



**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Civil**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA LAS VIGAS;  
AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO DE ACCESO, PARA LA  
ALDEA AGUA TIBIA 1, SECTOR LAS CALAVERAS, MUNICIPIO DE  
CHINIQUE, EL QUICHÉ.**

**Carlos Augusto Estrada Hernández**

**Asesorado por el Ing. Luís Gregorio Alfaro Véliz**

**Guatemala, junio de 2009**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA LAS VIGAS;  
AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO DE ACCESO, PARA LA  
ALDEA AGUA TIBIA 1, SECTOR LAS CALAVERAS, MUNICIPIO DE  
CHINIQUE, EL QUICHÉ.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**CARLOS AUGUSTO ESTRADA HERNÁNDEZ**

ASESORADO POR EL ING. LUÍS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

**GUATEMALA, JUNIO DE 2009**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultan Mejia
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañon López.
SECRETARIA	Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA LAS VIGAS;  
AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO DE ACCESO, PARA LA  
ALDEA AGUA TIBIA 1, SECTOR LAS CALAVERAS, MUNICIPIO DE  
CHINIQUE, EL QUICHÉ,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha de marzo de 2007.



CARLOS AUGUSTO ESTRADA HERNÁNDEZ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 14 de noviembre de 2008.  
Ref.EPS.D.1042.11.08.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **CARLOS AUGUSTO ESTRADA HERNÁNDEZ** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200030342**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS VIGAS Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO DE ACCESO PARA LA ALDEA AGUA TIBIA 1, SECTOR LAS CALAVERAS, MUNICIPIO DE CHINIQUE, EL QUICHE”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Luis Gregorio Alfaro Véliz', written over a circular stamp.

Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo  
LGAF/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,  
16 de marzo de 2009

Ingeniero  
Sydney Alexander Samuels Milson  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS VIGAS Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO DE ACCESO PARA LA ALDEA AGUA TIBIA 1, SECTOR LAS CALAVERAS, MUNICIPIO DE CHINIQUE, EL QUICHE**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Carlos Augusto Estrada Hernández, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa  
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



Guatemala,  
21 de mayo de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero  
Sydney Alexander Samuels Milson  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS VIGAS Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO DE ACCESO PARA LA ALDEA AGUA TIBIA 1, SECTOR LAS CALAVERAS, MUNICIPIO DE CHINIQUE, EL QUICHÉ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Carlos Augusto Estrada Hernández, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Fernando Amicár Boiton Velásquez  
Coordinador del Área de Topografía y Transporte



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
TRANSPORTES  
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 14 de noviembre de 2008.  
Ref.EPS.D.1042.11.08.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

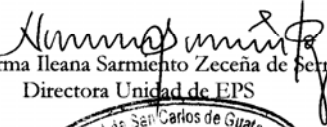
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LAS VIGAS Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO DE ACCESO PARA LA ALDEA AGUA TIBIA 1, SECTOR LAS CALAVERAS, MUNICIPIO DE CHINIQUE, EL QUICHE"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **CARLOS AUGUSTO ESTRADA HERNÁNDEZ**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ingeniero Luis Gregorio Alfaro Véliz**.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor -Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Sotano  
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Carlos Augusto Estrada Hernández, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA LAS VIGAS Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO DE ACCESO, PARA LA ALDEA AGUA TIBIA 1, SECTOR LAS CALAVERAS, MUNICIPIO DE CHINIQUE, EL QUICHÉ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Mgter. Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, junio 2009.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos  
De Guatemala



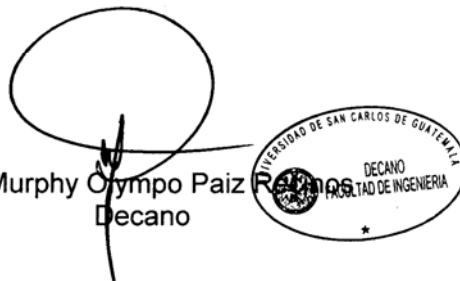
Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.212.09

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA LAS VIGAS; AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO DE ACCESO, PARA LA ALDEA AGUA TIBIA 1, SECTOR LAS CALAVERAS, MUNICIPIO DE CHINIQUE, EL QUICHÉ**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Augusto Estrada Hernández**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympto Paiz  
Decano



Guatemala, junio de 2009

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Mis abuelitas: Dora Graciela Gil (q.e.p.d)  
Matilde del Cid  
Gracias por haberme enseñado con sus ejemplos los valores de la vida.
- Mis padres: Maria Hernández y Mario Estrada.  
Por su amor, consejos y apoyo incondicional que me brindaron.
- Mis hermanos: Gracielita, Claudia, Mario, Oscar y Byron.  
Por estar conmigo siempre, compartiendo mis ilusiones y por darme ánimos para culminar mi carrera.
- Mi familia: Por creer en mí y tener siempre su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera.
- Mis amigos de toda la vida: Quienes me apoyaron y me dieron aliento para alcanzar este triunfo.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- DIOS: Por haberme dado salud, la inteligencia y el deseo de estudiar y culminar esta carrera.
- La Facultad de Ingeniería: Con gratitud por la formación profesional.
- Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz: Por brindarme su asesoría y apoyo, como amigo y asesor
- Las autoridades de la  
Municipalidad de Chinique: Por la oportunidad que me brindaron para realizar el Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- y por darme su apoyo incondicional.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>V</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XIII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XVII</b>

### **1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE CHINIQUE, EL QUICHÉ**

1.1. Generalidades	1
1.1.1. Límites y localización	1
1.1.2. Accesos y comunicación	1
1.1.3. Topografía e hidrografía	2
1.1.4. Aspectos climáticos	2
1.1.5. Actividades económicas	2
1.1.6. Población	2

### **2. PRINCIPALES NECESIDADES DEL MUNICIPIO.**

2.1. Sistema de agua potable	3
2.2. Construcción de carretera	3

### **3. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA LAS VIGAS, CHINIQUE, EL QUICHÉ.**

3.1. Estudio de población	5
---------------------------	---

3.1.1. Encuesta sanitaria	5
3.1.2. Proyección de población	5
3.1.3. Determinación de población de diseño	5
3.2. Fuentes de agua	5
3.2.1. Abastecimiento actual de la población	5
3.2.2. Estudio sobre demanda de agua potable	6
3.2.3. Dotación	6
3.2.4. Determinación del consumo de agua	7
3.2.4.1. Consumo medio diario	7
3.2.4.2. Caudal máximo diario	7
3.2.4.3. Caudal máximo horario o de distribución	8
3.2.5. Tipos de fuentes para abastecimiento de agua	8
3.2.6. Estudio de la calidad de agua	8
3.2.6.1. Análisis bacteriológico	8
3.2.6.2. Análisis fisicoquímico	9
3.2.7. Aforo de la fuente	9
3.2.8. Factibilidad técnica	10
3.2.9. Verificación de datos básicos e información existentes	10
3.2.9.1. Visita de campo	10
3.2.9.2. Determinación del tipo de suelo	11
3.2.9.3. Diseño del acueducto	11
3.3. Desarrollo del proyecto	11
3.3.1. Bases de diseño	11
3.3.1.1. Período de diseño	11
3.3.1.2. Cálculo de población	12
3.3.2. Diseño hidráulico	12
3.3.2.1. Captación	12
3.3.2.2. Diseño de línea de conducción	13

3.3.2.3. Tanque de distribución	14
3.3.2.4. Capacidad del tanque	15
3.3.2.5. Desinfección	23
3.3.2.6. Red de distribución	25
3.3.3. Conexión domiciliar	26
3.3.4. Operación y mantenimiento preventivo y correctivo	26
3.3.5. Propuesta de tarifa	27
3.4. Estudio de impacto ambiental	27
3.4.1. En construcción	28
3.4.2. En operación	29
3.5. Evaluación socio – económica	31
3.5.1. Valor presente neto	31
3.5.2. Tasa interna de retorno	33
3.6. Cuantificación de materiales y de mano de obra	35
3.7. Presupuesto	35
3.8. Planos de proyecto	35
<b>4. AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO DE ACCESO, PARA LA ALDEA AGUA TIBIA 1, SECTOR LAS CALAVERAS, CHINIQUE, EL QUICHÉ.</b>	
4.1. Descripción del proyecto a desarrollar	37
4.2. Levantamiento topográfico	37
4.3. Estudio de suelos	38
4.4. Diseño de drenajes transversales	40
4.5. Diseño de cunetas	44
4.6. Determinación del grado de compactibilidad de la base y sub - base	45
4.7. Diseño geométrico de las carreteras	45

4.7.1. Diseño de alineamiento horizontal	45
4.7.2. Diseño de alineamiento vertical	50
4.7.3. Movimiento de tierras	53
4.7.4. Diseño de sub rasante	54
4.7.5. Cálculo de volúmenes	57
4.8. Programa de mantenimiento	59
4.9. Presupuesto del proyecto	59
4.10. Cronograma de ejecución	60
4.11. Evaluación de estudio de impacto ambiental	60
4.11.1. En construcción	60
4.11.2. En operación	60
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>63</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>65</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>67</b>
<b>APÉNDICE A</b>	<b>69</b>
<b>APÉNDICE B</b>	<b>115</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Diagrama de fuerzas sobre las paredes del tanque	20
2. Radio hidráulico	43
3. Elementos de curva horizontal	47
4. Tipos de curvas verticales	52
5. Elementos de sección transversal	54
6. Calculo de volúmenes por prismoides	58

### TABLAS

I. Etapa de operación	30
II. Coeficientes de escorrentías	42
III. Valores de “k”, según velocidad de diseño	52



## GLOSARIO

<b>Acarreo</b>	Es el transporte de materiales no clasificados de préstamo o desperdicio a una distancia que excede de un kilómetro.
<b>Acarreo libre</b>	Comprende el transporte de cualquiera de los materiales no clasificados a una distancia límite de 1000 metros.
<b>Angulo central</b>	Es el ángulo subtendido por la curva circular igual al cambio de dirección que se da entre las tangentes.
<b>Cuerda máxima</b>	Es la distancia en la línea recta desde el principio de curva (PC) al punto de tangencia (PT).
<b>Curvas circulares</b>	Son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas.
<b>Curvas de transición</b>	Se utilizan para proporcionar un cambio gradual de dirección al pasar un vehículo de un tramo en tangente a un tramo de curva circular.
<b>Curva vertical</b>	Son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical.

<b>Derecho de vía</b>	Es el derecho que tiene el estado o las municipalidades, sobre la faja de terreno.
<b>Excavación en corte</b>	Consiste en la excavación ejecutada a cielo abierto en terreno natural para preparar y formar la sección del camino.
<b>External</b>	Es la distancia mínima entre el punto de intersección (PI) y la curva.
<b>Grado de curvatura</b>	Es el ángulo subtendido por un arco de 20 mts.
<b>Línea central</b>	Es el punto de referencia de donde van a partir todos los anchos o componentes de la carretera.
<b>Longitud de curva</b>	Es la distancia desde el PC hasta el PT, medida a lo largo de la curva, según la definición por arco de 20 mts.
<b>Ordenada media</b>	Es la distancia radial entre el punto medio de la cuerda principal y el punto medio de la curva.
<b>Pendiente máxima</b>	Es la mayor pendiente que se puede utilizar en el diseño del proyecto y esta determinada por el tránsito previsto y la configuración del terreno.
<b>Pendiente mínima</b>	Es la menor pendiente que se fija para permitir la funcionalidad del drenaje.

<b>Principio de curva</b>	Punto donde comienza la curva circular simple (PC).
<b>Punto de tangencia</b>	Punto donde termina la curva circular simple e inicio de la tangente (PT).
<b>Radio de curva</b>	Es el radio de la curva circular.
<b>Rasante</b>	Es la línea que se obtiene al proyectar sobre el plano vertical, el desarrollo de la corona en la parte superior de la carretera.
<b>Rellenos</b>	Consiste en la colocación de material especial con su humedad requerida; uniformemente colocado y compactado.
<b>Sección típica</b>	Es la representación gráfica transversal y acotada que muestra las partes componentes de una carretera.
<b>Subtangente</b>	Es la distancia entre el punto de intersección y el principio de curva, medida sobre la prolongación de las tangentes.
<b>Tangentes</b>	son las proyecciones sobre un plano horizontal de las rectas que unen una curva, la longitud es la distancia que une la curva anterior y el principio de la siguiente.
<b>Aforo</b>	Operación de medir caudal.

<b>Agua potable</b>	Agua que es, sanitariamente, segura y agradable a los sentidos.
<b>Bases de diseño</b>	Bases técnicas adoptadas para el diseño del proyecto.
<b>Captación</b>	Estructura por medio de la cual se colecta el agua de una fuente.
<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto del terreno referido a un nivel determinado.
<b>Cota piezométrica</b>	Es la máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea.
<b>Pérdida de carga</b>	Pérdida de presión en la tubería.
<b>Presión</b>	Es la fuerza ejercida sobre una superficie.

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>O</b>	Centro de curva circular.
<b><math>\Delta</math></b>	Ángulo de la deflexión de la tangente.
<b><math>\Delta_c</math></b>	Ángulo central de la curva circular.
<b>K</b>	Constante que depende de la velocidad de diseño.
<b>Az</b>	Azimut.
<b><math>\Sigma</math></b>	Sumatoria.
<b>e</b>	Peralte.
<b>Sa</b>	Sobreancho.
<b>Corr.</b>	Corrimiento.
<b>P</b>	Pendiente.
<b>%</b>	Porcentaje.
<b>Vc.</b>	Volumen de corte.
<b>Vr.</b>	Volumen de relleno.
<b>C</b>	Coefficiente de fricción.
<b><math>\emptyset</math></b>	Diámetro.
<b>E</b>	Estación.
<b>E.P.S.</b>	Ejercicio profesional supervisado.
<b>Hf.</b>	Pérdida de carga.
<b>H.G.</b>	Hierro galvanizado.
<b>H.T.H</b>	Hipoclorito de calcio.
<b>Kms.</b>	Kilómetros.
<b>L/s.</b>	Litros por segundo.

<b>m/s.</b>	Metros por segundo.
<b>m.c.a.</b>	Metros columna de agua.
<b>P.S.I.</b>	Libras pulgada cuadrada.
<b>P.U.</b>	Precio unitario.
<b>P.V.C.</b>	Cloruro de polivinilo.
<b>Q.</b>	Caudal.
<b>Qc.</b>	Caudal de conducción.
<b>Qd.</b>	Caudal de distribución.
<b>Qm.</b>	Caudal medio.
<b>Qdm.</b>	Caudal de día máximo.
<b>Qmh.</b>	Caudal máximo horario.
<b>r.</b>	Tasa de incremento.
<b>V.</b>	Velocidad.
<b>O<sup>a</sup></b>	Grados, minutos, segundos.
<b>D.H.</b>	Distancia horizontal.



## RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene las actividades realizadas durante el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado, en Chinique, El Quiché. La Universidad de San Carlos de Guatemala ha promovido apoyo a las instituciones estatales que no disponen de fondos para la contratación de profesionales.

Este informe presenta un diagnóstico de las necesidades de las comunidades, dicho diagnóstico se realizó con el COMUDE del municipio (Comité de desarrollo comunal). Los proyectos se enfocan a la mejora de las condiciones de vida de los habitantes de las comunidades de la aldea Las Vigas y de la aldea Agua Tibia 1, sector Las Calaveras. Los criterios se establecen con base a los requerimientos del libro azul de caminos y de las normas de diseño de UNEPAR e INFOM para proyectos de agua potable.

Para que sean funcionales los proyectos durante su ejecución se especifican todos los detalles que deben tomarse en cuenta para la construcción de las diversas obras de arte, los criterios y renglones para el presupuesto respectivo de cada proyecto.

Se estimaron los materiales, mano de obra y se diseñaron los planos, de los cuales se entregó dos juegos a la Oficina de Planificación Municipal.



## **OBJETIVOS**

### **General:**

Diseñar la ampliación y mejoramiento de carretera para la aldea Agua Tibia 1, sector Las Calaveras, también el diseño de sistema de agua potable, para la aldea Las Vigas, municipio de Chinique, El Quiché.

### **Específicos:**

1. Desarrollar una investigación de tipo monográfica y el diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos en las comunidades del municipio de Chinique, El Quiché.
2. Aplicar normas y reglamentos para el diseño de ambos proyectos, y así garantizar el buen funcionamiento de estos cuando se ejecuten.
3. Contribuir al mejoramiento del nivel de vida, de los habitantes de las aldeas beneficiadas, por medio de ambos proyectos.



## INTRODUCCIÓN

De acuerdo a un diagnóstico practicado en el municipio de Chinique, El Quiché. Se determinó que las áreas que requieren atención inmediata son: en primer lugar, la ampliación y mejoramiento del camino de acceso hacia la aldea Agua Tibia 1, sector Las Calaveras; en segundo lugar, la introducción de agua potable en la aldea Las Vigas, por lo que este Ejercicio Profesional Supervisado estará orientado hacia el planteamiento de soluciones, tanto técnicas como económicas a esta problemática, proponiendo para el efecto el diseño de la carretera y del sistema de agua potable.

El capítulo uno y dos se enfoca en los aspectos monográficos y en el diagnostico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Chinique, departamento de El Quiché.

En el capítulo tres y cuatro, se explican las especificaciones técnicas y criterios a considerar para el diseños de la ampliación y mejoramiento de la carretera que conduce hacia la aldea Agua Tibia 1, sector Las Calaveras y del sistema de agua potable para la aldea Las Vigas, Chinique, Departamento de El Quiché.

Se incluye además, las conclusiones y recomendaciones respecto de la ejecución de los proyectos mencionados y su mantenimiento.

En la parte final, se agrega un apéndice que contiene los parámetros de diseño y memoria de cálculo de ambos proyectos, como también los planos y presupuestos respectivos.



# **1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE CHINIQUE, EL QUICHÉ.**

## **1.1. Generalidades**

### **1.1.1. Límites y localización**

Chinique se encuentra a 18 kilómetros de la cabecera departamental y 181 de la capital, con carretera asfaltada y transporte extraurbano.

Su ubicación geográfica es: longitud oeste 91°01'28", latitud norte 15°02'32" y se ubica a una altura de 1,800 metros sobre el nivel del mar, dichos datos fueron obtenidos por medio de GPS en el municipio y rectificadas por medio de un mapa de la región.

Chinique colinda de la siguiente manera:

Norte: San Andrés Sajcabaja y Santa Cruz de El Quiché

Sur: Santo Tomas Chiché

Oeste: Santo Tomas Chiché

Este: Zacualpa

Todos del Departamento de El Quiché.

### **1.1.2. Accesos y comunicación**

La vía que conecta la cabecera y el municipio es una carretera asfaltada, la mayor parte de sus comunidades cuentan con carreteras de carpeta de rodada de balasto, y otras comunidades sus vías son calles de herraduras o brechas que técnicamente no fueron diseñadas.

### **1.1.3. Topografía e hidrografía**

La configuración topográfica del casco urbano es ondulada y la mayor parte de sus aldeas dicha configuración es bastante quebrada, ya que en sus vías de acceso en las que tienen carreteras de tipo “F”, es necesario la construcción de carrileras, por que las pendientes son demasiado elevadas que alcanzan hasta un 18 %.

### **1.1.4. Aspectos climáticos**

La aldea Las Vigas y la aldea Agua Tibia 1, sector Las Calaveras, el clima es frío, con temperaturas de los 5°C (Promedio mínimo) y 22°C (Promedio máximo).

### **1.1.5. Actividades económicas**

Se cultiva principalmente el maíz y el frijol, en algunas comunidades se cosecha café. Hortalizas como: zanahoria, chile, repollo, cebolla, guisquil y papas, todos estos productos se utilizan para consumo familiar o comercio. La mayoría de los habitantes tiene en sus hogares ganado de patio como: gallinas, patos, chompipes, gansos, cerdos, ovejas y cabras, chivos; para consumo familiar y muy poco para comercio, ganado mayor como: vacas, toros, caballos y bueyes para comercio.

### **1.1.6. Población**

8,670 habitantes	70% indígena	30% no indígena
	51% mujeres	49% hombres
(Datos 2006)	19% Población urbana	81% Población rural.



## **2. PRINCIPALES NECESIDADES DEL MUNICIPIO**

### **2.1. Sistema de agua potable**

La aldea Las Vigas carece de un sistema de agua potable, por lo que habitantes se ven obligados a utilizar sistemas de pozos, caminan a los ríos a recolectar agua para lavar y bañarse y la población a beneficiarse es de doscientos setenta y dos habitantes.

Para que las condiciones de vida sean mejores para los habitantes de dicha aldea se implementó el trabajo hacia dicho proyecto.

### **2.2. Construcción de carretera**

La aldea Agua Tibia 1, sector Las Calaveras es una comunidad en la que sus vías de acceso no han sido diseñadas técnicamente, los habitantes la definen como calle de herradura, el mal estado de dicha calle genera estancamientos por los charcos de lodo, y el comercio de las regiones está ligada directamente a dichas vías, se determinó como una de las prioridades la ampliación y el mejoramiento de dicha calle.



### **3. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA LAS VIGAS, CHINIQUE, EL QUICHÉ.**

#### **3.1. Estudio de población**

##### **3.1.1. Encuesta sanitaria**

Durante el proceso del levantamiento topográfico, la cuadrilla de topografía realizo un censo en la localidad, en dicho censo se estableció de una manera acertada el numero de habitantes a beneficiar con el mencionado proyecto.

##### **3.1.2. Proyección de población**

Es importante tener una proyección o un dato aproximado de la población futura, esto se deducirá de la tasa de crecimiento poblacional que posee determinada región o departamento.

##### **3.1.3. Determinación de población de diseño**

La población de diseño se basará en la población actual, es decir que la población futura será la que considerara como dato final para el diseño del proyecto, dichos datos se deducen en la sección 3.3.1.2. de este documento.

#### **3.2. Fuentes de agua**

##### **3.2.1. Abastecimiento actual de la población**

Actualmente, la aldea Las Vigas cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable por medio de llena cantaros, dicho sistema es

insuficiente para satisfacer las necesidades de la población actual, por lo que es necesario implementar el presente proyecto.

### **3.2.2. Estudio sobre demanda de agua potable**

La demanda actual de agua potable se fundamenta en el número de personas que habitan dicha población, ya que este número de población está afectado por un factor de crecimiento matemático característico en cada departamento de la República o región donde se encuentre dicha población.

### **3.2.3. Dotación**

Por carecer de datos de demanda de agua del lugar y tomando en cuenta las normas establecidas por entidades como UNEPAR, INFOM, etc. Así como la baja producción de los manantiales disponibles se adoptó para esta área una dotación de 90 Lts/h/día.

Factor de hora máxima: se estimó de acuerdo con registros obtenidos en agua de pueblo de poblaciones similares y de acuerdo con el clima imperante del lugar.

Al hacer la comparación del resultado obtenido del cálculo de uso simultaneo que es igual a 2.16 contra el factor de hora máxima de 2.5 proporcionado por agua del pueblo, se escoge como factor de hora máximo 3.

Factor de hora máxima = 3

### 3.2.4. Determinación del consumo de agua

#### 3.2.4.1. Consumo medio diario

Esta definido por la cantidad de agua que va a consumir la población en un día o sea que es el consumo durante un día (24 hrs.) y se obtiene como promedio de los consumos diarios en el período de un año. Cuando no se conoce registros se asume como el producto de la dotación por el número de posibles usuarios al final del período de diseño.

$$Q_m = \frac{\text{Dotación} * \text{población futura}}{86400 \text{ s/día}}$$

$$Q_m = \frac{90 \text{ L/S} * 528}{86400 \text{ s/día}} = 0.55 \text{ L/S}$$

#### 3.2.4.2. Caudal máximo diario

Es el caudal máximo diario que se utiliza para diseñar la línea de conducción del proyecto. Este caudal esta definido por el máximo consumo de agua durante 24 horas observado durante el periodo de un año siendo el máximo desvío del consumo diario respecto del consumo medio diario.

El factor de caudal máximo diario varía de 1.2 a 1.5, según normas de diseño.

$$Q_{md} = \text{factor día máximo por } Q_m.$$

$$Q_{md} = 1.5 * 0.33 \text{ L/S} = 0.83 \text{ L/S}$$

### **3.2.4.3. Caudal máximo horario o de distribución**

Este se utiliza para diseñar la red de distribución y es el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en el período de un año. Cuando no se tiene registro, el caudal, hora máximo, se obtiene multiplicando el caudal medio por un factor que varía de 2.0 a 3.0%, y este factor se denomina factor de hora máxima; el que se obtiene dividiendo el caudal de hora máxima entre el caudal promedio, obtenido en un lapso de 24 horas.

$$Q_{mh} = \text{Factor de hora máxima} * Q_m$$

$$Q_{mh} = 3 * 0.55 \text{ L/S} = 1.64 \text{ L/S}$$

### **3.2.5. Tipos de fuentes para abastecimiento de agua**

El presente proyecto de agua potable se abastece por medio de nacimientos que brotan en la superficie del suelo donde se encuentran, dichos nacimientos son producto de la saturación de humedad constante que fluye en ese sector.

### **3.2.6. Estudio de la calidad de agua**

#### **3.2.6.1. Análisis bacteriológico**

Por ser una fuente superficial está expuesta a ser contaminada, principalmente las que provienen de los coliformes que se encuentran en las heces fecales. Se le practicó el examen bacteriológico, con el fin de establecer la probabilidad de contaminación de organismos patógenos, porque estos pueden transmitir enfermedades al consumirla, tales como, salmonella, shigellas, eberthellas, amebas, giardia lambía etc. Este examen se apoya en

métodos estadísticos, los cuales determinan el número más probable de bacterias presentes.

El examen bacteriológico es útil como control de calidad, para verificación de contaminación, este es el más importante referente a acueductos rurales, ya que es necesario como información complementaria para recomendar y seleccionar el tipo de tratamiento que se le dará al agua para su potabilización y, así, utilizarla para consumo humano. De acuerdo con el examen realizado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), se concluye que: la fuente proporciona agua que cumple los parámetros establecidos para consumo humano . Apéndice A.

### **3.2.6.2. Análisis fisicoquímico**

Este examen determina las características físicas del agua tales como el aspecto, el color, el sabor, el olor, la turbidez, su pH así como la dureza, además, se pueden determinar sustancias químicas tales como los aniones (hierro, Calcio, magnesio, etc.) Cationes (Nitritos, sulfatos, fluoruros, cloruros) que pueden afectar la calidad del agua y, así, dañar la salud. Tomando en cuenta los resultados proporcionados por el CII se concluye que: desde el punto de vista químico sanitario el agua se reporto dentro de los límites máximos aceptables de normalidad. Apéndice A.

### **3.2.7. Aforo de la fuente**

Para desarrollar el aforo del nacimiento que abastecerá a la comunidad, se aplico el método volumétrico, el cual se desarrollo de la siguiente manera:

a) Se midió un recipiente para determinar su volumen (generalmente es una cubeta de 19 litros) entonces se capto el nacimiento y se lleno el recipiente,

se tomo el tiempo de llenado del mismo; para calcular el caudal se utilizo la siguiente formula:

Q = Caudal

V= Volumen

T= Tiempo

$Q = V / T$

Nacimiento #1.       $Q = 19 \text{ Lts} / 35 \text{ Seg} = 0.54 \text{ Lts/ Seg}$

Nacimiento #2.       $Q = 19 \text{ Lts} / 30 \text{ Seg} = \underline{0.63 \text{ Lts/Seg}}$

**Caudal de aforo total = 1.17 lts/seg**

### **3.2.8. Factibilidad técnica**

El proyecto de abastecimiento de agua potable para la aldea Las Vigas es posible realizarlo, ya que la ruta que se escogió para la construcción del sistema es totalmente accesible y la topografía e hidrografía del sector hacen posible la ejecución de dicho proyecto, según lo confirma la topografía realizada.

### **3.2.9. Verificación de datos básicos e información existentes**

#### **3.2.9.1. Visita de campo**

Se realizó una visita general a todo el proyecto, esto para determinar la ruta de la topografía y posteriormente la del proyecto, esto para determinar los puntos críticos de altura en el trayecto de toda la ruta, esto para evitar errores y pérdida de tiempo a la hora de realizar la topografía, ya que en una ruta mal seleccionada el principal temor es encontrar un punto mas alto que los nacimientos y también para verificar los derechos de paso.



La visita de campo también fue útil para determinar las necesidades de las personas de la población y para hacer un diagnóstico general del problema a solucionar.

### **3.2.9.2. Determinación del tipo de suelo**

En la topografía realizada en el proyecto se pudo constatar que el tipo de suelo que se encontraba casi en la totalidad del proyecto era un suelo limo arcilloso, esto se pudo constatar por medio de la prueba de sacudimiento realizada en campo, determinar el tipo de suelo es muy importante, ya que con base a esta determinación se decide si la tubería se ubica enterrada o si se le coloca en pasos elevados.

### **3.2.9.3. Diseño del acueducto**

El diseño del acueducto dependerá en gran parte en la determinación del tipo de suelo en el cual estará ubicado el proyecto, ya que se deberá variar el tipo de tubo que se usará, si varía el tipo del material del tubo, variará el coeficiente de fricción del tubo y con esto varía totalmente el diseño del acueducto.

## **3.3. Desarrollo del proyecto**

### **3.3.1 Bases de diseño**

#### **3.3.1.1. Período de diseño**

Por la durabilidad de las instalaciones y la capacidad para prestar un buen servicio, según las condiciones previstas, se considero factible un período de 20 años a este período se le agrego un año más por criterio propio para las

gestiones y construcción del proyecto, es lo que recomienda instituciones como UNEPAR.

### **3.3.1.2. Cálculo de población**

Para determinar la población de diseño, se utilizó el método de crecimiento geométrico, el cual consiste en calcular el cambio promedio de la tasa de población para el área en estudio o por cada década en el pasado y así determinar su tasa promedio o porcentaje de cambio hacia el futuro.

La fórmula empleada para este método es:

$$P_f = P_a \times (1 + r/100)^n$$
$$P_f = 272 \times (1 + 3.203/100)^{21}$$
$$P_f = 528 \text{ hab.}$$

De donde:

$P_f$  = población futura en un tiempo.

$P_a$  = población actual, según conteo de la planilla de topografía.

$r$  = tasa de crecimiento en porcentaje.

$n$  = período de diseño en años.

### **3.3.2. Diseño hidráulico**

#### **3.3.2.1. Captación**

Es la estructura que se hace con el fin de coleccionar el agua de la fuente. En este caso, se captó la fuente, esto consiste en un muro de contención, capa filtrante y sello sanitario, el tipo de captación se da a conocer en el plano correspondiente. Apéndice B.

### 3.3.2.2. Diseño de línea de conducción

Es el conjunto de tuberías libres o a presión, las cuales parten de las obras de captación al tanque de distribución. Las conducciones pueden ser por gravedad o por bombeo, pero, en este caso, se utilizo por gravedad tomando en cuenta que la condición no debe de ser a cielo abierto, que la capacidad de la fuente sea suficiente para transportar el caudal de día máximo, que la selección del diámetro y clase de tubería se ajuste a la máxima economía, a continuación se presenta un ejemplo del tramo núm. 1.

En donde:

Q= Caudal

C= coeficiente de fricción 150 (P.V.C)

D= Diámetro interior real en pulgadas

L= Longitud total en metros.

Hf= Pérdida de la carga en la longitud L, en metros.

K= Constante (1743.811)

$$D = \left\{ \frac{1743.811 * L * Q^{(1.85)}}{C^{(1.85)} * H_f} \right\}^{(1/4.87)}$$

A continuación se presenta un ejemplo del tramo 1 del cálculo de la pérdida de carga = Hf de la estación 1 ala estación 2 (E-1 a E-2)

Cota de salida = 500.00 mts.

Caudal Q (Its/seg) = 0.38 Its /seg

Longitud = 47.00 mts

Cota de llegada = 497.79 mts

$$H_f = \frac{1743.811 * L * Q^{(1/4.87)}}{C^{(1.85)} * D^{(4.87)}}$$

$$H_f = \frac{1743.811 * 47.00 * 0.38^{(1/4.87)}}{150^{(1.85)} * 1.195^{(4.87)}}$$

**Hf = 0.5415**

El resultado de la línea de conducción se presenta en el resumen del cálculo hidráulico en el Apéndice A.

### **3.3.2.3. Tanque de distribución**

En los proyectos de agua potable se considera un tanque de almacenamiento por las ventajas que presenta:

Compensar las variaciones horarias en el consumo de agua de la población.

Tener un almacenamiento de agua que pueda suplir la demanda cuando haya interrupción del servicio.

El volumen de los tanques de almacenamiento o distribución se calculará de acuerdo con la demanda real de las comunidades. Cuando no se tengan estudios de dichas demandas, el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y UNEPAR recomienda utilizar sistemas por gravedad 25 a 40% del consumo medio diario estimado y sistemas por bombeo de 40 a 65%. Entonces, en este caso se construirá un tanque de almacenamiento con muros y cimiento de piedra y una losa en dos sentidos simplemente apoyada que sea capaz de almacenar el 40% del consumo medio diario estimado en este proyecto.

Cuando el suministro de agua se considere seguro y continuo, en la cantidad prevista en el proyecto, se puede prescindir del volumen de reservas para contingencias, a fin de mantener bajo el costo inicial del sistema.

#### 3.3.2.4. Capacidad del tanque

La capacidad o volumen de almacenamiento se calcula por la expresión:

$$\text{Volumen} = 40\% * Q_m$$

Sustituyendo:

$$Q_m = 0.55 \text{ l/s}$$

$$1 \text{ día} = 86400 \text{ Segundos}$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ Litros.}$$

$$\text{Volumen} = 0.40 * (0.55 \text{ litros / segundos}) * (86400/1000)$$

$$\text{Volumen} = 20 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 20 \text{ m}^3$$

##### a) Diseño de losa:

Las dimensiones de la losa serán de 4.4 mts \* 3.4 mts., empleándose el método 3 de la *American Concrete Institute (ACI)*.

Descripción	Losa
A/B	0.81 E 0.5
Refuerzo	2 sentidos
Espesor (t)	10 cm.

El espesor mínimo recomendado por la ACI es de 9 cms., pero para su construcción se empleará un espesor de 10 cms.

## **Cargas:**

### **Carga muerta (CM)**

Son cargas que estarán durante toda la vida útil del proyecto.

$$W \text{ propio de losa} = 2,400 \text{ Kg/m}^3 * 0.1 \text{ mts.} = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Sobre cargas} \quad \quad \quad 90 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total carga muerta} \quad \quad \quad 330 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga muerta última (Cmu)} = 1.4 * 330 = 462 \text{ kg/m}^2$$

### **Carga viva (CV)**

Son cargas que soportará la losa en ocasiones eventuales, por ser solo de cubierta, se asumirá una carga viva (CV) = 80 kg/m<sup>2</sup>.

$$\text{Carga viva última} = 1.7 * 80 = 136 \text{ kg/m}^2$$

### **Carga última (CU)**

Es cuando se le han aplicado los factores que recomienda el ACI a las cargas vivas y muertas.

$$CU = 1.4 * (CM) + 1.7 * (CV) = 462 + 136 = 598 \text{ kg/m}^2.$$

$$\mathbf{CU = 598 \text{ kg/m}^2}$$

➤ **Cálculo de momentos (caso uno)**

MA = Es el momento generado en el lado mas corto de la losa.

MB = Es el momento generado en el lado mas largo de la losa.

CADL = Factor de momentos de carga muerta.

CALL = Factor de momentos de carga viva

$$M_{A(+)} = A^2(CADL * CMu + CALL * CVu)$$

$$M_{A(-)} = A^2(CAneg * CU)$$

$$M_{A(+)} = 3.4^2(0.056 * 462 + 0.056 * 136) = \mathbf{387.12 \text{ kg - m}}$$

$$M_{A(-)} = 3.4^2(0.065 * 598) = \mathbf{449.34 \text{ kg - m}}$$

$$M_{B(+)} = 4.4^2(0.023 * 462 + 0.023 * 136) = \mathbf{266.28 \text{ kg - m}}$$

$$M_{B(-)} = 4.4^2(0.027 * 598) = \mathbf{312.58 \text{ kg - m}}$$

➤ **Cálculo del área de acero**

$$M_A = 449.34 \text{ kg - m}$$

$$M_B = 312.58 \text{ kg - m}$$

$$t = 10 \text{ cm}, \quad d = 10 - \text{recubrimiento} = d = 10 - 2.5 = 7.5 \text{ cm}$$

$$A_s = \left[ (b * d) - \sqrt{(b * d) - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

As = 2.6 cm<sup>2</sup> para momento en A (Área de acero necesaria para el lado A)

As = 1.62 cm<sup>2</sup> para momento en B (Área de acero necesaria para el lado B)

Chequeo del área mínima de acero que requerirá la losa.

$$A_{smin} = 0.4 * \rho_{min} * b * d$$

$$\rho_{min} = 14.1/f_y \quad \rho_{min} = 14.1/4220 \quad \rho_{min} = 0.00334$$

$$A_{smin} = 0.4 * 0.00334 * 100 * 7.5$$

$$\mathbf{Asmín = 1.002 \text{ cm}^2}$$

Debido a que el área mínima de acero es menor que la que necesitan los lados A y B ocuparemos el área encontrada para cada uno de los lados.

Área	Espaciamiento	
2.8 cm <sup>2</sup>	100 cm.	} Para momento en A S = 25.35 cm
0.71 cm <sup>2</sup>	S	

Área	Espaciamiento	
2.21 cm <sup>2</sup>	100 cm.	} Para momento en B S = 32.13 cm
0.71 cm <sup>2</sup>	S	

Se utilizará un espaciamiento de **S = 25 cm.** En ambos sentidos.

#### a) Diseño de viga:

##### Diseño a flexión

F'c = Resistencia que tiene el concreto.

Fy = Es la resistencia que tiene el acero.

Cmu = Es la carga muerta.

Cvu = Es la carga viva.

CU = Es la suma de la carga muerta mas la carga viva.

t = Espesor de la viga.

δc = Peso especifico del concreto

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$Cmu = 462 \text{ kg/m}^2$$

$$Fy = 2,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$Cvu = 136 \text{ kg/m}^2$$

$$t = 10 \text{ cm}$$

$$CU = 598 \text{ kg/m}^2$$

$$\delta c = 2,400 \text{ kg/m}^3$$

$$Rec = 4 \text{ cm}$$

$$d = 16 \text{ cm}$$



$$WL1 = (598 \text{ kg/m}^2 * 4.3\text{m}) / 5.3 \text{ m} = 485.2 \text{ kg/m}$$

$$Wviga = 2,400 \text{ kg/m}^3 * 0.15 * 0.20 = 72 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga total} = 72 \text{ kg/m} + 485.2 \text{ kg/m} = 557.2 \text{ kg/m}$$

$$M = (557.2 \text{ kg/m} * 5.3^2)/8 = 1956.5 \text{ kg-m}$$

$$A_s = \left[ (b * d) - \sqrt{(b * d) - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

**As = 3.78 cm<sup>2</sup>** (Área de acero que necesita la viga para poder resistir las cargas que existen sobre ella)

Chequeo con el área máxima y mínima de acero

$$\rho_b = 0.85 * b * (F'c)/(F_y) * 6090 / (6090 + F_y)$$

$$\rho_b = 0.028$$

$$\rho_{\max} = 0.5 * \rho_b * (\text{zona sísmica}) = 0.5 * 0.028 = 0.014$$

$$A_{s_{\max}} = \rho_{\max} * b * d = 0.014 * 16 * 15$$

**As<sub>max</sub> = 3.86 cm<sup>2</sup>** (Área máxima de acero)

$$\rho_{\min} = 14.1/F_y = 14.1/2810 = 0.0033$$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} * b * d = \quad \quad \quad \mathbf{As_{\min} = 0.8 \text{ cm}^2}$$
 (área mínima de acero)

$$\mathbf{3.86 \text{ cm}^2 \leq 3.78 \text{ cm}^2 \leq 0.8 \text{ cm}^2}$$

Chequeo contra cortante

$$V = (557.2 * 5.3)/2$$

$$V = 1476.58 \text{ Kg.}$$

Cortante en la esquina

$$V = (557.2 * 5.3) = 2953 \text{ kg.}$$

Armado de la viga

**6 núm. 3 y estribos @ 20 cm.**

## b) Diseño de las paredes del tanque:

Datos:

Peso específico del suelo ( $\delta_s$ ) = 1,400 kg./m<sup>3</sup>.

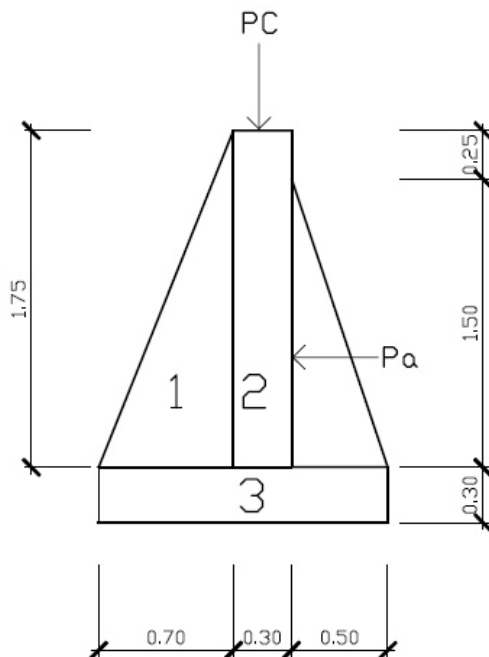
Peso específico del concreto ( $\delta_c$ ) = 2,400 kg./m<sup>3</sup>.

Peso específico del concreto ciclópeo ( $\delta_{cc}$ ) = 2,500 kg./m<sup>3</sup>.

Angulo de fricción ( $\theta$ )=25°

Valor soporte del suelo ( $V_s$ ) = 20 ton/m<sup>2</sup>

Figura 1. Diagrama de fuerzas sobre las paredes del tanque



Carga uniforme distribuida (W)

$W_{\text{losa}} + \text{viga de carga} = 557.2 \text{ kg./m}$

$W = 557.2 \text{ kg/m}$

Consideramos W como carga puntual (Pc)

$P_c = 557.2 \text{ kg/m} * 1 \text{ m} = 557.2 \text{ kg}$

El momento que ejerce la carga puntual es:

$$Mc = 557.2 \text{ kg} * (0.7 + (0.3/2)) = 473.62 \text{ kg-m}$$

$$\mathbf{Mc = 473.62 \text{ kg - m.}}$$

Fuerza activa Fa (Fuerza del agua)

$$Fa = \delta(\text{agua}) * H^2/2$$

$$Fa = 1000 \text{ kg/m}^3 * 1.5^2/2 = 1125 \text{ kg/m}$$

Momento de volteo respecto de 0

$$Mact = Fa * H/3 = 1125 * ((1.5/3) + 0.3) = 900 \text{ kg-m}$$

$$\mathbf{Mact = 900 \text{ kg - m.}}$$

Cálculo del momento estabilizante sobre el muro del T.D.

Sección	$\delta_{cc} * A = W(\text{kg/m})$	Brazo (m)	MR (Kg – m/m)
1	$2,500(0.7 * 1.75/2) = 1531$	$2/3(0.7) = 0.47$	719.57
2	$2,500(0.3 * 1.75) = 1312.5$	$(0.7 + 0.3/2) = 0.85$	1115.63
3	$2,500(0.3 * 1.5) = 1125$	$(1/2 + 0.25) = 0.75$	843.75
	$\Sigma = 3968.5$		$\Sigma = 2678.95$

Carga total (WT) = W + WR

$$WT = 557.2 + 3968.5 = 4525.7 \text{ kg/m}$$

Verificación de la estabilidad contra el volteo (Fsv) > □ 1.5

$$Fs = \frac{MR + MC}{Mact} = \frac{2,678.95 + 473.62}{900} = 3.5$$

$$\mathbf{Fs = 3.5 > \square 1.5 \text{ ok.}}$$

Verificamos la estabilidad contra deslizamiento (Fsd) > □ 1.5

$$Fd = WT * \text{Coeficiente de fricción}$$

$$F_d = 4525.7 * 0.9 \operatorname{Tg}(25^\circ) = 1,899.33 \text{ kg}$$

$$F_{sd} = F_d/F_a = 1,899.33 \text{ kg} / 1125 \text{ kg} = 1.69$$

$$F_{sd} = 1.69 > 1.5 \text{ ok.}$$

Verificación de la presión bajo la base del muro,  $P_{\max} < V_s$  y  $P_{\min} > 0$

Donde la excentricidad ( $e_x$ ) =  $\text{Base}/(2 - a)$

$$a = \frac{MR + Me - Mact}{WT}$$

$$a = \frac{2678.95 + 473.64 - 900}{4525.7} = 0.497$$

$$e_x = \frac{1.5}{2 - 0.497} = 0.253m \quad e_x = \text{Es el punto donde se esta aplicando la fuerza.}$$

Módulo de sección ( $S_x$ )

$$S_x = \frac{1}{6} * \text{base}^2 * \text{long}$$

$$S_x = \frac{1}{6} * 1.5^2 * 1 = 0.38m^3$$

La presión es:

$$P_{\max} = \frac{WT}{A} \pm \frac{WT * e_x}{S_x}$$

$$P_{\max} = \frac{5256.57}{1.5 * 1} \pm \frac{5256.57 * 0.42}{0.38} = 6030.03 \text{ Kg} / m^2$$

$$P_{\max} = 6,030.3 \text{ kg/m}^2 < 15,000 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{\min} = 3.97 \text{ kg/m}^2 > 0$$

### 3.3.2.5. Desinfección

Para este sistema se propone usar tabletas de hipoclorito de calcio  $\text{Ca}(\text{ClO}_2)$  con no menos del 65% de ingredientes activos y con las siguientes dimensiones para cada tableta: diámetro de 3 1/8", alto 1 1/4" y un peso de 300 gramos.

El funcionamiento del hipoclorador tendrá que ser automático, sin partes móviles, sin requerir energía eléctrica, y deberá permitir el flujo de agua a través de las tabletas de hipoclorito de calcio para formar la solución. El rango de flujo a través del clorador deberá estar entre 5 y 20 galones por minuto.

Sus dimensiones aproximadas deberán ser de 0.30 metros de diámetro y 0.90 metros de alto, y deberá instalarse en una caja a la entrada del tanque de distribución, graduando el flujo para que permita que la cantidad de cloro residual en el punto más alejado de la red de distribución, esté entre 0.7 y 1.5 partes por millón.

La caja para el hipoclorador tiene como finalidad protegerlo y deberá tener una tapadera de registro con pasador y candado. Sus dimensiones interiores deben ser de 1.00 x 1.00 metros en planta y 1.00 metro de altura.

Según la norma COGUANOR 29001, como tratamiento preventivo contra las bacterias y virus, la cantidad mínima de cloro que se le debe aplicar al agua es de 2 p.p.m. (partes por millón), es decir, 2 gramos por metro cúbico de agua.

Para calcular el flujo de cloro (FC) en gramos/hora se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{FC} = \text{Q} \times \text{DC} \times 0.06 \quad (1)$$

Donde:

Q = caudal de agua conducida, (3.39 L/s) = 203.4 L/min

DC = demanda de cloro, 0.2 mg/L

Por lo tanto, sustituyendo estos datos en la fórmula de FC se tiene lo siguiente:

FC = 203.4 L/min x 2 PPM x 0.06 = 24.41 gr/hr

$$\mathbf{FC = 24.41 \text{ gr/hr.}}$$

Luego se hace la conversión para pasarlo a litros/min, obteniéndose los siguientes resultados: FC = 10.5 litros/min. Luego, se procede a calcular el tiempo que se necesita para llenar un recipiente de un litro utilizando la siguiente fórmula:

$$t = 60/SC$$

Donde:

t = tiempo de llenado de un recipiente de un litro en segundos.

SC = flujo de solución de cloro (7.33 lt/min).

$t = 60/10.5 = 5.71$  seg, que es el tiempo en que un recipiente de un litro debe de llenarse completamente. El flujo de cloro del hipoclorador es de 24.41 gr/hr, entonces la cantidad de tabletas que se consumirán en un mes son:

$24.41 \text{ g/hr} \times 24\text{hr}/1\text{día} \times 30 \text{ días}/1 \text{ mes} = 10,468 \text{ gr/mes} \times 1 \text{ tableta}/300 \text{ gr} =$   
59

**Total = 59 tabletas/mes**

### **3.3.2.6. Red de distribución**

En el diseño de la red de distribución, se consideran los siguientes factores:

1. El diseño se hará para el caudal de hora máxima, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño.
2. La distribución de gastos debe hacerse mediante cálculo, de acuerdo con el consumo real de la localidad, durante el período de diseño.
3. Se deberá tratar de servir, directamente, al mayor porcentaje de la población con conexiones domiciliarias, aunque se podrían instalar llenas cántaros, si la capacidad de la fuente no lo permitiera.
4. Se deberá dotar a las redes de distribución de los accesorios, las obras de arte necesarias, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento, dentro de las normas establecidas para tal efecto, y así facilitar su funcionamiento.

El resumen del cálculo hidráulico de la línea de distribución se presenta en el Apéndice A.

Donde:

Q= caudal

V= velocidad

Hf= pérdida de carga  
C-P= cota de terreno  
P-D= presión dinámica  
P-e= Presión estática  
DIAM= diámetro de tubería

### **3.3.3. Conexión domiciliar**

Se toman de la línea principal del tubo de distribución utilizando para ello, accesorios necesarios como codos, adaptadores, una llave de chorro sin rosca para manguera. Se instalarán tubería de diámetro de ½" P.V.C. de 315 PSI.

Adoptándose como presión mínima de 10 m.c.a y una máxima de 40 m.c.a.

### **3.3.4. Operación y mantenimiento preventivo y correctivo**

#### **a) Mantenimiento preventivo:**

Es la acción de proteger los componentes de un sistema de agua potable, con la finalidad de:

- evitar daños.
- disminuir los efectos dañinos.
- asegurar la continuidad del servicio de agua potable.

#### **b) Mantenimiento correctivo:**

Se refiere a la reparación de daños de los componentes de un sistema de agua potable, los que puede suceder por:



- accidentes naturales (crecidas de ríos, derrumbes, etc.)
- deterioro.
- desgaste, (daño de accesorios).

### **3.3.5. Propuesta de tarifa**

En la propuesta de tarifa se contemplan los gastos de mantenimiento, operación, pago del fontanero, pago del guardián y gasto de cloro.

La propuesta de tarifa es la que se presenta en la sección 3.5. en los estudios socioeconómicos basada en el número de conexiones domiciliarias y la longitud de la red de distribución.

### **3.4. Estudio de impacto ambiental**

Para la elaboración de un diagnóstico ambiental, primero debe familiarizarse con el tema del medio ambiente, el cual es un sistema de elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos que interactúan entre sí, en permanente modificación por la acción humana o natural y que afectan o influyen sobre las condiciones de vida de los organismos, incluyendo al ser humano.

Los problemas de degradación ambiental, que incluyen la alteración de los sistemas ambientales, la amenaza a la vida salvaje, la destrucción de los recursos naturales, son frecuentemente resumidos bajo el término de crisis ambiental, debido a que los cambios que el ambiente está sufriendo son lo suficientemente justificados para llegar al nivel de una crisis o amenaza natural.

Todo plan de manejo ambiental como mínimo debe contener: a) medidas de mitigación a considerar en el análisis de alternativas. b) consideraciones ambientales en el proyecto de Ingeniería de la alternativa seleccionada, c) manual de operación y mantenimiento y d) plan de seguimiento o monitoreo ambiental.

El plan de manejo ambiental contiene medidas de mitigación a considerar en el análisis de alternativas. Éstas se desarrollarán en la etapa de planificación, ejecución y operación del proyecto.

### **3.4.1. En construcción**

Se hará una identificación de los impactos y su origen, sin mostrar un valor cuantitativo de ese impacto; sin embargo por la importancia del proyecto a la comunidad hará que se beneficien no sólo en lo económico si no en la salubridad. Se mencionarán algunos elementos ambientales fundamentales, que en un proyecto de agua deben de considerarse:

- 1) Características físicas:** Entre estas características se pueden mencionar: tierra, agua y atmósfera.
- 2) Condiciones biológicas:** Flora y fauna.
- 3) Factores culturales:** Uso del suelo, ética e interés humano.
- 4) Relaciones ecológicas:** Salinización de recursos hídricos, insectos y enfermedades.

**5) Factores socioeconómicos:** Comercio, empleo, tránsito y vehículos.

Para evaluar el proyecto en su conjunto es necesario basarse en resultados donde se haga un balance entre el beneficio contra el impacto que se tendrá durante la construcción y operación del proyecto.

Algunos de los elementos afectados durante la construcción que tienen impactos negativos pero mitigables son:

1. Características físicas: tierra y agua.
2. Condiciones biológicas: flora.
3. Factores culturales: uso del suelo y actividades.
4. Relaciones ecológicas: salinización de recurso hídrico, insectos.

Los factores y elementos que no se mencionan tienen impactos positivos o su impacto negativo es casi inexistente. Evaluando el proyecto en conjunto, se harán algunas mitigaciones necesarias, las que permitirán que el proyecto tenga un impacto equilibrado y por consecuencia, aceptable.

**3.4.2. En operación**

En la etapa de operación podemos identificar los siguientes impactos, mostrados en la siguiente tabla.

Tabla I. Etapa de operación.

<b>ETAPA DE OPERACIÓN</b>		
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>IMPACTOS NEGATIVOS</b>	<b>MEDIDAS DE MITIGACION</b>
<p>Avance de la frontera agrícola, explotación maderera, presión de la comunidad en el área de la fuente por demanda de leña o bien expansión de las áreas de pastoreo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Disminución del área boscosa de la cuenca.</li> <li>➤ Disminución de capacidad de la fuente por efecto de la deforestación.</li> <li>➤ Contaminación del suelo y cuerpos de agua por plaguicidas, herbicidas y residuos de abonos; como consecuencia del avance de la frontera agrícola o ganadera en el área de la cuenca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reforestar el área de la cuenca y vigilar las actividades efectuadas en la cuenca, principalmente aguas arriba de la captación.</li> <li>➤ Circular el área de la captación, para evitar el ingreso de animales y que sirva de disuasor para las personas.</li> <li>➤ Motivar y capacitar a la población en el manejo de la conservación de las fuentes de agua.</li> <li>➤ Incentivar la organización de las comunidades para que vigilen que el manejo integral de la cuenca y la conservación del recurso hídrico sea adecuado.</li> </ul>
<p>Comprobación de caudales; presiones; funcionamiento de tubería, obras y accesorios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Malestar de los usuarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Asegurar que los caudales y presiones de diseño son los que recibe la población.</li> </ul>
<p>Calidad del agua</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Malestar de los usuarios.</li> <li>➤ Amenaza a la salud por déficit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Potabilizar el agua de manera de que sea apta para el consumo humano.</li> <li>➤ Establecimiento de un</li> </ul>

	<p>en calidad del producto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Incrementos en los gastos de salud.</li> </ul>	<p>programa de vigencia de la calidad del agua.</p>
Continuidad del servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Amenaza a la salud por déficit en cantidad de intercepciones del servicio.</li> <li>➤ Malestar de los usuarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Garantizar suficiente cantidad de agua y que el servicio será continuo.</li> <li>➤ Establecer un programa de prestación de servicio a fin de garantizar la continuidad. Cuando es inevitable la interrupción del servicio o bien se presta por determinadas horas o días, es imprescindible el establecimiento de un programa de gestión social que se encargue de mantener a la población bien informada y hacerle entender que por el momento no existe otra solución.</li> </ul>
Reparación y mantenimiento de tuberías, accesorios, obras y equipos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Malestar de los usuarios por la interrupción del servicio.</li> <li>➤ Incremento en los gastos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Capacitación continua a los operarios del sistema.</li> <li>➤ Pago de tarifa.</li> </ul>

### 3.5. Evaluación socio – económica

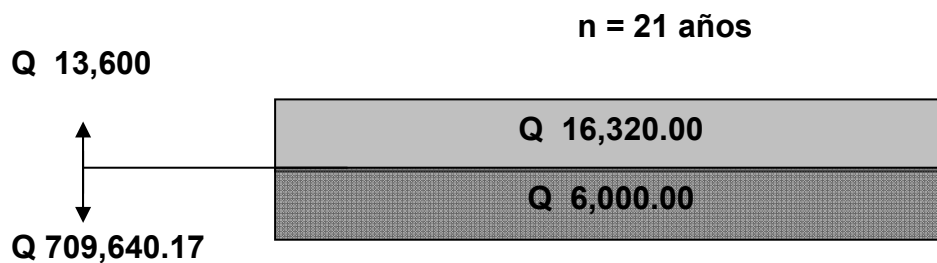
#### 3.5.1. Valor presente neto

La municipalidad de Chinique pretende invertir Q 709,640.17 en la ejecución del proyecto de la introducción de agua para la aldea Las Vigas. Se contratará un fontanero para el mantenimiento del sistema por Q 500.00 mensuales. Se estima tener los siguientes ingresos: por la instalación de la acometida se hará

un pago único de Q 200.00 por vivienda, también se pedirá un aporte mensual por vivienda de Q 20.00. Suponiendo una tasa del 13% al final de los 21 años de vida útil, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto.

	<b>OPERACIÓN</b>	<b>RESULTADO</b>
Costo Inicial		Q 709,640.17
Ingreