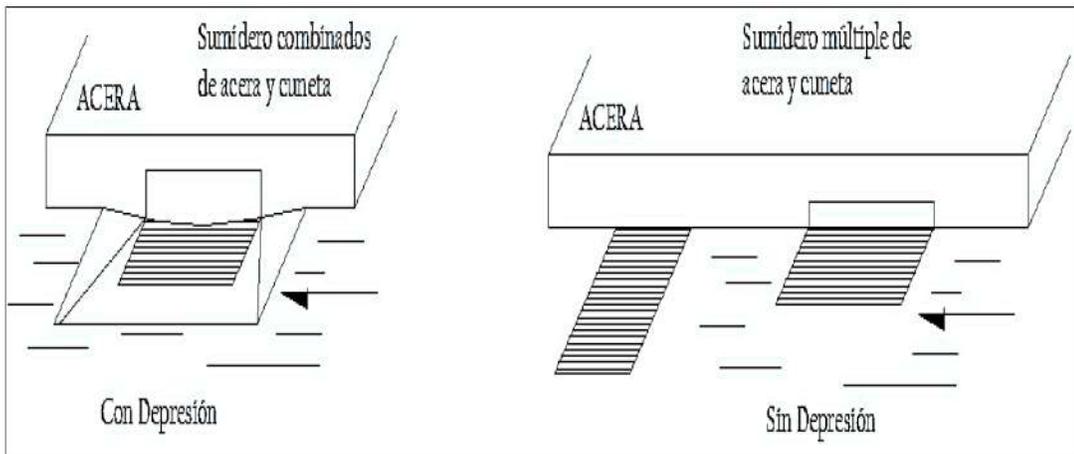
Forero 2016 pág. 168

Figura 22. Sumideros de fondo.



Fuente: El arte de diseño de sumideros en sistemas de alcantarillados en Colombia Oscar Jabier Prada Forero 2016 pág. 169.

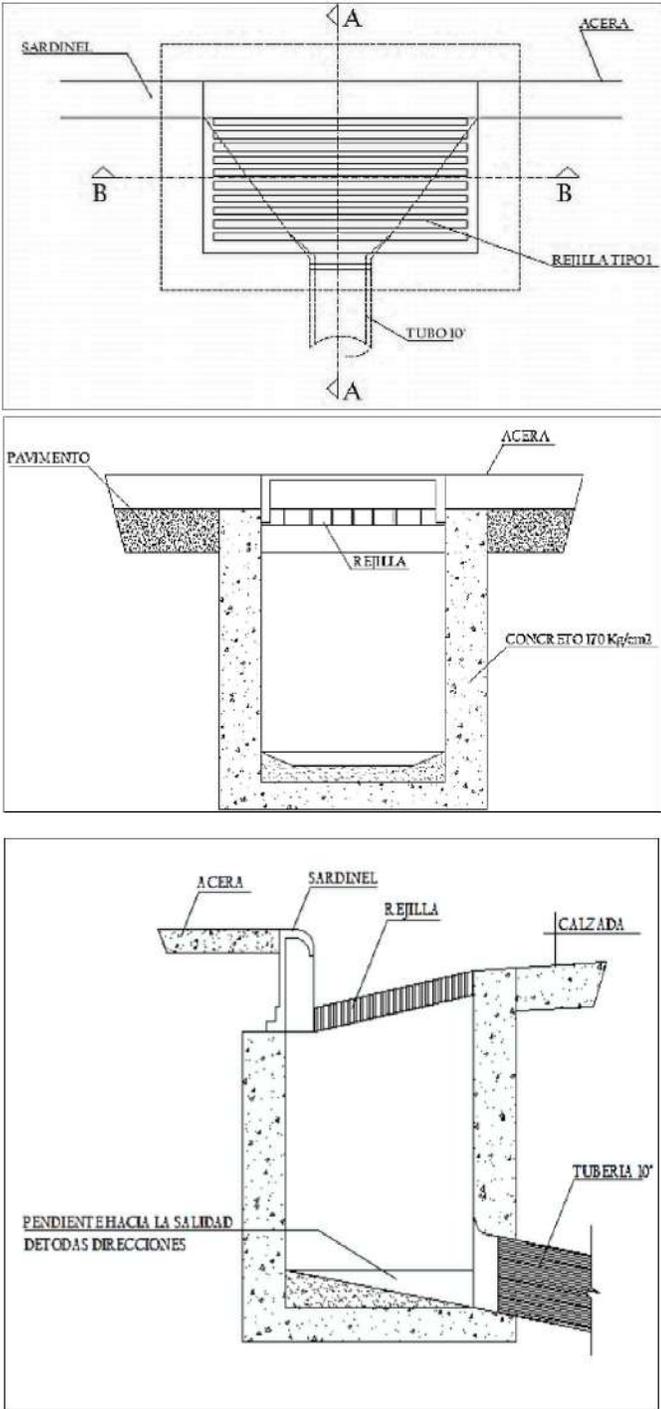
Figura 23. Sumideros mixtos o combinados.



Fuente: El arte de diseño de sumideros en sistemas de alcantarillados en Colombia Oscar Jabier Prada Forero 2016 pág. 169.

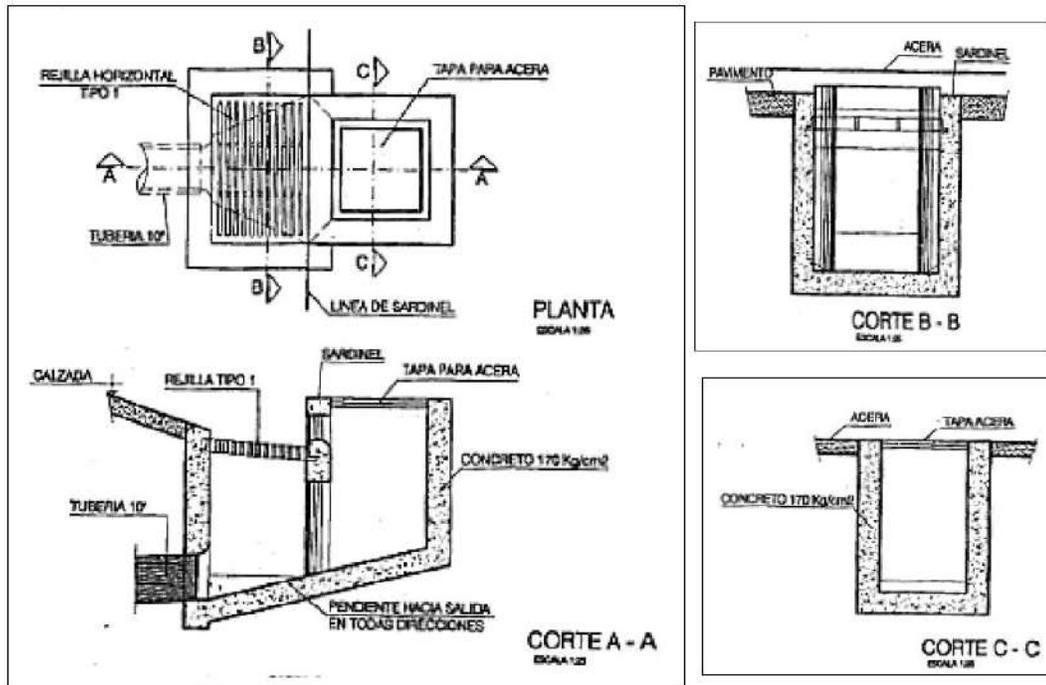
Por otro lado, adicionalmente se puede utilizar los siguientes sumideros, sumideros de rejilla en calzada, se trata básicamente de un encanallamiento perpendicular a la calzada y a todo lo ancho, con cobertura de rejillas presentamos los siguientes (Perez A. H., 2017).

Figura 24. Tipo grande conectado a la cámara.



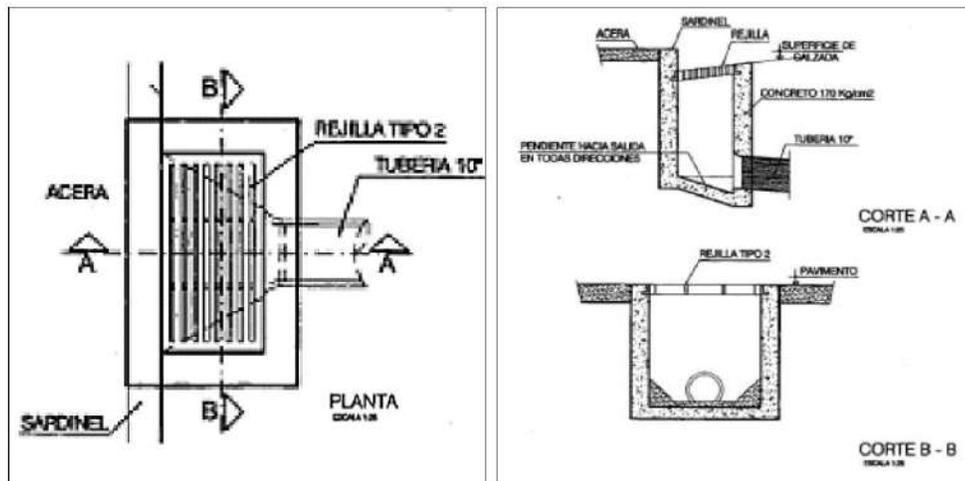
Fuente: El arte de diseño de sumideros en sistemas de alcantarillados en Colombia Oscar Jabier Prada Forero 2016 pág. 170.

Figura 25. Tipo grande conectado a la tubería.



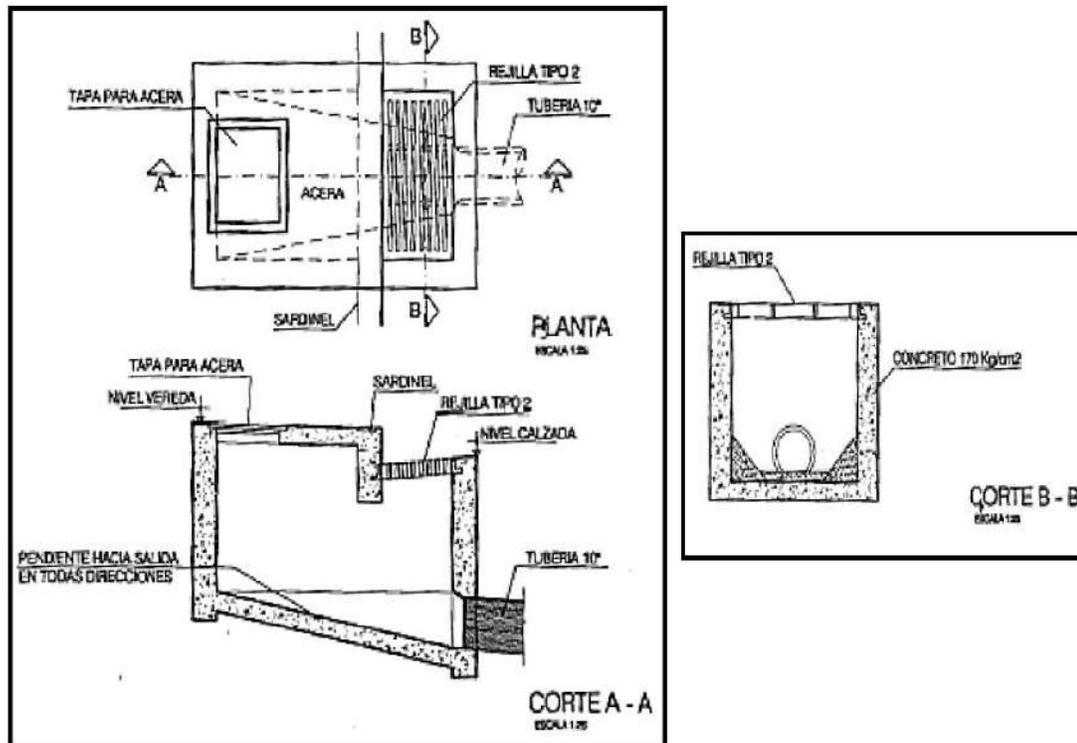
Fuente: El arte de diseño de sumideros en sistemas de alcantarillados en Colombia Oscar Jabier Prada Forero 2016 pág. 171.

Figura 26. Tipo chico conectado a la cámara.



Fuente: El arte de diseño de sumideros en sistemas de alcantarillados en Colombia Oscar Jabier Prada Forero 2016 pág. 172.

Figura 27. Tipo chico conectado a la tubería.



Fuente: El arte de diseño de sumideros en sistemas de alcantarillados en Colombia Oscar Jabier Prada

Forero 2016 pág. 173.

Los sumideros tipo S3 y S4 se utilizarán únicamente en los siguientes casos:

- El sumidero se ubica al centro de las avenidas de doble calzada.
- Se conectan en serie con tipo grande S1 o S2.
- Para evacuar las aguas pluviales provenientes de las calles ciegas y según especificación del proyectista.

Ubicación de los sumideros.

Como se señaló con anterioridad, existen varios tipos de sumideros o coladeras pluviales, de acuerdo a su diseño y ubicación en las calles, se clasifican en coladeras de: piso, banqueta, piso y banqueta, longitudinales de banqueta y transversales de piso (Bucheli, 2011).

La instalación de un tipo de coladera o de una combinación de ellas, depende de la pendiente longitudinal de las calles y del caudal por colectar (Bucheli, 2011).

Las coladeras de banqueta se instalan y la pendiente de la acera es menor del 12%, se tiene pendientes entre 2 y 5% se instalan coladeras de piso y banqueta y para pendientes mayores de 5% se instalan únicamente coladeras de piso. Las coladeras de tipo longitudinal de banqueta y transversales se instalan en las pendientes son mayores de 5% y los caudales por captar son grandes (Bucheli, 2011).

Si las pendientes de las calles son mayores del 3%, entonces es necesario que en las coladeras de piso y de banqueta o de piso solamente, se haga una depresión en la cuneta para obligar al agua a entrar en la coladera. Como estas depresiones son molestas al tránsito se debe procurar hacerlas lo más ligeras posibles (Bucheli, 2011).

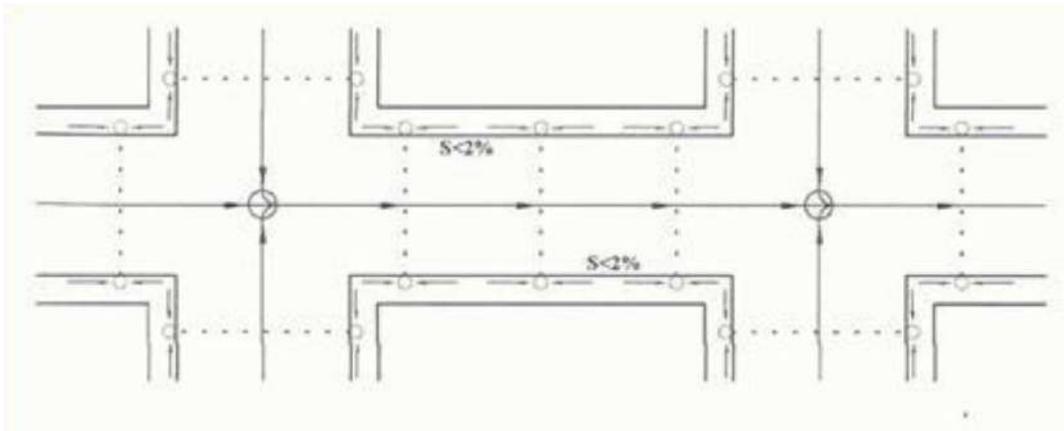
Para ubicar las coladeras se procura que su separación no exceda de 100 mts, depende de la zona de la población de que se trate, en cualquier circunstancia se debe tratar de ponerlas cercanas a las esquinas o en los cruces de las calles (Bucheli, 2011).

Se tienen pavimentos de adoquín o empedrados, donde se tengan velocidades bajas de tránsito, y que además permitan las pendientes de las cunetas con mayor facilidad, se recomienda una separación máxima de 50 mts (Bucheli, 2011).

Es calles con pendiente menor al 2% se instalan coladeras de banqueta como se ilustra en la figura 13 en calles con pendientes mayor al 5% se instalan coladeras de piso ver la figura 14 en calles con pendientes entre 2 y 5% se instalan coladeras de piso y banqueta ver figura 15 (Bucheli, 2011).

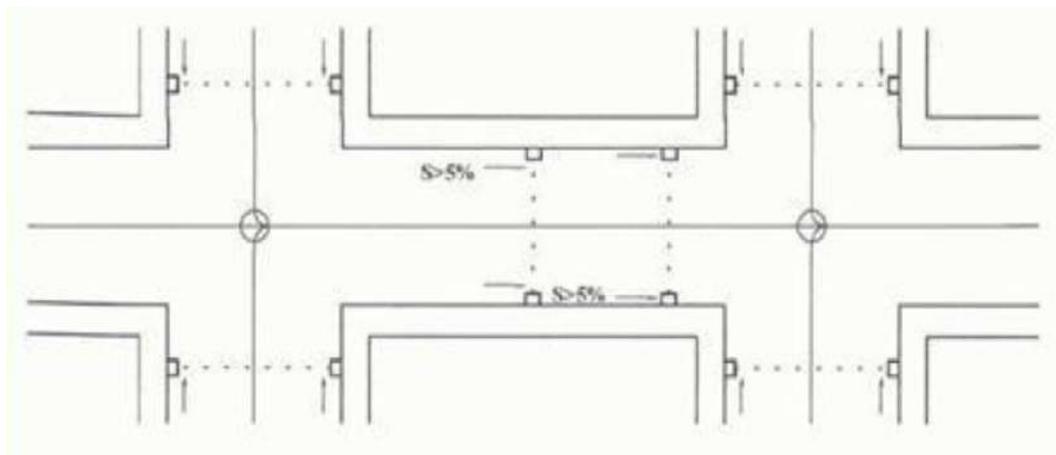
El tipo de coladera longitudinal de banqueta se instala ser el caudal por colector es demasiado grande y se tiene una pendiente mayor al 5% según la figura 16 el tipo de coladera transversal de piso se instala en calles con anchos de 6 mts. Y menores ver figura 17 (Bucheli, 2011).

Figura 28. Ubicación de coladeras de banqueta.



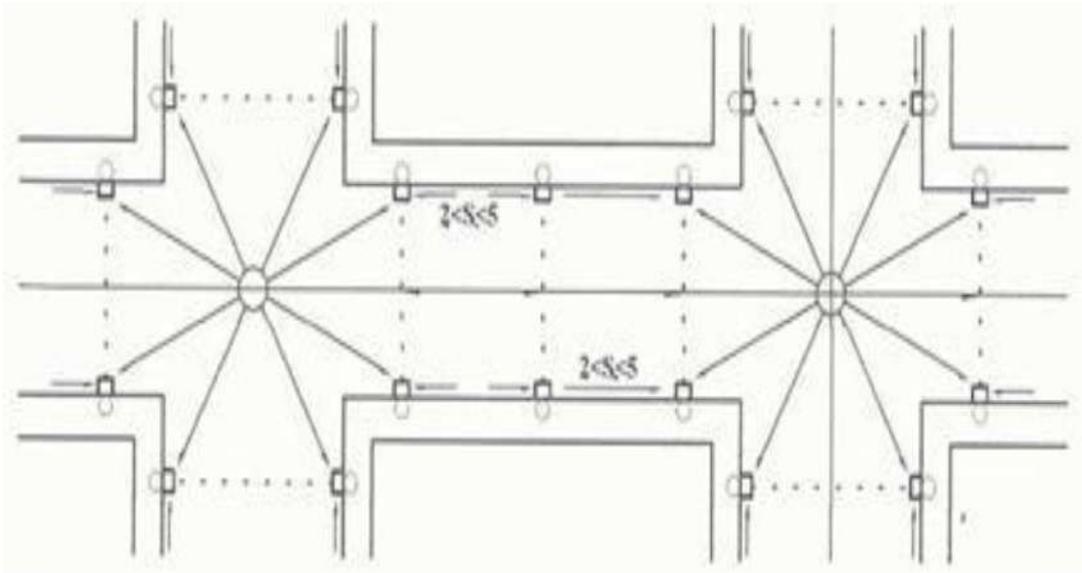
Fuente: El arte de diseño de sumideros en sistemas de alcantarillados en Colombia Oscar Jabier Prada Forero 2016 pág. 180.

Figura 29. Ubicación de coladeras de piso.



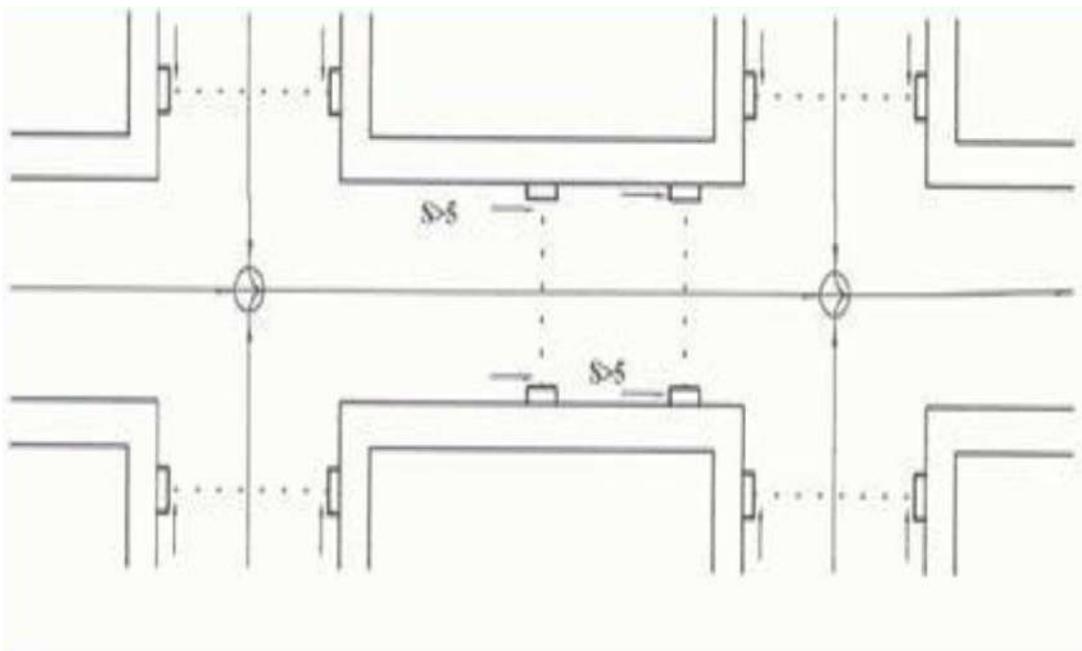
Fuente: El arte de diseño de sumideros en sistemas de alcantarillados en Colombia Oscar Jabier Prada Forero 2016 pág. 180.

Figura 30. Ubicación de coladeras de piso y banquetta.



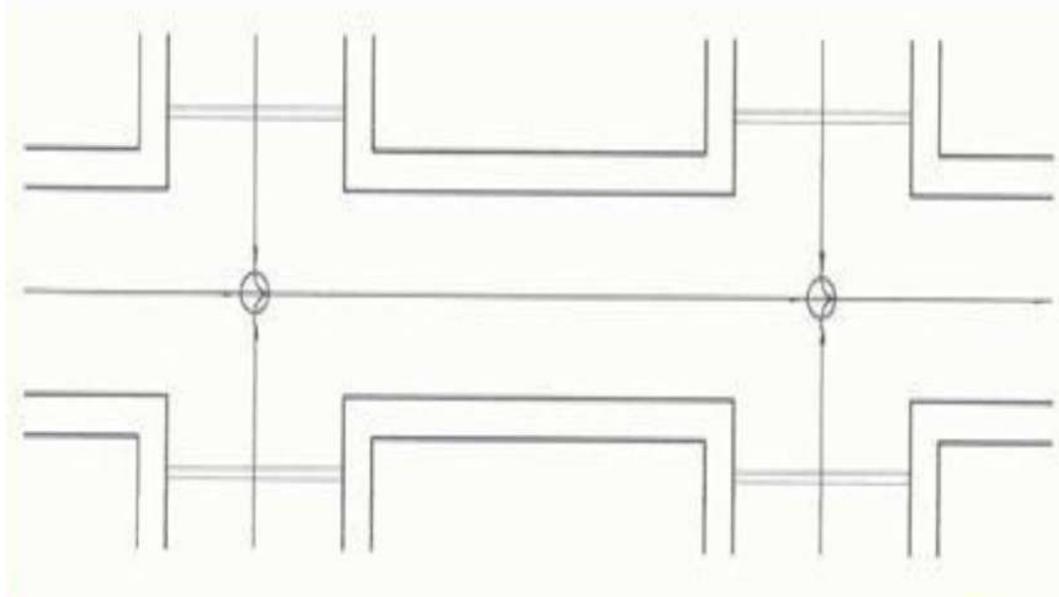
Fuente: El arte de diseño de sumideros en sistemas de alcantarillados en Colombia Oscar Jabier Prada Forero 2016 pág. 181.

Figura 31. Ubicación de coladeras longitudinales de banquetta.



Fuente: El arte de diseño de sumideros en sistemas de alcantarillados en Colombia Oscar Jabier Prada Forero 2016 pág. 181.

Figura 32. Ubicación de coladeras transversales de piso.



Fuente: El arte de diseño de sumideros en sistemas de alcantarillados en Colombia Oscar Jabier Prada Forero 2016 pág. 181.

#### Conexiones domiciliarias.

Hace referencia a las conexiones de las tuberías de las viviendas donde se transportan las aguas para dirigirlas al colector de alcantarillado, permite que una red instalada para transportar las aguas de las viviendas al colector principal del alcantarillado por medio de bajantes y tubería que colecta las aguas del techo y sifones que se implementen en la estructura y un adecuado para la evacuación del agua de las viviendas sin que se desborden y sean generados de inundaciones (Toro, 2018).

#### Fase de servicio técnico- profesional de diseño alcantarillado pluvial.

##### Descripción del proyecto

En la aldea cuenta con sus calles debidamente adoquinadas a excepción de algunos callejones que aún están en proceso de adoquinar. Cuenta con un adecuado sistema

de drenaje sanitario y con drenaje pluvial en una calle principal de la aldea la cual cubre una pequeña parte de la población. Debido al crecimiento poblacional y a la topografía del lugar, se ha incrementado la necesidad de contar con un sistema de drenaje pluvial en la aldea para evitar que el agua se almacene en las calles (Toro, 2018).

Una descripción general del proyecto se presenta en los siguientes incisos.

- El proyecto consiste en diseñar el sistema de alcantarillado pluvial en las calles principales de la aldea.
- La longitud del sistema es de 6.125.19 ml
- El proyecto se diseñará en cuatro tramos o fases de construcción, ya que el financiamiento no será entregado en su totalidad para todo el proyecto.
- Sera de tubería de concreto de diferentes diámetros. Los desfogues se harán sobre el rio y en otros machuelos que atraviesan la aldea.
- Se colocarán tragantes de acera a lo largo de las calles y avenidas para las aguas pluviales en puntos estratégicos.

### Planimetría

El levantamiento planimétrico se hizo para localizar la red dentro de las calles, ubicar los pozos de vista y localizar todos aquellos puntos de importancia entre diferentes

métodos que existen para realizar el levantamiento planimétrico (Amaya, octubre de 2007).

El método utilizado fue el de deflexiones. Tomar como 0°00 la estación anterior y medir ángulos internos. El equipo utilizar fue un teodolito marca Wild T-2, dos plomadas y una cinta métrica con una longitud de 50 metros (Amaya, octubre de 2007).

#### Altimetría

Para el desarrollo del estudio fue necesario determinar las diferentes elevaciones y pendientes del terreno mediante un levantamiento topográfico del perfil del mismo. Con los datos obtenidos se calcularon y trazaron las curvas de nivel (Sandoval, junio de 2012).

El método utilizado fue una nivelación compuesta. El equipo utilizado fue un nivel de presión marca Wild y una estadía de 3 metros. Los resultados tanto de la planimetría como de la altimetría se presentan en los planos topográficos en el anexo (Sandoval, junio de 2012).

#### Diseño del sistema

Descripción del sistema a utilizar; Para el diseño del sistema de alcantarillado pluvial, se tomaron en cuenta varios aspectos como la intensidad de lluvia, el área tributaria que llegaría a cada una de las tuberías y se aprovecharon las pendientes del terreno con las que cuenta el municipio actualmente, entre otros (Sandoval, junio de 2012).

Debido a que el diseño era toda la cabecera municipal, se dividió la construcción del sistema de alcantarillado pluvial en cuatro fases, dichas fases se encuentran especificadas en los planos de construcción (Sandoval, junio de 2012).

Se utilizó tubería de concreto, la cual deberá poseer una estructura homogénea de igual espesor en toda su longitud, impermeable, con una superficie interior lisa, libre de grietas o fracturas parciales, para las juntas de cada tubería será utilizada sabieta, con un espesor de 0.02 mts y un ancho de 0.10 mts. En la unión de los tubos (Sandoval, junio de 2012).

Dentro de los planos también se especifican el diámetro de tubería a utilizar en cada tramo, la profundidad de la misma, así como la profundidad de los pozos de visita (Amaya, octubre de 2007, pág. 55).

Periodo de diseño.

El periodo de diseño de un sistema de alcantarillado es el tiempo durante el cual este dará un servicio con una eficiencia aceptable. El periodo varía de acuerdo con el crecimiento de la población, capacidad de la administración, operación y mantenimiento (Sandoval, junio de 2012).

Criterios de instituciones como el del INFOM, EMPAGUA y el fondo de las naciones unidas para la infancia (UNICEF), recomiendan que las alcantarillas se diseñen para un periodo de 15 a 40 años (Sandoval, junio de 2012).

El sistema de alcantarillado fue proyectado para que tuviera un funcionamiento adecuado durante un periodo de 20 años. Debido a que la construcción empezará el

otro año, para los cálculos se utilizaron 21 años, es decir, para una probabilidad de ocurrencia de uno en 20 años (Amaya, octubre de 2007).

#### Características del subsuelo

El subsuelo de la cabecera municipal es de un material común, constituido por arena con grava de color gris, ya que es de origen volcánico, no es roca y puede excavar a mano o por medios mecanizados. Esto hace que no sea difícil la excavación del mismo para la construcción de los pozos y la colocación tubería, influencia también en el reglón de excavación por el pago de la mano de obra (Amaya, octubre de 2007).

#### Determinación del coeficiente de escorrentía

Debido a que llueve, un porcentaje del agua se evapora, infiltra o es absorbido por áreas jardineadas, el coeficiente de escorrentía que se toma en consideración para los cálculos hidráulicos es un porcentaje del agua total llovida. (Sandoval, junio de 2012).

El valor de este coeficiente depende del tipo de superficie que se esté analizar. Mientras más impermeable sea la superficie, mayor será el valor del coeficiente de escorrentía (Sandoval, junio de 2012).

La siguiente tabla muestra algunos valores de escorrentía depende de la superficie que sea analizada (Sandoval, junio de 2012):

Tabla 4. Valores para coeficiente de escorrentía

SUPERFICIE	C	ADOPTADA
Techos	0.70 a 0.95	0.70
Pavimentos de concreto y asfalto	0.85 a 0.90	
Pavimentos de piedra, ladrillo o madera en buenas condiciones	0.75 a 0.85	0.75
Pavimentos de piedra, ladrillo o madera en malas condiciones	0.60 a 0.70	
Calles macademizadas	0.25 a 0.60	
Calles y banquetas de arena	0.15 a 0.30	
Calles sin pavimento, lotes desocupados, etc.	0.10 a 0.30	
Parques, canchas jardines, prados, etc.	0.05 a 0.25	0.05
Bosques y tierra cultivada	0.01 a 0.20	

Fuente: Departamento de Acueductos y Alcantarillados, Dirección General de obras Públicas, tabla No, 1 pág. 15.

El cálculo del coeficiente de escorrentía promedio se realizará de la siguiente manera:

$$C = \frac{\sum(c \cdot a)}{\sum a}$$

c = Coeficiente de escorrentía de cada una de las áreas parciales

a = Areas parciales (en hectáreas)

C = Coeficiente de escorrentia promedio

Cálculo de las áreas con adoquín 4.209 Hectáreas

Cálculo de las áreas techadas 11.98 Hectáreas

Cálculo de las áreas con patios, lotes y jardines	13.76 Hectáreas
Total, áreas acumuladas	29.95 Hectárea

Con estos datos se puede obtener el coeficiente de escorrentía promedio como se muestra a continuación:

$$C = \frac{\sum(c \cdot a)}{\sum a}$$

$$C = \frac{\sum((0.75 \cdot 4.209) + (0.70 \cdot 11.98) + (0.05 \cdot 13.76))}{\sum 29.95}$$

#### Determinación de lugares de descarga

Como lugares de descarga se buscaron puntos donde los desfogues fueran en ríos. El río Gualacate bordea el municipio, por lo que se utilizaron dos puntos de desfogue que llegan directamente al río (Amaya, octubre de 2007).

También se consideraron riachuelos que atraviesan el municipio, que desembocan al río Gualacate, estos están en tres diferentes puntos del municipio. De los desfogues que salen a los riachuelos, uno tiene una desembocadura hacia una caja de concreto existente, los otros dos salen a puentes de pequeñas dimensiones (Amaya, octubre de 2007).

Para disminuir la energía con la que el agua pluvial caerá en el río y los riachuelos, se diseñaron disipadores de energía, para evitar que esta pueda socavar las bases de los puentes y así mismo evitar que pueda causar cualquier otro tipo de daño. Estos están específicos en los planos de construcción (Amaya, octubre de 2007).

#### Determinación de áreas tributarias

Cada tubería deberá transportar cierta cantidad de agua. Para determinar este valor, del plano general se tomaron las cotas del terreno a manera de ver la dirección que toma el agua de lluvia al caer. Luego se hizo un cálculo de las áreas que cada tubería debía de recolectar, estas son las áreas tributarias. Al inicio de un tramo, del primer pozo al segundo, no se toma en cuenta ningún área tributaria. A partir del segundo tramo, se toma en consideración su área tributaria más las áreas tributarias de los tramos anteriores (Amaya, octubre de 2007).

#### Intensidad de lluvia

El espesor de la lámina de agua caída por unidad de tiempo es llamado intensidad de lluvia, suponen que el agua permanece en el sitio donde cayó. La intensidad de lluvia es medida en mm/ hora (Amaya, octubre de 2007).

Para el cálculo de la intensidad de lluvia, es necesario conocer primero algunos términos:

#### Tiempo de concentración

Es el tiempo que emplea el agua superficial para descender desde el punto más remoto de la cuenca hasta la sección de estudio. En tramos iniciales, el tiempo de concentración se estimará en 12 minutos.

En tramos consecutivos, el tiempo de concentración se estimará por la fórmula siguiente:

$$t_n = t_{n-1} + \frac{L}{(60)(v_{n-1})}$$

En donde:

$t_n$ = Tiempo de concentración hasta el tramo considerado (min.)

$t_{n-1}$ = Tiempo de concentración hasta el tramo anterior (min.)

L= Longitud del tramo anterior (mts.)

$v_{n-1}$  = Velocidad a sección llena en el tramo anterior (mts/seg.)

En un punto sean concurrentes dos o más ramales,  $t_{n-1}$  se tomará igual al del ramal que tenga el mayor tiempo de concentración.

Una vez que se tuvo el tiempo de concentración de cada tramo, para calcular la intensidad de lluvia, se basó en la siguiente debido a que no había ninguna estación cercana:

Tabla 5. Intensidad de lluvia

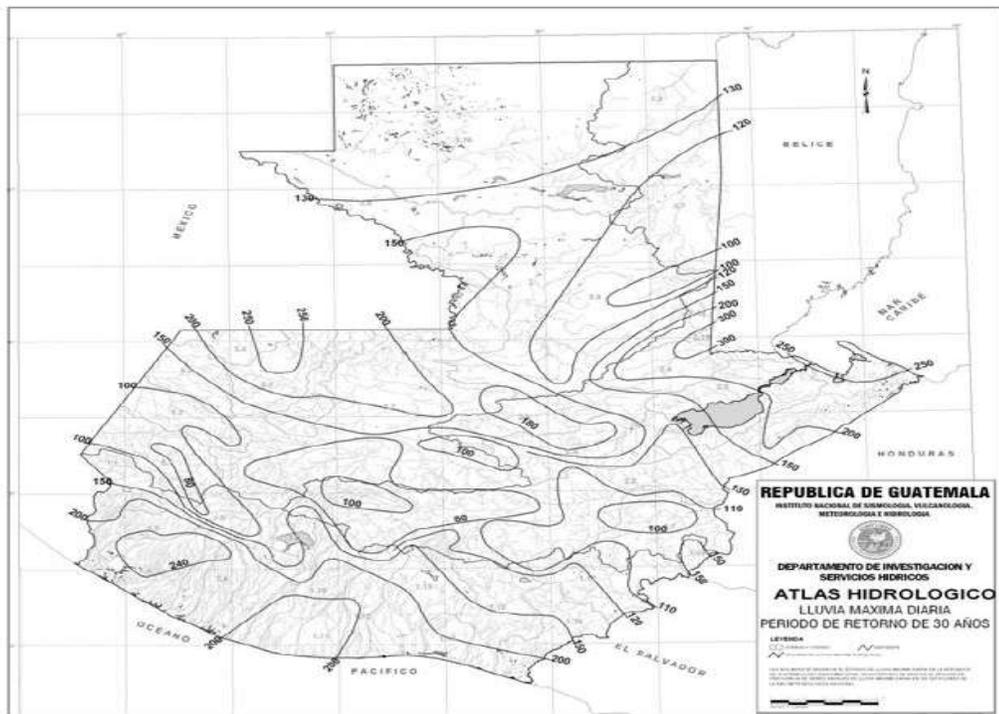
	2 años	5 años	10 años	20 años
Ciudad de Guatemala	$\frac{2338}{t+18}$	$\frac{3706}{t+22}$	$\frac{4204}{t+23}$	$\frac{4604}{t+24}$
Bananera, Izabal	$\frac{5771.50}{t+48.98}$	$\frac{7103.95}{t+53.80}$	$\frac{7961.65}{t+56.63}$	$\frac{8667.77}{t+58.43}$
Labor Ovalle, Quetzaltenango	$\frac{977.7}{t+3.80}$	$\frac{1128.5}{t+3.24}$	$\frac{1323.5}{t+3.48}$	
El Pito Chicolá, Suchitepéquez	$\frac{11033.6}{t+101.10}$	$\frac{11618.7}{t+92.19}$	$\frac{13455.2}{t+104.14}$	
La Fragua, Zacapa	$\frac{3700.5}{t+50.69}$	$\frac{3990.5}{t+41.75}$	$\frac{4049.0}{t+37.14}$	

Fuente: Departamento de Acueductos y Alcantarillados, Dirección General de obras públicas, tabla No.2

Por la cercanía a la ciudad de Guatemala, se tomó como dato  $\frac{4604}{t+24}$  que se utiliza para cálculo de la cantidad de lluvia con una probabilidad de ocurrencia de 1 en 20 años (Amaya, octubre de 2007).

Para el cálculo de la pendiente, no existen rangos de pendiente mínima o máxima. Se toma como pendiente de la tubería, la pendiente del terreno, si con esta pendiente no verifican las velocidades y tirante, se debe incrementar o reducir la misma. En este caso, la mayoría de los casos fueron calculados con las pendientes del terreno, ya que la topografía y la ubicación de los desfogues así lo permitan.

Figura 33. Lluvia máxima diaria, periodo de retorno 30 años.



Fuente: Atlas hidrológico 2002, Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) pág. 5

## Diámetro de tubería

Para el alcantarillado pluvial con tubería de concreto, el diámetro mínimo es de 10". Esto es en los tramos de inicio e inclusive en algunos tramos en donde el área tributaria acumulada no tiene gran valor. Los diámetros comerciales en tubería de concreto son de 10", 12", 16", 18", 20", 24", 30", 36" Y 42", y a partir de 24", existen las tuberías reforzadas o de alta resistencia. Se utilizaron diámetros de 10", 12", 16", 18", 20", 24" y 30 en este diseño (Amaya, octubre de 2007).

Para determinar el ancho de zanjas, depende de su profundidad y del diámetro de la tubería a instalar. Para esto, se utilizó la siguiente tabla:

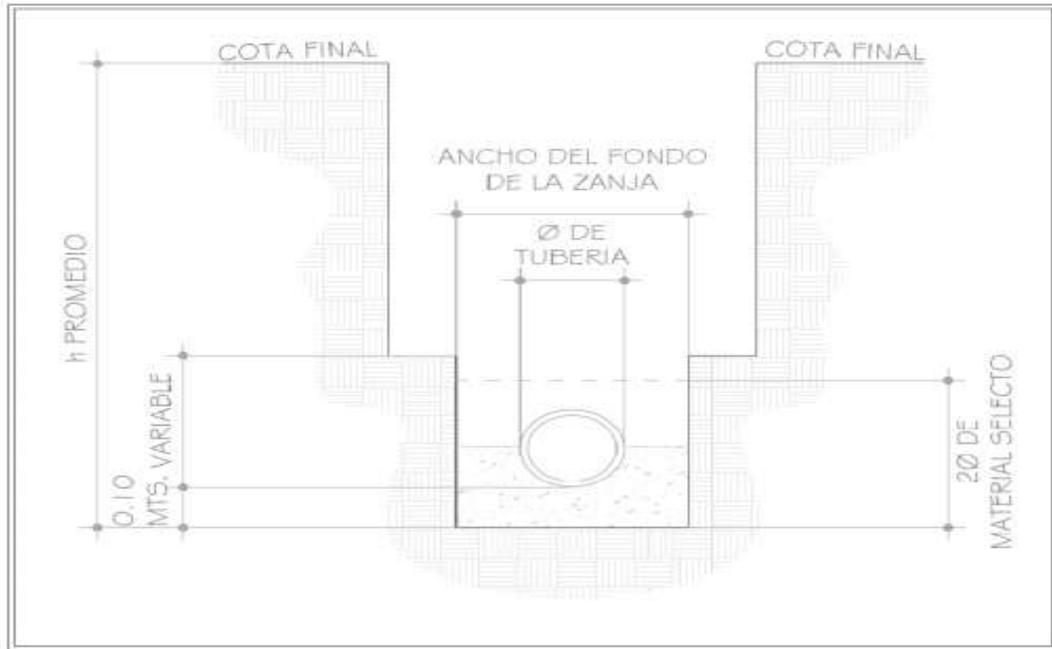
Tabla 6. Ancho libre de zanja depende de la profundidad y diámetro de la tubería.

Diámetro Nominal Pulgadas	Profundidad (m)										
	Hasta 1,30 m	De 1,31 a 1,85m	De 1,86 a 2,35 m	De 2,36 a 2,85 m	De 2,86 a 3,35 m	De 3,36 a 3,85 m	De 3,86 a 4,35 m	De 4,36 a 4,85 m	De 4,86 a 5,35 m	De 5,36 a 5,85 m	De 5,86 a 6,35 m
6	0,60	0,60	0,65	0,65	0,70	0,70	0,75	0,75	0,75	0,80	0,80
8	0,60	0,60	0,65	0,65	0,70	0,70	0,75	0,75	0,75	0,80	0,80
10		0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,75	0,75	0,75	0,80	0,80
12		0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,80	0,80
16		0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
18		1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
20		1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
24		1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
30		1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
36			1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
42				1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
48					2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
60					2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45
72						2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
84							3,20	3,20	3,20	3,20	3,20

Fuente: instituto de fomento municipal, especificaciones generales y técnicas para construcción, tabla

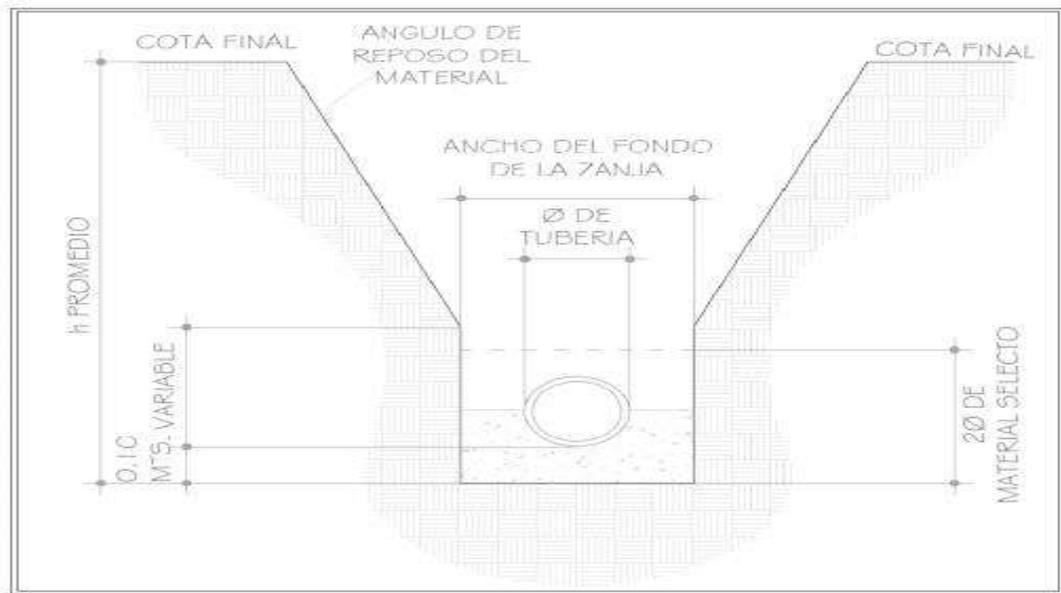
XVI-3

Figura 34. Detalle de zanja.



Fuente: TUBOVINIL, S.A. Norma ASTM 3034, Tubería PVC para alcantarillado sanitario pág. 9

Figura 35. Detalle de zanja.



Fuente: TUBOVINIL, S.A. Norma ASTM 3034, Tubería PVC para alcantarillado sanitario pág. 9  
Velocidades y caudales a sección llena

Para calcular el caudal de diseño se utilizan dos métodos, el empírico y el racional. Por la naturaleza del proyecto se utilizará el racional, el cual asume que el caudal máximo para un punto dado se alcanza y el área tributaria está contribuye con su escorrentía, durante un periodo de precipitación máxima, debe prolongarse durante un periodo igual o mayor que el que necesita la gota de agua más lejana para llegar hasta el punto considerado (Amaya, octubre de 2007).

Para el cálculo del causal, velocidad, diámetro y pendiente se utilizó la fórmula de Manning transformada al sistema métrico para secciones circulares (Amaya, octubre de 2007):

$$V = \frac{0.03429}{n} (D^{2/3})(S^{1/2})$$

En donde:

V= Velocidad del flujo a seccion llena (m/seg.)

D= Diametro de la seccion circular (pulgadas)

S = Pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

Para tuberías de diámetro igual o menores a 24", n =0.015

Para tuberías de diámetro mayores a 24", n = 0.013

Cada tramo se calculará con el caudal que tenga en sus extremos más bajos, trabajándose, si es necesario, contra pendiente (Amaya, octubre de 2007, pág. 45).

La velocidad mínima con la que puede circular el flujo es 0.60 m/seg. Y la velocidad máxima es de 3.00 m/seg (Amaya, octubre de 2007).

Para determinar el caudal pluvial se utilizó el Método Racional, cuya fórmula se muestra a continuación (Amaya, octubre de 2007):

$$Q = \left( \frac{CLA}{3600} \right) (1,000)$$

En donde:

Q= Caudal en lts/ seg.

C= Coeficiente de escorrentía

I= Intensidad de lluvia en mm/hora

A= Área tributaria en hectáreas

Revisión de relaciones

El caudal de diseño debe ser menor que el caudal a sección llena, la relación del tirante a sección parcial con el tirante a sección llena  $d/D$  debe ser menor o igual a 0.90 y mayor que 0.10 (Sandoval, junio de 2012).

Cotas Invert

La cota Invert es la altura a la que se encuentra la tubería, medida hasta la parte inferior e interior de la misma. Se calculó la cota del terreno inicial y restándole la profundidad inicial de la tubería, de igual manera para la cota del terreno final con la profundidad final de la tubería. (Sandoval, junio de 2012)

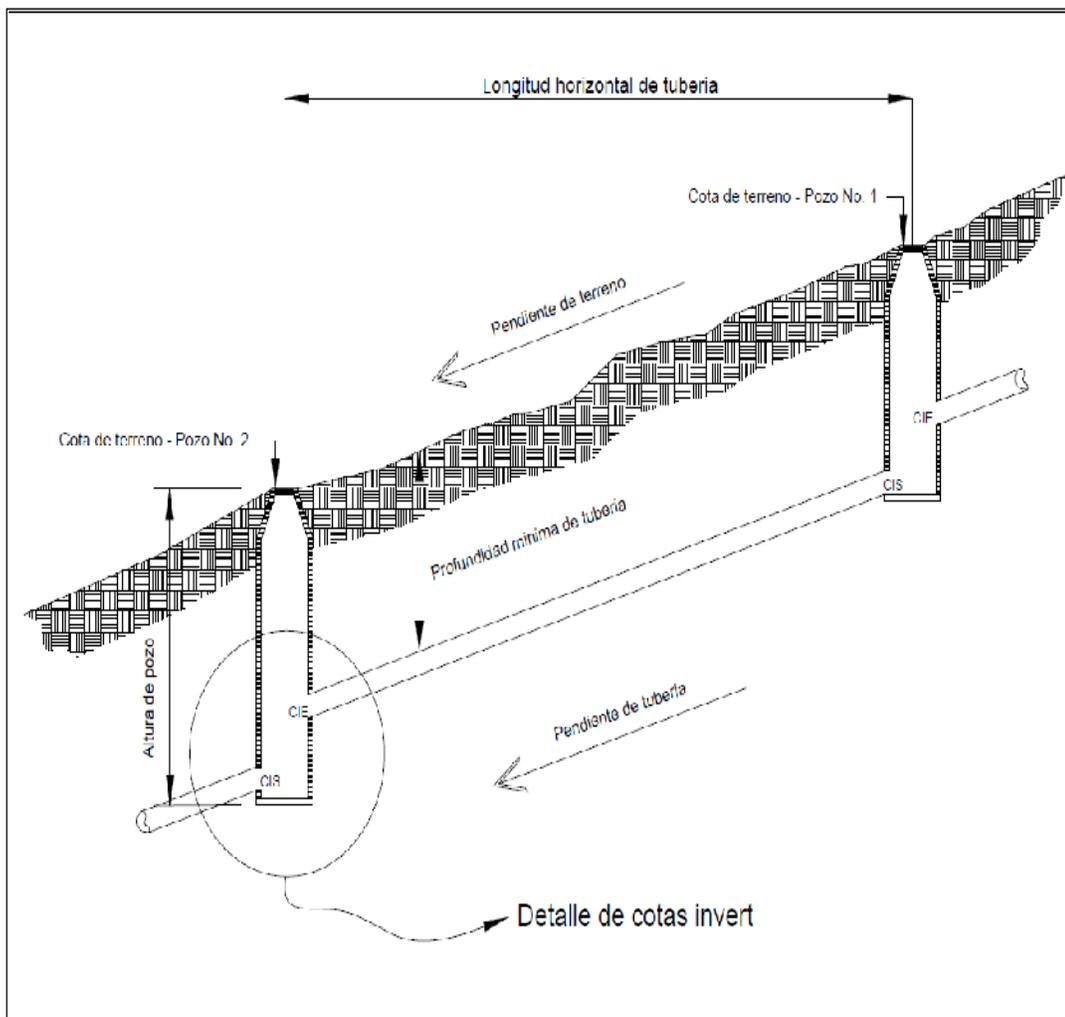
Para evitar rupturas en la tubería se deben tener profundidades mínimas, depende del tipo de tránsito que se tenga del diámetro de la tubería que se utilizara, para esto se utilizó la siguiente tabla (Sandoval, junio de 2012):

Tabla 7. Profundidades mínimas de cotas invert

Diámetro	8"	10"	12"	16"	18"	20"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
Tránsito Normal	1.22	1.28	1.33	1.41	1.50	1.58	1.66	1.84	1.99	2.14	2.25	2.55
Tránsito Pesado	1.42	1.48	1.53	1.51	1.70	1.78	1.86	2.04	2.19	2.34	2.45	2.75

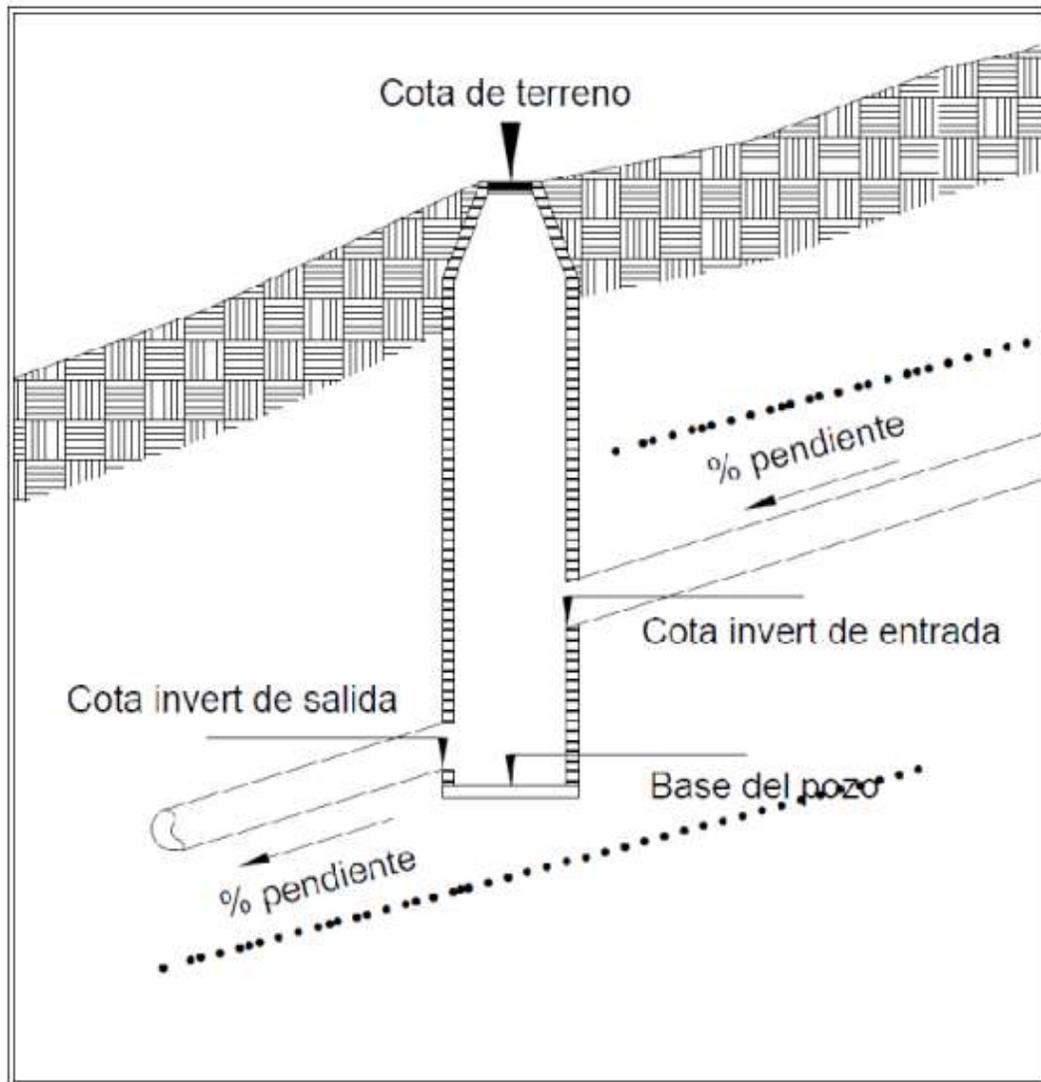
Fuente: Instituto de Fomento Municipal, Especificaciones Generales y Técnicas para construcción, Tabla XVI-3

Figura 36. Esquematzación de cotas invert entre dos pozos de visita.



Fuente: elaboración propia.

Figura 37. Detalle de cotas invert de entrada y salida de un pozo de visita.



Fuente: elaboración propia.

#### Ejemplo de diseño de un tramo

Para empezar el diseño de un tramo, es necesario identificar de que pozo a que pozo se empezara a calcular. De la topografía realizada se obtuvieron las cotas del terreno, cota inicial y final, así como la longitud entre pozos. Con estos datos, se obtuvo la pendiente de la siguiente manera (Amaya, octubre de 2007):

$$\text{Pendiente} = \frac{\text{Cota del terreno inicial} - \text{cota del terreno final}}{\text{Longitud del tramo}}$$

Si el caudal pluvial se determina el área tributaria que llegara al tramo, de no ser el primer tramo, se calculara al área tributaria acumulada. Se toma un tiempo de concentración equivalente a 12 minutos si es el primer tramo, en el resto de los tramos, se calculará de la manera que se muestra anteriormente (Sandoval, junio de 2012).

El cálculo del coeficiente de escorrentía se realiza de la manera explicada anteriormente, y con estos datos se puede calcular la intensidad de lluvia, para finalmente calcular el caudal total acumulado en Its/seg (Sandoval, junio de 2012).

Para la pendiente de la tubería, se utiliza primero la misma pendiente del terreno. Se propone un diámetro en pulgadas y si este diámetro se toma una rugosidad, que depende del diámetro de la tubería. Con la fórmula de Manning se calcula la velocidad a sección parcialmente llena y para el caudal a sección llena se utiliza la siguiente fórmula (Sandoval, junio de 2012):

$$Q = VA$$

Tener el caudal de diseño (q) y el caudal a sección llena (Q), se verifican las relaciones hidráulicas tener el valor de q/Q, se busca en la tabla de relaciones que se muestra a continuación, a manera de obtener d/D que debe ser menor o igual a 0.90, y v/V para poder despejar v y obtener la velocidad a sección parcial de la tubería (Sandoval, junio de 2012).

Tabla 8. Relaciones hidráulicas sección circular

<b>d/D</b>	<b>A/A</b>	<b>v/V</b>	<b>q/Q</b>	<b>d/D</b>	<b>a/A</b>	<b>v/V</b>	<b>q/Q</b>
0.0100	0.0017	0.088	0.00015	0.1025	0.05396	0.408	0.02202
0.0125	0.0237	0.103	0.00024	0.1050	0.05584	0.414	0.02312
0.0150	0.0031	0.116	0.00036	0.1075	0.05783	0.420	0.02429
0.0175	0.0039	0.129	0.00050	0.1100	0.05986	0.426	0.02550
0.0200	0.0048	0.141	0.00067	0.1125	0.06186	0.432	0.02672
0.0225	0.0057	0.152	0.00087	0.1150	0.06388	0.439	0.02804
0.0250	0.0067	0.163	0.00108	0.1175	0.06591	0.444	0.02926
0.0275	0.0077	0.174	0.00134	0.1200	0.06797	0.450	0.03059
0.0300	0.0087	0.184	0.00161	0.1225	0.07005	0.456	0.03194
0.0325	0.0099	0.194	0.00191	0.1250	0.07214	0.463	0.03340
0.0350	0.0110	0.203	0.00223	0.1275	0.07426	0.468	0.03475
0.0375	0.0122	0.212	0.00258	0.1300	0.07640	0.473	0.03614
0.0400	0.0134	0.221	0.00223	0.1325	0.07855	0.479	0.03763
0.0425	0.0147	0.230	0.00338	0.1350	0.08071	0.484	0.03906
0.0450	0.0160	0.239	0.00382	0.1375	0.08289	0.490	0.04062
0.0475	0.0173	0.248	0.00430	0.1400	0.08509	0.495	0.04212
0.0500	0.0187	0.256	0.00479	0.1425	0.08732	0.501	0.04375
0.0525	0.0201	0.264	0.00531	0.1450	0.08954	0.507	0.04570
0.0550	0.0215	0.273	0.00588	0.1475	0.09129	0.511	0.04665
0.0575	0.0230	0.271	0.00646	0.1500	0.09406	0.517	0.04863
0.0600	0.0245	0.289	0.00708	0.1525	0.09638	0.522	0.05031
0.0625	0.0260	0.297	0.00773	0.1550	0.09864	0.528	0.05208
0.0650	0.0276	0.305	0.00841	0.1575	0.10095	0.533	0.05381
0.0675	0.0292	0.312	0.00910	0.1600	0.10328	0.538	0.05556
0.0700	0.0308	0.320	0.00985	0.1650	0.10796	0.548	0.05916
0.0725	0.0323	0.327	0.01057	0.1700	0.11356	0.560	0.06359
0.0750	0.0341	0.334	0.01138	0.1750	0.11754	0.568	0.06677
0.0775	0.0358	0.341	0.01219	0.1800	0.12241	0.577	0.07063

Fuente: Instituto de Fomento Municipal, Especificaciones Generales y Técnicas para construcción, pág. 45.

Continuación tabla relaciones hidráulicas sección circular

d/D	A/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0800	0.0375	0.348	0.01304	0.1850	0.12733	0.587	0.07474
0.0825	0.0392	0.355	0.01392	0.1900	0.13229	0.696	0.07885
0.0850	0.0410	0.361	0.01479	0.1950	0.13725	0.605	0.08304
0.0875	0.0428	0.368	0.01574	0.2000	0.14238	0.615	0.08756
0.0900	0.0446	0.375	0.01672	0.2050	0.14750	0.624	0.09104
0.0925	0.0464	0.381	0.01792	0.2100	0.15266	0.633	0.09663
0.2200	0.1631	0.651	0.10619	0.5900	0.6140	1.07	0.65488
0.2250	0.1684	0.659	0.11098	0.6000	0.6265	1.07	0.64157
0.2200	0.1631	0.651	0.10619	0.5900	0.6140	1.07	0.65488
0.2300	0.1436	0.669	0.11611	0.6100	0.6389	1.08	0.68876
0.2350	0.1791	0.676	0.12109	0.6200	0.6513	1.08	0.70537
0.2400	0.1846	0.684	0.12623	0.6300	0.6636	1.09	0.72269
0.2450	0.1900	0.692	0.13148	0.6400	0.6759	1.09	0.73947
0.2500	0.1955	0.702	0.13726	0.6500	0.6877	1.10	0.75510
0.2600	0.2086	0.716	0.14793	0.6600	0.7005	1.10	0.77339
0.2700	0.2178	0.730	0.15902	0.6700	0.7122	1.11	0.78913
0.3000	0.2523	0.776	0.19580	0.7000	0.7477	1.12	0.85376
0.3100	0.2640	0.790	0.20858	0.7100	0.7596	1.12	0.86791
0.3200	0.2459	0.804	0.22180	0.7200	0.7708	1.13	0.88384
0.3300	0.2879	0.817	0.23516	0.7300	0.7822	1.13	0.89734
0.3400	0.2998	0.830	0.24882	0.7400	0.7934	1.13	0.91230
0.3500	0.3123	0.843	0.26327	0.7500	0.8045	1.13	0.92634
0.3600	0.3241	0.856	0.27744	0.7600	0.8154	1.14	0.93942
0.3700	0.3364	0.868	0.29197	0.7700	0.5262	1.14	0.95321
0.3800	0.3483	0.879	0.30649	0.7800	0.8369	1.39	0.97015
0.3900	0.3611	0.891	0.32172	0.7900	0.8510	1.14	0.98906
0.4000	0.3435	0.902	0.33693	0.8000	0.8676	1.14	1.00045
0.4100	0.3860	0.913	0.35246	0.8100	0.8778	1.14	1.00045

Fuente: Instituto de Fomento Municipal, Especificaciones Generales y Técnicas para construcción, pág. 46.

Continuación tabla relaciones hidráulicas sección circular.

d/D	A/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.4200	0.3986	0.921	0.36709	0.8200	0.8776	1.14	1.00965
0.4400	0.4238	0.943	0.39963	0.8400	0.8967	1.14	1.03100
0.4500	0.4365	0.955	0.41681	0.8500	0.9059	1.14	1.04740
0.4600	0.4491	0.964	0.43296	0.8600	0.9149	1.14	1.04740
0.4800	0.4745	0.983	0.46647	0.8800	0.9320	1.13	1.06030
0.4900	0.4874	0.991	0.48303	0.8900	0.9401	1.13	1.06550
0.5000	0.5000	1.000	0.50000	0.9000	0.9480	1.12	1.07010
0.5100	0.5126	1.009	0.51719	0.9100	0.9554	1.12	1.07420
0.5200	0.5255	1.016	0.53870	0.9200	0.9625	1.12	1.07490
0.5300	0.5382	1.023	0.55060	0.9300	0.9692	1.11	1.07410
0.5400	0.5509	1.029	0.56685	0.9400	0.9755	1.10	1.07935
0.5500	0.5636	1.033	0.58215	0.9500	0.9813	1.09	1.07140

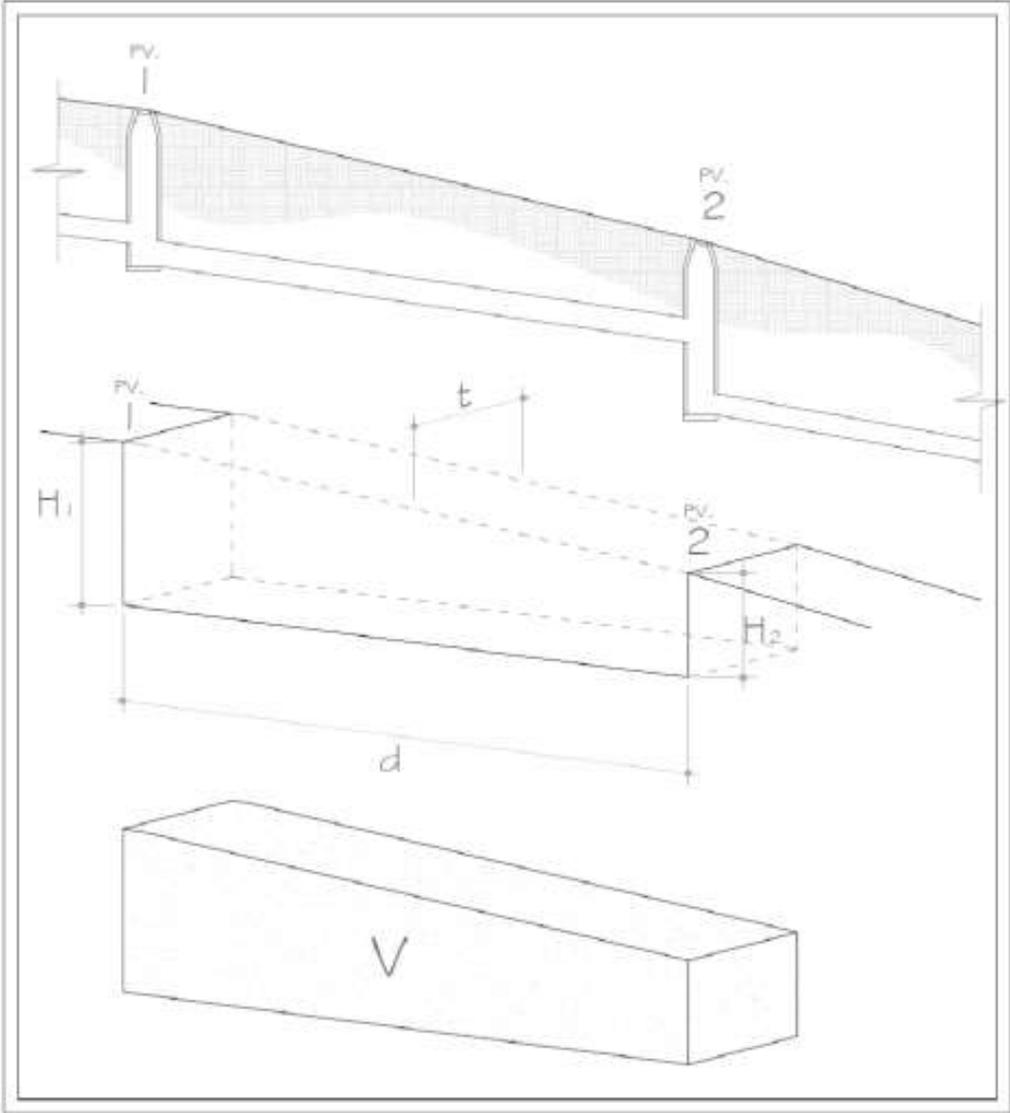
Fuente: Instituto de Fomento Municipal, Especificaciones Generales y Técnicas para construcción, pág. 47.

De la tabla que indica la profundidad mínima de la tubería depende del diámetro, se obtienen las profundidades de la tubería, tener en cuenta los siguientes criterios:

El diámetro de la tubería que entra al pozo es el mismo que el diámetro que sale de él, la cota invertí de salida del pozo estará colocada a 0.03 mts, debajo de la cota invert de entrada al pozo (Amaya, octubre de 2007).

El diámetro de la tubería que entra al pozo es diferente al diámetro de tubería que sale el, la cota invert de salida del pozo será igual a la diferencia entre el diámetro que sale del pozo y el diámetro que entre al pozo, o 0.03 mts. Se tomará el valor mayor de estas dos condiciones (Amaya, octubre de 2007).

Figura 38. Cálculo del volumen de excavación.



Fuente: elaboración propia.

Las cotas invert son calculadas depender del valor que tomo cada profundidad de tubería- Tener como valor la diferencia entre la cota del terreno y la profundidad de la tubería (Amaya, octubre de 2007).

El cálculo de la excavación depende de la profundidad de la tubería, de la longitud del tramo y del ancho de la zanja, así:

Excavación=(ancho zanja) profundidad tubería) (longitud tramo).

La cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de la zanja que depende del diámetro de la tubería que se va a instalar, y la longitud entre pozos (Amaya, octubre de 2007).

Como ejemplo se tomó, el tramo del pozo de visita No.32 al 33, ya que a este pozo llegan dos tramos diferentes.

Tabla 9. Caculo de la pendiente datos necesarios para su realización.

Cota del Terreno Inicial	Cota del Terreno Final	Longitud	Pendiente %
103.424	102.57	65.00	1.31

Fuente: elaboración propia.

El área tributaria es el área que se encuentra entre el pozo 7 y el pozo 32, así como la que se encuentra entre el pozo 40 y el pozo 32. El airea tributaria acumulada es igual

al área tributaria acumulada que se tiene del pozo 7 a 32, más el área tributaria acumulada que se tiene entre el pozo 40 a 32, más el área tributaria que llega al pozo 32, tener los siguientes valores (Sandoval, junio de 2012):

Tabla 10. Datos tramos 7 a 32, 40 a 32 a 33

De P.V. No.	A P.V. No.	Área tributaria	Área tributaria Acumulada (Has).
7	32	0.30	2.45
40	32	0.57	0.57
32	33	1.02	4.04

Fuente: elaboración propia.

El tiempo de concentración, ya que no es tramo inicial, es el siguiente:

$$t_n = t_{n-1} + \frac{L}{(60)(V_{N-1})}$$

El tiempo de concentración de 7 a 32 es el siguiente:

El tiempo de concentración debido a que es tramo inicial es el siguiente:

Para el cálculo de  $t_{32-33}$ , en los valores de  $t_{n-1}$  y  $v_{n-1}$ , se toman los del tramo 7 a 32 ya que este es el que tiene el mayor tiempo de concentración.

$$t_{32-33} = 14.61 + \frac{63.54}{(60)(2.42)}$$

El coeficiente de escorrentía es igual a 0.408 según inciso 2.3.5, queda por calcular la intensidad de lluvia:

$$I = \frac{4604}{I + 24}$$

Se calculará el caudal acumulativo con todos los valores anteriores, que se tienen:

$$Q = \left( \frac{CLA}{360} \right) (1,000)$$

La pendiente de la tubería con la que se empezará a calcular, será la misma que la pendiente del terreno, equivalente a 1.31 % (Amaya, octubre de 2007).

Por la cantidad de caudal que se lleva y la pendiente que se tienen, se prueba con una tubería de diámetro de 24", se utilizara una rugosidad de 0.015. Se tiene una velocidad a sección parcialmente llena de 2.18 mts/seg. Y un caudal a sección llena de 636.16 lts/seg., se calculó de la siguiente manera (Amaya, octubre de 2007):

Velocidad a sección parcialmente llena:

$$V = \frac{0.03429}{n} (D^{2/3}) (D^{1/2})$$

Caudal a sección llena:

$$Q = VA$$

Para la verificación de las relaciones hidráulicas, se calcula q/Q:

$$\frac{539.90}{636.16} = 0.848692$$

Se busca este valor en las tablas, obtener los siguientes resultados:

$$d/D = 0.707 \qquad v/V = 1.12385$$

Para obtener la velocidad del caudal pluvial, se despeja de  $v/V = 1.12385$

La velocidad como se muestra a continuación:

$$v/V = 1.12385 \qquad v = (1.12385)(2.18) \qquad v = 2.45$$

La velocidad a sección parcial está en el rango entre 0.60 mts/seg. Y 3.00 mts/seg. Y el  $d/D$  es menor que 0.90, por lo tanto, verifica con esa pendiente y ese diámetro.

Para obtener la profundidad de las cotas invert, se revisa la tabla de profundidades, obtener para una tubería de 24", una profundidad mínima de 1.66 mts, ahora bien, las tuberías que llegan al pozo son de 18" con una profundidad de 1.61 mts, 20" con una profundidad de 1.56 mts. Por lo tanto, si se calcula la diferencia de los diámetros entre 18" y 24" se tiene un valor de 0.15 mts. La cota de 18" está a 1.61 mts, más 0.15 mts de la diferencia se tiene una profundidad de 1.76 mts, la cual es mayor que 1.66 mts por lo que se utiliza 1.76 mts (Amaya, octubre de 2007).

Si a la cota del terreno se le resta la profundidad de la tubería se tiene las cotas invert, así:

Tabla 11. Cálculo de cotas invert.

Cota del terreno inicial	Cota del terreno final	Profundidad tubería inicial	Profundidad tubería final	Cota invert inicial	Cota invert final
103.424	102.57	1.76	1.76	101.66	100.81

Fuente: elaboración propia.

#### Profundidad de pozos de visita

La cota de fondo del pozo se obtiene restándole a la cota invert de salida del pozo 0.15 mts, que se utiliza como colchón. Y el ancho del pozo depende del diámetro de la tubería, tomándolo de la siguiente tabla (Amaya, octubre de 2007):

Tabla 12. Profundidad de pozos de visita

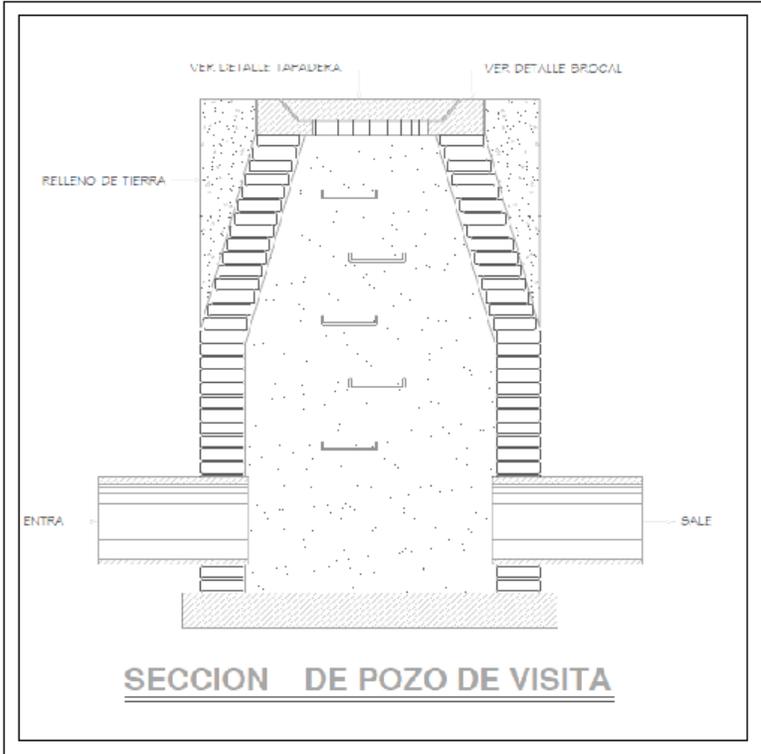
Diámetro de Tubería	Diámetro Mínimo del Pozo (mts.)
10"	1,50
12"	1,50
16"	1,50
18"	1,50
20"	1,50
24"	1,75
30"	1,75
36"	2,00
42"	2,25
60"	2,80

Fuente: Municipalidad de Guatemala, Dirección de obras Municipales Normas, Reglamento y Manual de Drenajes, Norma 205-b

Los pozos de visita se deben colocar en los extremos superiores de ramales iniciales, en intersecciones de ramales, en el cambio de diámetros de tubería, en cambios de pendiente y en cambios de dirección horizontal. No se puede permitir una distancia mayor entre pozos de 100 mts. Para diámetros hasta de 24” y una distancia mayor de 300 mts, en diámetros superiores a 24” (Amaya, octubre de 2007).

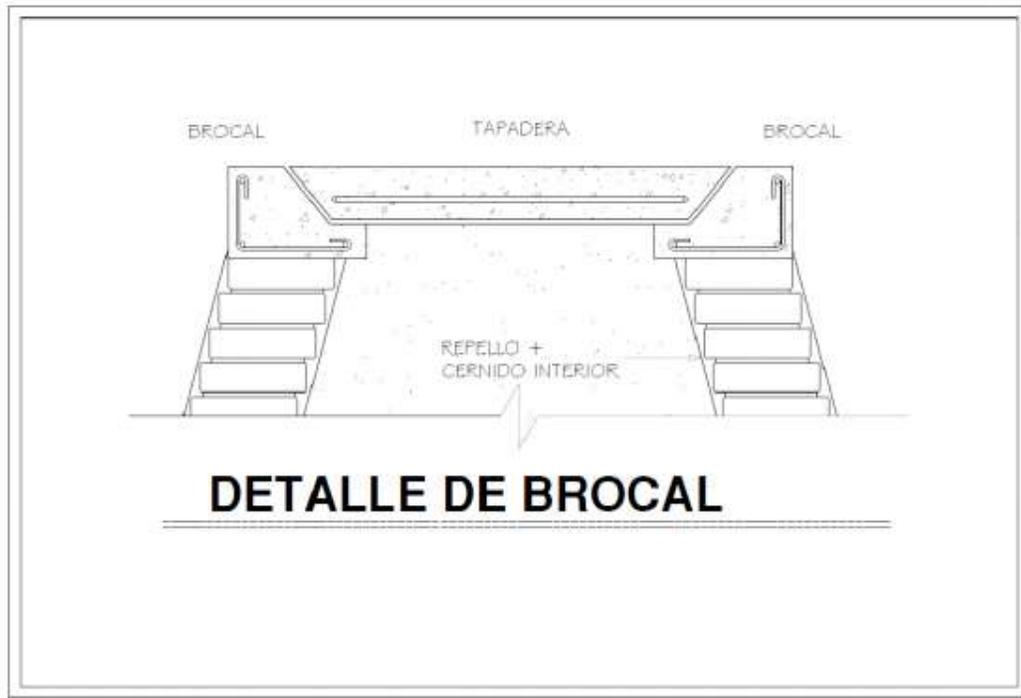
Los pozos de visita estarán contruidos de ladrillo de barro cocido, deberán unirse con un mortero de cemento y arena y revestidos en su interior con un enlucido del mismo montero, de un espesor mínimo de 0.02 mts. El fondo de los pozos de visita será de concreto (Amaya, octubre de 2007).

Figura 39. Sección transversal de un pozo de visita.



Fuente: elaboración propia.

Figura 40. Detalle a sección del brocal y tapadera de un pozo de visita.



Fuente: elaboración propia.

Los tragantes son dispositivos de captación y recolección de las aguas pluviales. El tipo de tragante a utilizar en este proyecto es de acera lateral. Deberán ubicarse en los puntos más bajos de la sección típica de la calle. Si se coloca un tragante en la esquina, la distancia mínima del tragante al borde de la calle será de 3 mts. Los tragantes de acera se conectarán a un pozo de visita, cuentan con una tapadera de acceso (Amaya, octubre de 2007).

Los tragantes son construidos de ladrillo de barro cocido en las paredes y ser las tapaderas de concreto reforzado (Amaya, octubre de 2007).

Ubicación de los desfogues

Como se explicó anteriormente, existen cuatro fases para el desarrollo del proyecto la fase 1 tiene un desfogue en el primer callejón que se encuentra sobre la 5ta. Avenida entre 2da. Y 3ra Calle, vivienda desde la 2da. Calle. La fase 2 tiene su desfogue sobre la diagonal norte, frente a la entrada al mercado actual. La fase 3 cuenta con dos desfogues, uno sobre la 4ta. Avenida, después de la 4ta. Calle, en un puente (Amaya, octubre de 2007).

El segundo desfogue se encuentra al final de la 3era. Calle y 5ta. Avenida, sobre la calle. La fase 4 tiene el desfogue sobre la 5ta. Avenida, después de la 4ta. Calle, en un puente (Amaya, octubre de 2007).

#### Estudio de impacto ambiental

Un estudio de impacto ambiental es un documento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que ejecutara para impedir o minimizar sus efectos significativos adversos (Amaya, octubre de 2007).

Fines y aspectos cubiertos por estudios de impacto ambiental.

Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los Efluentes, emisiones o residuo (Sandoval, junio de 2012).

Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire (Sandoval, junio de 2012).

Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas Susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en Se pretende emplazar (Sandoval, junio de 2012, pág. 101).

Alteración de monumentos, sitios con valor antropológicos, arqueológicos, Histórico y en general, los pertenecientes al patrimonio cultural (Sandoval, junio de 2012).

#### Consideraciones técnicas

Desde un punto de vista global, las componentes unitarias de cualquier sistema de construcción de alcantarillado pluvial que potencialmente pudieron provocar en mayor medida la generación de algún tipo de impacto sobre el medio ambiente, corresponden a una de las siguientes (Sandoval, junio de 2012):

- Disposición del suelo extraído
- Desfogue de las aguas pluviales

El dimensionamiento de las alternativas deberá considerar las medidas de mitigación que permitan eliminar o reducir el impacto que generen dichas componentes unitarias en el medio ambiente. Adicionalmente, se deberán contemplar todas aquellas consideraciones de tipo técnico que permitan prevenir riesgos y sus consecuentes impactos negativos en el entorno (Sandoval, junio de 2012).

Definición de actividades relevantes en las distintas etapas del proyecto.

Las actividades relevantes a considerar para la determinación de los impactos ambientales, deben ser establecidas tanto para la etapa de habitación y construcción

como de operación del sistema de alcantarillado pluvial. En forma global, se deberán considerar al menos las siguientes variables (Sandoval, junio de 2012):

#### Etapa de operación

En la etapa de operación, el impacto ambiental producido es únicamente el aumento de caudal en los riachuelos que atraviesan el municipio, para terminar en el río. La cantidad de agua que llega a los mismos, no representa un gran aumento. Pero siempre se debe tener un control sobre el cauce de los mismos (Sandoval, junio de 2012).

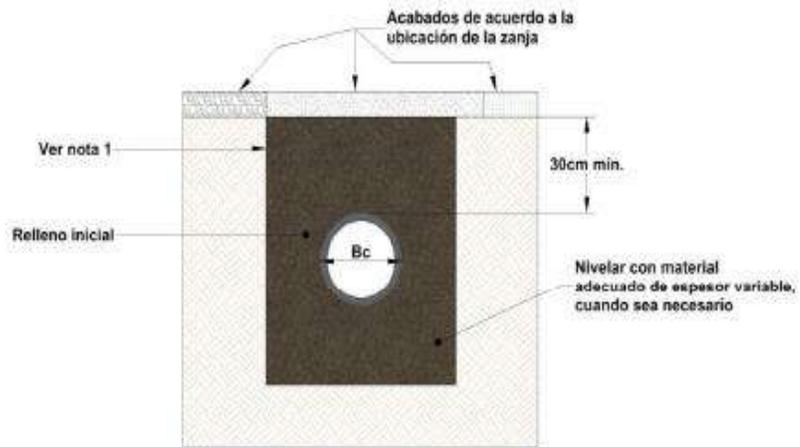
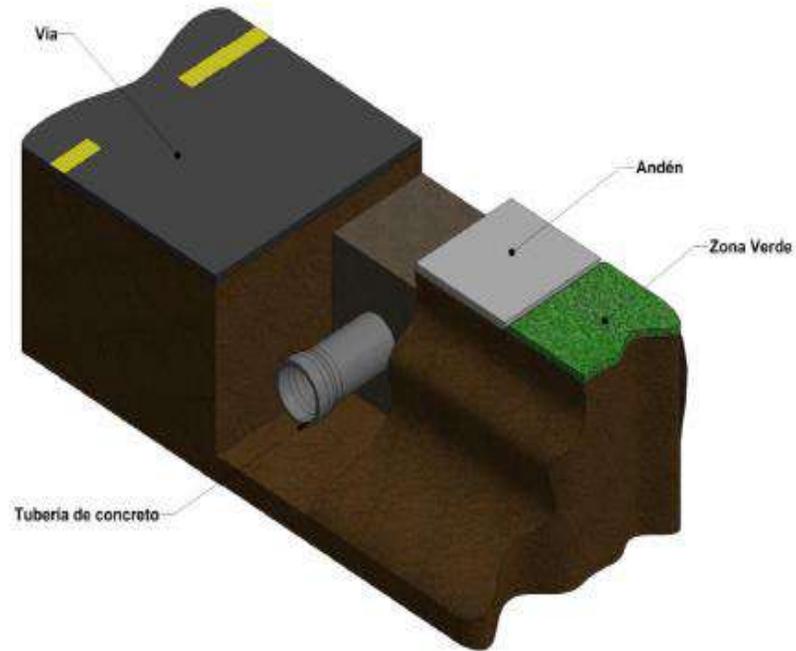
#### Etapa de construcción

El impacto ambiental generado por la construcción del sistema de tratamiento como por ejemplo generación de polvo, aumento de la congestión vehicular, ruidos, etc., es en algún sentido inevitable (Amaya, octubre de 2007).

Mayormente, se tendrán la generación de polvo al momento de la excavación y congestionamiento vehicular y se construyan las fases que atraviesan las calles principales. Algo que debe considerarse en el momento de la construcción, es el lugar donde se depositara el suelo removido, ya que esto también genera impacto ambiental en las afueras de la cabecera municipal (Sandoval, junio de 2012).

**Esquema de cimentaciones para tubería de concreto según factor de carga.**

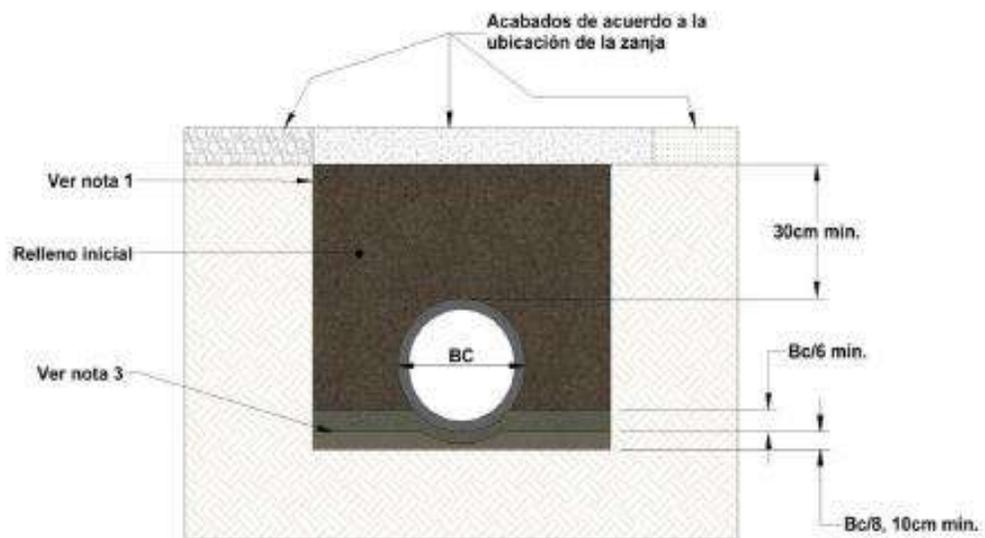
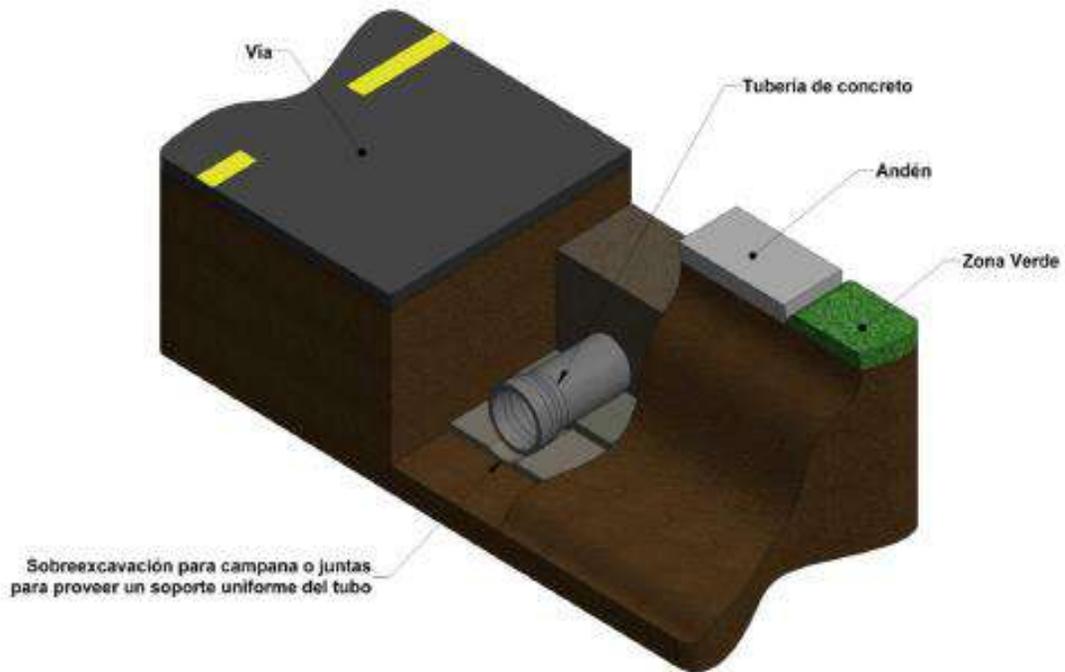
Figura 41. Fondo de zanja plano o restaurada clase D.



**Factor de carga 1.1**  
**Fondo de zanja plano o restaurado**  
**CLASE D**

Fuente: Norma de construcción instalación de redes de alcantarillado con zanja, EPM pág. 13.

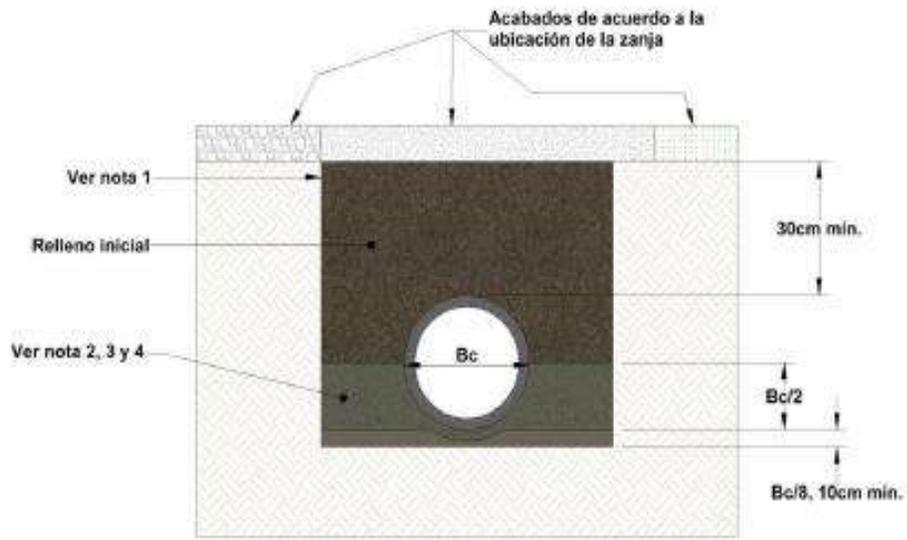
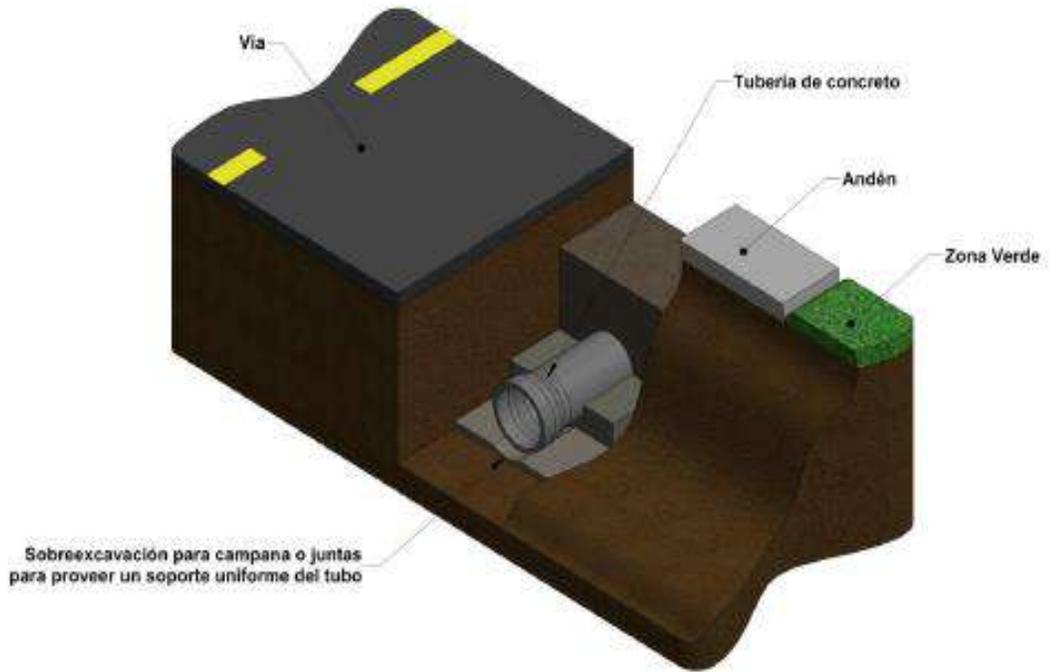
Figura 42. Fondo de zanja plano o restaurado clase C.



**Factor de carga 1.5**  
**Fondo de zanja plano o restaurado**  
**CLASE C**

Fuente: Norma de construcción instalación de redes de alcantarillado con zanja, EPM pág. 14.

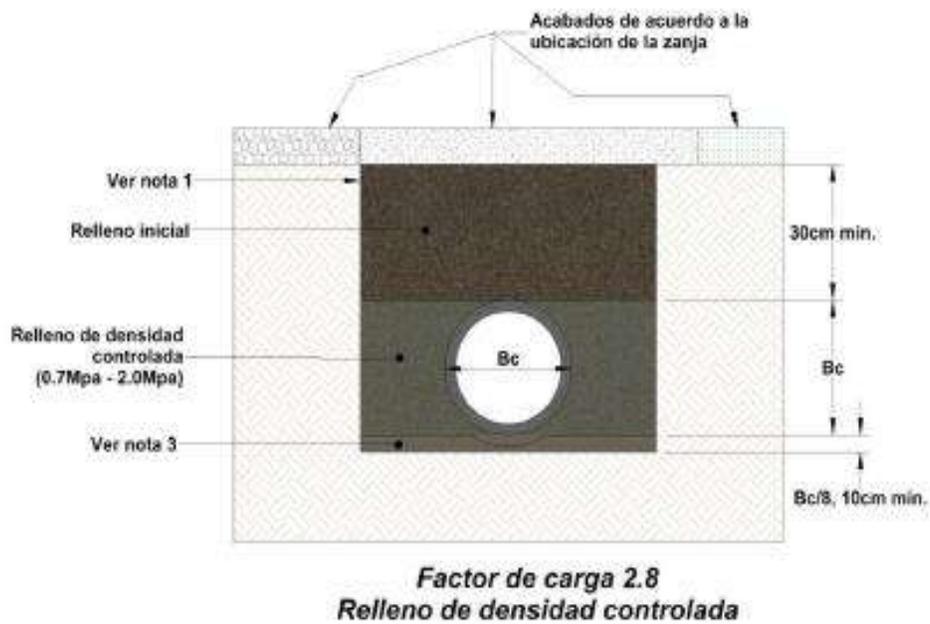
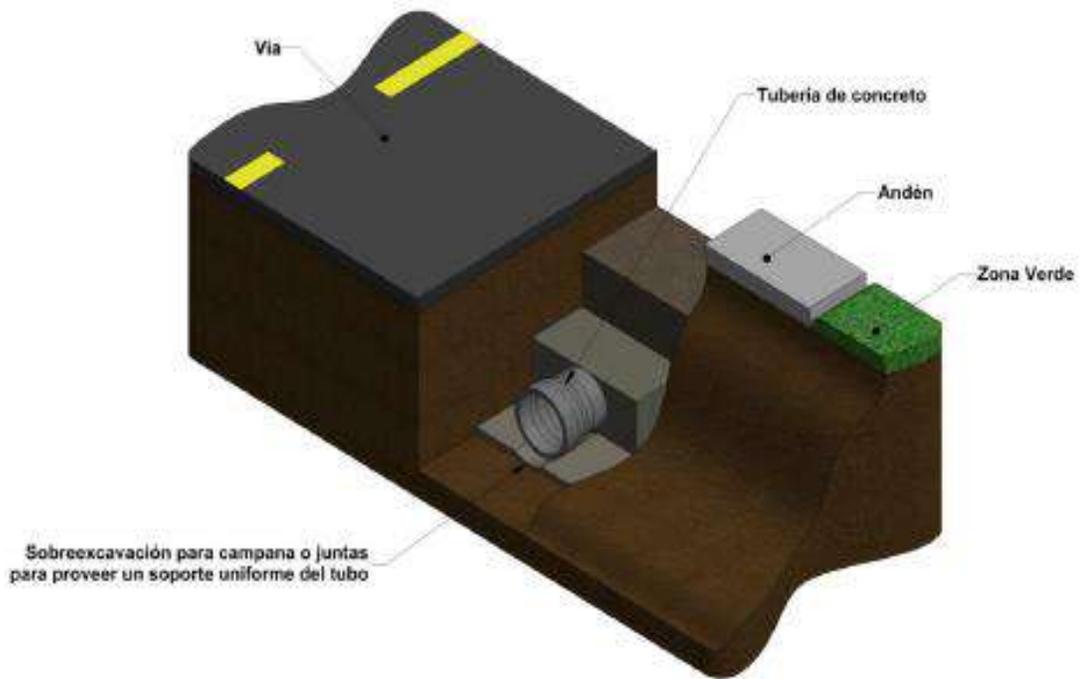
Figura 43. Fondo de zanja plano o restaurada clase B.



**Factor de carga 1.9**  
**Fondo de zanja plano o restaurado**  
**CLASE B**

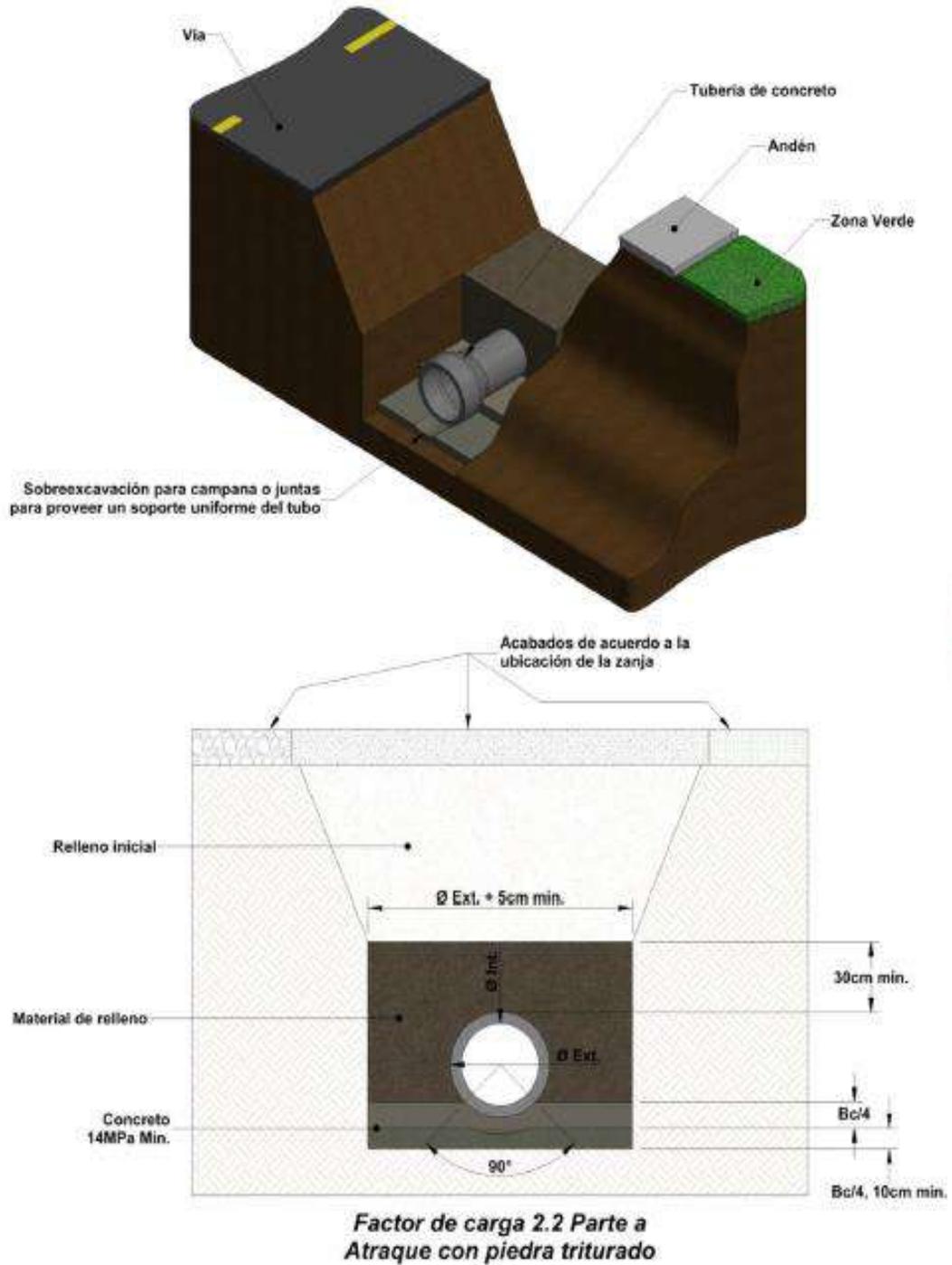
Fuente: Norma de construcción instalación de redes de alcantarillado con zanja, EPM pág. 15.

Figura 44. Relleno de densidad controlada.



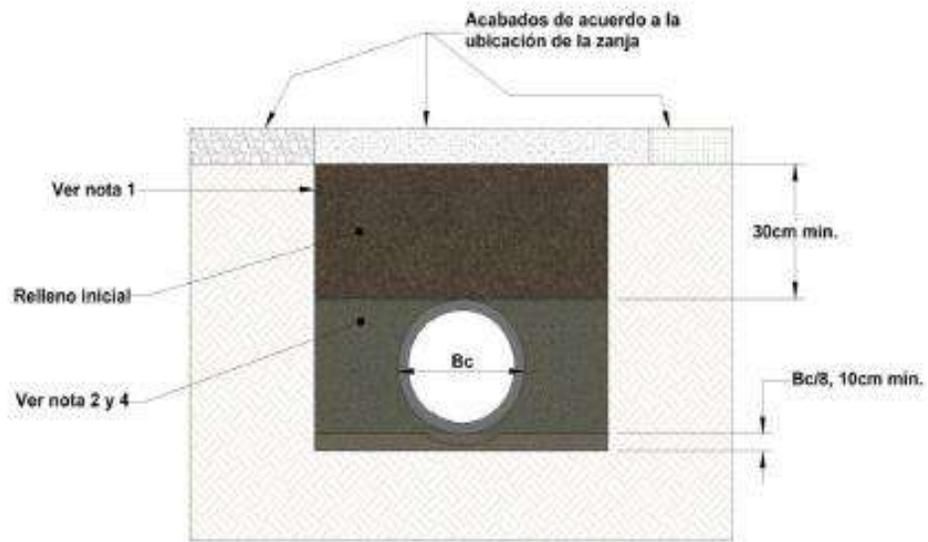
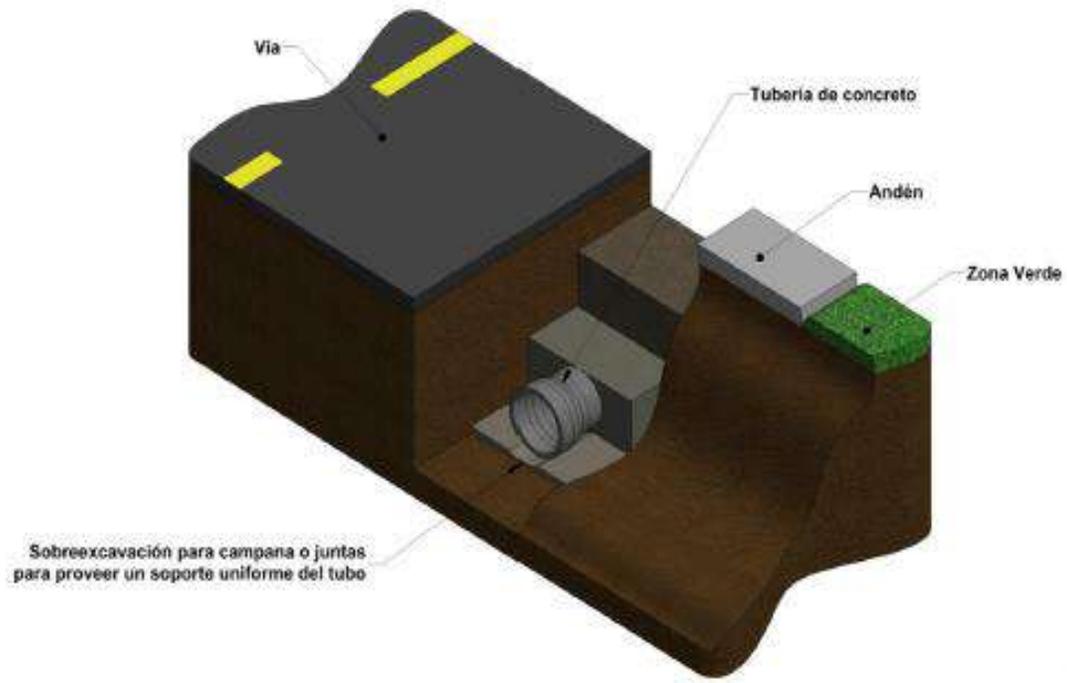
Fuente: Norma de construcción instalación de redes de alcantarillado con zanja, EPM pág. 16

Figura 45. Parte “a” atranque con piedra triturado.



Fuente: Norma de construcción instalación de redes de alcantarillado conzanja, EPM pág. 17

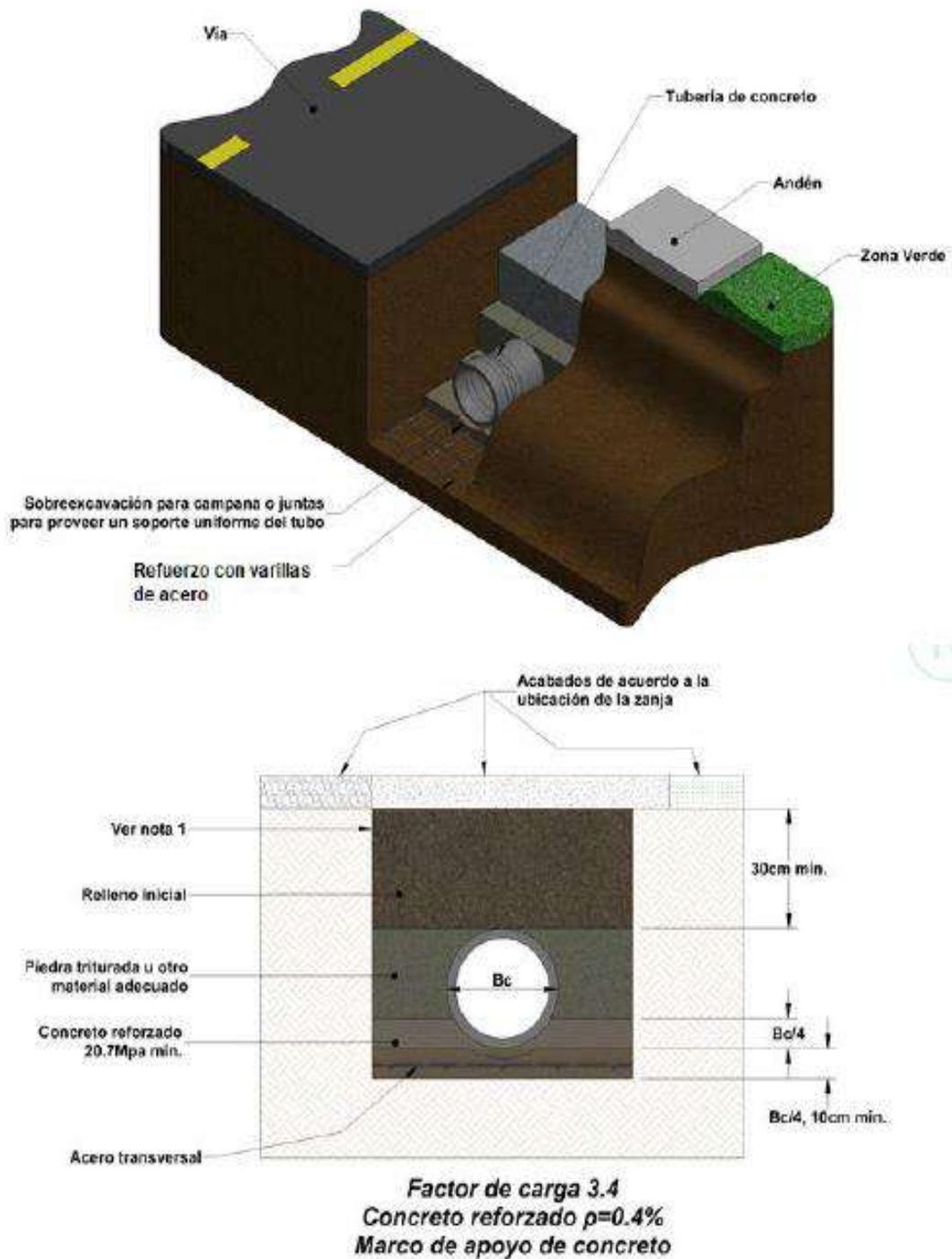
Figura 46. Parte “b” atraque con piedra triturado.



**Factor de carga 2.2 Parte b**  
**Atraque con piedra triturado**

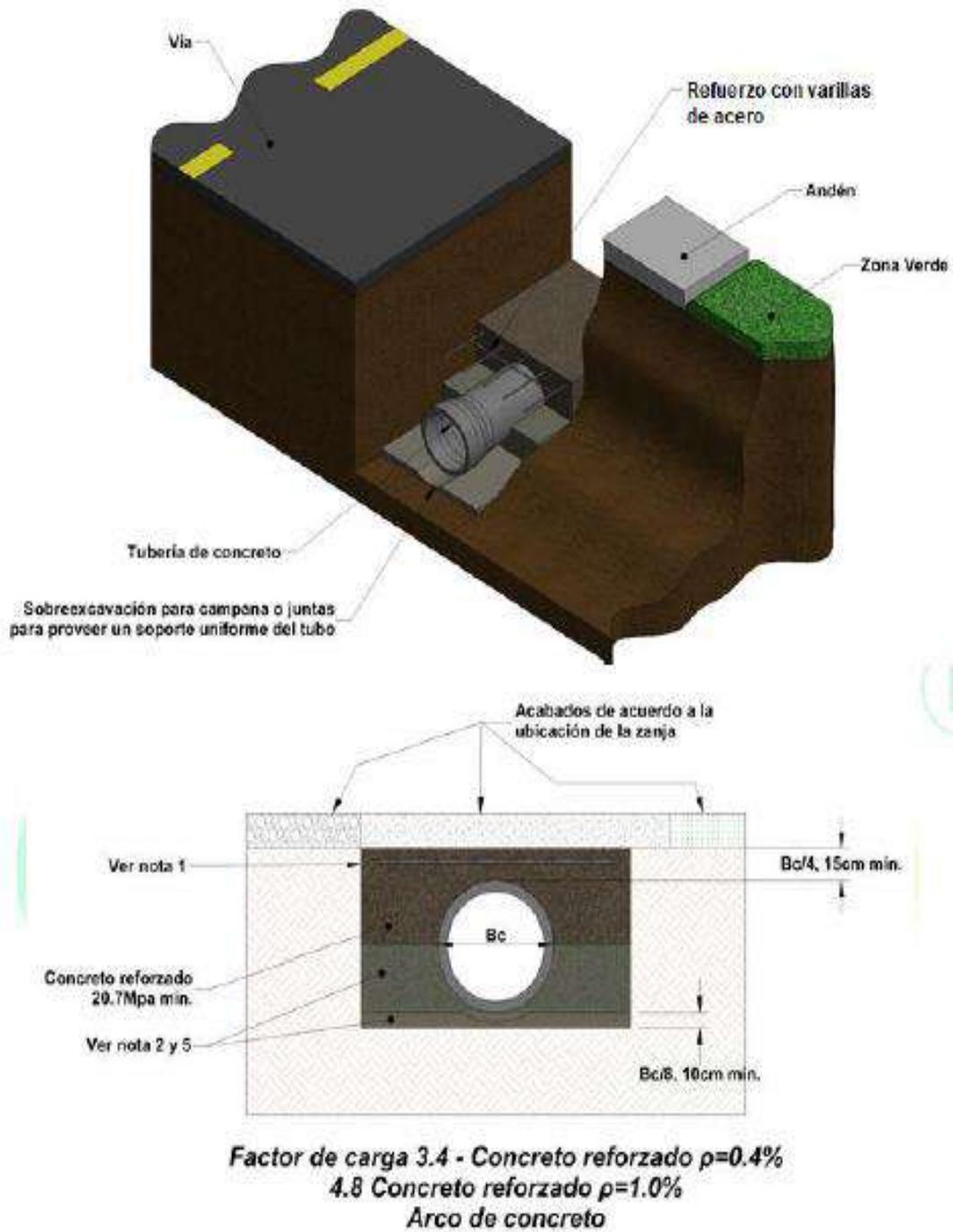
Fuente: Norma de construcción instalación de redes de alcantarillado con zanja, EPM pág. 18.

Figura 47. Concreto reforzado  $p=0.4\%$  marco de apoyo de concreto.



Fuente: Norma de construcción instalación de redes de alcantarillado con zanja, EPM pág. 19.

Figura 48. Concreto reforzado  $\rho = 0.4\%$ , 4.8 concreto reforzado  $\rho = 1.0\%$  arco de concreto.



Fuente: Norma de construcción instalación de redes de alcantarillado con zanja, EPM pág. 20.

Notas:

- Las paredes de la zanja pueden tener pendiente.
- Piedra triturada bien nielada con tamaño de 19mm o 6mm u otro material adecuado (EPM, 2002, pág. 22).
- La arena es adecuada como material de cimentación en un ambiente totalmente arenoso, pero puede no serlo si en la zona de la instalación de la tubería existan niveles freáticos altos y rápidamente cambiantes, también puede ser inconveniente para asentamiento en zanjas que se han excavado en suelos arcillosos (EPM, 2002, pág. 22).
- Precaución, se debe colocar suficiente piedra triturada para que la cimentación se extienda a un plano horizontal en la parte superior del cuerpo del tubo después de retirar la formaleta usada para elaborar la zanja (EPM, 2002, pág. 22).
- “p” es la proporción entre el área de acero y la de concreto, se recomienda utilizar una malla de alambre de refuerzo o barras de diámetro pequeño distribuidas uniformemente en todos los diseños de concreto (EPM, 2002, pág. 22).
- Los esquemas de cimentación mostrados anteriormente son para redes de alcantarillado en tubería de concreto por su mesa mínimo 0.10 metros, y que, para PVC, GRP y PEAD se utiliza mesa mínima de 0.15 metros (EPM, 2002, pág. 22).

Tipo de presupuesto.

Existen diferentes tipos de presupuestos y son los siguientes:

- Presupuesto general; es usado en presupuesto oficiales y en la formulación de ofertas de licitaciones (Rodríguez G. V., agosto 2012).
- Presupuesto por partida; es empleado para presentar oferta a clientes privados y anteproyectos, es bastante resumido y no entra en detalles (Rodríguez G. V., agosto 2012).
- Presupuesto desglosado; se descompone cada rubro en insumos materiales y mano de obra, se formula también como un presupuesto de campo para un mejor control de la obra, es útil además dentro de un sistema de control de costos, se emplea también para proyectar y negociar la fórmula de reajuste de precios (Rodríguez G. V., agosto 2012).

Elementos de un presupuesto.

Existen elementos comunes a los diferentes tipos de presupuestos, que conviene conocer, establecen un rol y particular importancia, entre estos elementos comunes tenemos lo siguiente (Rodríguez G. V., agosto 2012):

Hoja universal.

Es la tabla común sobre la que vertemos los datos que conforman el presupuesto, su nombre proviene de los usos que puede dársele (Rodríguez G. V., agosto 2012).

- Se utiliza en todos los idiomas y todos los países.

- Se utiliza en presupuestos generales, desglosados, ofertas de licitación, análisis de costos unitarios y hasta para utilizar en recepción de obra (Rodríguez G. V., agosto 2012).

Cantidad de obra.

Errores en el cálculo de cantidades conducen a los órdenes de cambio y a presupuestos engañosos (Rodríguez G. V., agosto 2012).

El cálculo de las cantidades de obra implicar el mayor riesgo de error en el proceso de formulación de un presupuesto, generalmente los errores son por omisión o cantidades de obra deficiente que pueden significar pérdidas significativas para el constructor, por lo que se amerita adoptar una metodología que reduzca al mínimo dicho riesgo de error (Quezada, 2012).

Consideraciones generales.

Al contar con el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado y con las especificaciones técnicas, se puede proceder hacer una estimación de costos para su construcción (Rodríguez G. V., agosto 2012).

Es necesario calcular la cantidad de obra, sus costos unitarios y dividir por partidas la ejecución de la obra, se optó por auxiliarse de hojas de cálculo para facilitar los procesos matemáticos necesarios para el cálculo del presupuesto (Rodríguez G. V., agosto 2012).

### **III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.**

Para la comprobación de la hipótesis la cual es “Inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años debido a el colapso de la red de drenajes de viviendas por inexistencia de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial.” se identificaron una población a encuestar; para lo cual se utilizó el método deductivo, de las cuales una población jefes de hogar se direccionó a obtener información sobre el efecto. Se trabajó la técnica de la muestra por medio de la población infinita cualitativa, con el 90% del nivel de confianza y el 10% de error.

La segunda población a los COCODES de la aldea y cercanías, direccionó a obtener información sobre la causa de la problemática. Se trabajó la técnica censal, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

Para responder efecto, se trabajó con 64 jefes de hogar; para responder causa, se identificaron 10 miembros del COCODE residentes de a la aldea.

De la gráfica uno a la cinco se comprueba la variable Y o efecto principal; mientras que de la gráfica seis a la diez, se comprueba la variable X o causa.

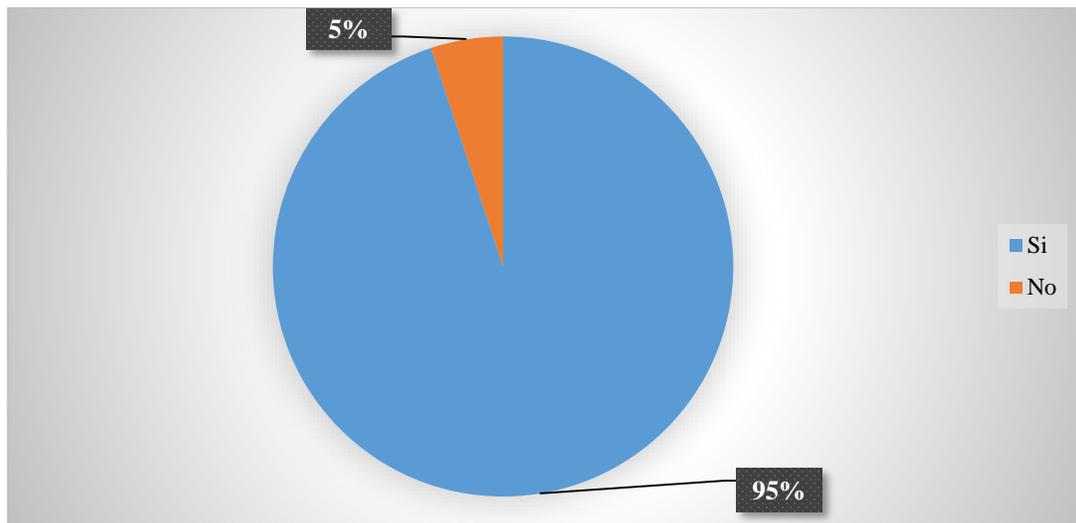
### 3.1 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente Y (efecto).

Cuadro 1. Personas que creen que existen inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	60	95
No	4	5
Totales	64	100

Fuente: jefes de hogar encuestados, julio de 2021.

Grafica 1. Personas que creen que existen inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años.



Fuente: jefes de hogar encuestados, julio de 2021.

Análisis.

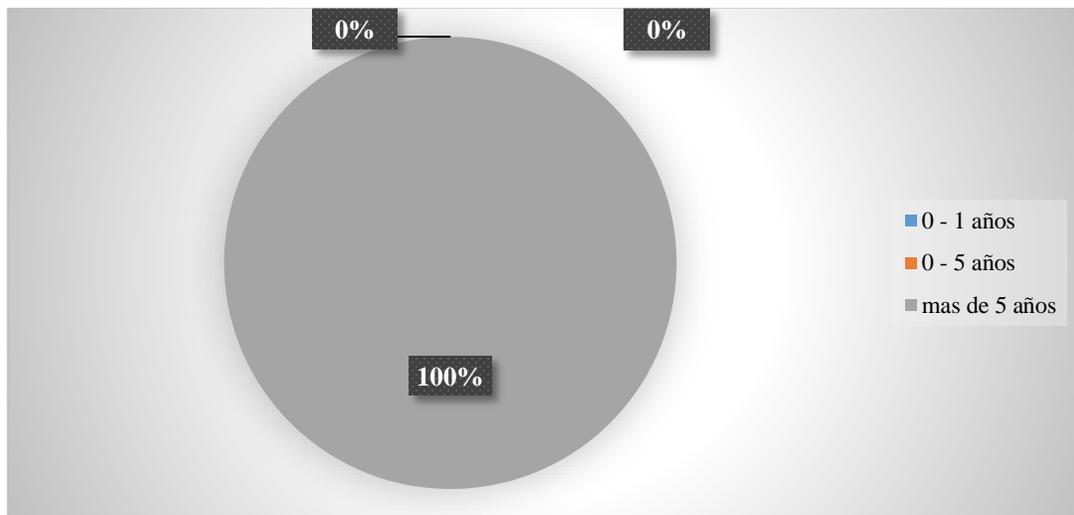
El efecto se confirma mediante la opinión de la mayoría de los jefes de hogar en que, si hay inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años. Mientras la minoría, indican lo contrario.

Cuadro 2. Personas que creen que hace tiempo han notado inundaciones en época de invierno en las calles.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
0 – 1 años	0	0
0 – 5 años	0	0
Más de 5 años	64	100
Totales	64	100

Fuente: jefes de hogar encuestados, julio de 2021.

Grafica 2. Personas que creen que hace tiempo han notado inundaciones en época de invierno en las calles.



Fuente: jefes de hogar encuestados, julio de 2021.

#### Análisis.

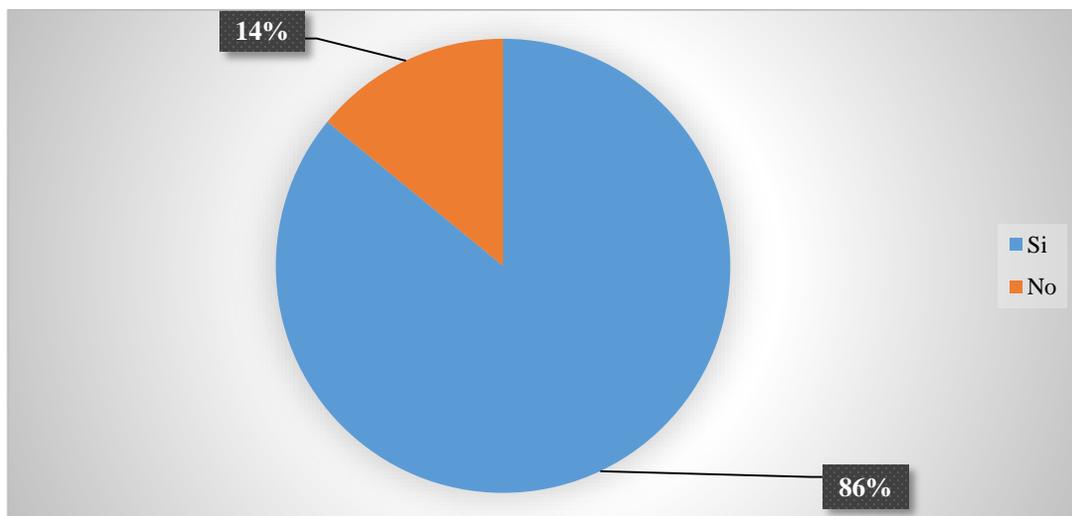
El efecto se confirma mediante la opinión demuestra en su totalidad, que los jefes de hogar al indicar que si hay inundaciones en época de invierno en las calles desde hace más de 5 años.

Cuadro 3. Personas que creen que los habitantes de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa han conectado la tubería de BAP a la red de drenajes de aguas servidas.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	55	86
No	9	14
Totales	64	100

Fuente: jefes de hogar encuestados, julio de 2021.

Grafica 3. Personas que creen que los habitantes de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa han conectado la tubería de BAP a la red de drenajes de aguas servidas.



Fuente: jefes de hogar encuestados, julio de 2021.

#### Análisis.

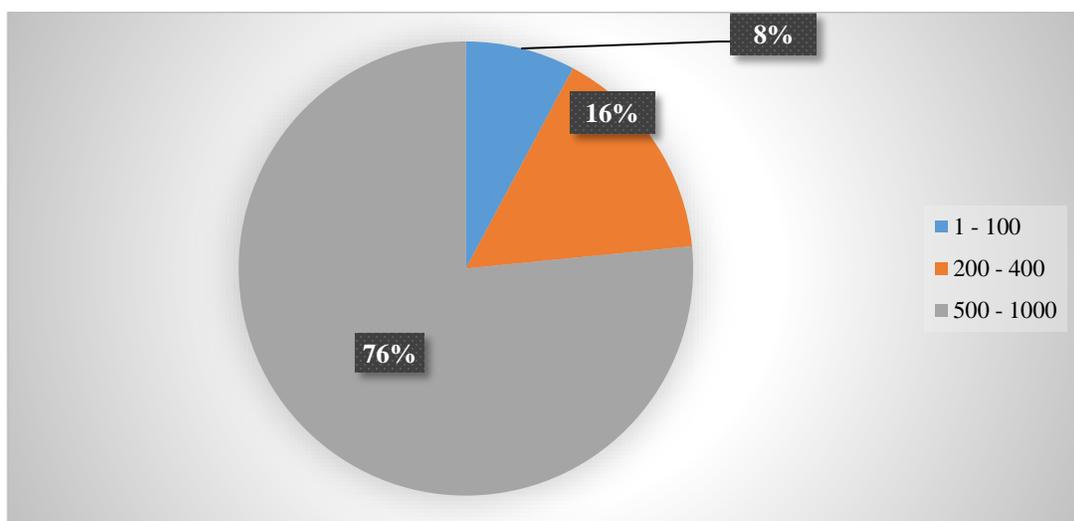
El efecto se confirma mediante la opinión de la mayoría de los jefes de hogar al indicar que los habitantes de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa han conectado la tubería de BAP a la red de drenajes de aguas servidas (aguas grises). Mientras que la minoría de ellos, indican lo contrario.

Cuadro 4. Personas que creen que han conectado la tubería de BAP a la red de drenajes de aguas servidas.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
1 - 100	5	8
200 - 400	10	16
500 - 1000	49	76
Totales	64	100

Fuente: jefes de hogar encuestados, julio de 2021.

Grafica 4. Personas que creen que han conectado la tubería de BAP a la red de drenajes de aguas servidas.



Fuente: jefes de hogar encuestados, julio de 2021.

#### Análisis.

El efecto se confirma mediante la opinión de la mayoría de los jefes de hogar al indicar que han conectado la tubería de BAP a la red de drenajes de aguas servidas, de 500 – 1000 conectados.

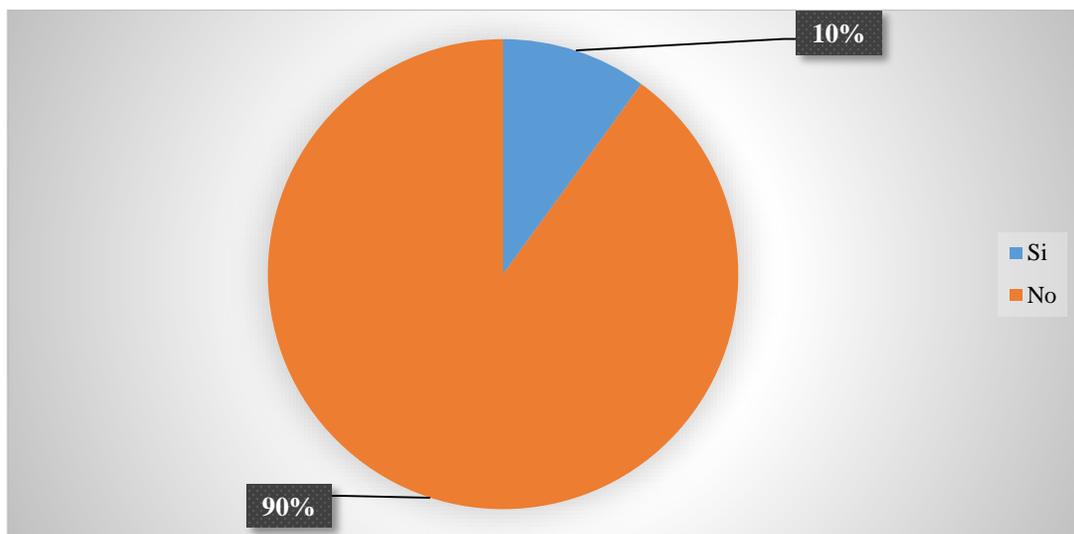
### 3.2. Cuadro y graficas que comprueban la variable independiente. (Causa)

Cuadro 5. Tiene conocimiento usted del beneficio de separar el drenaje de BAP y drenaje de aguas servidas.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
no	1	10
si	9	90
Totales	10	100

Fuente: Encuesta realizada a los miembros de COCODE de la aldea Barreal julio de 2021.

Grafica 5. Tiene conocimiento usted del beneficio de separar el drenaje de BAP y drenaje de aguas servidas.



Fuente: Encuesta realizada a los miembros de COCODE de la aldea Barreal julio de 2021.

Análisis.

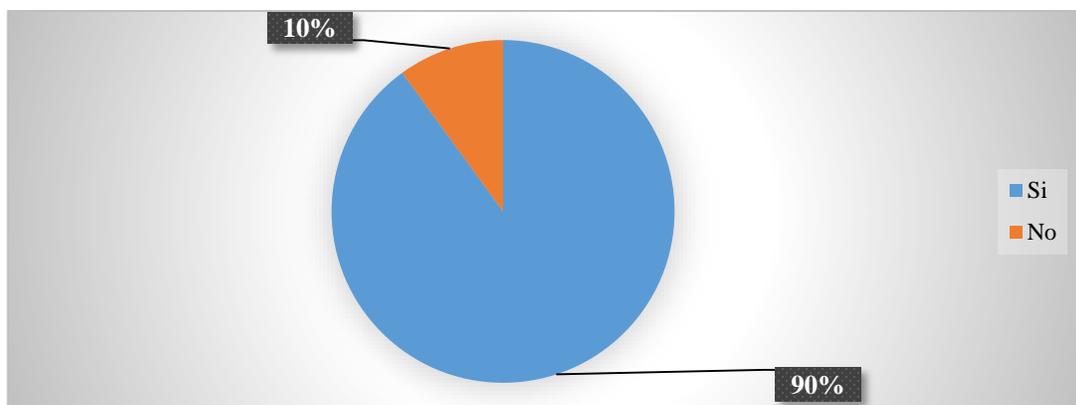
La causa se confirma mediante la opinión de la mayoría de los miembros de COCODE al indicar que si tienen conocimiento del beneficio de separar el drenaje de BAP y drenaje de aguas servidas. Mientras que diez décimas de ellos, indica lo contrario.

Cuadro 6. Afirmación de los miembros del COCODE en que es necesario separar el drenaje de BAP y drenaje de aguas servidas en las viviendas.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	9	90
No	1	10
Totales	10	100

Fuente: Encuesta realizada a los miembros de COCODE de la aldea Barreal julio de 2021.

Grafica 6. Afirmación de los miembros del COCODE en que es necesario separar el drenaje de BAP y drenaje de aguas servidas en las viviendas.



Fuente: Encuesta realizada a los miembros de COCODE de la aldea Barreal julio de 2021.

#### Análisis.

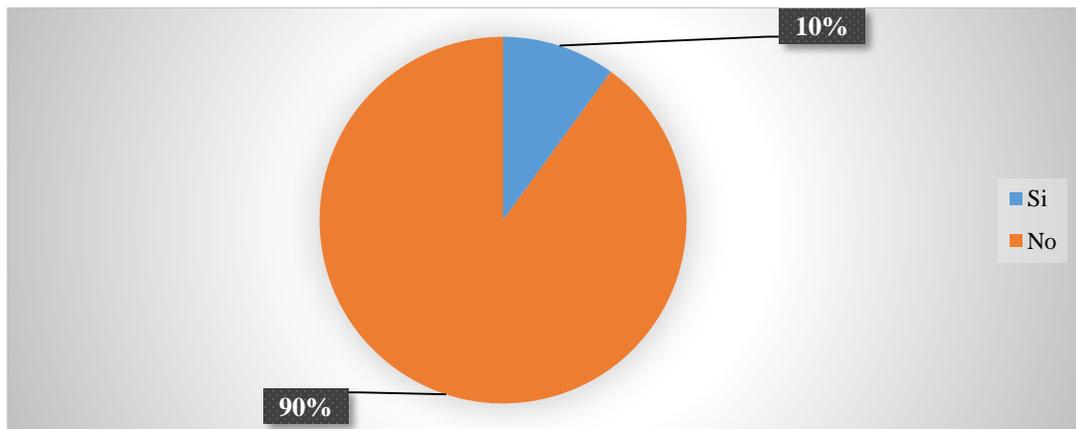
La causa se confirma mediante la opinión de la mayoría de los miembros de COCODE al indicar que es necesario separar el drenaje de BAP y drenaje de aguas servidas en las viviendas. Mientras que diez décimas de ellos, indica lo contrario.

Cuadro 7. Afirmación de los miembros del COCODE en que es necesario un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	9	90
No	1	10
Totales	10	100

Fuente: Encuesta realizada a los miembros de COCODE de la aldea Barreal julio de 2021.

Grafica 7. Afirmación de los miembros del COCODE en que es necesario un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa



Fuente: Encuesta realizada a los miembros de COCODE de la aldea Barreal julio de 2021.

#### Análisis.

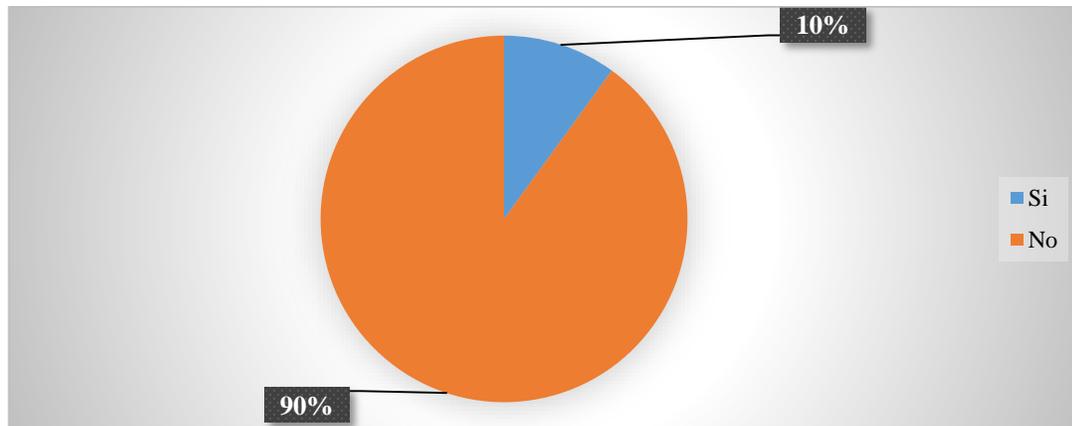
La causa se confirma mediante la opinión de la mayoría de los miembros de COCODE al indicar que es necesario un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa. Mientras que diez decimas de ellos, indica lo contrario.

Cuadro 8. Afirmación de los miembros del COCODE en que es necesario implementar la presente propuesta de proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en la aldea.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	9	90
No	1	10
Totales	10	100

Fuente: Encuesta realizada a los miembros de COCODE de la aldea Barreal julio de 2021.

Grafica 8. Afirmación de los miembros del COCODE en que es necesario implementar la presente propuesta de proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en la aldea.



Fuente: Encuesta realizada a los miembros de COCODE de la aldea Barreal julio de 2021.

Análisis.

La causa se confirma mediante la opinión de la mayoría de los miembros del COCODE al indicar que es necesario implementar la presente propuesta de proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en la aldea. Mientras que diez decimas de ellos, indica lo contrario.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### IV.1 Conclusiones.

1. Se comprueba la hipótesis: “Inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años debido a el colapso de la red de drenajes de viviendas por inexistencia de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial.”
2. El carecer de monitoreo en el área del sector, ha obligado a los habitantes a no contar con información necesaria y una pronta solución a sus problemas, los trabajadores municipales presentan dificultades para monitorear el sistema de evacuación de agua pluvial.
3. No existen capacitaciones constantes de las autoridades, por lo que no le dan la correcta atención y necesaria para evitar que las personas tengan pérdidas económicas por carecer de un sistema de evacuación de agua pluvial.
4. No se cuenta con una propuesta para solucionar el problema, principalmente por el impacto negativo que tiene los pobladores y cada vez son los habitantes quienes sufren año tras año, por falta de construcción de un alcantarillado pluvial.
5. Se desconoce por qué no se ha llevado a cabo dicho proyecto, ya que los más afectados son los pobladores que viven en el área, porque la mayor parte, buscan una forma de evacuar el agua pluvial de forma empírica, en el cual la municipalidad no pone atención al tema a pesar que es algo importante para los pobladores.

6. Se padecen de pérdidas económicas, y subdesarrollo de los pobladores por carecer de un sistema de alcantarillado pluvial, pues han tenido inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años.
  
7. Se desconoce la información de la Dirección Municipal de Planificación (DPM) de la visita técnica de esas áreas por lo cual han quedado en abandono y es necesario implementar un sistema de información para hacer la presente solicitud de la necesidad del área.

#### IV.2 Recomendaciones.

1. Implementar la propuesta del proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa.
2. Monitorear en la aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa. Para que los habitantes cuenten con la información necesaria y darles una solución a sus problemas, y que los profesionales de la DMP no presenten dificultades para monitorear el sistema de falta de un alcantarillado pluvial.
3. Programar capacitaciones constantes con las autoridades, dándole una correcta atención para evitar que las personas tengan problemas con el desarrollo de la aldea.
4. Contar con un plan necesario para solucionar el problema y proporcionar un impacto positivo a los pobladores.
5. Evitar que los habitantes se queden sin el proyecto de alcantarillado de evacuación de agua pluvial.
6. Hacer un plan para recuperar las calles y viviendas que han perdido sus recursos materiales de vivienda el cual ha afectado la economía de todas las familias evitándoles el salir adelante y en la forma de vivir.

## **Bibliografía**

1. Amaya, B. M. (octubre de 2007). *Diseño de la red de alcantarillado pluvia para la 1a.calle, entre 13 y 15 avenida, zona 5 y diseño del pavimento rigido sobre la 19 avenida y avenida el reformador, colonia justo rufino barrios zona 5, municipio de San Marcos, San Marcos. . Guatemala: usac.*
2. Bucheli, M. E. (2011). *Estudio del sistema de alcantarillado pluvial para El Canton La Mana-Provincia de Cotopaxi para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.* Ambato-Ecuador: Universidad Tecnica de Ambato.
3. Das, B. M. (2015). *Ingenia geotecnica cuarta edicion .* España : CENGAGE learning.
- 4.EPM. (2002). *CENTRO DE EXCELENCIA TECNICA UNIDAD NORMALIZACION Y LABORATORIOS.* Peru: NC-SA.
- 5.Felices, A. R. (1998). *HIDRAULICA DE TUBERIAS Y CANALES.* Colombia.: Univesidad Colombia.
- 6.INSIVUMEH. (2002). *Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.* Atlas hidrológico: Guatemala.
- 7.Marulanda, C. O. (2010). *Algunas orientaciones sobre la construccion de los estudios en ciencia, tecnologia y sociedad.* Colombia: Universidad del Valle.
- 8.Muñoz, E. N. (05 de 06 de 2019). Sistema automatico de llenado. (J. N. Ruano, Entrevistador) Guatemala, Guatemala.
- 9.Perez, A. H. (2017). *Diseño del drenaje pluvial urbano de la zona urbana del distrito de Santa Cruz, provincia de Santa Cruz, departamento de Cajamarca.* Pimental - Peru: Universidad Señor de Sipan. .
- 10.Perez, R. O. (10 de 06 de 2019). Lavado externo llenadora tetra pak. (J. N. Ruano, Entrevistador)

11. Portal, E. P. (2014). *Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y Jr. Santa Rosa*. . Cajamarca - Peru: Universidad Privada del Norte. .
12. Prada, O. J. (2016). *El arte de diseño de sumideros en sistemas de alcantarillados en Colombia*. . Colombia: Pixos.
13. Quezada, S. G. (2012). *Diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, estación depuradora de aguas residuales (EDAR) para el centro de albergue formación, y capacitación Juvenil de la Fundación Don Bosco-Loja*. Loja - Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja.
14. Rodríguez, G. V. (agosto 2012). *Rediseño del sistema de alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y propuesta de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Armenia*. Salvador: Universidad de El Salvador.
15. Rodríguez, J. B.-R. (2005). *Mecánica de suelos tomo I*. Mexico: Limusa.
16. Sagastume, J. V. (2002). *Proceso de construcción de tubería de concreto*. Guatemala.: USAC. .
17. Sandoval, J. G. (junio de 2012). *Diseño del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario para la zona 6 de Ciudad Vieja, Sacatepequez*. . Guatemala: Usac.
18. Solbern. (2019). *Llenadora de líquido*. Recuperado el 16 de JUNIO de 2019, de Solbern: <https://www.solbern.com/liquids.html>
19. Tetra pak. (2018). *Tetra pak A3/Speed*. Recuperado el 16 de JUNIO de 2019, de Tetra pak: <https://www.tetrapak.com/mx/packaging/tetra-pak-a3speed>
20. Toledo, M. (06 de 06 de 2019). Lavado CIP. (J. N. Ruano, Entrevistador)
21. Toro, C. M. (2018). *Diseño de alcantarillado pluvia de la parcelación residencial San Carlos Ubicada en el Municipio de Villavicencio-Meta*. Colombia. : Universidad Cooperativa de Colombia. .

22.TUBOVINIL, S. (2002). *Norma ASTM 3034, Tubería PVC para alcantarillado sanitario*. España: Ox'pis.

## ANEXOS.

Anexo 1. Modelo de investigación Domino.

Problema	Propuesta	Evaluación
<p>1) Efecto o variable dependiente</p> <p>Inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años</p>	<p>4) Objetivo general</p> <p>Evitar las inundaciones en época de invierno en calles aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa</p>	<p>15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general</p> <p>Al segundo año de ejecutada la propuesta, se disminuye el número de inundaciones en época de invierno en</p>
<p>2) Problema central</p> <p>Colapso de la red de drenajes de viviendas</p>	<p>5) Objetivo específico</p> <p>Diseñar un sistema de drenajes de viviendas en base al crecimiento poblacional</p>	<p>calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en 95%.</p> <p>Verificadores: Control y seguimiento al proyecto de diseño y construcción de sistema de drenaje pluvial por parte de profesionales de la Dirección Municipal de Planificación DMP.</p> <p>Supuestos: Se cuenta con el Concejo Comunitario de Desarrollo COCODE</p>

		de la aldea como apoyo en el control y seguimiento al proyecto.
3) Causa principal o variable independiente Inexistencia de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial	6) Nombre Propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa	16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico Al primer año de implementada la propuesta, se cuenta con un sistema de drenajes de viviendas en base al crecimiento poblacional funcional y con una efectividad de 100%. Verificadores: control y seguimiento a los usuarios que se encuentran conectados a la red de drenajes pluviales.
7) Hipótesis Causal Inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años debido a el colapso de la red de drenajes de viviendas por inexistencia de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial.	12) Resultados o productos * Se cuenta con la municipalidad de Jutiapa, Jutiapa como Unidad Ejecutora. * Se elabora anteproyecto de Propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa. * Se formula programa de	Supuestos: Auditoria técnica y supervisión de Ingenieros Civiles por parte de la Contraloría General de Cuentas CGC. Monitoreos por parte del Ministerio de

<p>Interrogativa</p> <p>¿Es la inexistencia de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial la causante de inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años por colapso de la red de drenajes de viviendas?</p>	<p>capacitación al personal involucrado.</p>	<p>Ambiente y Recursos Naturales MARN</p>
<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</p> <p>1. ¿Considera usted que existe inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años?</p> <p>Sí_____ No_____</p>	<p>13) Ajustes de costos y tiempo N/A</p>	

2. ¿Desde hace cuánto tiempo usted ha notado inundaciones en época de invierno en las calles?

2.1 0 - 1 años \_\_\_\_\_

2.2 1 - 5 años \_\_\_\_\_

2.3 Más de 5 años \_\_\_\_\_

3. ¿Considera usted que los habitantes de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa han conectado la tubería de BAP a la red de drenajes de aguas servidas?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

4. ¿Cuántas viviendas considera usted que han conectado la tubería de BAP a la red de drenajes de aguas servidas?

<p>1.1. 1-100 _____</p> <p>1.2. 200-400 _____</p> <p>1.3. 500-1000 _____</p> <p>Dirigidas a habitantes de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa. Boletas 64, población infinita cualitativa, con el 90% de confianza y 10% de error.</p>	
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>1. ¿Tiene conocimiento usted del beneficio de separar el drenaje de BAP y drenaje de aguas servidas?</p> <p>Si _____ No _____</p> <p>2. ¿Si su respuesta a la pregunta anterior fue si! ¿Considera</p>	

usted necesario separar el drenaje de BAP y drenaje de aguas servidas en las viviendas?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

3. ¿Cree usted necesario un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

4. ¿Considera usted que es necesario implementar la propuesta de proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en la aldea?

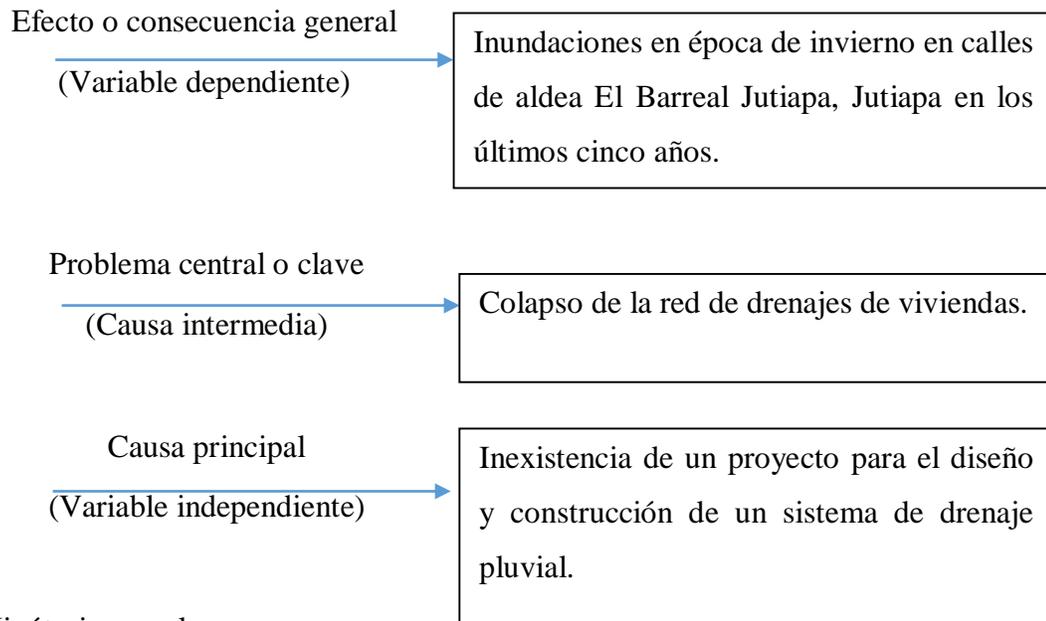
Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

<p>Dirigidas al COCODE de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa. Boletas 10, población Censal, con el 100% de confianza y 0% de error.</p>	
<p>10)Temas del Marco Teórico</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Drenaje.</li> <li>2. Sistema de drenaje municipal.</li> <li>3. Sistema de drenaje pluvial</li> <li>4. Diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial</li> <li>5. Tuberías y Canales.</li> <li>6. drenajes de viviendas</li> <li>7. red de drenajes de viviendas</li> <li>8. Causas del colapso de la red de drenajes de viviendas</li> <li>9. Inundaciones por falta de sistema de drenaje pluvial.</li> </ol>	<p>14) Anotaciones, aclaraciones y advertencias</p> <p>Forma de presentar resultados:</p> <p>El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:</p> <p>R1: Se cuenta con la municipalidad de Jutiapa, Jutiapa como Unidad Ejecutora</p> <p>A1</p> <p>An</p> <p>R2: Se elabora anteproyecto de Propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa</p> <p>A1</p> <p>An</p>

<p>10. Importancia de sistema de drenaje pluvial.</p> <p>11. Normas COGUANOR sobre drenaje de aguas pluviales.</p>	<p>R3: Se formula programa de capacitación al personal involucrado.</p> <p>A1</p> <p>An</p>
<p>11) Justificación</p> <p>Colocar el efecto de la problemática proyectado a 5 años futuros sin la ejecución de la propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa y colocar el efecto con la ejecución de la propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa.</p>	

Anexo 2: Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.

Tópico: Drenajes.



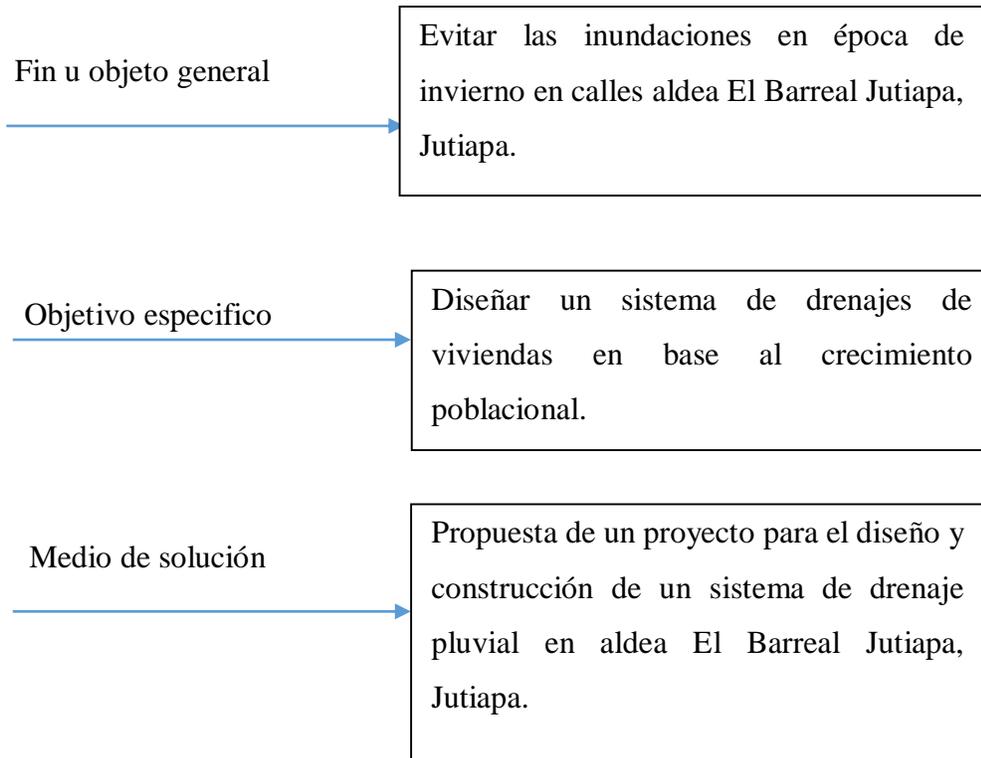
Hipótesis causal:

“Inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años debido a el colapso de la red de drenajes de viviendas por inexistencia de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial.”

Hipótesis interrogativa:

¿Es la inexistencia de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial la causante de inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años por colapso de la red de drenajes de viviendas?

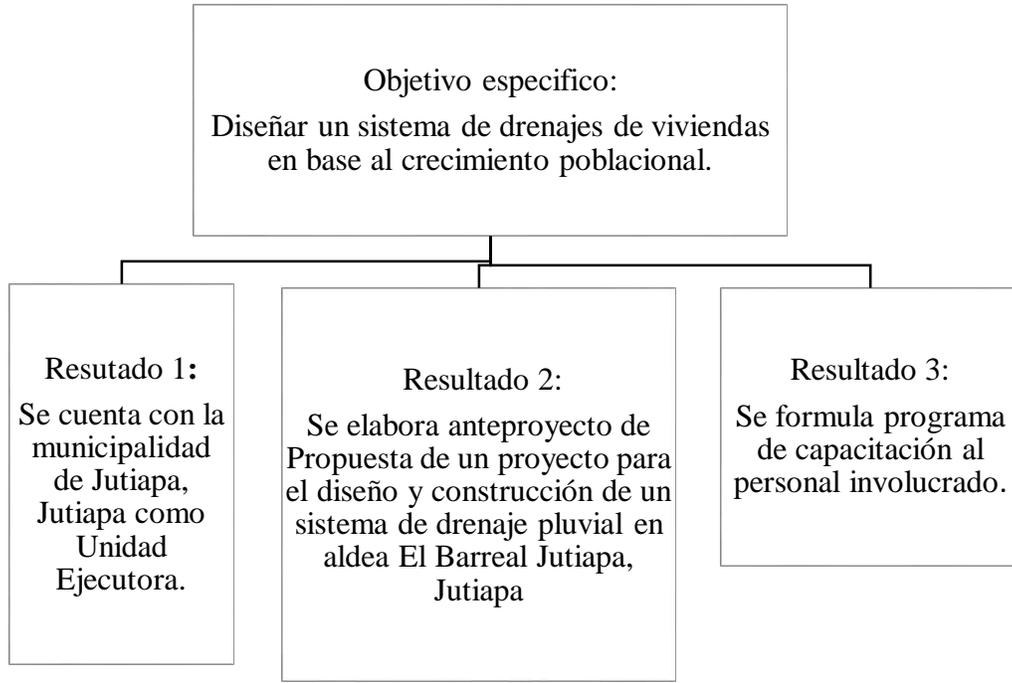
## Árbol de objetivos



Título de tesis:

Propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa

Anexo 3: Diagrama del medio de solución de la problemática



Anexo 4: Boleta de investigación para la comprobación del efecto general.

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

Objetivo: Boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: “Inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años”.

Boleta está dirigida a habitantes de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa”; de acuerdo al tamaño de la muestra que se calculó con el 90% del nivel de confianza y el 10% de error de muestreo, por el sistema de población finita cualitativa.

Instrucciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder al marcar con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela y se le indique.

2. ¿Considera usted que existe inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

3. ¿Desde hace cuánto tiempo usted ha notado inundaciones en época de invierno en las calles?

2.1 0 - 1 años\_\_\_\_\_

2.2 1 - 5 años\_\_\_\_\_

2.3 Más de 5 años\_\_\_\_\_

4. ¿Considera usted que los habitantes de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa han conectado la tubería de BAP a la red de drenajes de aguas servidas?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

5. ¿Cuántas viviendas considera usted que han conectado la tubería de BAP a la red de drenajes de aguas servidas?

5.1. 1-100 \_\_\_\_\_

5.2. 200-400 \_\_\_\_\_

5.3. 500-1000 \_\_\_\_\_

Observaciones:

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

Anexo 5: Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal.

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Independiente

Objetivo: Boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: “Inexistencia de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial”.

Boleta censal está dirigida al COCODE de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa, con el 100% de nivel de confianza y el 0% de error por el sistema de población finita cualitativa.

Instrucciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder al marcar con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela y se le indique.

1. ¿Tiene conocimiento usted del beneficio de separar el drenaje de BAP y drenaje de aguas servidas?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

2. ¿Si su respuesta a la pregunta anterior fue si! ¿Considera usted necesario separar el drenaje de BAP y drenaje de aguas servidas en las viviendas?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

3. ¿Cree usted necesario un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

4. ¿Considera usted que es necesario implementar la presente propuesta de proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en la aldea?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Observaciones:

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del tamaño de la muestra. Para comprobar la variable dependiente de la hipótesis se calculó el tamaño de la muestra a la población infinita, con 90% del nivel de confianza y el 9.5% de error de muestreo, por lo que se indica la diferente información: Para determinar el valor N (población) se obtuvo la última proyección de una Estadística del año 2020 en el cual hay una población de 450 habitantes de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa.

El cálculo se realizó a la población finita cualitativa del Terrero. La fórmula utilizada para el cálculo de la muestra con parámetros arriba indicados es la siguiente.

N =	450
Z =	1.645
Z <sup>2</sup> =	2.706025
p =	0.5
q =	0.5
d =	0.095
d <sup>2</sup> =	0.009025
NZ <sup>2</sup> pq =	304.4278125
Nd <sup>2</sup> =	4.06125
Z <sup>2</sup> pq =	0.67650625
Nd <sup>2</sup> + Z <sup>2</sup> pq =	4.73775625
n =	64

N= habitantes.

Z= Media normalizada.

p= Probabilidad de éxito.

q= Probabilidad de fracaso.

d= Error de muestreo

n= Tamaño de la muestra

$$n = \frac{N Z^2 pq}{Nd^2 + Z^2 pq}$$

Análisis: Con los resultados obtenidos el tamaño de la muestra es (n) = 64 unidades de muestreo que será dirigida a los pobladores del área del lugar que transitan en el área, mayores de 18 años.

Para comprobar la variable independiente se censo a 10 individuos del Concejo Comunitario de Desarrollo (COCODE).

Anexo 7: Comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación.

Se realiza con la finalidad de determinar la correlación existente entre las variables intervinientes en la problemática descrita en el árbol de problemas y poder validarla; así como determinar si es posible la proyección de su comportamiento mediante el cálculo de la ecuación de la línea recta.

Las variables intervinientes están en función de: “X” la cantidad de tiempo contemplado en los últimos 5 años (de 2017 a 2021); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el árbol de problemas, el cual obedece a “0.95”.

Requisito.  $+>0.80$  y  $+<-1$

Año	X (años)	Y (Reportes de inundaciones en sus viviendas, por no	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2016	1	35	35.00	1	1225.00
2017	2	65	130.00	4	4225.00
2018	3	75	225.00	9	5625.00
2019	4	95	380.00	16	9025.00
2020	5	155	775.00	25	24025.00
Totales	15	425	1545.00	55	44125.00

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	1545
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	44125.00
$\sum Y=$	425
$n\sum XY=$	7725
$\sum X*\sum Y=$	6375
Numerador=	1350

Fórmula:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2 * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum Y^2=$	220625.00
$(\sum Y)^2=$	180625.00
$n\sum X^2 - (\sum X)^2=$	50
$n\sum Y^2 - (\sum Y)^2=$	40000
$(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)$	2000000.00
Denominador:	1414.213562
r=	0.954594155

Análisis: Debido a que el coeficiente de correlación  $r = 0.95$  se encuentra dentro del rango establecido, se indica que las variables están debidamente correlacionadas, se valida la problemática y se procede a la proyección mediante la línea recta.

Anexo 8: Comentario sobre la proyección del comportamiento de la problemática mediante la línea recta.

Año	X (años)	Y (Reportes de inundaciones en sus viviendas, por no	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2016	1	35	35.00	1	1225.00
2017	2	65	130.00	4	4225.00
2018	3	75	225.00	9	5625.00
2019	4	95	380.00	16	9025.00
2020	5	155	775.00	25	24025.00
Totales	15	425	1545.00	55	44125.00

n= 5  
 $\sum X = 15$   
 $\sum XY = 1545$   
 $\sum X^2 = 55$   
 $\sum Y^2 = 44125.00$   
 $\sum Y = 425$   
 $n\sum XY = 7725$   
 $\sum X * \sum Y = 6375$   
 Numerador= 1350

Fórmula:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

$n\sum X^2 = 275$   
 $(\sum X)^2 = 225$   
 $n\sum Y^2 = 220625.00$   
 $(\sum Y)^2 = 180625.00$   
 $n\sum X^2 - (\sum X)^2 = 50$   
 $n\sum Y^2 - (\sum Y)^2 = 40000$   
 $(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2) = 2000000.00$   
 Denominador: 1414.213562  
 $r = 0.954594155$

Proyección sin proyecto

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2022)=	a	+	(b	* X)
Y(2022)=	4	+	27	X
Y(2022)=	4	+	27	6
Y(2022)=	166			
Y(2022)=	166 inundaciones			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2023)=	a	+	(b	* X)
Y(2023)=	4	+	27	X
Y(2023)=	4	+	27	7
Y(2023)=	193			
Y(2023)=	193 inundaciones			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2024)=	a	+	(b	* X)
Y(2024)=	4	+	27	X
Y(2024)=	4	+	27	8
Y(2024)=	220			
Y(2024)=	220 inundaciones			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2025)=	a	+	(b	* X)
Y(2025)=	4	+	27	X
Y(2025)=	4	+	27	9
Y(2025)=	247			
Y(2025)=	247 inundaciones			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2026)=	a	+	(b	* X)
Y(2026)=	4	+	27	X
Y(2026)=	4	+	27	10
Y(2026)=	274			
Y(2026)=	274 inundaciones			

Proyección con proyecto.

Cuadro 1: Cálculo porcentual de la solución por año/resultado.

Año								
Resultado		6 (2022)	7 (2023)	8 (2024)	9 (2025)	10 (2026)		
<b>Resultado 1 (Se cuenta con la municipalidad de Jutiapa, Jutiapa como Unidad Ejecutora.)</b>								
Espacio físico		1.00%	1.00%	0.00%	3.00%	4.70%	<b>Solución</b>	
Material y equipo		1.00%	0.50%	0.80%	1.00%	1.50%		
Personal técnico		1.00%	0.50%	2.00%	2.00%	7.00%		
Recursos financieros		1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	9.00%		
<b>Resultado 2 (Propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa.)</b>								
FASE 1		2.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%		
FASE 2		2.00%	1.00%	1.00%	0.50%	1.00%		
FASE 3		2.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%		
FASE 4		2.00%	1.00%	1.00%	1.00%	0.50%		
<b>Resultado 3 (Se formula programa de capacitación al personal involucrado.)</b>								
Convocatoria		1.00%	2.00%	2.00%	2.00%	6.00%		
Metodología		1.00%	1.00%	2.00%	1.00%	6.00%		
Temas		1.00%	2.00%	2.00%	2.00%	6.00%		
<b>Total</b>		<b>15.00%</b>	<b>12.00%</b>	<b>13.80%</b>	<b>15.50%</b>	<b>43.70%</b>		<b>100.00%</b>

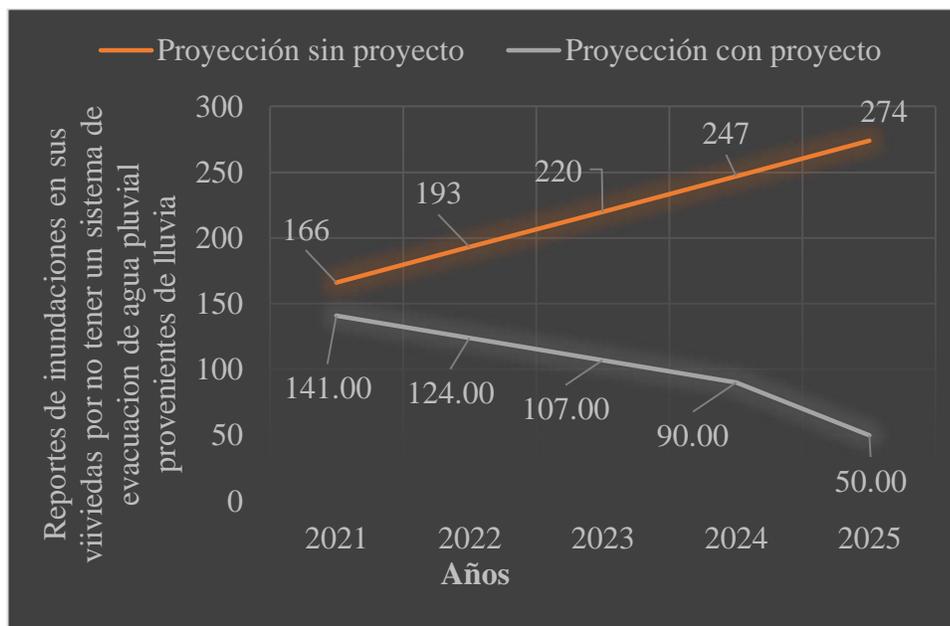
Cuadro 2: Estimación de la proyección con proyecto.

Secuencial	Año	Proyección sin proyecto	Porcentaje propuesto	Solución propuesta	Proyección con proyecto
6 (2022)	2022	166	15.00%	25.00	141.00
7 (2023)	2023	193	12.00%	17.00	124.00
8 (2024)	2024	220	13.80%	17.00	107.00
9 (2025)	2025	247	15.50%	17.00	90.00
10 (2026)	2026	274	43.70%	40.00	50.00

Cuadro 3: Comparativo sin y con proyecto

Año	Proyección sin proyecto	Proyección con proyecto
2021	166	141.00
2022	193	124.00
2023	220	107.00
2024	247	90.00
2025	274	50.00

Gráfica 1: Comportamiento de la problemática sin y con proyecto.

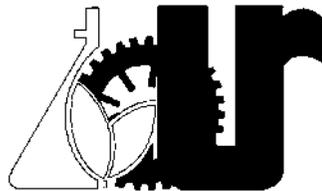


Análisis: Como se puede notar en la información anterior, la problemática crece a medida que pasa el tiempo; de no ejecutarse la presente propuesta, la situación del efecto identificado, seguirá en condiciones negativas, por lo que se hace evidente la necesidad de la pronta implementación del plan de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa, para solucionar a la brevedad posible la problemática identificada.

Mervin Elias Torres López

**TOMO II**

PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE  
UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA,  
JUTIAPA.



Asesor General Metodológico:  
Ingeniero Civil Jairo Francisco Rodríguez Arévalo.

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería.

Guatemala, agosto de 2022.

Esta tesis fue presentada por el autor previo a obtener el título universitario de Ingeniero Civil con énfasis en Construcciones Rurales en el grado académico de licenciatura.

## Prólogo

El presente trabajo se elaboró de acuerdo con los reglamentos de la universidad Rural de Guatemala, para optar al título académico de ingeniero civil en el grado de académico de licenciatura, por lo que el trabajo desarrollado cumple con los requisitos.

El presente trabajo de investigación sobre un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial, en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa, se realizó durante los meses de febrero a septiembre de dos mil veintiuno, es importante hacer mención de los métodos y técnicas utilizadas para recabar información, por medio de la investigación participativa e investigación de gabinete, donde suelen verse los resultados para la realización de dicho proyecto, son de carácter cualitativo y cuantitativo.

El objetivo del presente trabajo es dotar a la municipalidad de Jutiapa un documento con bases teóricas y técnicas para la construcción de un sistema de drenaje pluvial, y poder ejecutar acciones encaminadas a solucionar la problemática de inundaciones en las calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en época de invierno. Para la ejecución de la propuesta es necesaria la participación Comunitaria de Desarrollo Urbano y Rural (COCODE) y el concejo municipal de la Municipalidad de Jutiapa, que son los ejecutores clave en el tema de proyectos y facultados para aprobar o no un diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial.

El estudio se enfoca en el bienestar de la población de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa con la finalidad de evitar inundaciones en época de invierno en las calles de dicha aldea para lo cual se presenta el siguiente trabajo “Propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa”.

## Presentación

El desarrollo de un país se mide por diferentes tipos de infraestructura y se dividen de diferentes formas seguridad educación, alumbrado público, alcantarillado entre otros.

El presente trabajo de investigación denominado “Propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa” realizado por el autor, durante los meses de febrero a septiembre de dos mil veintiuno, como requisito previo a optar al título universitario de Ingeniero Civil con énfasis en Construcciones Rurales en el grado académico de Licenciatura, conforme a los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

En la investigación se determinó que existe inundaciones en las calles de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, en época de invierno por la inexistencia de un diseño y construcción de sistema de drenaje pluvial y ello repercute en el colapso de la red de drenajes de viviendas de la aldea y perjudica a los vecinos de la comunidad, al mal estado de las calles y a personas que transitan por dichas calles.

El estudio se enfoca en el bienestar de la población de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa con la finalidad de evitar inundaciones en época de invierno en las calles de dicha aldea para lo cual se presenta el siguiente trabajo “Propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa”.

De aprobarse y ejecutarse la propuesta, entre otros logros, se contribuirá a disminuir la inundación de las calles en época de invierno en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa, con lo cual se garantizará que los habitantes de la aldea tengan acceso a conectar las bajadas de aguas pluviales de sus viviendas al sistema de drenaje pluvial.

## **INDICE GENERAL:**

<b>No.</b>	<b>Contenido.</b>	<b>Página.</b>
	Prologo	
	Presentación.	
I.	RESUMEN.....	1
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	11
	ANEXOS	

## **I. RESUMEN.**

El presente trabajo trata de una investigación que se desarrolló en aldea El Barrial, Jutiapa, Jutiapa. Previo a obtener el título universitario de Ingeniero Civil en el grado académico de licenciatura. Universidad Rural de Guatemala y la facultad de ingeniería.

Por lo siguiente se realizó durante los meses de febrero a septiembre con el propósito de darle la mejor solución posible a los problemas encontrados, de daños por inundaciones en aldea El Barrial estos daños son los siguientes; es necesario evitar el estancamiento de aguas lluvias lo que se constituye en una fuente de proliferación de bacterias y mosquitos causantes de muchas enfermedades infecciosas y también perjudica el tránsito de personas y vehículos por lo que la población no puede desarrollar su actividades cotidianas con normalidad.

La metodología empleada para el diseño es la recomendada en el documento códigos y normas generales para el diseño de alcantarillas, del Instituto de Fomento Municipal (INFOM) del cual se utilizaron algunos criterios de diseño normados en el mismo y otros propuestos por los fabricantes de la tubería quienes garantizan cumplir con las normas ASTM F949D, ASTM F2307 Y AASHTO M-304, de acuerdo a la investigación a través de encuestas y en la investigación de campo se planteó la siguiente propuesta nombrada: “propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa”, en el cual se propone un proceso de, planificación y técnicas para resolver el problema central de falta de infraestructura de alcantarillado pluvial para los habitantes de aldea El Barrial, Jutiapa, Jutiapa.

## I.1 Planteamiento del problema

En los últimos años en la población en la aldea El Barreal Jutiapa, ha disminuido su calidad su calidad de vida, debido a la alta incidencia de inundaciones en las calles de área de estudio en temporada de invierno y a razón de esto se colapsa las instalaciones dentro de las viviendas, en los últimos 5 años.

El problema central en la aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa, es la falta de una propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial debido a que los vecinos de dicha comunidad, tienen serios inconvenientes en el colapso de la red de drenajes de viviendas y esto provoca inundaciones en época de invierno en las calles de dicha aldea.

Es un problema que se ve constantemente en las viviendas de la aldea ya que al no tener un sistema de drenaje pluvial optan a conectar las bajadas de agua pluvial a la red de drenajes de aguas servidas de la comunidad, y dicha práctica en época de invierno afecta entre otros a las calles de dicha comunidad.

El problema es debido: a) Poco interés de los habitantes en la solución del problema, b) desinterés de la Municipalidad en prevenir las inundaciones en época de invierno, c) malos modelos culturales en la conducta de la población, d) falta de un programa de información de parte de la municipalidad e) falta de control de conexiones de bajadas de agua pluvial de las viviendas a la red de drenajes de aguas servidas por parte de la municipalidad.

Debido a lo anterior, es oportuno que se realice una “Propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa”, para evitar las inundaciones en época de invierno en las calles de dicha aldea, y puedan tener un sistema de drenaje de agua pluvial para que puedan conectar sus bajadas de agua pluvial.

## I.2 Hipótesis

Hipótesis causal: Inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años debido a el colapso de la red de drenajes de viviendas por inexistencia de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial.

Hipótesis interrogativa: ¿Es la inexistencia de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial la causante de inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años por colapso de la red de drenajes de viviendas?

## I.3 Objetivos

Durante la investigación y desarrollo del presente trabajo se obtuvieron elementos que dan desenlaces a la problemática estudiada, y con ello ayudar a la solución del problema, con ese motivo en función de la investigación se trazaron los siguientes objetivos.

### I.3.1. Objetivo general

Evitar las inundaciones en época de invierno en calles aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa.

### I.3.2 Objetivo específico

Diseñar un sistema de drenajes de viviendas en base al crecimiento poblacional.

#### I.4 Justificación

Son muchos los aspectos que hacen justificable el proyecto, pero el principal es el derecho que tiene la población de la aldea de tener una mejor calidad de vida con sus servicios básicos, beneficiarios directos e indirectos de recibir un proyecto de agua pluvial, y debido a la falta de infraestructura adecuada la población de aldea El Barrial, se ven limitados a brindarles esa solución e incluso están por optar en abandonar sus propiedades. En los últimos años en la población en la aldea El Barrial Jutiapa, ha disminuido su calidad su calidad de vida, debido a la alta incidencia de inundaciones en las calles de área de estudio en temporada de invierno y a razón de esto se colapsa las instalaciones dentro de las viviendas, en los últimos 5 años

Situación sin proyecto; al no ejecutar el proyecto de infraestructura de alcantarillado pluvial continuara la problemática de inundaciones en sus hogares y obtienen pérdidas económicas. No se podrá cubrir la demanda de ayuda económica para restablecer la vida normal el cual esto año tras año ira en aumento durante los inviernos. De ser necesario el traslado de la aldea a otro lugar lo cual esto sería un grave problema para Jutiapa y genera gastos en general para los pobladores y la municipalidad y el gobierno central de Guatemala.

Situación Con Proyecto; de acuerdo a la proyección presentada en el anexo 8 el resultado nos dio que se mejorará la calidad de atención a la emergencia que presenta la aldea El Barrial, Jutiapa, el cual tendrá un espacio de seguridad en sus viviendas, un ambiente agradable y así también el resguardo de sus vidas mas por sus habitantes de niños, se podrá cubrir la demanda existente en la aldea El Barrial, reducir la deserción de los pobladores a otro lugares y pérdidas económicas al brindar la propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial.

## I.5. Metodología

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

### I.5.1. Métodos

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así: Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue esencial el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo del presente documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

#### 1.5.1.1. Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales del área de tesorería de la municipalidad. En efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- Observación directa.

La técnica se utilizó directamente en el lugar de investigación a cuyo efecto, para determinar las inundaciones en época de invierno en calles de la aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa y contrarrestar la problemática.

- Investigación documental; se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada. Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.

- Entrevista. Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a los habitantes del sector de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Ya poseída una visión más clara sobre la problemática del área de la aldea de la que le corresponden a la municipalidad citada, con la utilización del método deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, se procedió a la formulación de la hipótesis, a cuyo efecto se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación. La graficación de la hipótesis de encuentra en al anexo 1.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “Inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años, es debido a el colapso de la red de drenajes de viviendas por inexistencia de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial”.

El método del marco lógico, nos permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; así como nos facilitó establecer la denominación del trabajo en cuestión.

1.5.1.2. Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.

Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado, fue el método inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

En efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- Entrevista. Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.

- Determinación de la población a investigar. En atención al tema, el grupo de investigación decidió no efectuar un muestreo estadístico que representara a la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por 64 personas de aldea El Barrial; por lo que, para obtener una información más confiable, se censó o investigó a la totalidad de la población; con lo que el nivel de confianza en este caso será del 100%.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método de estadístico y el método de análisis, que consistió en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación que poseyeron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

### I.5.2. Técnicas

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; sin embargo, variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental y las fichas bibliográficas; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, para la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista y el censo.

Como se puede observar fácilmente, la entrevista estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente para conformar el marco teórico.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

- Resultado 1:

Se cuenta con la municipalidad de Jutiapa, Jutiapa como Unidad Ejecutora.

Actividad 1: Presentar solicitud de audiencia con las actividades municipales.

Actividad 2: Presentar propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa

Actividad 3: Hacer entrega a la Dirección municipal de Planificación (DMP) de Jalapa la siguiente documentación: planificación, diseño y el cronograma físico y financiero

- Resultado 2:

Se elabora anteproyecto de Propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa

Actividad 1. Rotulo de identificación

Actividad 2. Topografía

Actividad 3. Excavación.

Actividad 4. Pozos de visita de profundidad de 1,43 a 2,00 mts. Y diámetro de 1,50 mts.

Actividad 5. Pozos de visita de profundidad de 1,43 a 2,00 mts. Y diámetro de 1,75 mts.

Actividad 6. Pozos de visita de profundidad de 2,01 a 3,05 mts. Y diámetro de 1,50 mts.

Actividad 7. Instalación de tubería de 10”

Actividad 8. Instalación de tubería de 12”

Actividad 9. Instalación de tubería de 16”

Actividad 10. Instalación de tubería de 18”

Actividad 11. Instalación de tubería de 20”

Actividad 12. Instalación de tubería de 24”

Actividad 13. Instalación de tubería de 30”

Actividad 14. Relleno de zanjas.

Actividad 15. Limpieza

Actividad 16 tragantes.

Actividad 17 desfogues.

- Resultado 3.

Se formula programa de capacitación al personal involucrado

- Actividad 1. Convocatoria.

- Actividad 2. Metodología.
- Actividad 3. Temas.
- Actividad 4. Cronograma de capacitación.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

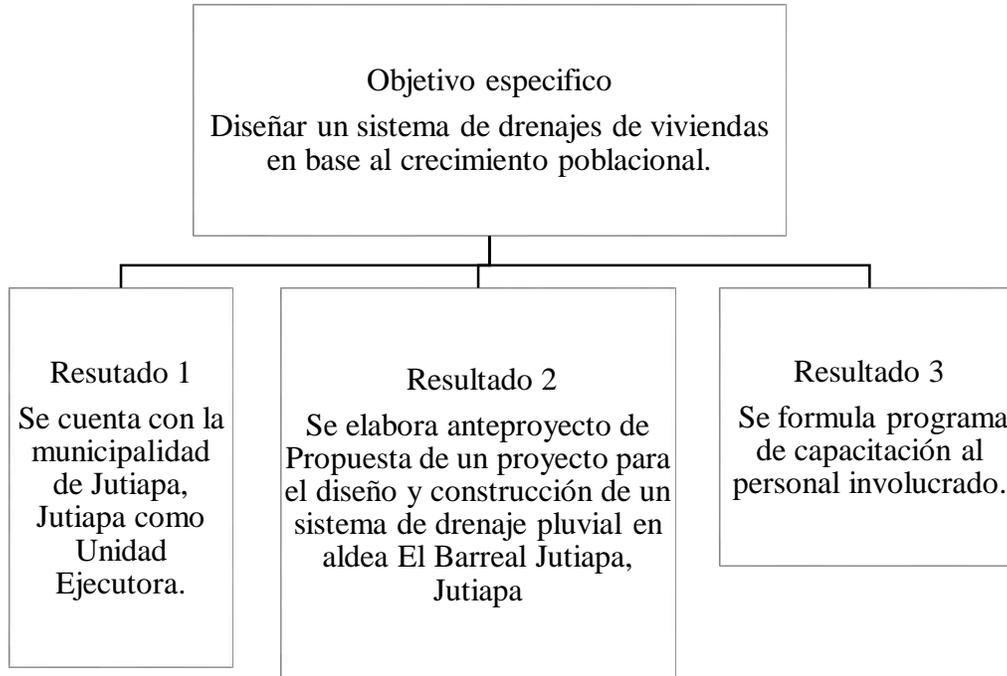
### IV.1. Conclusiones.

Se comprueba la hipótesis: “Inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en los últimos cinco años debido a el colapso de la red de drenajes de viviendas por inexistencia de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial.”

### IV.2. Recomendaciones.

Implementar la propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa.

Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática.



**Resultado 1. Se cuenta con la municipalidad de Jutiapa, Jutiapa como Unidad Ejecutora.**

Actividad 1.

Presentar solicitud de audiencia con las autoridades municipales

1. Audiencia con el director municipal de planificación
2. Levantar un acta de la reunión con el director municipal.
3. Información de los problemas que tienen la aldea El Barreal.

Actividad 2.

Presentar propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa

Actividad 3.

Hacer entrega del estudio a la municipalidad en la oficina de DMP (director Municipal de Planificación), el cual conlleva juego de planos, planificación e información de área de la construcción.

## **Resultado 2. Propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa**

### Actividad 1. Rotulo de identificación.

Se colocara un rotulo o cartel colocado en el lugar que señale la fiscalización de obra, un cartel de obra de acuerdo al diseño propuesto por la fiscalización, se construirá con armazón de acero de 1.20 metros de altura y 2.40 metros de longitud, asegurado al terreno con dos bases de concreto de 30\*30\*50 centímetros, embebida en la misma dos tubos de 2” tipo proceso a costanera de 2”x1” doble, sobre el cual se asegura marco la lámina con basticos de hierro cuadrado con lamina calibre de 3/64” con dos capas de pintura anticorrosiva, sobre la cual se adherida una calcomanía de identificación de proyecto.

### Actividad 2. Topografía.

Todos los trabajos se realizarán con aparatos de precisión, tales como teodolitos, niveles entre otros, debidamente calibrados, el personal técnico a cargo de esta actividad deberá ser suficientemente experimentado, se deberá colocar mojones de hormigón perfectamente identificados con las cotas abscisas correspondientes y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo.

### Actividad 3. Excavación.

La excavación de zanjas de tubería y otros será efectuada de acuerdo con los trazados indicados en los planos y memorias técnicas, excepto y se encuentre inconvenientes imprevistos en cuyo caso los mismos pueden ser modificados de conformidad con el criterio técnico de la fiscalización del proyecto.

Los tramos de canal comprendido entre dos pozos consecutivos seguirán una línea recta y tendrán una sola gradiente, el fondo de la zanja será lo suficientemente ancho

para permitir libremente el trabajo de los obreros colocadores de la tubería o constructores de colectores y para la ejecución de un buen relleno. En ninguno caso, el ancho del fondo de la zanja será menor que el diámetro exterior del tubo más 0.50 mts. Sin entubados, con entubado se considera un ancho del fondo de la zanja no mayor que el diámetro exterior del tubo más 0.80 mts.

El dimensionamiento de la parte superior de la zanja para el tendido de los tubos varía según el diámetro y la profundidad a la que van ser colocados. Para profundidades de entre 0 y 2 metros diámetro, se procurará que las paredes de las zanjas sean verticales y sin taludes y para profundidades mayores de 2 metros preferiblemente las paredes tendrán un talud de 1:6 que se extienda hasta el fondo de las zanjas.

Actividad 4. Pozos de visita de profundidad de 1,43 a 2,00 mts. y diámetro de 1,50 mts.

Pozos de visita, se colocaran pozos en cualquiera de los siguientes casos: cambio de dirección horizontal, cambio de pendiente, cambio de diámetro, cambio de elevación, en los arranques y en las intersecciones con otras alcantarillas, en una distancia máxima de cien metros, el costo de construcción de los pozos de inspección se pagara conforme a la unidad indicada en el formato de oferta, la cimentación consistirá en una losa de concreto de 205 Kg/cm<sup>2</sup> (2,915 libras/ pulg<sup>2</sup>) de resistencia a la ruptura, de veinte centímetro de espesor, se construirán de mampostería de ladrillo tayuyo común de buena calidad no poroso, en secciones uniformes, resistentes y mortero de 1:6 cemento, grava de río limpia grano fino después de 45 minutos de haberse preparado, dicho mortero no se deberá emplear en la obra.

Actividad 5. Pozos de visita de profundidad de 1,43 a 2,00 mts. y diámetro de 1,75 mts.

Pozos de visita, se colocaran pozos en cualquiera de los siguientes casos: cambio de dirección horizontal, cambio de pendiente, cambio de diámetro, cambio de elevación, en los arranques y en las intersecciones con otras alcantarillas, en una distancia máxima de cien metros, el costo de construcción de los pozos de inspección se pagara conforme a la unidad indicada en el formato de oferta, la cimentación consistirá en una losa de concreto de 205 Kg/cm<sup>2</sup> (2,915 libras/ pulga<sup>2</sup>) de resistencia a la ruptura, de veinte centímetros de espesor, se construirán de mampostería de ladrillo tayuyo común de buena calidad no poroso, en secciones uniformes, resistentes y mortero de 1:6 cemento, área de rio limpia grano fino después de 45 minutos de haberse preparado, dicho mortero no se deberá emplear en la obra.

Actividad 6. Pozos de visita de profundidad de 2,01 a 3,05 mts. y diámetro de 1,50 mts.

Pozos de visita, se colocaran pozos en cualquiera de los siguientes casos: cambio de dirección horizontal, cambio de pendiente, cambio de diámetro, cambio de elevación, en los arranques y en las intersecciones con otras alcantarillas, en una distancia máxima de cien metros, el costo de construcción de los pozos de inspección se pagara conforme a la unidad indicada en el formato de oferta, la cimentación consistirá en una losa de concreto de 205 Kg/cm<sup>2</sup> (2,915 libras/ pulga<sup>2</sup>) de resistencia a la ruptura, de veinte centímetro de espesor, se construirán de mampostería de ladrillo tayuyo común de buena calidad no poroso, en secciones uniformes, resistentes y mortero de 1:6 cemento, área de rio limpia grano fino después de 45 minutos de haberse preparado, dicho mortero no se deberá emplear en la obra.

Actividad 7. Instalación de tubería de 10”.

Como en todo proceso constructivo de sistemas de alcantarillado sanitario, la instalación de la tubería se iniciará a partir del extremo aguas debajo de cada tramo, en el caso de la tubería, las campanas se colocan en sentido contrario a la dirección del flujo. La colocación se efectuará de la siguiente manera.

- Debe limpiarse cuidadosamente el extremo espiga del tubo hasta los 3 primeros tubos.
- Para proporcionar un apoyo adecuado y continuo encamado a los tubos por instalar deberá colocarse una cama de material seleccionado libre de piedras, para un correcto asentamiento, de tal forma que no se provoquen esfuerzos adicionales a flexión. El espesor de la plantilla debe ser de acuerdo a las especificaciones del proyecto.
- Luego, se alinea la unión y se introduce la espiga dentro de la campana, para realizar esta operación es necesario utilizar una barra y una pieza de madera a manera de palanca, asegurándose de que la pieza de madera proteja el extremo del tubo.
- Por lo siguiente se tiene que anillar con sabieta cargado de esta forma rodear en toda la unión.

#### Actividad 8. Instalación de tubería de 12”.

Como en todo proceso constructivo de sistemas de alcantarillado sanitario, la instalación de la tubería se iniciará a partir del extremo aguas debajo de cada tramo, en el caso de la tubería, las campanas se colocan en sentido contrario a la dirección del flujo. La colocación se efectuará de la siguiente manera.

- Debe limpiarse cuidadosamente el extremo espiga del tubo hasta los 3 primeros tubos.
- Para proporcionar un apoyo adecuado y continuo encamado a los tubos por instalar deberá colocarse una cama de material seleccionado libre de piedras, para un correcto asentamiento, de tal forma que no se provoquen esfuerzos

adicionales a flexión. El espesor de la plantilla debe ser de acuerdo a las especificaciones del proyecto.

- Luego, se alinea la unión y se introduce la espiga dentro de la campana, para realizar esta operación es necesario utilizar una barra y una pieza de madera a manera de palanca, asegurándose de que la pieza de madera proteja el extremo del tubo.
- Por lo siguiente se tiene que anillar con sabieta cargado de esta forma rodear en toda la unión.

#### Actividad 9. Instalación de tubería de 16”.

Como en todo proceso constructivo de sistemas de alcantarillado sanitario, la instalación de la tubería se iniciará a partir del extremo aguas debajo de cada tramo, en el caso de la tubería, las campanas se colocan en sentido contrario a la dirección del flujo. La colocación se efectuará de la siguiente manera.

- Debe limpiarse cuidadosamente el extremo espiga del tubo hasta los 3 primeros tubos.
- Para proporcionar un apoyo adecuado y continuo encamado a los tubos por instalar deberá colocarse una cama de material seleccionado libre de piedras, para un correcto asentamiento, de tal forma que no se provoquen esfuerzos adicionales a flexión. El espesor de la plantilla debe ser de acuerdo a las especificaciones del proyecto.
- Luego, se alinea la unión y se introduce la espiga dentro de la campana, para realizar esta operación es necesario utilizar una barra y una pieza de madera a manera de palanca, asegurándose de que la pieza de madera proteja el extremo del tubo.
- Por lo siguiente se tiene que anillar con sabieta cargado de esta forma rodear en toda la unión.

#### Actividad 10. Instalación de tubería de 18”.

Como en todo proceso constructivo de sistemas de alcantarillado sanitario, la instalación de la tubería se iniciará a partir del extremo aguas debajo de cada tramo, en el caso de la tubería, las campanas se colocan en sentido contrario a la dirección del flujo. La colocación se efectuará de la siguiente manera.

- Debe limpiarse cuidadosamente el extremo espiga del tubo hasta los 3 primeros tubos.
- Para proporcionar un apoyo adecuado y continuo encamado a los tubos por instalar deberá colocarse una cama de material seleccionado libre de piedras, para un correcto asentamiento, de tal forma que no se provoquen esfuerzos adicionales a flexión. El espesor de la plantilla debe ser de acuerdo a las especificaciones del proyecto.
- Luego, se alinea la unión y se introduce la espiga dentro de la campana, para realizar esta operación es necesario utilizar una barra y una pieza de madera a manera de palanca, asegurándose de que la pieza de madera proteja el extremo del tubo.
- Por lo siguiente se tiene que anillar con sabieta cargado de esta forma rodear en toda la unión.

#### Actividad 11. Instalación de tubería de 20”.

Como en todo proceso constructivo de sistemas de alcantarillado sanitario, la instalación de la tubería se iniciará a partir del extremo aguas debajo de cada tramo, en el caso de la tubería, las campanas se colocan en sentido contrario a la dirección del flujo. La colocación se efectuará de la siguiente manera.

- Debe limpiarse cuidadosamente el extremo espiga del tubo hasta los 3 primeros tubos.

- Para proporcionar un apoyo adecuado y continuo encamado a los tubos por instalar deberá colocarse una cama de material seleccionado libre de piedras, para un correcto asentamiento, de tal forma que no se provoquen esfuerzos adicionales a flexión. El espesor de la plantilla debe ser de acuerdo a las especificaciones del proyecto.
- Luego, se alinea la unión y se introduce la espiga dentro de la campana, para realizar esta operación es necesario utilizar una barra y una pieza de madera a manera de palanca, asegurándose de que la pieza de madera proteja el extremo del tubo.
- Por lo siguiente se tiene que anillar con sabieta cargado de esta forma rodear en toda la unión.

#### Actividad 12. Instalación de tubería de 24”.

Como en todo proceso constructivo de sistemas de alcantarillado sanitario, la instalación de la tubería se iniciará a partir del extremo aguas debajo de cada tramo, en el caso de la tubería, las campanas se colocan en sentido contrario a la dirección del flujo. La colocación se efectuará de la siguiente manera.

- Debe limpiarse cuidadosamente el extremo espiga del tubo hasta los 3 primeros tubos.
- Para proporcionar un apoyo adecuado y continuo encamado a los tubos por instalar deberá colocarse una cama de material seleccionado libre de piedras, para un correcto asentamiento, de tal forma que no se provoquen esfuerzos adicionales a flexión. El espesor de la plantilla debe ser de acuerdo a las especificaciones del proyecto.
- Luego, se alinea la unión y se introduce la espiga dentro de la campana, para realizar esta operación es necesario utilizar una barra y una pieza de madera a manera de palanca, asegurándose de que la pieza de madera proteja el extremo del tubo.

- Por lo siguiente se tiene que anillar con sabieta cargado de esta forma rodear en toda la unión.

#### Actividad 13. Instalación de tubería de 30”.

Como en todo proceso constructivo de sistemas de alcantarillado sanitario, la instalación de la tubería se iniciará a partir del extremo aguas debajo de cada tramo, en el caso de la tubería, las campanas se colocan en sentido contrario a la dirección del flujo. La colocación se efectuará de la siguiente manera.

- Debe limpiarse cuidadosamente el extremo espiga del tubo hasta los 3 primeros tubos.
- Para proporcionar un apoyo adecuado y continuo encamado a los tubos por instalar deberá colocarse una cama de material seleccionado libre de piedras, para un correcto asentamiento, de tal forma que no se provoquen esfuerzos adicionales a flexión. El espesor de la plantilla debe ser de acuerdo a las especificaciones del proyecto.
- Luego, se alinea la unión y se introduce la espiga dentro de la campana, para realizar esta operación es necesario utilizar una barra y una pieza de madera a manera de palanca, asegurándose de que la pieza de madera proteja el extremo del tubo.
- Por lo siguiente se tiene que anillar con sabieta cargado de esta forma rodear en toda la unión.

#### Actividad 14. Rellenos y Zanjas.

Para el relleno no se deberá proceder a efectuar ningún relleno de estaciones sin antes obtener la aprobación del fiscalizador, pues en caso contrario este podrá

ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por el, sin que el constructor tenga derecho a ninguna retribución por ello.

Los tubos o estructura fundidas en sitio, no serán cubiertos de relleno, hasta que el hormigón haya adquirido la suficiente resistencia para soportar las cargas impuestas, el material de relleno no se dejara caer directamente sobre las tubería o estructuras. Las operaciones de relleno en cada tramo de zanja serán terminas sin demora y ninguna parte de los tramos de tubería se dejará.

La primera parte del relleno se hará invariablemente, en ella tierra fina seleccionada, exento de piedras, ladrillos, tejas y otros materiales duros, los espacios entre la tubería o estructuras y el talud de la zanja deberán rellenarse cuidadosamente con la pala y apisonamiento suficiente hasta alcanzar un nivel de 30 centímetros sobre la superficie superior del tubo o estructuras.

#### Actividad 15. Limpieza.

Estas operaciones pueden ser efectuadas con equipos mecánicos, todo el material sobrante del producto de la excavación se colocará fuera de las zonas destinadas de la construcción, en los sitios señalados.

Se utilizarán retroexcavadora y camiones para el retiro del material.

#### Actividad 16. Tragantes.

Tragantes, se colocaran pozos en cualquiera de los siguientes casos: cambio de dirección horizontal, cambio de pendiente, cambio de diámetro, cambio de elevación, en los arranques y en las intersecciones con otras alcantarillas, en una distancia máxima de cien metros, el costo de construcción de los pozos de inspección se pagara conforme a la unidad indicada en el formato de oferta, la

cimentación consistirá en una losa de concreto de 205 Kg/cm<sup>2</sup> (2,915 libras/ pulga<sup>2</sup>) de resistencia a la ruptura, de veinte centímetro de espesor, se construirán de mampostería de ladrillo tayuyo común de buena calidad no poroso, en secciones uniformes, resistentes y mortero de 1:6 cemento, área de rio limpia grano fino después de 45 minutos de haberse preparado, dicho mortero no se deberá emplear en la obra.

Actividad 17. Desfogues.

Se construirán 6 cabezales que serían 6 desfogues, por lo cual se construirán con los siguientes requerimientos de concreto armado, el hierro será de 5/8" en ambas direcciones en forma de malla y será con un espesor de 30 centímetros encofradora para ser fundido en una sola pieza con concreto de 4000 psi.

### **Resultado 3. Se formula programa de capacitación al personal involucrado**

Actividad 1. Convocatoria.

- Ingeniero civil
- Dibujante
- Secretaria

Actividad 2: Metodología.

- Exposición.
- Proyección de diapositivas.
- Aclarar dudas.

Actividad 3: Temas.

- Uso de programa AutoCAD para elaboración de planos.
- Uso de programa Excel para elaboración de presupuesto y cronogramas.
- Uso de programa Word para elaboración de especificaciones técnicas.

Actividad 4: Cronograma de capacitación.

La capacitación se realizará dos veces al año, una en febrero y la otra será en noviembre.

Anexo2. Matriz de la estructura lógica.

<b>COMPONENTES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>	<b>SUPUESTOS</b>
<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Evitar las inundaciones en época de invierno en calles aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa</p>	<p>Al segundo año de ejecutada la propuesta, se disminuye el número de inundaciones en época de invierno en calles de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa en 95%.</p>	<p>Control y seguimiento al proyecto de <b>diseño y construcción de sistema de drenaje pluvial</b> por parte de profesionales de la Dirección Municipal de Planificación DMP.</p>	<p>Se cuenta con el Concejo Comunitario de Desarrollo COCODE de la aldea como apoyo en el control y seguimiento al proyecto.</p>
<p><b>Objetivo específico:</b></p> <p>Diseñar un sistema de drenajes de viviendas en base al crecimiento poblacional</p>	<p>Al primer año de implementada la propuesta, se cuenta con un sistema de drenajes de viviendas en base al crecimiento poblacional funcional y con una efectividad de 100%</p>	<p>Control y seguimiento a los usuarios que se encuentran conectados a la red de drenajes pluviales.</p>	<p>Auditoría técnica y supervisión de Ingenieros Civiles por parte de la Contraloría General de Cuentas CGC. Monitoreos por parte del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN</p>

<b>Resultado 1:</b>			
Se cuenta con la municipalidad de Jutiapa, Jutiapa como Unidad Ejecutora			
<b>Resultado 2:</b>			
Se elabora anteproyecto de Propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa			
<b>Resultado 3:</b>			

Se formula programa de capacitación al personal involucrado.			
--	--	--	--

Anexo 3. Ajuste de costo y tiempo.

<b>AJUSTE DE COSTO Y TIEMPO</b>										
No. Activiada	ACTIVIDAD DE TRABAJO	COSTO	TIEMPO DE TRABAJO EN (SEMANAS)							
			1	2	3	4	5	6	7	8
A.1	Rotulo De Identificación	Q 2,704.80								
A.2	Topografía	Q 31,780.97								
A.3	Excavación	Q 447,699.14								
A.4	Pozos de visita de profundidad de 1,43 a 2,00 mts. y diámetro de 1,50 mts.	Q 334,660.39								
A.5	Pozos de visita de profundidad de 1,43 a 2,00 mts. y diámetro de 1,75 mts.	Q 47,020.56								
A.6	Pozos de visita de profundidad de 2,01 a 3,05 mts. y diámetro de 1,50 mts.	Q 181,571.15								
A.7	Instalación De Tuberia De 10"	Q 116,929.47								
A.8	Instalación De Tuberia De 12"	Q 49,470.59								
A.9	Instalación De Tuberia De 16"	Q 89,345.62								
A.10	Instalación De Tuberia De 18"	Q 33,321.48								
A.11	Instalación De Tuberia De 20"	Q 87,803.88								
A.12	Instalación De Tuberia De 24"	Q 110,611.14								
A.13	Instalación De Tuberia De 30"	Q 206,397.29								
A.14	Relleno De Zanjas	Q 118,774.61								
A.15	Limpieza	Q 78,500.00								
A.16	Tragantes	Q 101,452.88								
A.17	Desfogues	Q 10,917.15								
A.20	se cuenta con la municipalidad de Jutiapa, Jutiapa como Unidad Ejecutora.	Q 35,880.00								
A.21	Se formula programa de capacitación al personal involucrado	Q 10,280.00								
<b>TOTAL</b>		<b>Q 2,095,121.10</b>								

Anexo 4. Plan de trabajo.

<b>CONOGRAMA DE RESULTADO Y ACTIVIDADES</b>										
<b>No.</b>	<b>RESULTADO Y ACTIVIDADES</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>TIEMPO DE TRABAJO EN (SEMANAS)</b>							
			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>R.1</b>	<b>se cuenta con la municipalidad de Jutiapa, Jutiapa como Unidad Ejecutora.</b>									
<b>A.1</b>	Presentar solicitud de audiencia con las actividades municipales.	COCODE de aldea El Barreal Jutiapa								
<b>A.2</b>	Presentar el estudio de la propuesta de construcción de un sistema alcantarillado sanitario colonia El Milagro al consejo municipal de Jalapa	COCODE de aldea El Barreal Jutiapa								
<b>A.3</b>	Hacer entrega a la Dirección municipal de Planificación (DMP) de Jalapa la siguiente documentación: planificación, diseño y el cronograma físico y financiero	COCODE de aldea El Barreal Jutiapa								

Continuación anexo 4.

<b>CONOGRAMA DE RESULTADO Y ACTIVIDADES</b>										
No.	RESULTADO Y ACTIVIDADES	RESPONSABLE	TIEMPO DE TRABAJO EN (SEMANAS)							
			1	2	3	4	5	6	7	8
<b>R.2</b>	<b>PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.</b>									
<b>A.1</b>	Rotulo De Identificación	COCODE de aldea El Barreal Jutiapa								
<b>A.2</b>	Topografía	COCODE de aldea El Barreal Jutiapa								
<b>A.3</b>	Excavación	COCODE de aldea El Barreal Jutiapa								
<b>A.4</b>	Pozos de visita de profundidad de 1,43 a 2,00 mts. y diámetro de 1,50 mts.	COCODE de aldea El Barreal Jutiapa								
<b>A.5</b>	Pozos de visita de profundidad de 1,43 a 2,00 mts. y diámetro de 1,75 mts.	COCODE de aldea El Barreal Jutiapa								
<b>A.6</b>	Pozos de visita de profundidad de 2,01 a 3,05 mts. y diámetro de 1,50 mts.	COCODE de aldea El Barreal Jutiapa								
<b>A.7</b>	Instalación De Tubería De 10"	COCODE de aldea El Barreal Jutiapa								
<b>A.8</b>	Instalación De Tubería De 12"	COCODE de aldea El Barreal Jutiapa								
<b>A.9</b>	Instalación De Tubería De 16"	COCODE de aldea El Barreal Jutiapa								
<b>A.10</b>	Instalación De Tubería De 18"	COCODE de aldea El Barreal Jutiapa								
<b>A.11</b>	Instalación De Tubería De 20"	COCODE de aldea El Barreal Jutiapa								
<b>A.12</b>	Instalación De Tubería De 24"	COCODE de aldea El Barreal Jutiapa								
<b>A.13</b>	Instalación De Tubería De 30"	COCODE de aldea El Barreal Jutiapa								
<b>A.14</b>	Relleno De Zanjas	COCODE de aldea El Barreal Jutiapa								
<b>A.15</b>	Limpieza	COCODE de aldea El Barreal Jutiapa								
<b>A.16</b>	Tragantes	COCODE de aldea El Barreal Jutiapa								
<b>A.17</b>	Desfogues	COCODE de aldea El Barreal Jutiapa								

Continuación anexo 4.

<b>CONOGRAMA DE RESULTADO Y ACTIVIDADES</b>										
<b>No.</b>	<b>RESULTADO Y ACTIVIDADES</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>TIEMPO DE TRABAJO EN (SEMANAS)</b>							
			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>R.3</b>	<b>Se formula programa de capacitación al personal involucrado</b>									
<b>A.1</b>	mantenimiento	COCODE de aldea El Barreal Jutiapa								

Anexo 5. Presupuesto de resultados.

<b>PRESUPUESTO INTEGRADO POR RESULTADOS</b>		
<b>Resultado</b>	<b>Descripción</b>	<b>Total (Q)</b>
R.1	se cuenta con la municipalidad de Jutiapa, Jutiapa como Unidad Ejecutora.	Q 35,880.00
R.2	PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.	Q 2,048,961.10
R.3	Se formula programa de capacitación al personal involucrado	Q 10,280.00
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>Q 2,095,121.10</b>

## OTROS ANEXOS

### Anexo 1. Fase de servicio técnico- profesional de diseño alcantarillado pluvial.

#### Descripción del proyecto

La aldea cuenta con sus calles debidamente adoquinadas a excepción de algunos callejones que aún están en proceso de adoquinar. Cuenta con un adecuado sistema de drenaje sanitario y con drenaje pluvial en una calle principal de la aldea la cual cubre una pequeña parte de la población. Debido al crecimiento poblacional y a la topografía del lugar, se ha incrementado la necesidad de contar con un sistema de drenaje pluvial en la aldea para evitar que el agua se almacene en las calles.

Una descripción general del proyecto se presenta en los siguientes incisos.

- El proyecto consiste en diseñar el sistema de alcantarillado pluvial en las calles principales de la aldea.
- La longitud del sistema es de 6.125.19 ml
- El proyecto se diseñará en cuatro tramos o fases de construcción, ya que el financiamiento no será entregado en su totalidad para todo el proyecto.
- Sera de tubería de concreto de diferentes diámetros. Los desfogues se harán sobre el rio y en otros machuelos que atraviesan la aldea.
- Se colocarán tragantes de acera a lo largo de las calles y avenidas para las aguas pluviales en puntos estratégicos.

## Diseño del sistema

Descripción del sistema a utilizar; Para el diseño del sistema de alcantarillado pluvial, se tomaron en cuenta varios aspectos como la intensidad de lluvia, el área tributaria que llegaría a cada una de las tuberías y se aprovecharon las pendientes del terreno con las que cuenta el municipio actualmente, entre otros (Sandoval, junio de 2012, pág. 55).

Debido a que el diseño era toda la cabecera municipal, se dividió la construcción del sistema de alcantarillado pluvial en cuatro fases, dichas fases se encuentran especificadas en los planos de construcción (Sandoval, junio de 2012, pág. 55).

Se utilizó tubería de concreto, la cual deberá poseer una estructura homogénea de igual espesor en toda su longitud, impermeable, con una superficie interior lisa, libre de grietas o fracturas parciales, para las juntas de cada tubería será utilizada sabieta, ser esta un espesor de 0.02 mts y un ancho de 0.10 mts. En la unión de los tubos (Sandoval, junio de 2012, pág. 55).

Dentro de los planos también se especifican el diámetro de tubería a utilizar en cada tramo, la profundidad de la misma, así como la profundidad de los pozos de visita (Amaya, octubre de 2007, pág. 55).

## Periodo de diseño.

El sistema de alcantarillado fue proyectado para que tuviera un funcionamiento adecuado durante un periodo de 20 años. Debido a que la construcción empezará el otro año, para los cálculos se utilizaron 21 años, es decir, para una probabilidad de ocurrencia de uno en 20 años (Amaya, octubre de 2007, pág. 52).

### Determinación del coeficiente de escorrentía

Debido a que llueve, un porcentaje del agua se evapora, infiltra o es absorbido por áreas jardineadas, el coeficiente de escorrentía que se toma en consideración para los cálculos hidráulicos es un porcentaje del agua total llovida. El valor de este coeficiente depende del tipo de superficie:

Mientras más impermeable sea la superficie, mayor será el valor del coeficiente de escorrentía (Sandoval, junio de 2012, pág. 123).

La siguiente tabla muestra algunos valores de escorrentía depender de la superficie que sea analizada (Sandoval, junio de 2012, pág. 123):

Tabla 1. Valores para coeficiente de escorrentía

SUPERFICIE	C	ADOPTADA
Techos	0.70 a 0.95	0.70
Pavimentos de concreto y asfalto	0.85 a 0.90	
Pavimentos de piedra, ladrillo o madera en buenas condiciones	0.75 a 0.85	0.75
Pavimentos de piedra, ladrillo o madera en malas condiciones	0.60 a 0.70	
Calles macademizadas	0.25 a 0.60	
Calles y banquetas de arena	0.15 a 0.30	
Calles sin pavimento, lotes desocupados, etc.	0.10 a 0.30	
Parques, canchas jardines, prados, etc.	0.05 a 0.25	0.05
Bosques y tierra cultivada	0.01 a 0.20	

Fuente: Departamento de Acueductos y Alcantarillados, Dirección General de obras Públicas, tabla No, 1 pág. 15.

El cálculo del coeficiente de escorrentía promedio se realizará de la siguiente manera:

$$C = \frac{\sum(c \cdot a)}{\sum a}$$

Datos:

c = Coeficiente de escorrentía de cada una de las áreas parciales

a = Areas parciales (en hectáreas)

C = Coeficiente de escorrentia promedio

Cálculo de las áreas con adoquín	4.209 Hectáreas
Cálculo de las áreas techadas	11.98 Hectáreas
Cálculo de las áreas con patios, lotes y jardines	13.76 Hectáreas
Total, áreas acumuladas	29.95 Hectárea

Con estos datos se puede obtener el coeficiente de escorrentía promedio como se muestra a continuación:

$$C = \frac{\sum(c \cdot a)}{\sum a}$$

$$C = \frac{\sum((0.75 \cdot 4.209) + (0.70 \cdot 11.98) + (0.05 \cdot 13.76))}{\sum 29.95}$$

$$c = 0.408$$

Determinación de lugares de descarga

Como lugares de descarga se buscaron puntos donde los desfogues fueran en ríos. El río Gualacate bordea el municipio, por lo que se utilizaron dos puntos de desfogue que llegan directamente al río (Amaya, octubre de 2007, pág. 105).

También se consideraron riachuelos que atraviesan el municipio, que desembocan al río Gualacate, estos están en tres diferentes puntos del municipio. De los

desfogues que salen a los riachuelos, uno tiene una desembocadura hacia una caja de concreto existente, los otros dos salen a puentes de pequeñas dimensiones (Amaya, octubre de 2007, pág. 125).

Para disminuir la energía con la que el agua pluvial caerá en el río y los riachuelos, se diseñaron disipadores de energía, para evitar que esta pueda socavar las bases de los puentes y así mismo evitar que pueda causar cualquier otro tipo de daño. Estos están específicos en los planos de construcción (Amaya, octubre de 2007, pág. 125).

#### Determinación de áreas tributarias

Cada tubería deberá transportar cierta cantidad de agua. Para determinar este valor, del plano general se tomaron las cotas del terreno a manera de ver la dirección que toma el agua de lluvia al caer. Luego se hizo un cálculo de las áreas que cada tubería debía de recolectar, estas son las áreas tributarias. Al inicio de un tramo, del primer pozo al segundo, no se toma en cuenta ningún área tributaria. A partir del segundo tramo, se toma en consideración su área tributaria más las áreas tributarias e los tramos anteriores (Amaya, octubre de 2007, pág. 39).

#### Intensidad de lluvia

El espesor de la lámina de agua caída por unidad de tiempo es llamado intensidad de lluvia, suponen que el agua permanece en el sitio donde cayó. La intensidad de lluvia es medida en mm/ hora (Amaya, octubre de 2007, pág. 40).

Para el cálculo de la intensidad de lluvia, es necesario conocer primero algunos términos:

### Tiempo de concentración

Es el tiempo que emplea el agua superficial para descender desde el punto más remoto de la cuenca hasta la sección de estudio. En tramos iniciales, el tiempo de concentración se estimará en 12 minutos.

En tramos consecutivos, el tiempo de concentración se estimará por la fórmula siguiente:

$$t_n = t_{n-1} + \frac{L}{(60)(v_{n-1})}$$

En donde:

$t_n$  = Tiempo de concentración hasta el tramo considerado (min.)

$t_{n-1}$  = Tiempo de concentración hasta el tramo anterior (min.)

L = Longitud del tramo anterior (mts.)

$v_{n-1}$  = Velocidad a sección llena en el tramo anterior (mts/seg.)

En un punto sean concurrentes dos o más ramales,  $t_{n-1}$  se tomará igual al del ramal que tenga el mayor tiempo de concentración.

Una vez que se tuvo el tiempo de concentración de cada tramo, para calcular la intensidad de lluvia, se basó en la siguiente debido a que no había ninguna estación cercana:

	2 años	5 años	10 años	20 años
Ciudad de Guatemala	$\frac{2338}{t+18}$	$\frac{3706}{t+22}$	$\frac{4204}{t+23}$	$\frac{4604}{t+24}$
Bananera, Izabal	$\frac{5771.50}{t+48.98}$	$\frac{7103.95}{t+53.80}$	$\frac{7961.65}{t+56.63}$	$\frac{8667.77}{t+58.43}$
Labor Ovalle, Quetzaltenango	$\frac{977.7}{t+3.80}$	$\frac{1128.5}{t+3.24}$	$\frac{1323.5}{t+3.48}$	
El Pito Chocóla, Suchitepéquez	$\frac{11033.6}{t+101.10}$	$\frac{11618.7}{t+92.19}$	$\frac{13455.2}{t+104.14}$	
La Fragua, Zacapa	$\frac{3700.5}{t+50.69}$	$\frac{3990.5}{t+41.75}$	$\frac{4049.0}{t+37.14}$	

Tabla 2. Intensidad de lluvia

Fuente: Departamento de Acueductos y Alcantarillados, Dirección General de obras públicas, tabla No.2

Por la cercanía a la ciudad de Guatemala, se tomó como dato  $\frac{4604}{t+24}$  que se utiliza para cálculo de la cantidad de lluvia con una probabilidad de ocurrencia de 1 en 20 años (Amaya, octubre de 2007, pág. 69).

#### Diámetro de tubería

Para el alcantarillado pluvial con tubería de concreto, el diámetro mínimo es de 10". Esto es en los tramos de inicio e inclusive en algunos tramos en donde el área tributaria acumulada no tiene gran valor. Los diámetros comerciales en tubería de concreto son de 10", 12", 16", 18", 20", 24", 30", 36" Y 42", y a partir de 24", existen las tuberías reforzadas o de alta resistencia. Se utilizaron diámetros de 10", 12", 16", 18", 20", 24" y 30 en este diseño.

Para determinar el ancho de zanjas, depende de su profundidad y del diámetro de la tubería a instalar. Para esto, se utilizó la siguiente tabla:

Tabla 3. Ancho libre de zanja depender de la profundidad y diámetro de la tubería.

Diámetro Nominal Pulgadas	Hasta	De 1,31	De 1,86	De 2,36	De 2,86	De 3,36	De 3,86	De 4,36	De 4,86	De 5,36	De 5,86
	1,30 m	a 1,85m	a 2,35 m	a 2,85 m	a 3,35 m	a 3,85 m	a 4,35 m	a 4,85 m	a 5,35 m	a 5,85 m	a 6,35 m
6	0,60	0,60	0,65	0,65	0,70	0,70	0,75	0,75	0,75	0,80	0,80
8	0,60	0,60	0,65	0,65	0,70	0,70	0,75	0,75	0,75	0,80	0,80
10		0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,75	0,75	0,75	0,80	0,80
12		0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,80	0,80
16		0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
18		1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
20		1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
24		1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
30		1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
36			1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
42				1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
48				2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
60				2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45
72					2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
84					3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20

Fuente: instituto de fomento municipal, especificaciones generales y técnicas para construcción, tabla XVI-3

#### Velocidades y caudales a sección llena

Para calcular el caudal de diseño se utilizan dos métodos, el empírico y el racional. Por la naturaleza del proyecto se utilizará el racional, el cual asume que el caudal máximo para un punto dado se alcanza y el área tributaria está contribuyen con su escorrentía, durante un periodo de precipitación máxima, debe prolongarse durante un periodo igual o mayor que el que necesita la gota de agua más lejana para llegar hasta el punto considerado (Amaya, octubre de 2007, pág. 43).

Para el cálculo del caudal, velocidad, diámetro y pendiente se utilizó la fórmula de Manning transformada al sistema métrico para secciones circulares (Amaya, octubre de 2007, pág. 43):

$$V = \frac{0.03429}{n} (D^{2/3})(S^{1/2})$$

En donde:

V= Velocidad del flujo a seccion llena (m/seg.)

D= Diametro de la seccion circular (pulgadas)

S = Pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

Para tuberías de diámetro igual o menores a 24", n =0.015

Para tuberías de diámetro mayores a 24", n = 0.013

Cada tramo se calculará con el caudal que tenga en sus extremos más bajos, trabajándose, si es necesario, contra pendiente (Amaya, octubre de 2007, pág. 45).

La velocidad mínima con la que puede circular el flujo es 0.60 m/seg. Y la velocidad máxima es de 3.00 m/seg (Amaya, octubre de 2007, pág. 45).

Para determinar el caudal pluvial se utilizó el Método Racional, cuya fórmula se muestra a continuación (Amaya, octubre de 2007, pág. 45):

$$Q = \left( \frac{CLA}{3600} \right) (1,000)$$

En donde:

Q= Caudal en Its/ seg.

C= Coeficiente de escorrentía

I= Intensidad de lluvia en mm/hora

A= Área tributaria en hectáreas

#### Revisión de relaciones

El caudal de diseño debe ser menor que el caudal a sección llena, la relación del tirante a sección parcial con el tirante a sección llena  $d/D$  debe ser menor o igual a 0.90 y mayor que 0.10 (Sandoval, junio de 2012, pág. 55).

#### Ejemplo de diseño de un tramo

Para empezar el diseño de un tramo, es necesario identificar de que pozo a que pozo se empezara a calcular. De la topografía realizada se obtuvieron las cotas del terreno, cota inicial y final, así como la longitud entre pozos. Con estos datos, se obtuvo la pendiente de la siguiente manera:

$$\text{Pendiente} = \frac{\text{Cota del terreno inicial} - \text{cota del terreno final}}{\text{Longitud del tramo}}$$

Si el caudal pluvial se determina el área tributaria que llegara al tramo, de no ser el primer tramo, se calculara al área tributaria acumulada. Se toma un tiempo de concentración equivalente a 12 minutos si es el primer tramo, en el resto de los tramos, se calculará de la manera muestra anteriormente (Sandoval, junio de 2012, pág. 75).

El cálculo del coeficiente de escorrentía se realiza de la manera explicada anteriormente, y con estos datos se puede calcular la intensidad de lluvia, para

finalmente calcular el caudal total acumulado en Its/seg (Sandoval, junio de 2012, pág. 75).

Para la pendiente de la tubería, se utiliza primero la misma pendiente del terreno. Se propone un diámetro en pulgadas y si este diámetro se toma una rugosidad, que depende del diámetro de la tubería. Con la fórmula de Manning se calcula la velocidad a sección parcialmente llena y para el caudal a sección llena se utiliza la siguiente fórmula (Sandoval, junio de 2012, pág. 76):

$$Q = VA$$

Tener el caudal de diseño ( $q$ ) y el caudal a sección llena ( $Q$ ), se verifican las relaciones hidráulicas tener el valor de  $q/Q$ , se busca en la tabla de relaciones que se muestra a continuación, a manera de obtener  $d/D$  que debe ser menor o igual a 0.90, y  $v/V$  para poder despejar  $v$  y obtener la velocidad a sección parcial de la tubería (Sandoval, junio de 2012, pág. 76).

Tabla 5. Relaciones hidráulicas sección circular

<b>d/D</b>	<b>A/A</b>	<b>v/V</b>	<b>q/Q</b>	<b>d/D</b>	<b>a/A</b>	<b>v/V</b>	<b>q/Q</b>
0.0100	0.0017	0.088	0.00015	0.1025	0.05396	0.408	0.02202
0.0125	0.0237	0.103	0.00024	0.1050	0.05584	0.414	0.02312
0.0150	0.0031	0.116	0.00036	0.1075	0.05783	0.420	0.02429
0.0175	0.0039	0.129	0.00050	0.1100	0.05986	0.426	0.02550
0.0200	0.0048	0.141	0.00067	0.1125	0.06186	0.432	0.02672
0.0225	0.0057	0.152	0.00087	0.1150	0.06388	0.439	0.02804
0.0250	0.0067	0.163	0.00108	0.1175	0.06591	0.444	0.02926
0.0275	0.0077	0.174	0.00134	0.1200	0.06797	0.450	0.03059
0.0300	0.0087	0.184	0.00161	0.1225	0.07005	0.456	0.03194
0.0325	0.0099	0.194	0.00191	0.1250	0.07214	0.463	0.03340
0.0350	0.0110	0.203	0.00223	0.1275	0.07426	0.468	0.03475
0.0375	0.0122	0.212	0.00258	0.1300	0.07640	0.473	0.03614
0.0400	0.0134	0.221	0.00223	0.1325	0.07855	0.479	0.03763
0.0425	0.0147	0.230	0.00338	0.1350	0.08071	0.484	0.03906
0.0450	0.0160	0.239	0.00382	0.1375	0.08289	0.490	0.04062
0.0475	0.0173	0.248	0.00430	0.1400	0.08509	0.495	0.04212
0.0500	0.0187	0.256	0.00479	0.1425	0.08732	0.501	0.04375
0.0525	0.0201	0.264	0.00531	0.1450	0.08954	0.507	0.04570
0.0550	0.0215	0.273	0.00588	0.1475	0.09129	0.511	0.04665
0.0575	0.0230	0.271	0.00646	0.1500	0.09406	0.517	0.04863
0.0600	0.0245	0.289	0.00708	0.1525	0.09638	0.522	0.05031
0.0625	0.0260	0.297	0.00773	0.1550	0.09864	0.528	0.05208
0.0650	0.0276	0.305	0.00841	0.1575	0.10095	0.533	0.05381
0.0675	0.0292	0.312	0.00910	0.1600	0.10328	0.538	0.05556
0.0700	0.0308	0.320	0.00985	0.1650	0.10796	0.548	0.05916
0.0725	0.0323	0.327	0.01057	0.1700	0.11356	0.560	0.06359
0.0750	0.0341	0.334	0.01138	0.1750	0.11754	0.568	0.06677
0.0775	0.0358	0.341	0.01219	0.1800	0.12241	0.577	0.07063

Fuente: Instituto de Fomento Municipal, Especificaciones Generales y Técnicas para construcción, pág. 45.

Continuación tabla relaciones hidráulicas sección circular

d/D	A/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0800	0.0375	0.348	0.01304	0.1850	0.12733	0.587	0.07474
0.0825	0.0392	0.355	0.01392	0.1900	0.13229	0.696	0.07885
0.0850	0.0410	0.361	0.01479	0.1950	0.13725	0.605	0.08304
0.0875	0.0428	0.368	0.01574	0.2000	0.14238	0.615	0.08756
0.0900	0.0446	0.375	0.01672	0.2050	0.14750	0.624	0.09104
0.0925	0.0464	0.381	0.01792	0.2100	0.15266	0.633	0.09663
0.2200	0.1631	0.651	0.10619	0.5900	0.6140	1.07	0.65488
0.2250	0.1684	0.659	0.11098	0.6000	0.6265	1.07	0.64157
0.2200	0.1631	0.651	0.10619	0.5900	0.6140	1.07	0.65488
0.2300	0.1436	0.669	0.11611	0.6100	0.6389	1.08	0.68876
0.2350	0.1791	0.676	0.12109	0.6200	0.6513	1.08	0.70537
0.2400	0.1846	0.684	0.12623	0.6300	0.6636	1.09	0.72269
0.2450	0.1900	0.692	0.13148	0.6400	0.6759	1.09	0.73947
0.2500	0.1955	0.702	0.13726	0.6500	0.6877	1.10	0.75510
0.2600	0.2066	0.716	0.14793	0.6600	0.7005	1.10	0.77339
0.2700	0.2178	0.730	0.15902	0.6700	0.7122	1.11	0.78913
0.3000	0.2523	0.776	0.19580	0.7000	0.7477	1.12	0.85376
0.3100	0.2640	0.790	0.20858	0.7100	0.7596	1.12	0.86791
0.3200	0.2459	0.804	0.22180	0.7200	0.7708	1.13	0.88384
0.3300	0.2879	0.817	0.23516	0.7300	0.7822	1.13	0.89734
0.3400	0.2998	0.830	0.24882	0.7400	0.7934	1.13	0.91230
0.3500	0.3123	0.843	0.26327	0.7500	0.8045	1.13	0.92634
0.3600	0.3241	0.856	0.27744	0.7600	0.8154	1.14	0.93942
0.3700	0.3364	0.868	0.29197	0.7700	0.5262	1.14	0.95321
0.3800	0.3483	0.879	0.30649	0.7800	0.8369	1.39	0.97015
0.3900	0.3611	0.891	0.32172	0.7900	0.8510	1.14	0.98906
0.4000	0.3435	0.902	0.33693	0.8000	0.8676	1.14	1.00045
0.4100	0.3860	0.913	0.35246	0.8100	0.8778	1.14	1.00045

Fuente: Instituto de Fomento Municipal, Especificaciones Generales y Técnicas para construcción, pág. 46.

Continuación tabla relaciones hidráulicas sección circular.

<b>d/D</b>	<b>A/A</b>	<b>v/V</b>	<b>q/Q</b>		<b>d/D</b>	<b>a/A</b>	<b>v/V</b>	<b>q/Q</b>
0.4200	0.3986	0.921	0.36709		0.8200	0.8776	1.14	1.00965
0.4400	0.4238	0.943	0.39963		0.8400	0.8967	1.14	1.03100
0.4500	0.4365	0.955	0.41681		0.8500	0.9059	1.14	1.04740
0.4600	0.4491	0.964	0.43296		0.8600	0.9149	1.14	1.04740
0.4800	0.4745	0.983	0.46647		0.8800	0.9320	1.13	1.06030
0.4900	0.4874	0.991	0.48303		0.8900	0.9401	1.13	1.06550
0.5000	0.5000	1.000	0.50000		0.9000	0.9480	1.12	1.07010
0.5100	0.5126	1.009	0.51719		0.9100	0.9554	1.12	1.07420
0.5200	0.5255	1.016	0.53870		0.9200	0.9625	1.12	1.07490
0.5300	0.5382	1.023	0.55060		0.9300	0.9692	1.11	1.07410
0.5400	0.5509	1.029	0.56685		0.9400	0.9755	1.10	1.07935
0.5500	0.5636	1.033	0.58215		0.9500	0.9813	1.09	1.07140

Fuente: Instituto de Fomento Municipal, Especificaciones Generales y Técnicas para construcción, pág. 47.

De la tabla que indica la profundidad mínima de la tubería depende del diámetro, se obtienen las profundidades de la tubería, tener en cuenta los siguientes criterios:

El diámetro de la tubería que entra al pozo es el mismo que el diámetro que sale de él, la cota invert de salida del pozo estará colocada a 0.03 mts, debajo de la cota invert de entrada al pozo (Amaya, octubre de 2007, pág. 100).

El diámetro de la tubería que entra al pozo es diferente al diámetro de tubería que sale de él, la cota invert de salida del pozo será igual a la diferencia entre el diámetro

que sale del pozo y el diámetro que entre al pozo, o 0.03 mts. Se tomará el valor mayor de estas dos condiciones (Amaya, octubre de 2007, pág. 100).

Las cotas invert son calculadas depende del valor que tomo cada profundidad de tubería- Tener como valor la diferencia entre la cota del terreno y la profundidad de la tubería (Amaya, octubre de 2007, pág. 100).

Como ejemplo se tomó, el tramo del pozo de visita No.32 al 33, ya que a este pozo llegan dos tramos diferentes.

De la topografía realizada calcular la pendiente se tiene:

Tabla 6. Caculo de la pendiente datos necesarios para su realización.

Cota del Terreno Inicial	Cota del Terreno Final	Longitud	Pendiente %
103.424	102.57	65.00	1.31

Fuente: elaboración propia.

El área tributaria es el área que se encuentra entre el pozo 7 y el pozo 32, así como la que se encuentra entre el pozo 40 y el pozo 32. El airea tributaria acumulada es igual al área tributaria acumulada que se tiene del pozo 7 a 32, más el área tributaria acumulada que se tiene entre el pozo 40 a 32, más el área tributaria que llega al pozo 32, tener los siguientes valores (Sandoval, junio de 2012, pág. 45):

Tabla 7. Datos tramos 7 a 32, 40 a 32 a 33

De P.V. No.	A P.V. No.	Área tributaria	Área tributaria Acumulada (Has).
7	32	0.30	2.45
40	32	0.57	0.57
32	33	1.02	4.04

Fuente: elaboración propia.

El tiempo de concentración, ya que no es tramo inicial, es el siguiente:

$$t_n = t_{n-1} + \frac{L}{(60)(V_{N-1})}$$

El tiempo de concentración de 7 a 32 es el siguiente:

$$t_{7-32} = 14.15 + \frac{57.03}{(60)(1.86)}$$

$$t_{7-32} = 14.61$$

El tiempo de concentración debido a que es tramo inicial es el siguiente:

$$t_{40-32} = 12.00$$

Para el cálculo de  $t_{32-33}$ , en los valores de  $t_{n-1}$  y  $v_{n-1}$ , se toman los del tramo 7 a 32 ya que este es el que tiene el mayor tiempo de concentración.

$$t_{32-33} = 14.61 + \frac{63.54}{(60)(2.42)}$$

$$t_{32-33} 15.04$$

El coeficiente de escorrentía es igual a 0.408 según inciso 2.3.5, quedar por calcular la intensidad de lluvia:

$$I = \frac{4604}{I + 24} \quad I = \frac{4604}{15.04 + 24}$$

$$I = 117.92 \text{ mm/h}$$

Calcular el caudal acumulativo con todos los valores anteriores, tenemos:

$$Q = \left( \frac{CLA}{360} \right) (1,000)$$

$$Q = \left( \frac{(0.408)(117.92)(4.04)}{360} \right) (1,000)$$

$$Q = 539.90 \text{ Its/seg}$$

La pendiente de la tubería con la que se empezará a calcular, será la misma que la pendiente del terreno, equivalente a 1.31 % (Amaya, octubre de 2007, pág. 80).

Por la cantidad de caudal que se lleva y la pendiente que se tienen, se prueba con una tubería de diámetro de 24", utiliza una rugosidad de 0.015. Se tiene una velocidad a sección parcialmente llena de 2.18 mts/seg. Y un caudal a sección llena de 636.16 Its/seg., se calculó de la siguiente manera (Amaya, octubre de 2007, pág. 80):

Velocidad a sección parcialmente llena:

$$V = \frac{0.03429}{n} (D^{2/3})(D^{1/2})$$

$$V = \frac{0.03429}{0.015} (24^{2/3})(0.0131^{1/2})$$

$$V = 2.18 \text{ mts/seg}$$

Caudal a sección llena:

$$Q = VA$$

$$Q = (2.18 \text{ mts/seg}) \left( \left( \frac{(24)(0.0254)}{2} \right) \right)$$

$$Q = .63626 \text{ mts}^3/\text{seg}$$

$$Q = 636.26 \text{ Its/seg}$$

Para la verificación de las relaciones hidráulicas, se calcula q/Q:

$$\frac{539.90}{636.16} = 0.848692$$

Se busca este valor en las tablas, obtiene los siguientes resultados:

$$d/D = 0.707$$

$$v/V = 1.12385$$

Para obtener la velocidad del caudal pluvial, se despeja de  $v/V = 1.12385$

La velocidad como se muestra a continuación:

$$v/V = 1.12385 \qquad v = (1.12385)(2.18) \qquad v = 2.45$$

La velocidad a sección parcial está en el rango entre 0.60 mts/seg. Y 3.00 mts/seg. Y el d/D es menor que 0.90, por lo tanto, verifica con esa pendiente y ese diámetro.

Para obtener la profundidad de las cotas invert, se revisa la tabla de profundidades, obtiene para una tubería de 24", una profundidad mínima de 1.66 mts, ahora bien, las tuberías que llegan al pozo son de 18" con una profundidad de 1.61 mts, 20" con una profundidad de 1.56 mts. Por lo tanto, si se calcula la diferencia de los diámetros entre 18" y 24" se tiene un valor de 0.15 mts. La cota de 18" está a 1.61 mts, más 0.15 mts de la diferencia se tiene una profundidad de 1.76 mts, la cual es mayor que 1.66 mts por lo que se utiliza 1.76 mts (Amaya, octubre de 2007, pág. 85).

Si a la cota del terreno se le resta la profundidad de la tubería se tiene las cotas invert, así:

Tabla 8. Cálculo de cotas invert.

Cota del terreno inicial	Cota del terreno final	Profundidad tubería inicial	Profundidad tubería final	Cota invert inicial	Cota invert final
103.424	102.57	1.76	1.76	101.66	100.81

Fuente: elaboración propia.



Continuación anexo 2. Fase 2.

Inicio de Tramo	DE P.V. No.	A P.V. No.	COTA DE TERRENO		LONGITUD (Mts)	% PENDIENTE TERRENO	CAUDAL PLUVIAL (LTS./SEG)						% PENDIENTE DE TUBERÍA	COTA INVERT		DIÁMETRO ( PULGADAS) Y MATERIAL DE TUBERÍA	RUGOSIDAD	VELOCIDAD A TUBO LLENO (Mts./Seg)	d/D	VELOCIDAD CAUDAL PLUVIAL	CAPACIDAD (Lts./Seg)	PROFUNDIDAD DE COTA INVERT INICIAL	PROFUNDIDAD DE COTA INVERT FINAL	ANCHO DE ZANJA	EXCAVACIÓN M <sup>3</sup> LINEA CENTRAL	q/Q	Pozo No.	Prof de Pozo	Ancho de Pozo
			AL PRINCIPIO	AL FINAL			ÁREA TRIBUTARI		TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	INTENSIDAD DE LLUVIA (Lts./Seg./Ha.)	CAUDAL TOTAL ACUMULATIVO PLUVIAL		AL PRINCIPIO	AL FINAL														
			LOCAL	ACUMULADA			A																						
T	7	8	104.59	104.034	62.08	0.90	0	0	12	0.408	127.89	0.00	0.90	103.31	102.75	10				0.00	128	128	0.70	54.28		7	176	150	
	8	9	104.03	103.18	54.00	158	0.2	0.2	12.00	0.408	127.89	28.99	158	102.72	101.87	10	0.015	1.34	0.457	129	67.64	131	131	0.70	48.14	0.4286	8	146	150
	9	10	103.18	102.34	53.11	158	0.19	0.39	12.70	0.408	125.46	55.45	158	101.84	101.00	10	0.015	1.34	0.689	150	67.64	134	134	0.70	48.41	0.8198	9	149	150
	10	11	102.34	100.99	75.49	178	0.19	0.58	13.29	0.408	123.47	81.16	178	100.95	99.60	12	0.015	1.60	0.614	173	116.63	139	139	0.75	77.13	0.6959	10	154	150
T	12	13	101.75	101.37	51.00	0.74	0	0	12.00	0.408	127.89	0.00	0.74	100.47	100.09	10				0.00	128	128	0.70	44.35		12	143	150	
	13	11	101.37	100.99	50.75	0.74	0.24	0.24	12.00	0.408	127.89	34.79	0.74	100.06	99.68	10	0.015	0.91	0.647	100	46.27	131	131	0.70	45.16	0.7518	13	146	150
	11	14	100.99	100.40	54.57	109	0.49	1.31	14.02	0.408	121.11	179.81	109	99.53	98.94	16	0.015	1.51	0.753	171	196.23	146	146	0.90	69.73	0.9163	11	161	150
	14	15	100.4	99.80	71.00	0.84	0.58	1.89	14.55	0.408	119.44	255.84	0.84	98.84	98.24	20	0.015	1.55	0.687	173	313.49	156	156	1.10	119.26	0.8161	14	171	150
	15	16	99.802	99.21	70.09	0.84	0.36	2.25	15.23	0.408	117.36	299.26	0.84	98.21	97.62	20	0.015	1.55	0.781	176	313.67	159	159	1.10	119.96	0.9541	15	174	150
	16	17	99.21	98.26	62.00	153	0.36	2.61	15.89	0.408	115.41	341.37	153	97.59	96.64	20	0.015	2.08	0.682	2.32	422.26	162	162	1.10	107.81	0.8084	16	177	150
	17	18	98.261	97.32	61.33	153	0.28	2.89	16.34	0.408	114.13	373.82	153	96.61	95.67	20	0.015	2.08	0.732	2.35	422.09	165	165	1.10	108.59	0.8856	17	180	150
T	31	12	101.77	101.75	71.32	0.03	0.00	0.00	12.00	0.408	127.89	0.00	0.03	100.49	100.47	10				0.00	128	128	0.70	62.56		31	258	150	
	12	34	101.75	100.65	91.54	120	0.35	0.35	12.00	0.408	127.89	50.73	120	100.44	99.34	10	0.015	1.16	0.715	131	58.95	131	131	0.70	82.57	0.8605	12	146	150
	34	35	100.65	100.51	24.82	0.55	0.47	0.82	13.16	0.408	123.88	115.13	0.55	99.18	99.04	16	0.015	1.07	0.693	120	139.34	147	147	0.90	30.85	0.8262	34	162	150
T	36	35	100.77	100.51	95.49	0.27	0.00	0.00	12.00	0.408	127.89	0.00	0.27	99.49	99.23	10				0.00	128	128	0.70	84.22		36	212	150	
	35	20	100.51	100.18	26.74	125	0.70	1.52	13.51	0.408	122.74	212.00	125	98.99	98.66	18	0.015	1.75	0.638	191	288.01	152	152	1.10	42.20	0.7361	35	167	150
T	19	20	100.67	100.18	63.43	0.77	0.00	0.00	12.00	0.408	127.89	0.00	0.77	99.39	98.90	10				0.00	128	128	0.70	55.49		19	143	150	
	20	21	100.18	97.91	95.44	2.37	0.38	1.90	13.74	0.408	121.98	263.22	2.37	98.62	96.35	16	0.015	2.24	0.747	2.54	289.93	156	156	0.90	131.89	0.9079	20	171	150
T	38	22	99.366	98.94	52.00	0.83	0.00	0.00	12.00	0.408	127.89	0.00	0.83	98.09	97.66	10				0.00	128	128	0.70	45.25		38	202	150	
	22	23	98.935	98.51	51.16	0.83	0.21	0.21	12.00	0.408	127.89	30.44	0.83	97.63	97.20	10	0.015	0.97	0.571	102	48.99	131	131	0.70	45.54	0.6213	22	146	150
	23	21	98.51	97.91	42.94	139	0.18	0.39	12.84	0.408	124.99	55.24	139	97.17	96.57	10	0.015	1.25	0.723	141	63.33	134	134	0.70	38.75	0.8724	23	149	150
	21	24	97.914	97.63	38.35	0.74	1.01	3.30	13.34	0.408	123.29	461.66	0.74	96.15	95.87	24	0.015	1.63	0.793	186	476.76	176	176	1.35	86.96	0.9683	21	191	175
	24	18	97.631	97.32	216.3	142	0.10	3.40	13.69	0.408	122.16	471.29	142	95.84	95.53	24	0.015	2.27	0.623	2.46	662.28	179	179	1.35	48.04	0.7116	24	194	175
	18	Desfog	97.323	95.54	60.74	2.94	0.35	6.64	13.83	0.408	121.69	916.31	1.15	94.72	94.02	30	0.013	2.73	0.638	2.98	1245.13	2.60	151	1.55	190.89	0.7359	18	275	175



Continuación anexo 2.

Fase 4.

Inicio de Tramo DE P.V. No.	A.P.V. No.	COTA DE TERRENO (Mts.)		LONGITUD (Mts)	% PENDIENTE TERRENO	CAUDAL PLUVIAL(LTS./SEG)								COTA INVERT		Y	RUGOSIDAD	VELOCIDAD A TUBO LLENO (Mts/Seg)	d/D	VELOCIDAD CAUDAL PLUVIAL (Mts/Seg)	CAPACIDAD (Lts./Seg)	PROFUNDIDAD DE COTA INVERT INICIAL	PROFUNDIDAD DE COTA INVERT FINAL	ANCHO DE ZANJA	EXCAVACIÓN M <sup>3</sup> LÍNEA CENTRAL	q/Q	Pozo No.	Prof de Pozo	Ancho de Pozo												
		AL PRINCIPIO	AL FINAL			ÁREA TRIBUTARIA A	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Min)	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	INTENSIDAD DE LLUVIA (Lts./Seg./Ha.)	CAUDAL TOTAL ACUMULATIVO PLUVIAL	% PENDIENTE DE TUBERÍA	AL PRINCIPIO	AL FINAL	DIÁMETRO ( PULGADAS)	MATERIAL DE TUBERÍA															VELOCIDAD A TUBO LLENO (Mts/Seg)	d/D	VELOCIDAD CAUDAL PLUVIAL (Mts/Seg)	CAPACIDAD (Lts./Seg)	PROFUNDIDAD DE COTA INVERT INICIAL	PROFUNDIDAD DE COTA INVERT FINAL	ANCHO DE ZANJA	EXCAVACIÓN M <sup>3</sup> LÍNEA CENTRAL	q/Q	Pozo No.	Prof de Pozo	Ancho de Pozo
		LOCAL	ACUMULADA									T	Y																												
		0	0									12	0.408																												
61	62	100.68	99.62	60.00	1.77	0	0	12	0.408	127.89	0.00	1.77	99.40	98.34	10	0.015	1.41	0.570	1.49	0.00	1.28	1.28	0.70	52.416	0.6204	61	1.43	1.50													
62	63	99.62	98.54	61.34	1.77	0.31	0.306	12.00	0.408	127.89	44.35	1.77	98.31	97.23	10	0.015	1.41	0.570	1.49	71.49	1.31	1.31	0.70	54.873	0.6204	62	1.46	1.50													
63	64	98.54	98.23	60.00	0.52	0.46	0.766	12.69	0.408	125.50	108.95	0.52	97.10	96.79	16	0.015	1.04	0.680	1.16	135.31	1.44	1.44	0.90	75.816	0.8052	63	1.59	1.50													
64	65	98.23	97.91	61.25	0.52	0.2	0.969	13.55	0.408	122.62	134.66	0.52	96.76	96.44	16	0.015	1.04	0.815	1.19	135.42	1.47	1.47	0.90	79.049	0.9943	64	1.62	1.50													
65	Desfogue	97.91	96.88	51.00	2.02	0.21	1.175	14.41	0.408	119.88	159.64	1.70	96.31	95.44	16	0.015	1.89	0.588	2.01	245.44	1.60	1.44	0.90	68.719	0.6504	65	1.75	1.50													
57	69	98.22	98.02	65.49	0.30	0	0.00	12.00	0.408	127.89	0.00	0.30	96.94	96.74	10					0.00	1.28	1.28	0.70	57.335		57	2.85	1.50													
69	67	98.02	97.83	65.00	0.30	0.16	0.16	12.00	0.408	127.89	23.19	0.30	96.69	96.50	12	0.015	0.65	0.493	0.65	47.51	1.33	1.33	0.75	63.341	0.4882	69	1.48	1.50													
53	68	99.4	98.59	55.00	1.47	0	0.00	12.00	0.408	127.89	0.00	1.47	98.12	97.31	10					0.00	1.28	1.28	0.70	47.936		53	2.25	1.50													
68	67	98.59	97.83	51.68	1.47	0.61	0.61	12.00	0.408	127.89	88.27	1.47	97.26	96.50	12	0.015	1.45	0.698	1.62	105.86	1.33	1.33	0.75	50.055	0.8339	68	1.48	1.50													
67	66	97.83	97.12	54.05	1.31	0.74	1.51	12.53	0.408	126.03	215.39	1.31	96.40	95.69	16	0.015	1.66	0.819	1.89	215.44	1.43	1.43	0.90	67.632	0.9997	67	1.58	1.50													
66	Desfogue	97.12	96.88	23.72	1.02	0.23	1.74	13.01	0.408	124.40	245.61	1.02	95.62	95.38	18	0.015	1.58	0.775	1.80	259.76	1.50	1.50	1.10	37.901	0.9455	66	1.65	1.50													

Anexo 3. Presupuesto de resumen.

<b>CUADRO DE RESUMEN</b>						
<b>PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.</b>						
<b>CUANTIFICACIÓN DE COSTOS TOTALES</b>						
<b>No.</b>	<b>REGLON</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>	
1	Rotulo De Identificación	GLOVAL	1	Q 2,704.80	Q 2,704.80	
2	Topografía	GLOBAL	1	Q 31,780.97	Q 31,780.97	
3	Excavación	M3	4649.35	Q 96.29	Q 447,699.14	
4	Pozos de visita de profundidad de 1,43 a 2,00 mts. y diámetro de 1,50 mts.	UNIDAD	51	Q 6,561.97	Q 334,660.39	
5	Pozos de visita de profundidad de 1,43 a 2,00 mts. y diámetro de 1,75 mts.	UNIDAD	6	Q 7,836.76	Q 47,020.56	
6	Pozos de visita de profundidad de 2,01 a 3,05 mts. y diámetro de 1,50 mts.	UNIDAD	14	Q 12,969.37	Q 181,571.15	
7	Instalación De Tubería De 10"	TUBO	1514	Q 77.23	Q 116,929.47	
8	Instalación De Tubería De 12"	TUBO	497	Q 99.54	Q 49,470.59	
9	Instalación De Tubería De 16"	TUBO	831	Q 107.52	Q 89,345.62	
10	Instalación De Tubería De 18"	TUBO	249	Q 133.82	Q 33,321.48	
11	Instalación De Tubería De 20"	TUBO	523	Q 167.89	Q 87,803.88	
12	Instalación De Tubería De 24"	TUBO	504	Q 219.47	Q 110,611.14	
13	Instalación De Tubería De 30"	TUBO	538	Q 383.64	Q 206,397.29	
14	Relleno De Zanjas	M3	3000	Q 39.59	Q 118,774.61	
15	Limpieza	GLOBAL	1	Q 78,500.00	Q 78,500.00	
16	Tragantes	UNIDAD	36	Q 2,818.14	Q 101,452.88	
17	Desfuges	UNIDAD	6	Q 1,819.53	Q 10,917.15	
<b>TOTAL</b>					<b>Q</b>	<b>2,048,961.10</b>

Anexo 4. Presupuesto físico y financiero.

CONOGRAMA DE EJECUCIÓN FÍSICA Y FINANCIERA														
PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.														
No.	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	PERIODO MENSUALES								TOTAL
						1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Rotulo De Identificación	GLOVAL	1	Q 2,704.80	Q 2,704.80	Q 2,704.80								Q 2,704.80
3	Topografía	GLOBAL	1	Q 31,780.97	Q 31,780.97	Q 31,780.97								Q 31,780.97
5	Excavación	M3	4649.35	Q 96.29	Q 447,699.14									Q 447,699.14
4	Pozos de visita de profundidad de 1,43 a 2,00 mts. y diámetro de 1,50 mts.	UNIDAD	51	Q 6,561.97	Q 334,660.39									Q 334,660.39
5	Pozos de visita de profundidad de 1,43 a 2,00 mts. y diámetro de 1,75 mts.	UNIDAD	6	Q 7,836.76	Q 47,020.56									Q 47,020.56
6	Pozos de visita de profundidad de 2,01 a 3,05 mts. y diámetro de 1,50 mts.	UNIDAD	14	Q 12,969.37	Q 181,571.15									Q 181,571.15
7	Instalación De Tubería De 10"	TUBO	1514	Q 77.23	Q 116,929.47									Q 116,929.47
8	Instalación De Tubería De 12"	TUBO	497	Q 99.54	Q 49,470.59									Q 49,470.59
9	Instalación De Tubería De 16"	TUBO	831	Q 107.52	Q 89,345.62									Q 89,345.62
10	Instalación De Tubería De 18"	TUBO	249	Q 133.82	Q 33,321.48									Q 33,321.48
11	Instalación De Tubería De 20"	TUBO	523	Q 167.89	Q 87,803.88									Q 87,803.88
12	Instalación De Tubería De 24"	TUBO	504	Q 219.47	Q 110,611.14									Q 110,611.14
13	Instalación De Tubería De 30"	TUBO	Q 538.00	Q 383.64	Q 206,397.29									Q 206,397.29
14	Relleno De Zanjas	M3	3000	Q 39.59	Q 118,774.61									Q 118,774.61
15	Limpieza	GLOBAL	1	Q 78,500.00	Q 78,500.00									Q 78,500.00
16	Tragantes	UNIDAD	36	Q 2,818.14	Q 101,452.88									Q 101,452.88
17	Desfogues	UNIDAD	6	Q 1,819.53	Q 10,917.15									Q 10,917.15
<b>TOTAL</b>					<b>Q 2,048,961.10</b>	Q 34,485.77	Q 219,100.16	Q 448,792.50	Q 410,302.19	Q 385,566.89	Q 154,996.89	Q 284,148.67	Q 200,913.66	Q 2,048,961.10
<b>PORCENTAJE</b>						2%	11%	22%	20%	19%	8%	14%	10%	100%
						EJECUCIÓN FINANCIERA								
					Q									

Anexo 5. Presupuesto unitario.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
PROYECTO:	PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.			
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	ROTULO DE IDENTIFICACIÓN			
ROTULO DE IDENTIFICACIÓN				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ROTULO DE IDENTIFICACIÓN	GLOVAL	1	Q 2,704.80	Q 2,704.80
MATERIALES				
ROTULO DE IDENTIFICACIÓN	UNIDAD	1	Q 1,300.00	Q 1,300.00
SUB-TOTAL MATERIALES				Q 1,300.00
		TRANSPORTE	5%	Q 65.00
TOTAL DE MATERIALES				Q 1,365.00
MANO DE OBRA				
INSTALACIÓN ROTULO DE IDENTIFICACIÓN	UNIDAD	1	Q 350.00	Q 350.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 350.00
		AYUDANDE	10%	Q 35.00
		PRESTACIONES	60%	Q 210.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 595.00
GASTOS INDIRECTOS.				
FIANZAS	4.00	%	Q 1,960.00	Q 78.40
GASTOS ADMINISTRATIVOS	4.00	%	Q 1,960.00	Q 78.40
SUPERVISIÓN	10.00	%	Q 1,960.00	Q 196.00
UTILIDADES	10.00	%	Q 1,960.00	Q 196.00
IMPREVISTOS	10.00	%	Q 1,960.00	Q 196.00
SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS				Q 744.80
TOTAL GASTOS DIRECTOS				Q 1,960.00
TOTAL GASTOS INDIRECTOS				Q 744.80
COSTO TOTAL DEL REGLÓN				Q 2,704.80

Continuación anexo 5.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
<b>PROYECTO:</b>	<b>PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.</b>			
<b>DESCRIPCIÓN RENGLÓN</b>				
Topografía				
<b>DESCRIPCIÓN INSUMO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
Topografía	GLOBAL	1	Q 31,780.97	Q 31,780.97
<b>MATERIALES</b>				
RENTA DE EQUIPO DE TOPOGRAFÍA	UNIDAD	3	Q 5,000.00	Q 15,000.00
HILO PLÁSTICO	ROLLOS	5	Q 20.75	Q 103.75
CINTA MÉTRICA DE 100 MTS.	UNIDAD	2	Q 250.00	Q 500.00
RELAS DE 2" x 3" x 10'	UNIDAD	15	Q 40.00	Q 600.00
CLAVO DE 3"	LBS	5	Q 4.00	Q 20.00
CAL	UNIDAD	5	Q 75.00	Q 375.00
NIVEL DE MANO	UNIDAD	2	Q 50.00	Q 100.00
MATERIALES PARA BODEGA Y GUARD.	GLOBAL	1	Q 3,000.00	Q 3,000.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES</b>				Q 19,698.75
			<b>TRANSPORTE</b>	<b>5%</b>
				Q 984.94
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 20,683.69</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
TIPÓGRAFO	DIA	3	Q 275.00	Q 825.00
CADENERO	DIA	3	Q 85.00	Q 255.00
ALBAÑIL	DIA	2	Q 150.00	Q 300.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				Q 1,380.00
			<b>AYUDANDE</b>	<b>10%</b>
			<b>PRESTACIONES</b>	<b>60%</b>
				Q 138.00
				Q 828.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 2,346.00</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS.</b>				
FIANZAS	4.00	%	Q 23,029.69	Q 921.19
GASTOS ADMINISTRATIVOS	4.00	%	Q 23,029.69	Q 921.19
SUPERVISION	10.00	%	Q 23,029.69	Q 2,302.97
UTILIDADES	10.00	%	Q 23,029.69	Q 2,302.97
IMPREVISTOS	10.00	%	Q 23,029.69	Q 2,302.97
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q 8,751.28</b>
TOTAL GASTOS DIRECTOS				Q 23,029.69
TOTAL GASTOS INDIRECTOS				Q 8,751.28
<b>COSTO TOTAL DEL REGLÓN</b>				<b>Q 31,780.97</b>

Continuación anexo 5.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
<b>PROYECTO:</b>	<b>PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.</b>			
<b>DESCRIPCIÓN RENGLÓN</b>	EXCAVACION 4649.35 M3			
	RENDIMIENTO 150 M3/ DIA			
<b>EXCAVACIÓN DE ALCANTARILLADO PRINCIPAL</b>				
<b>DESCRIPCIÓN INSUMO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
EXCAVACIÓN DE ALCANTARILLADO PRINCIPAL	M3	4649.35	Q 96.29	<b>Q 447,699.14</b>
<b>MATERIALES</b>				
RETROEXCABADORA	HORA	325	Q 350.00	Q 113,750.00
COMBUSTIBLES	GALÓN	700	Q 23.00	Q 16,100.00
LUBRICANTES	GALÓN	10	Q 85.00	Q 850.00
AZADONES	UNIDAD	2	Q 38.50	Q 77.00
PALAS	UNIDAD	2	Q 50.00	Q 100.00
PIOCHAS	UNIDAD	2	Q 75.00	Q 150.00
CARRETILLA DE MANO	UNIDAD	2	Q 300.00	Q 600.00
MALLA DE SEGURIDAD	ROLLOS	4	Q 800.00	Q 3,200.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 134,827.00</b>
	<b>TRANSPORTE</b>		<b>5%</b>	Q 6,741.35
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 141,568.35</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
OPERADOR DE RETROEXCABADORA	HORA	325	Q 275.00	Q 89,375.00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	ML	1818.46	Q 10.00	Q 18,184.60
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				<b>Q 107,559.60</b>
		<b>AYUDANDE</b>	<b>10%</b>	Q 10,755.96
		<b>PRESTACIONES</b>	<b>60%</b>	Q 64,535.76
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 182,851.32</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS.</b>				
FIANZAS	4.00	%	Q 324,419.67	Q 12,976.79
GASTOS ADMINISTRATIVOS	4.00	%	Q 324,419.67	Q 12,976.79
SUPERVISION	10.00	%	Q 324,419.67	Q 32,441.97
UTILIDADES	10.00	%	Q 324,419.67	Q 32,441.97
IMPREVISTOS	10.00	%	Q 324,419.67	Q 32,441.97
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q 123,279.47</b>
<b>TOTAL GASTOS DIRECTOS</b>				<b>Q 324,419.67</b>
<b>TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q 123,279.47</b>
<b>COSTO TOTAL DEL REGLÓN</b>				<b>Q 447,699.14</b>

Continuación anexo 5.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
<b>PROYECTO:</b>	<b>PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.</b>			
<b>DESCRIPCIÓN RENGLÓN</b>	Pozos de visita de profundidad de 1,43 a 2,00 mts. y diámetro de 1,50 mts.			
<b>POZOS DE VISITA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN INSUMO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
POZOS DE VISITA	UNIDAD	51	Q 6,561.97	Q 334,660.39
<b>MATERIALES</b>				
LADRILLO TAYUYU DE 0.65 * 11 * 23 CM	UNIDAD	25,000	Q 2.50	Q 62,500.00
CEMENTO	SACOS	200	Q 80.00	Q 16,000.00
AREA DE RIO	M3	30	Q 200.00	Q 6,000.00
PIEDRIN DE 1/2"	M3	7	Q 225.00	Q 1,575.00
HIERRO DE 3/4" CORRUGADO GRADO 40	VARILLA	30	Q 32.50	Q 975.00
HIERRO DE 3/8" CORRUGADO GRADO 40	VARILLA	40	Q 21.00	Q 840.00
HIERRO DE 1/2" LISO GRADO 40	VARILLA	25	Q 9.75	Q 243.75
ALAMBRE DE AMARRE	LBS	20	Q 6.50	Q 130.00
TABLA DE 1" * 12 *10 PIES	UNIDAD	3	Q 29.10	Q 87.30
PARAL DE 3" * 3" * 10"	UNIDAD	3	Q 25.50	Q 76.50
CLAVO DE 4"	LBS	20	Q 6.00	Q 120.00
AGUA	LITROS	15000	Q 0.50	Q 7,500.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES</b>				Q 96,047.55
			<b>TRANSPORTE</b>	<b>5%</b>
				Q 4,802.38
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 100,849.93</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
FUNDICION DE PIZO POZO	UNIDAD	51	40	Q 2,040.00
LEVANTADO DE POZO	UNIDAD	51	1375	Q 70,125.00
FUNDICION DE BROCALES MAS TAPADERAS	UNIDAD	51	160	Q 8,160.00
MATERIAL SOBRANTE	UNIDAD	3	Q 1,001.00	Q 3,003.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				Q 83,328.00
			<b>AYUDANDE</b>	<b>10%</b>
			<b>PRESTACIONES</b>	<b>60%</b>
				Q 49,996.80
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 141,657.60</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS.</b>				
FIANZAS	4.00	%	Q242,507.53	Q 9,700.30
GASTOS ADMINISTRATIVOS	4.00	%	Q242,507.53	Q 9,700.30
SUPERVISION	10.00	%	Q242,507.53	Q 24,250.75
UTILIDADES	10.00	%	Q242,507.53	Q 24,250.75
IMPREVISTOS	10.00	%	Q242,507.53	Q 24,250.75
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q 92,152.86</b>
<b>TOTAL GASTOS DIRECTOS</b>				<b>Q 242,507.53</b>
<b>TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q 92,152.86</b>
<b>COSTO TOTAL DEL REGLÓN</b>				<b>Q 334,660.39</b>

Continuación anexo 5.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
<b>PROYECTO:</b>	<b>PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.</b>				
<b>DESCRIPCIÓN RENGLÓN</b>	Pozos de visita de profundidad de 1,43 a 2,00 mts. y diámetro de 1,75 mts.				
<b>POZOS DE VISITA</b>					
<b>DESCRIPCIÓN INSUMO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>	
POZOS DE VISITA	UNIDAD	6	Q 7,836.76	Q	<b>47,020.56</b>
<b>MATERIALES</b>					
LADRILLO TAYUYU DE 0.65 * 11 * 23 CM	UNIDAD	2,000	Q 2.50	Q	5,000.00
CEMENTO	SACOS	50	80.00	Q	4,000.00
AREA DE RIO	M3	5	200.00	Q	1,000.00
PIEDRIN DE 1/2"	M3	2.5	225.00	Q	562.50
HIERRO DE 3/4" CORRUGADO GRADO 40	VARILLA	5	32.50	Q	162.50
HIERRO DE 3/8" CORRUGADO GRADO 40	VARILLA	5	21.00	Q	105.00
HIERRO DE 1" LISO GRADO 40	VARILLA	5	9.75	Q	48.75
ALAMBRE DE AMARRE	LBS	3	6.50	Q	19.50
TABLA DE 1" * 12 * 10 PIES	UNIDAD	1	29.10	Q	29.10
PARAL DE 3" * 3" * 10"	UNIDAD	2	25.50	Q	51.00
CLAVO DE 4"	LBS	10	6.00	Q	60.00
AGUA	LITROS	2500	0.50	Q	1,250.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES</b>				Q	12,288.35
			<b>TRANSPORTE</b>	<b>5%</b>	Q 614.42
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				Q	<b>12,902.77</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
FUNDICION DE PIZO POZO	UNIDAD	6	40	Q	240.00
LEVANTADO DE POZO	UNIDAD	6	1375	Q	8,250.00
FUNDICION DE BROCALES MAS TAPADERAS	UNIDAD	6	160	Q	960.00
MATERIAL SOBRANTE	UNIDAD	3	1,001.00	Q	3,003.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				Q	12,453.00
			<b>AYUDANDE</b>	<b>10%</b>	Q 1,245.30
			<b>PRESTACIONES</b>	<b>60%</b>	Q 7,471.80
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				Q	<b>21,170.10</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS.</b>					
FIANZAS	4.00	%	Q 34,072.87	Q	1,362.91
GASTOS ADMINISTRATIVOS	4.00	%	Q 34,072.87	Q	1,362.91
SUPERVISION	10.00	%	Q 34,072.87	Q	3,407.29
UTILIDADES	10.00	%	Q 34,072.87	Q	3,407.29
IMPREVISTOS	10.00	%	Q 34,072.87	Q	3,407.29
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				Q	<b>12,947.69</b>
<b>TOTAL GASTOS DIRECTOS</b>				Q	34,072.87
<b>TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				Q	12,947.69
<b>COSTO TOTAL DEL REGLÓN</b>				Q	<b>47,020.56</b>

Continuación anexo 5.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
PROYECTO:	PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.			
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	Pozos de visita de profundidad de 1,43 a 2,00 mts. y diámetro de 1,50 mts.			
POZOS DE VISITA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
POZOS DE VISITA	UNIDAD	14	Q 12,969.37	Q 181,571.15
MATERIALES				
LADRILLO TAYUYU DE 0.65 * 11 * 23 CM	UNIDAD	15,000	Q 2.50	Q 37,500.00
CEMENTO	SACOS	350	Q 80.00	Q 28,000.00
AREA DE RIO	M3	20	Q 200.00	Q 4,000.00
PIEDRIN DE 1/2"	M3	3	Q 225.00	Q 675.00
HIERRO DE 3/4" CORRUGADO GRADO 40	VARILLA	20	Q 32.50	Q 650.00
HIERRO DE 3/8" CORRUGADO GRADO 40	VARILLA	20	Q 21.00	Q 420.00
HIERRO DE 1/" LISO GRADO 40	VARILLA	20	Q 9.75	Q 195.00
ALAMBRE DE AMARRE	LBS	35	Q 6.50	Q 227.50
TABLA DE 1" * 12 * 10 PIES	UNIDAD	4	Q 29.10	Q 116.40
PARAL DE 3" * 3" * 10"	UNIDAD	4	Q 25.50	Q 102.00
CLAVO DE 4"	LBS	60	Q 6.00	Q 360.00
AGUA	LITROS	25000	Q 0.50	Q 12,500.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES</b>				Q 84,745.90
			<b>TRANSPORTE</b>	5%
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				Q 88,983.20
MANO DE OBRA				
FUNDICION DE PIZO POZO	UNIDAD	14	Q 40.00	Q 560.00
LEVANTADO DE POZO	UNIDAD	14	Q 1,375.00	Q 19,250.00
FUNDICION DE BROCALES MAS TAPADERAS	UNIDAD	14	Q 160.00	Q 2,240.00
MATERIAL SOBRANTE	UNIDAD	3	Q 1,001.00	Q 3,003.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				Q 25,053.00
			<b>AYUDANDE</b>	10%
			<b>PRESTACIONES</b>	60%
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				Q 42,590.10
GASTOS INDIRECTOS.				
FIANZAS	4.00	%	Q 131,573.30	Q 5,262.93
GASTOS ADMINISTRATIVOS	4.00	%	Q 131,573.30	Q 5,262.93
SUPERVISION	10.00	%	Q 131,573.30	Q 13,157.33
UTILIDADES	10.00	%	Q 131,573.30	Q 13,157.33
IMPREVISTOS	10.00	%	Q 131,573.30	Q 13,157.33
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				Q 49,997.85
TOTAL GASTOS DIRECTOS				Q 131,573.30
TOTAL GASTOS INDIRECTOS				Q 49,997.85
<b>COSTO TOTAL DEL REGLÓN</b>				Q 181,571.15

Continuación anexo 5.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
PROYECTO:	PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.			
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	300 ZANJAS 1400M3			
EXCAVACIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARES				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
EXCAVACIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARES	M3	1400	Q 35.22	Q 49,303.26
MATERIALES				
RETROEXCADORA	HORA	80	Q 300.00	Q 24,000.00
COMBUSTIBLES	GALÓN	180	Q 23.00	Q 4,140.00
LUBRICANTES	GALÓN	8	Q 80.00	Q 640.00
SUB-TOTAL MATERIALES				Q 28,780.00
	TRANSPORTE		5%	Q 1,439.00
TOTAL DE MATERIALES				Q 30,219.00
MANO DE OBRA				
OPERADOR DE RETROEXCADORA	HORA	80	Q 40.50	Q 3,240.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 3,240.00
	AYUDANDE		10%	Q 324.00
	PRESTACIONES		60%	Q 1,944.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 5,508.00
GASTOS INDIRECTOS.				
FIANZAS	4.00	%	Q 35,727.00	Q 1,429.08
GASTOS ADMINISTRATIVOS	4.00	%	Q 35,727.00	Q 1,429.08
SUPERVISION	10.00	%	Q 35,727.00	Q 3,572.70
UTILIDADES	10.00	%	Q 35,727.00	Q 3,572.70
IMPREVISTOS	10.00	%	Q 35,727.00	Q 3,572.70
SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS				Q 13,576.26
TOTAL GASTOS DIRECTOS				Q 35,727.00
TOTAL GASTOS INDIRECTOS				Q 13,576.26
COSTO TOTAL DEL REGLÓN				Q 49,303.26

Continuación anexo 5.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
PROYECTO:	CUANTIFICACIÓN DE COSTOS TOTALES			
DESCRIPCIÓN RENGLÓN				
INSTALACIÓN DE TUBERIA DE 10"	RENDIMIENTO : 10 tuvos/dia			
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
LÍNEA DE CONDUCCION DE 10"	TUBO	1514	Q 77.23	Q 116,929.47
MATERIALES				
TUBO CONCRETO 10"	TUBOS	1514	Q 50.00	Q 75,700.00
CEMENTO	SACO	40	Q 65.00	Q 2,600.00
ARENA	M3	10	Q 150.00	Q 1,500.00
HERRAMIENTA POR MENOR	GLOBAL	1	Q 500.00	Q 500.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES</b>				Q 80,300.00
			<b>TRANSPORTE</b>	<b>5%</b>
				Q 4,015.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 84,315.00</b>
MANO DE OBRA				
AYUDANTE	UNIDAD	2	Q 60.00	Q 120.00
FONTANERO	UNIDAD	1	Q 125.00	Q 125.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				Q 245.00
			<b>AYUDANDE</b>	<b>10%</b>
			<b>PRESTACIONES</b>	<b>60%</b>
				Q 24.50
				Q 147.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 416.50</b>
GASTOS INDIRECTOS.				
FIANZAS	4.00	%	Q 84,731.50	Q 3,389.26
GASTOS ADMINISTRATIVOS	4.00	%	Q 84,731.50	Q 3,389.26
SUPERVISIÓN	10.00	%	Q 84,731.50	Q 8,473.15
UTILIDADES	10.00	%	Q 84,731.50	Q 8,473.15
IMPREVISTOS	10.00	%	Q 84,731.50	Q 8,473.15
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q 32,197.97</b>
<b>TOTAL GASTOS DIRECTOS</b>				<b>Q 84,731.50</b>
<b>TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q 32,197.97</b>
<b>COSTO TOTAL DEL REGLÓN</b>				<b>Q 116,929.47</b>

Continuación anexo 5.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
<b>PROYECTO:</b>	<b>PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.</b>			
<b>DESCRIPCIÓN RENGLÓN</b>				
INSTALACIÓN DE TUBERIA DE 12"	RENDIMIENTO : 10 tuvos/dia			
<b>DESCRIPCIÓN INSUMO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
LÍNEA DE CONDUCCION DE 12"	TUBO	497	Q 99.54	Q 49,470.59
<b>MATERIALES</b>				
TUBO CONCRETO 12"	TUBOS	497	Q 60.00	Q 29,820.00
CEMENTO	SACO	25	Q 65.00	Q 1,625.00
ARENA	M3	10	Q 150.00	Q 1,500.00
HERRAMIENTA POR MENOR	GLOBAL	1	Q 500.00	Q 500.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES</b>				Q 33,445.00
			<b>TRANSPORTE</b>	<b>5%</b>
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 35,117.25</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
AYUDANTE	UNIDAD	3	Q 60.00	Q 180.00
FONTANERO	UNIDAD	2	Q 125.00	Q 250.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				Q 430.00
			<b>AYUDANDE</b>	<b>10%</b>
			<b>PRESTACIONES</b>	<b>60%</b>
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 731.00</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS.</b>				
FIANZAS	4.00	%	Q 35,848.25	Q 1,433.93
GASTOS ADMINISTRATIVOS	4.00	%	Q 35,848.25	Q 1,433.93
SUPERVISIÓN	10.00	%	Q 35,848.25	Q 3,584.83
UTILIDADES	10.00	%	Q 35,848.25	Q 3,584.83
IMPREVISTOS	10.00	%	Q 35,848.25	Q 3,584.83
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q 13,622.34</b>
<b>TOTAL GASTOS DIRECTOS</b>				<b>Q 35,848.25</b>
<b>TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q 13,622.34</b>
<b>COSTO TOTAL DEL REGLÓN</b>				<b>Q 49,470.59</b>

Continuación anexo 5.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
<b>PROYECTO:</b>	<b>PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.</b>			
<b>DESCRIPCIÓN RENGLÓN</b>				
INSTALACIÓN DE TUBERIA DE 16"	RENDIMIENTO : 10 tuvos/dia			
<b>DESCRIPCIÓN INSUMO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
LÍNEA DE CONDUCCION DE 16"	TUBO	831	Q 107.52	Q 89,345.62
<b>MATERIALES</b>				
TUBO CONCRETO 16"	TUBOS	831	Q 69.00	Q 57,339.00
CEMENTO	SACO	25	Q 65.00	Q 1,625.00
ARENA	M3	10	Q 150.00	Q 1,500.00
HERRAMIENTA POR MENOR	GLOBAL	1	Q 500.00	Q 500.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES</b>				Q 60,964.00
		<b>TRANSPORTE</b>	<b>5%</b>	Q 3,048.20
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 64,012.20</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
AYUDANTE	UNIDAD	3	Q 60.00	Q 180.00
FONTANERO	UNIDAD	2	Q 125.00	Q 250.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				Q 430.00
		<b>AYUDANDE</b>	<b>10%</b>	Q 43.00
		<b>PRESTACIONES</b>	<b>60%</b>	Q 258.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 731.00</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS.</b>				
FIANZAS	4.00	%	Q 64,743.20	Q 2,589.73
GASTOS ADMINISTRATIVOS	4.00	%	Q 64,743.20	Q 2,589.73
SUPERVISIÓN	10.00	%	Q 64,743.20	Q 6,474.32
UTILIDADES	10.00	%	Q 64,743.20	Q 6,474.32
IMPREVISTOS	10.00	%	Q 64,743.20	Q 6,474.32
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q 24,602.42</b>
<b>TOTAL GASTOS DIRECTOS</b>				<b>Q 64,743.20</b>
<b>TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q 24,602.42</b>
<b>COSTO TOTAL DEL REGLÓN</b>				<b>Q 89,345.62</b>

Continuación anexo 5.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
PROYECTO:	PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.				
DESCRIPCIÓN RENGLÓN					
INSTALACIÓN DE TUBERIA DE 18"	RENDIMIENTO : 10 tuvos/día				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
LÍNEA DE CONDUCCION DE 18"	TUBO	249	Q 133.82	Q	33,321.48
MATERIALES					
TUBO CONCRETO 18"	TUBOS	249	Q 75.00	Q	18,675.00
CEMENTO	SACO	25	Q 65.00	Q	1,625.00
ARENA	M3	10	Q 150.00	Q	1,500.00
HERRAMIENTA POR MENOR	GLOBAL	1	Q 500.00	Q	500.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES</b>				Q	22,300.00
			TRANSPORTE	5%	Q 1,115.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				Q	<b>23,415.00</b>
MANO DE OBRA					
AYUDANTE	UNIDAD	3	Q 60.00	Q	180.00
FONTANERO	UNIDAD	2	Q 125.00	Q	250.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				Q	430.00
			AYUDANDE	10%	Q 43.00
			PRESTACIONES	60%	Q 258.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				Q	<b>731.00</b>
GASTOS INDIRECTOS.					
FIANZAS	4.00	%	Q 24,146.00	Q	965.84
GASTOS ADMINISTRATIVOS	4.00	%	Q 24,146.00	Q	965.84
SUPERVISIÓN	10.00	%	Q 24,146.00	Q	2,414.60
UTILIDADES	10.00	%	Q 24,146.00	Q	2,414.60
IMPREVISTOS	10.00	%	Q 24,146.00	Q	2,414.60
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				Q	<b>9,175.48</b>
TOTAL GASTOS DIRECTOS				Q	24,146.00
TOTAL GASTOS INDIRECTOS				Q	9,175.48
<b>COSTO TOTAL DEL REGLÓN</b>				Q	<b>33,321.48</b>

Continuación anexo 5.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
<b>PROYECTO:</b>	<b>PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.</b>			
<b>DESCRIPCIÓN RENGLÓN</b>				
INSTALACIÓN DE TUBERIA DE 20"	RENDIMIENTO : 10 tuvos/dia			
<b>DESCRIPCIÓN INSUMO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
LÍNEA DE CONDUCCION DE 20"	TUBO	523	Q 167.89	Q 87,803.88
<b>MATERIALES</b>				
TUBO CONCRETO 20"	TUBOS	523	Q 100.00	Q 52,300.00
CEMENTO	SACO	60	Q 65.00	Q 3,900.00
ARENA	M3	18	Q 150.00	Q 2,700.00
HERRAMIENTA POR MENOR	GLOBAL	1	Q 1,000.00	Q 1,000.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES</b>				Q 59,900.00
			<b>TRANSPORTE</b>	<b>5%</b>
				Q 2,995.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 62,895.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
AYUDANTE	UNIDAD	3	Q 60.00	Q 180.00
FONTANERO	UNIDAD	2	Q 125.00	Q 250.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				Q 430.00
			<b>AYUDANDE</b>	<b>10%</b>
				Q 43.00
			<b>PRESTACIONES</b>	<b>60%</b>
				Q 258.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 731.00</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS.</b>				
FIANZAS	4.00	%	Q 63,626.00	Q 2,545.04
GASTOS ADMINISTRATIVOS	4.00	%	Q 63,626.00	Q 2,545.04
SUPERVISIÓN	10.00	%	Q 63,626.00	Q 6,362.60
UTILIDADES	10.00	%	Q 63,626.00	Q 6,362.60
IMPREVISTOS	10.00	%	Q 63,626.00	Q 6,362.60
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q 24,177.88</b>
<b>TOTAL GASTOS DIRECTOS</b>				<b>Q 63,626.00</b>
<b>TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q 24,177.88</b>
<b>COSTO TOTAL DEL REGLÓN</b>				<b>Q 87,803.88</b>

Continuación anexo 5.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
<b>PROYECTO:</b>	<b>PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.</b>			
<b>DESCRIPCIÓN RENGLÓN</b>				
INSTALACIÓN DE TUBERIA DE 24"	RENDIMIENTO : 10 tuvos/dia			
<b>DESCRIPCIÓN INSUMO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
LÍNEA DE CONDUCCION DE 24"	TUBO	504	Q 219.47	Q 110,611.14
<b>MATERIALES</b>				
TUBO CONCRETO 24"	TUBOS	504	Q 135.00	Q 68,040.00
CEMENTO	SACO	60	Q 65.00	Q 3,900.00
ARENA	M3	18	Q 150.00	Q 2,700.00
HERRAMIENTA POR MENOR	GLOBAL	1	Q 1,000.00	Q 1,000.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES</b>				Q 75,640.00
			<b>TRANSPORTE</b>	<b>5%</b>
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 79,422.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
AYUDANTE	UNIDAD	3	Q 60.00	Q 180.00
FONTANERO	UNIDAD	2	Q 125.00	Q 250.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				Q 430.00
			<b>AYUDANDE</b>	<b>10%</b>
			<b>PRESTACIONES</b>	<b>60%</b>
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 731.00</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS.</b>				
FIANZAS	4.00	%	Q 80,153.00	Q 3,206.12
GASTOS ADMINISTRATIVOS	4.00	%	Q 80,153.00	Q 3,206.12
SUPERVISIÓN	10.00	%	Q 80,153.00	Q 8,015.30
UTILIDADES	10.00	%	Q 80,153.00	Q 8,015.30
IMPREVISTOS	10.00	%	Q 80,153.00	Q 8,015.30
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q 30,458.14</b>
<b>TOTAL GASTOS DIRECTOS</b>				<b>Q 80,153.00</b>
<b>TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q 30,458.14</b>
<b>COSTO TOTAL DEL REGLÓN</b>				<b>Q 110,611.14</b>

Continuación anexo 5.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
<b>PROYECTO:</b>	<b>PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.</b>			
<b>DESCRIPCIÓN RENGLÓN</b>				
INSTALACIÓN DE TUBERIA DE 30"	RENDIMIENTO : 10 tuvos/dia			
<b>DESCRIPCIÓN INSUMO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
LÍNEA DE CONDUCCION DE 30"	TUBO	538	Q 383.64	Q 206,397.29
<b>MATERIALES</b>				
TUBO CONCRETO 30"	TUBOS	538	Q 240.00	Q 129,120.00
CEMENTO	SACO	75	Q 65.00	Q 4,875.00
ARENA	M3	25	Q 150.00	Q 3,750.00
HERRAMIENTA POR MENOR	GLOBAL	1	Q 4,000.00	Q 4,000.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES</b>				Q 141,745.00
			<b>TRANSPORTE</b>	<b>5%</b>
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 148,832.25</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
AYUDANTE	UNIDAD	3	Q 60.00	Q 180.00
FONTANERO	UNIDAD	2	Q 125.00	Q 250.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				Q 430.00
			<b>AYUDANDE</b>	<b>10%</b>
			<b>PRESTACIONES</b>	<b>60%</b>
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 731.00</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS.</b>				
FIANZAS	4.00	%	Q 149,563.25	Q 5,982.53
GASTOS ADMINISTRATIVOS	4.00	%	Q 149,563.25	Q 5,982.53
SUPERVISIÓN	10.00	%	Q 149,563.25	Q 14,956.33
UTILIDADES	10.00	%	Q 149,563.25	Q 14,956.33
IMPREVISTOS	10.00	%	Q 149,563.25	Q 14,956.33
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q 56,834.04</b>
<b>TOTAL GASTOS DIRECTOS</b>				<b>Q 149,563.25</b>
<b>TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q 56,834.04</b>
<b>COSTO TOTAL DEL REGLÓN</b>				<b>Q 206,397.29</b>

Continuación anexo 5.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
PROYECTO:	PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.			
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	300 unidades			
CONEXIONES DOMICILIARES				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CONEXIONES DOMICILIARES	CASAS	300	Q 1,118.86	Q 335,658.56
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
TUBERÍA PVC DE 4" PARA DRENAJE	UNIDAD	260	Q 292.00	Q 75,920.00
TUBERÍA PVC DE 6" PARA DRENAJE	UNIDAD	10	Q 652.00	Q 6,520.00
SILLETA YEE PVC SxGxG 6"X4"	UNIDAD	40	Q 192.00	Q 7,680.00
SILLETA YEE PVC SxGxG 8"X4"	UNIDAD	50	Q 345.00	Q 17,250.00
SILLETA YEE PVC SxGxG10"X4"	UNIDAD	80	Q 375.00	Q 30,000.00
TUVO DE CEMENTO DE 12"	UNIDAD	270	Q 300.00	Q 81,000.00
PEGAMENTO	GALÓN	2	Q 331.50	Q 663.00
CEMENTO	SACO	170	Q 81.00	Q 13,770.00
ARENA DE RIO	M3	6.5	Q 201.00	Q 1,306.50
PIEDRIN DE 1/2"	M3	6.5	Q 251.25	Q 1,633.13
HIERRO DE 1/4" LISO GRADO 40	VARILLA	22	Q 9.50	Q 209.00
HIERRO DE 3/8" CORRUGADO GRADO 40	VARILLA	215	Q 21.50	Q 4,622.50
ALAMBRE DE AMARRE	LB	25	Q 6.50	Q 162.50
AGUA	LITROS	3000	Q 0.50	Q 1,500.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES</b>				Q 242,236.63
			TRANSPORTE	5%
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				Q 254,348.46
MANO DE OBRA				
FONTANERO	HORA	300	Q 25.00	Q 7,500.00
FUNDICIÓN DE PISO + TAPADERA	UNIDAD	270	Q 74.85	Q 20,209.50
COLOCACION DE TUBO DE CEMENTO DE 12"	UNIDAD	270	Q 51.02	Q 13,775.40
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				Q 41,484.90
			AYUDANDE	10%
				Q 4,148.49
			PRESTACIONES	60%
				Q 24,890.94
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				Q 70,524.33
GASTOS INDIRECTOS.				
FIANZAS	4.00	%	Q12,994.91	Q 519.80
GASTOS ADMINISTRATIVOS	4.00	%	Q12,994.91	Q 519.80
SUPERVISIÓN	10.00	%	Q32,487.28	Q 3,248.73
UTILIDADES	10.00	%	Q32,487.28	Q 3,248.73
IMPREVISTOS	10.00	%	Q32,487.28	Q 3,248.73
<b>SUB-TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS</b>				Q 10,785.78
TOTAL GASTOS DIRECTOS				Q 324,872.79
TOTAL GASTOS INDIRECTOS				Q 10,785.78
<b>COSTO TORAL DEL REGLÓN</b>				Q 335,658.56

Continuación anexo 5.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
PROYECTO:	PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.				
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	RENDIMIENTO 30 M3/ALBAÑIL/DIA				
RELLENO Y COMPACTACIÓN					
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
RELLENO Y COMPACTACIÓN	M3	3000	Q 39.59	Q	118,774.61
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
MATERIAL SELECTO	M3	1000	Q 27.50	Q	27,500.00
RELLENO DE ZANJAS	M3	3000	Q 12.00	Q	36,000.00
FLETE DE MATERIAL SOBRENTE	M3	500	Q 10.00	Q	5,000.00
VIBROCOMPACTADORA	HORA	400	Q 75.00	Q	30,000.00
COMBUSTIBLES	GALÓN	200	Q 28.00	Q	5,600.00
LUBRICANTES	GALÓN	2	Q 80.00	Q	160.00
AGUA	GALÓN	1000	Q 1.50	Q	1,500.00
SUB-TOTAL MATERIALES					Q 105,760.00
		transporte	5%	Q	5,288.00
TOTAL DE MATERIALES					Q 111,048.00
MANO DE OBRA					
ALBAÑILES RELLENO DE ZANJAS	HORA	100	Q 15.00	Q	1,500.00
OPERADOR DE VIBROCOMPACTADORA	HORA	100	Q 8.00	Q	800.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 2,300.00
		ayudantes	10%	Q	230.00
		prestaciones	60%	Q	1,380.00
TOTAL MANO DE OBRA					Q 3,910.00
GASTOS INDIRECTOS.					
FIANZAS	4.00	%	Q 4,598.32	Q	183.93
GASTOS ADMINISTRATIVOS	4.00	%	Q 4,598.32	Q	183.93
SUPERVISIÓN	10.00	%	Q 11,495.80	Q	1,149.58
UTILIDADES	10.00	%	Q 11,495.80	Q	1,149.58
IMPREVISTOS	10.00	%	Q 11,495.80	Q	1,149.58
SUB-TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS					Q 3,816.61
TOTAL GASTOS DIRECTOS					Q 114,958.00
TOTAL GASTOS INDIRECTOS					Q 3,816.61
COSTO TORAL DEL REGLÓN					Q 118,774.61

Continuación anexo 5.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
<b>PROYECTO:</b>	<b>PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.</b>			
<b>DESCRIPCIÓN RENGLÓN</b>	Pozos de visita de profundidad de 1,43 a 2,00 mts. y diámetro de 1,50 mts.			
<b>POZOS DE VISITA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN INSUMO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
POZOS DE VISITA	UNIDAD	14	Q 6,853.79	Q 95,953.13
<b>MATERIALES</b>				
PALAS	UNIDAD	5	Q 25.00	Q 125.00
ASADON	UNIDAD	5	Q 25.00	Q 125.00
RETROESCABADORA	HORA	80	Q 200.00	Q 16,000.00
CAMION	VIAJE	35	Q 225.00	Q 7,875.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES</b>				Q 24,125.00
			<b>TRANSPORTE</b>	<b>5%</b>
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 25,331.25</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
ALBAÑIL	UNIDAD	2	Q 125.00	Q 250.00
AYUDANTES	UNIDAD	10	Q 1,375.00	Q 13,750.00
MAQUINISTA	UNIDAD	1	Q 6,000.00	Q 6,000.00
CHOFER	UNIDAD	1	Q 6,000.00	Q 6,000.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				Q 26,000.00
			<b>AYUDANDE</b>	<b>10%</b>
			<b>PRESTACIONES</b>	<b>60%</b>
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 44,200.00</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS.</b>				
FIANZAS	4.00	%	Q 69,531.25	Q 2,781.25
GASTOS ADMINISTRATIVOS	4.00	%	Q 69,531.25	Q 2,781.25
SUPERVISION	10.00	%	Q 69,531.25	Q 6,953.13
UTILIDADES	10.00	%	Q 69,531.25	Q 6,953.13
IMPREVISTOS	10.00	%	Q 69,531.25	Q 6,953.13
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q 26,421.88</b>
TOTAL GASTOS DIRECTOS				Q 69,531.25
TOTAL GASTOS INDIRECTOS				Q 26,421.88
<b>COSTO TOTAL DEL REGLÓN</b>				<b>Q 95,953.13</b>

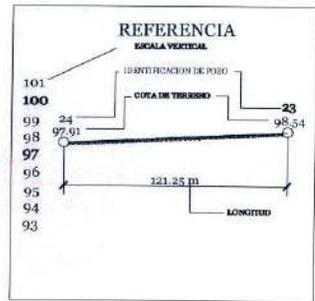
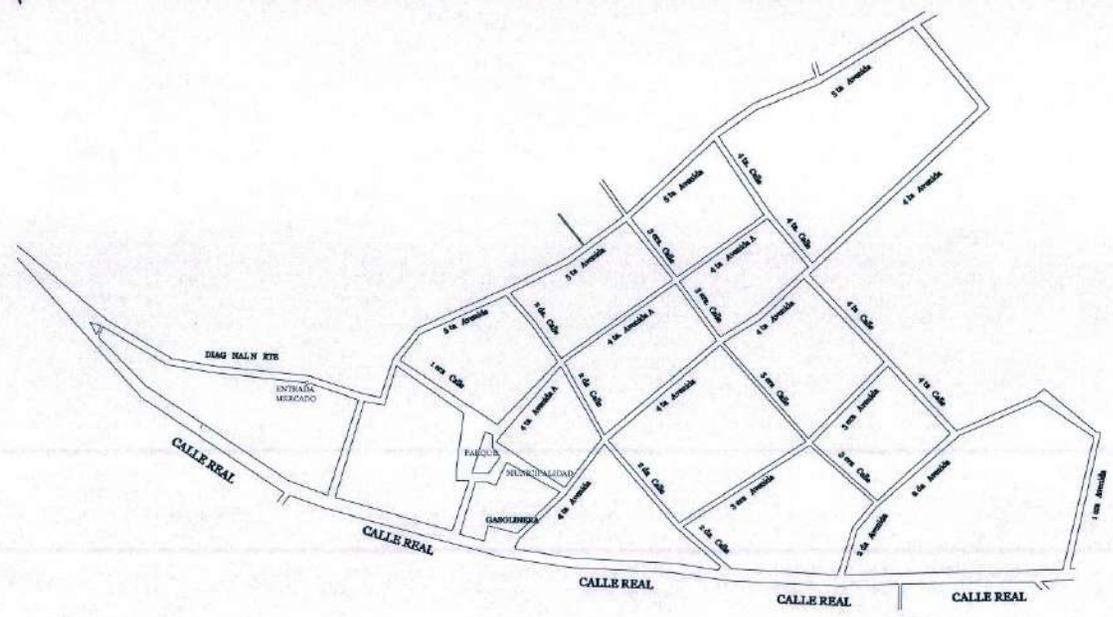
Continuación anexo 5.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
PROYECTO:		PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.		
INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN RENGLÓN				
<b>TRAGANTES</b>				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
tragantes	unidad	36	Q 2,818.14	<b>Q 2,818.14</b>
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
Ladrillo tayuyo	millar	16	Q 2,000.00	Q 32,000.00
cemento	saco	216	Q 65.00	Q 14,040.00
ARENA DE RIO	m3	16	Q 150.00	Q 2,400.00
PIEDRIN DE 1/2"	m3	8.5	Q 250.00	Q 2,125.00
acero No.2	qq	4.5	Q 266.00	Q 1,197.00
acero No.3	qq	17	Q 289.00	Q 4,913.00
alambre de amarre	lb	317	Q 5.00	Q 1,585.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES</b>				Q 58,260.00
			<b>TRANSPORTE</b>	<b>5%</b>
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 61,173.00</b>
MANO DE OBRA				
excavacion	m3	92	Q 22.45	Q 2,065.40
levantado mas acabado	m2	278	Q 31.00	Q 8,618.00
armado de hierro	mI	1786	Q 2.50	Q 4,465.00
fundicion	m3	16	Q 98.00	Q 1,568.00
relleno	m3	9	Q 55.00	Q 495.00
refiro de carga sobrante	m3	83	Q 55.00	Q 4,565.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				Q 21,776.40
			<b>AYUDANTE</b>	<b>10%</b>
			<b>PRESTACIONES</b>	<b>60%</b>
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 37,019.88</b>
GASTOS INDIRECTOS.				
FIANZAS	4.00	%	Q 3,927.72	Q 157.11
GASTOS ADMINISTRATIVOS	4.00	%	Q 3,927.72	Q 157.11
SUPERVISIÓN	10.00	%	Q 9,819.29	Q 981.93
UTILIDADES	10.00	%	Q 9,819.29	Q 981.93
IMPREVISTOS	10.00	%	Q 9,819.29	Q 981.93
<b>SUB-TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q 3,260.00</b>
<b>TOTAL GASTOS DIRECTOS</b>				<b>Q 98,192.88</b>
<b>TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q 3,260.00</b>
<b>COSTO TORAL DEL REGLÓN</b>				<b>Q 101,452.88</b>

Continuación anexo 5.

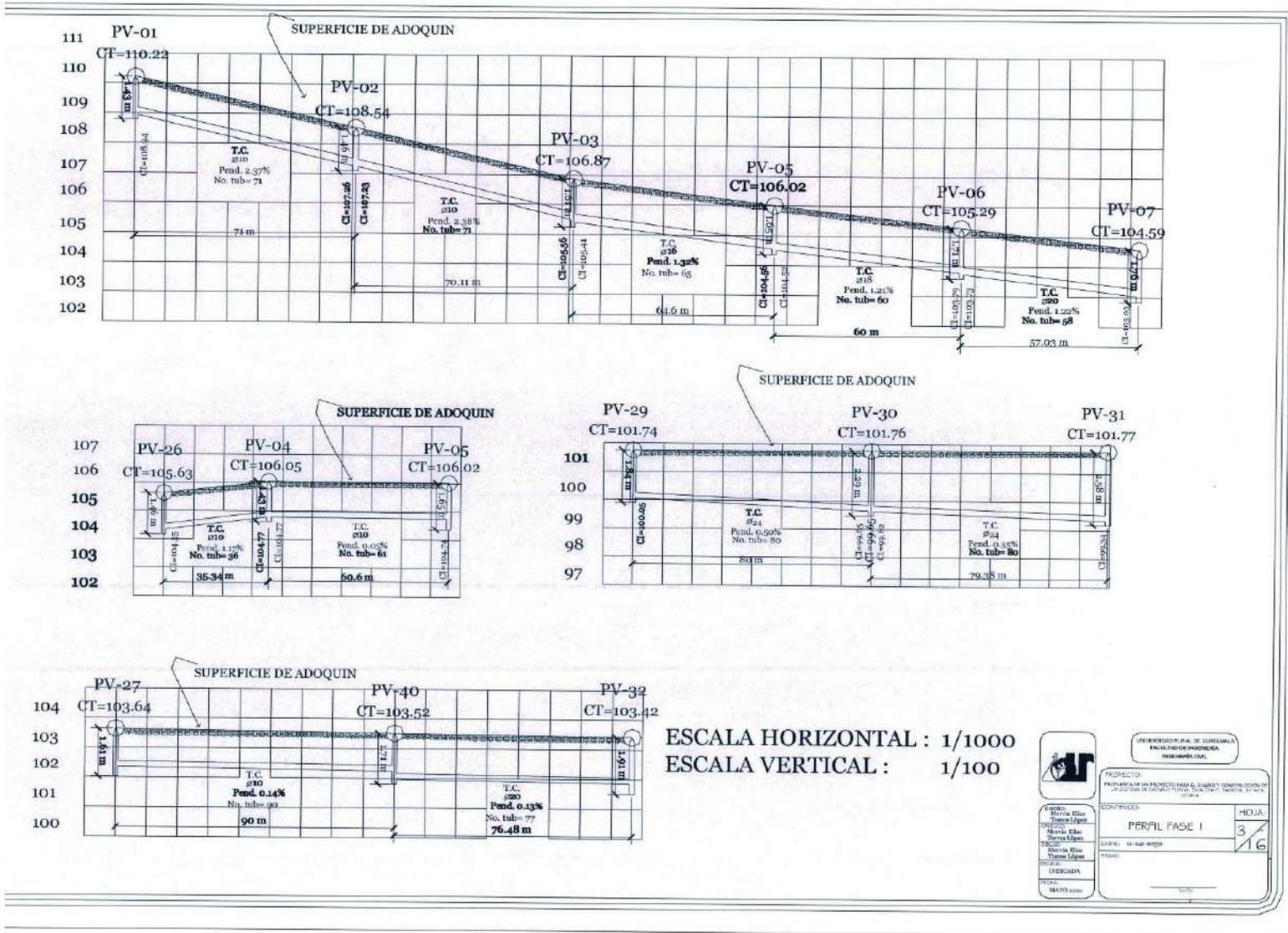
INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
PROYECTO:	PROPUESTA DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.			
INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN REGLÓN				
DESFOGUES (CAVEZAL)				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
DESFOGUES (CAVEZAL)	unidad	6	Q 1,819.53	Q 1,819.53
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
cemento	saco	65	Q 65.00	Q 4,225.00
ARENA DE RIO	m3	6	Q 150.00	Q 900.00
PIEDRIN DE 1/2"	m3	6	Q 250.00	Q 1,500.00
acero No.3	qq	10	Q 289.00	Q 2,890.00
alambre de amarre	lb	1	Q 5.00	Q 5.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES</b>				Q 9,520.00
			<b>TRANSPORTE</b>	<b>5%</b>
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				Q 9,996.00
MANO DE OBRA				
levantado mas acabado	m2	4	Q 31.00	Q 124.00
armado de hierro	m1	4	Q 2.50	Q 10.00
fundicion	m3	2	Q 98.00	Q 196.00
relleno	m3	0.1	Q 55.00	Q 5.50
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				Q 335.50
			<b>AYUDANTE</b>	<b>10%</b>
			<b>PRESTACIONES</b>	<b>60%</b>
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				Q 570.35
GASTOS INDIRECTOS.				
FIANZAS	4.00	%	Q 422.65	Q 16.91
GASTOS ADMINISTRATIVOS	4.00	%	Q 422.65	Q 16.91
SUPERVISIÓN	10.00	%	Q 1,056.64	Q 105.66
UTILIDADES	10.00	%	Q 1,056.64	Q 105.66
IMPREVISTOS	10.00	%	Q 1,056.64	Q 105.66
<b>SUB-TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS</b>				Q 350.80
<b>TOTAL GASTOS DIRECTOS</b>				Q 10,566.35
<b>TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>				Q 350.80
<b>COSTO TORAL DEL REGLÓN</b>				Q 10,917.15

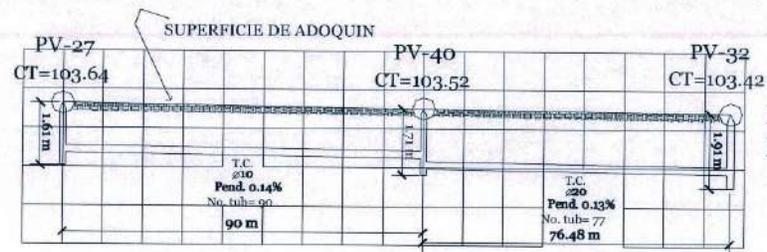
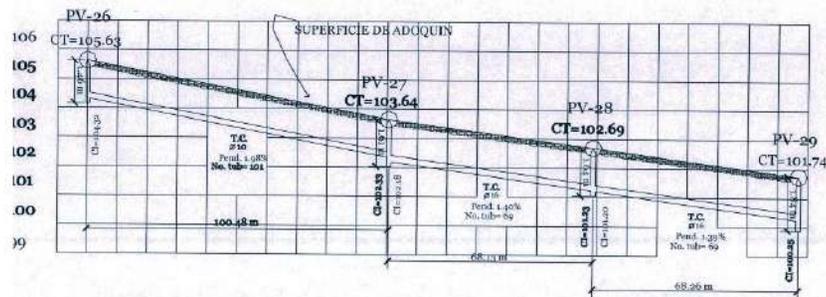
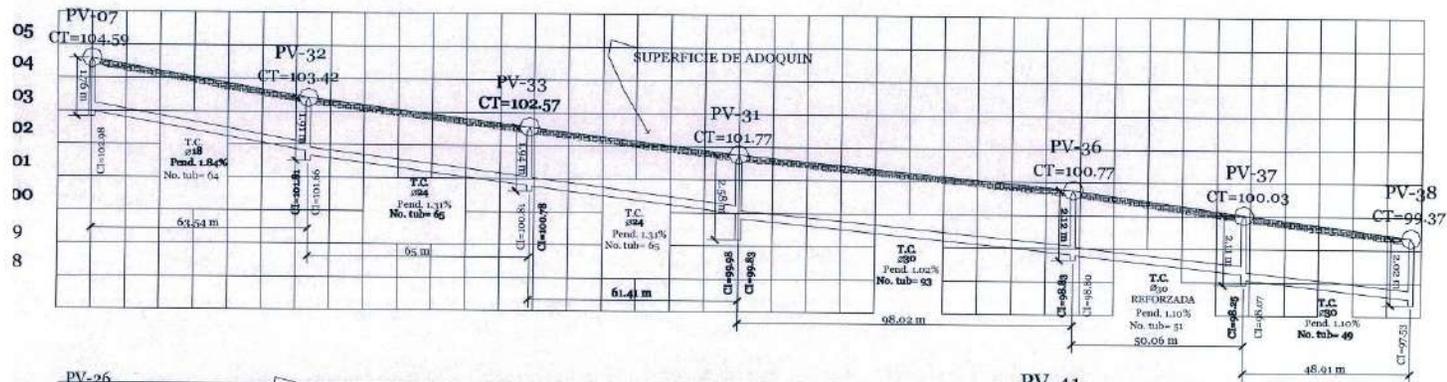
Anexo 6. Planos de propuesta de un proyecto para el diseño y construcción de un sistema de drenaje pluvial en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa.



	UNIVERSIDAD NUEVA GUATEMALTECA FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
	PROYECTO: RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA	CONTENIDO: <b>PLANTA GENERAL</b>
ESCALA: 1:500 FECHA: 2010	AUTOR: INGENIERO CIVIL	REVISOR: INGENIERO CIVIL
FECHA: MAYO 2010	ESCALA:	

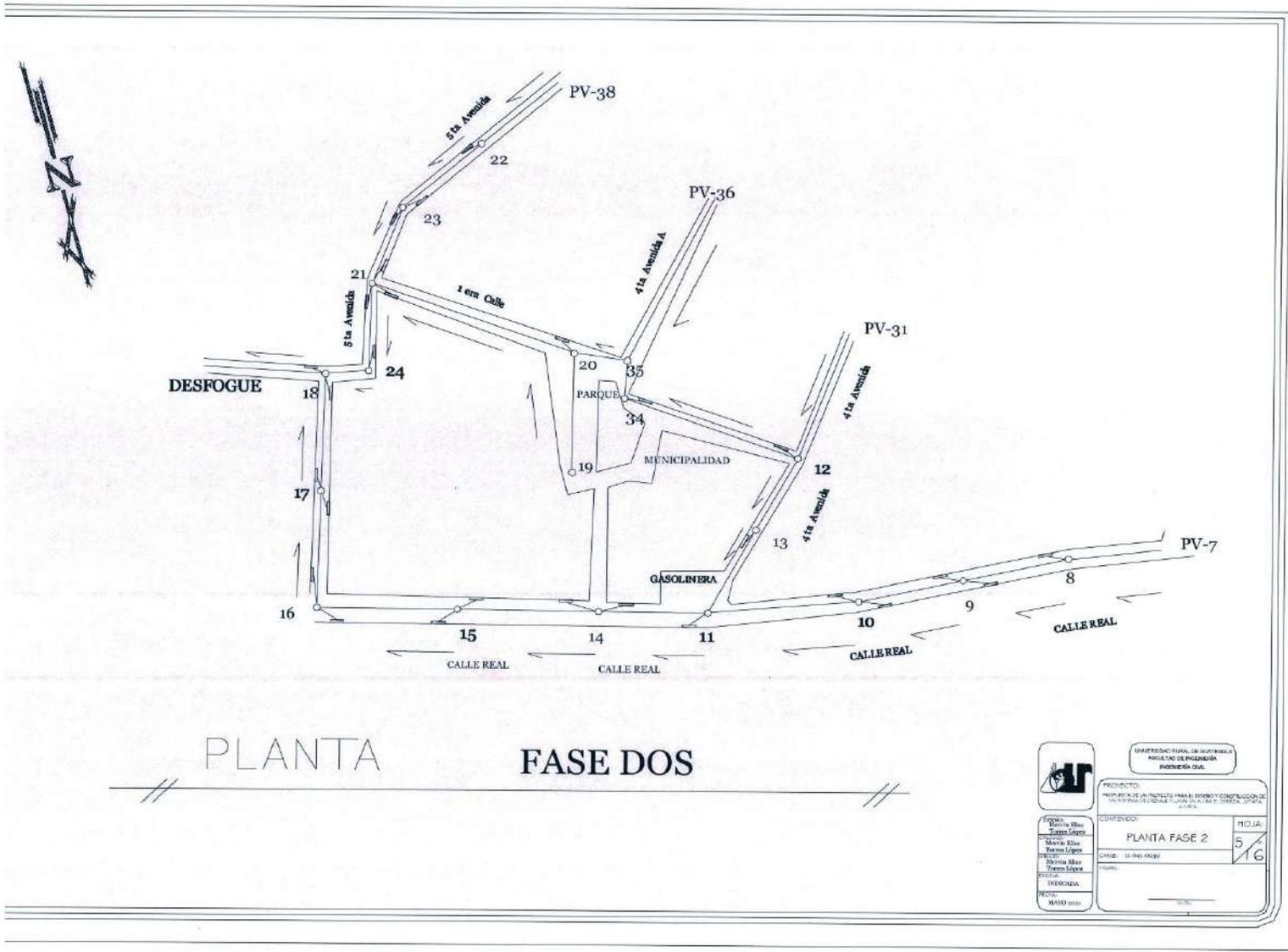




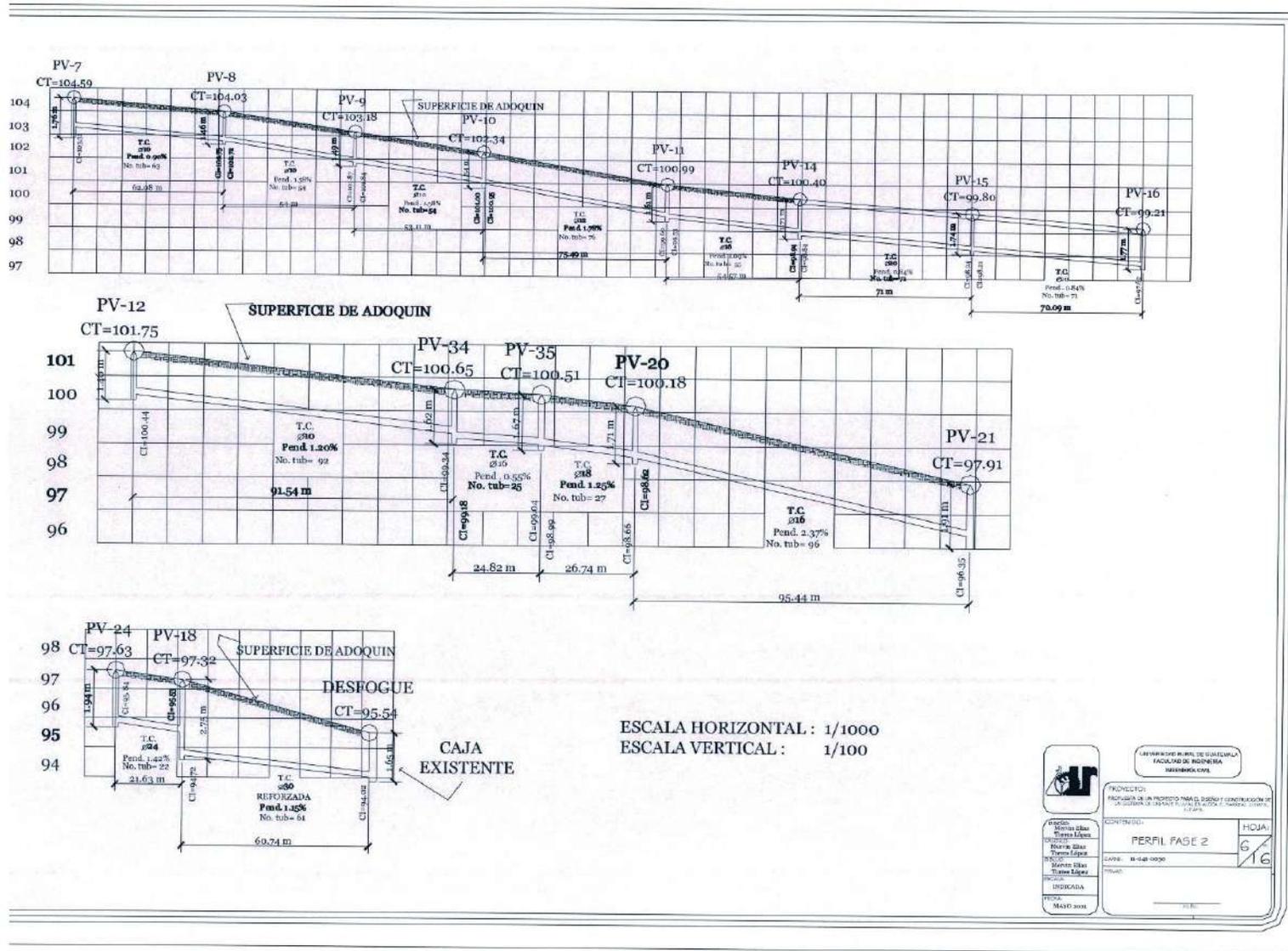


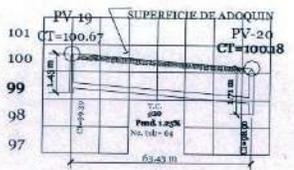
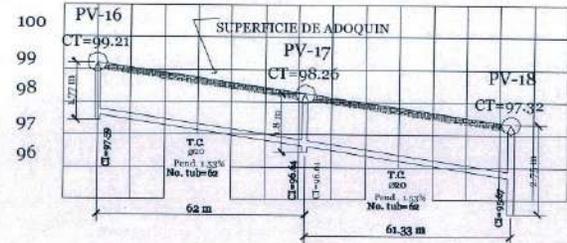
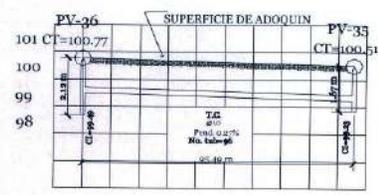
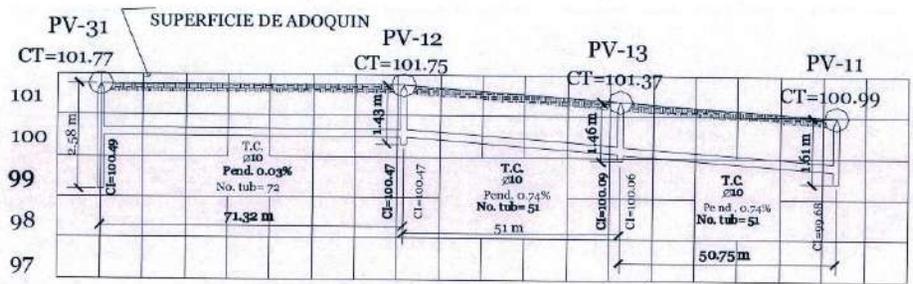
ESCALA HORIZONTAL : 1/1000  
 ESCALA VERTICAL : 1/100

		DISEÑO EJECUCION DE GUATEMALA INSTITUTO DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: PROYECTO DE UN INSERCIÓN PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE SEWERS TRUNK IN ZONA DE SEWERS EN ZONA URBANA		HOJA: 4 / 6	
CONTROLADO: PERFIL FASE I		CARTE: 11-048-0000	
DISEÑO: Martín Eche Tercero López		FECHA: 2010	
REVISADO: INGENIERIA		TÍTULO: Sewer	
RECIBO: MAYO 2010		ESCALA: 1:100	

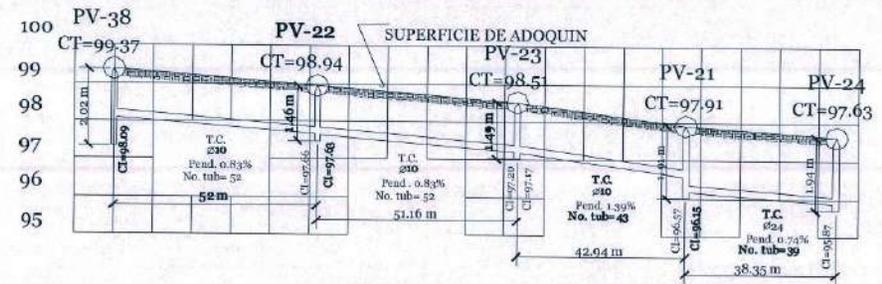


 EMPRESA DISTRIBUCION DE ELECTRICIDAD DEL ESTADO DE YUCATAN	INSTITUCION FEDERAL DE SERVICIOS REGISTRO DE INGENIERIA PROFESIONAL CIVIL	
	PRODUCTO: PROYECTO DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCION DE ELECTRICIDAD PARA EL MUNICIPIO DE UJUMAL	
CLIENTE: DISTRIBUCION DE ELECTRICIDAD DEL ESTADO DE YUCATAN	CONTENIDO: <b>PLANTA FASE 2</b>	HOJA: <b>5</b> / <b>6</b>
ESCALA: 1:1000	CHALE: 11-041-0030	FECHA: MAYO 2010





ESCALA HORIZONTAL : 1/1000  
 ESCALA VERTICAL : 1/100



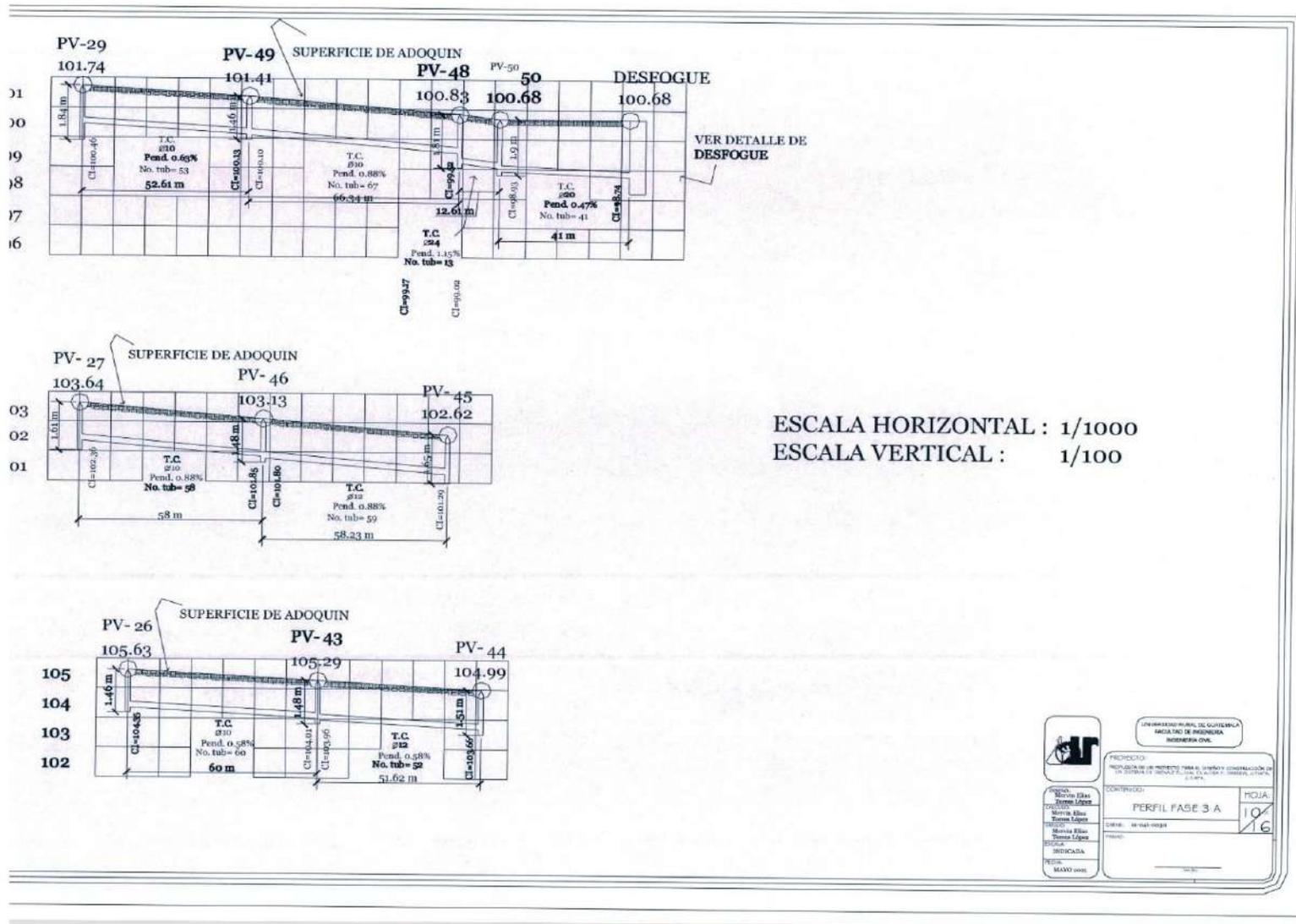
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	PROYECTO: PROYECTO DE UN ANEXO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNOS CON LA CALIDAD Y LOS PLAZOS DE ENTREGA DE OBRAS	HOJA: 7/6
	CONTENIDO: PERFIL FASE 2	CADEN: 01-040-00000 FECHA:
DISEÑADA: REVISADA: APROBADA: FECHA:	MATO 2011	

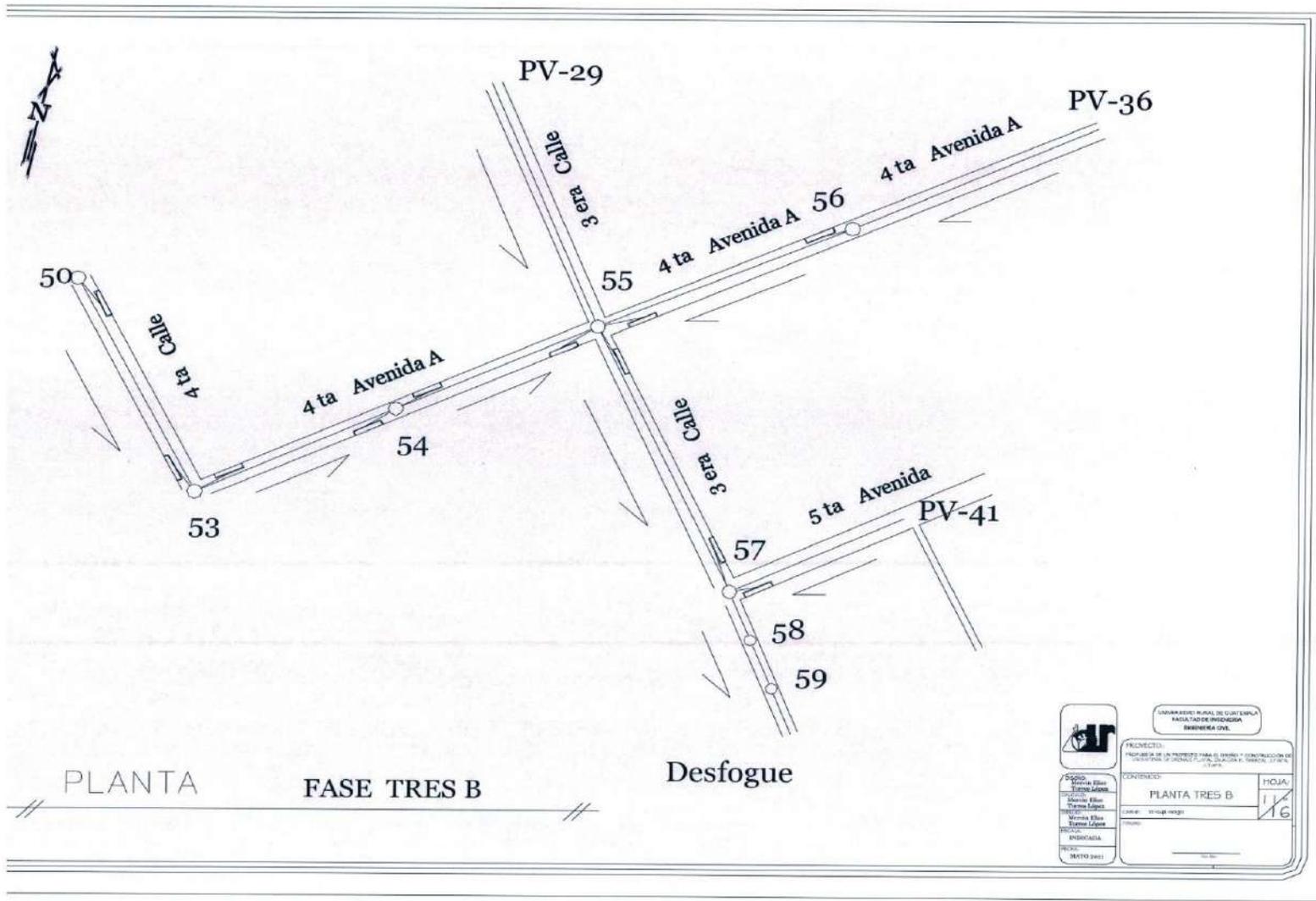


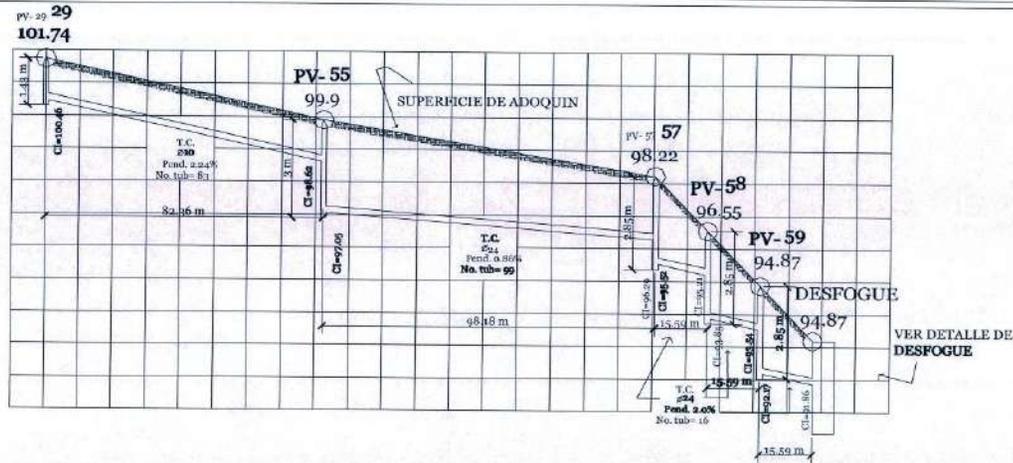
PLANTA FASE TRES A

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHICLAYA FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
	PROYECTO: IMPLEMENTACION DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE SECCIONAMIENTO DE CALLES EN CHICLAYA - PERU	
DISEÑO: Mónica Echevarría Tercera Límite	COTIZADO: PLANTA FASE 3 A	HOJA: 8 / 16
DISEÑO: Mónica Echevarría Tercera Límite	LÍNEA: 20-440-00000	FECHA: 2011/08/01
DISEÑO: INGENIERIA	FECHA: 2011/08/01	TÍTULO: (Empty)

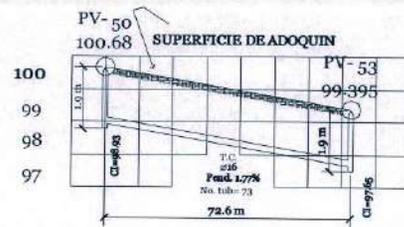
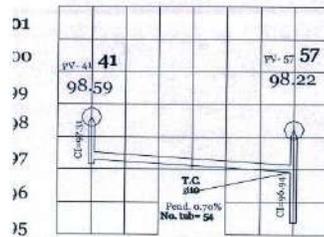
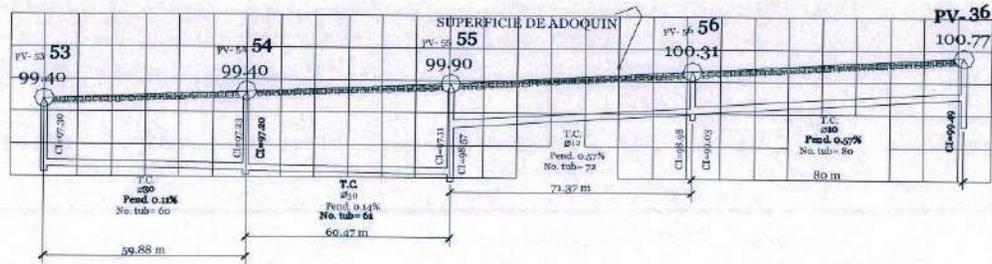




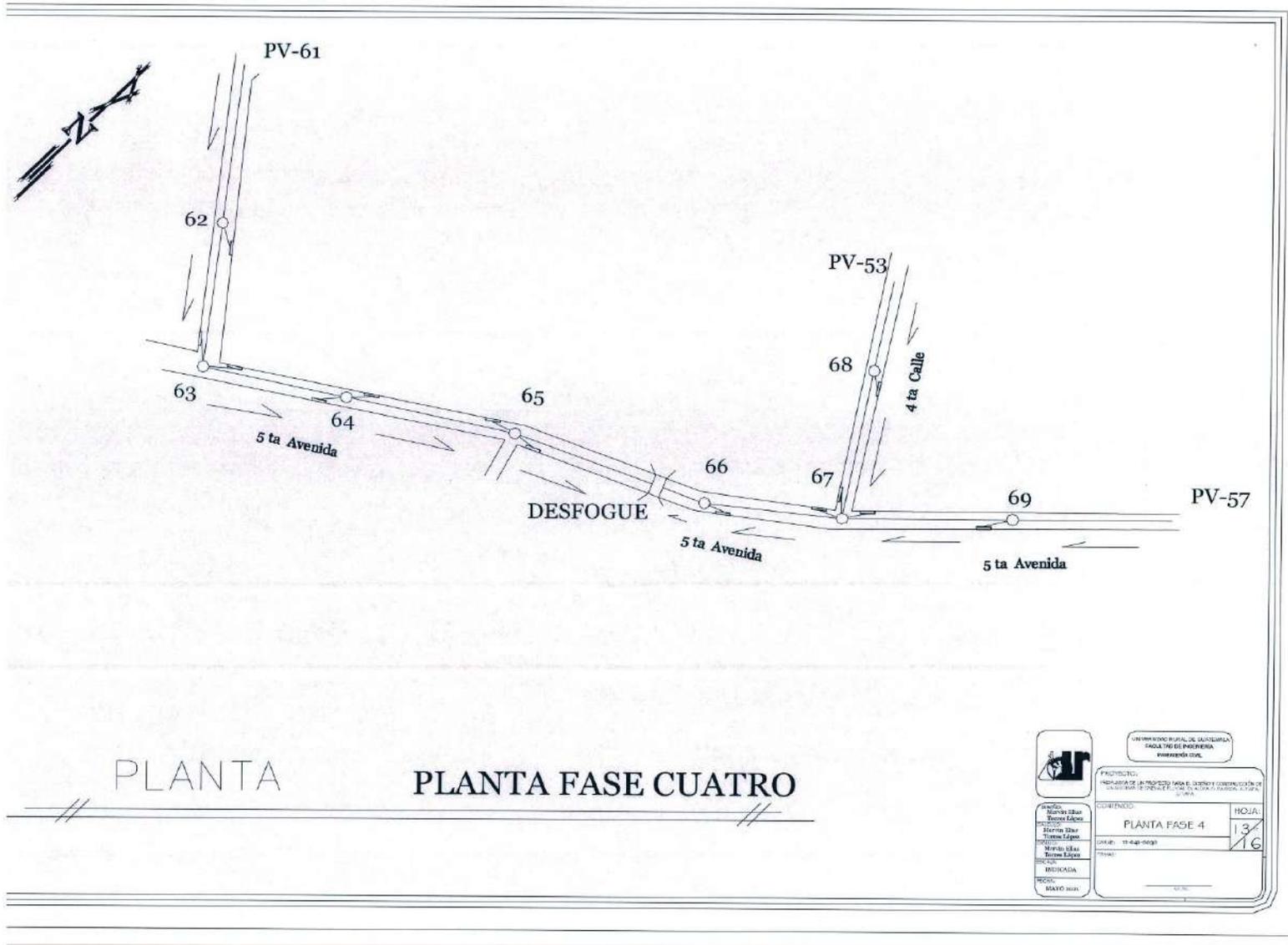


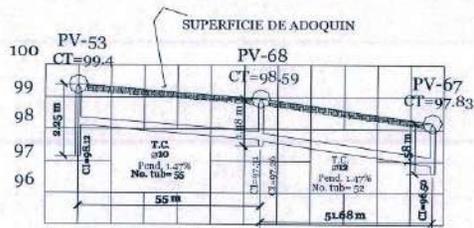
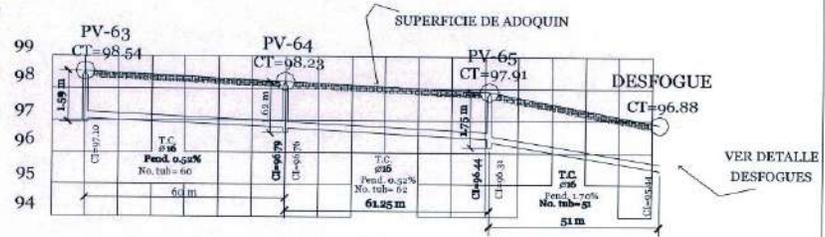
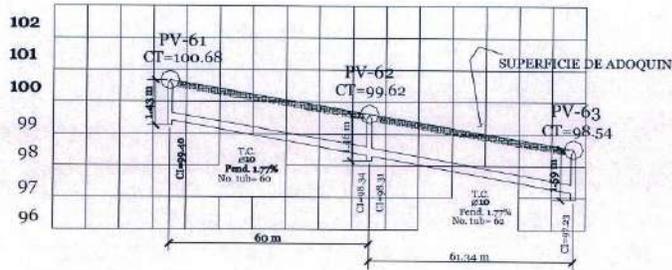


ESCALA HORIZONTAL : 1/1000  
 ESCALA VERTICAL : 1/100



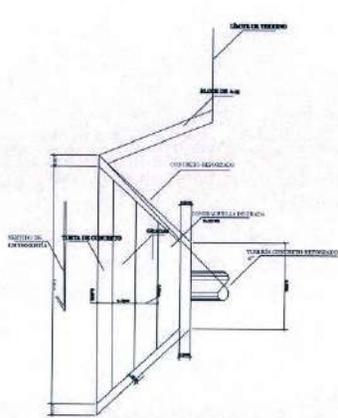
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE QUILICURA FACULTAD DE INGENIERIA	PROYECTO: PROYECTO DE UN PERIFONEO PARA EL SERVICIO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA ZONA 1574	
	CONTENIDO: PERFIL FASE TRES B	
Escala: 1/1000 Sistema: 1574 Sistema Base: 1574 Sistema Límite: 1574 Sistema 1574 Sistema Límite: 1574 INGENIERO: TITULO: MAYO 2001	CARGO: INGENIERO	HOJA: 12 16



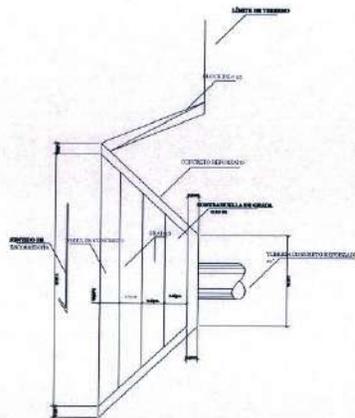


 UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	PROYECTO: PROYECTO DE UN FACTORIO PARA EL CUSCO Y DISTRIBUCION DE PRODUCTOS DE BARRIO PARA EL CUSCO AL SUR (CUBA) (P.A.C.)	
	CONTENIDO: PLANTA FASE 4	HOJA: 14 / 16
DISEÑADO: Mario Elias Torres Lopez	ELABORADO: Mario Elias Torres Lopez	FECHA: 14/06/2011
REVISADO: Mario Elias Torres Lopez	APROBADO: INGENIERO	ESCALA: INDICADA
TITULO: MAYO 2011	TUBO: 150	

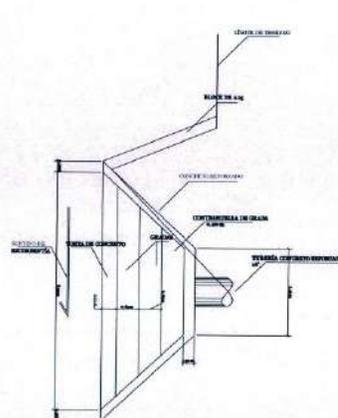




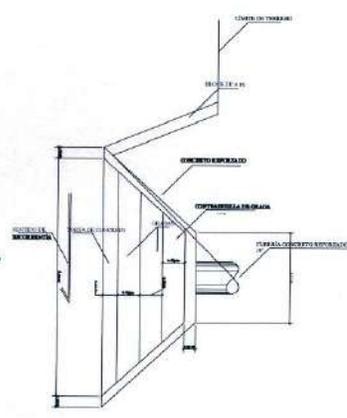
PLANTA DESFOQUE 1  
ESCALA 1:50



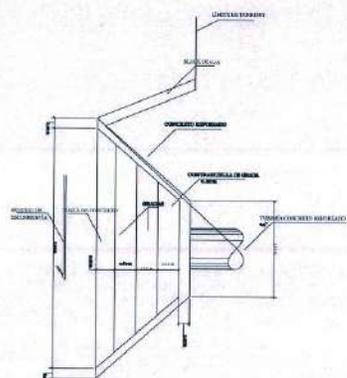
PLANTA DESFOQUE 2  
ESCALA 1:50



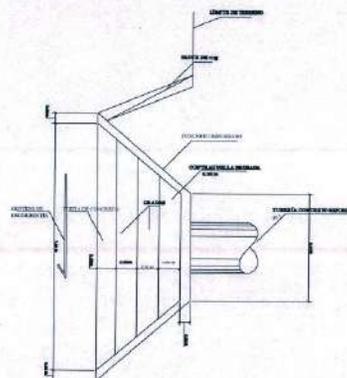
PLANTA DESFOQUE 3  
ESCALA 1:50



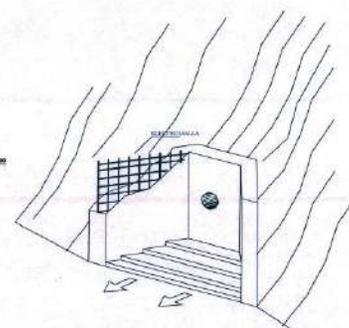
PLANTA DESFOQUE 4  
ESCALA 1:50



PLANTA DESFOQUE 5  
ESCALA 1:50



PLANTA DESFOQUE 6  
ESCALA 1:50



SOMÉTRICO  
SIN ESCALA

 INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR UNIVERSIDAD NACIONAL DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL	PROYECTO: PROYECTO DE UN PROYECTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN DE ALUMNOS EN UN ESCUELA	INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR UNIVERSIDAD NACIONAL DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL
	CONTENIDO: DESFOQUES	FECHA: 16/16
DISEÑADO POR: Mónica Elena Torres López DISEÑADO POR: Mónica Elena Torres López DISEÑADO POR: Mónica Elena Torres López DISEÑADO POR: Mónica Elena Torres López	CALIFICACIÓN: FECHA: MAYO 2021	INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR UNIVERSIDAD NACIONAL DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL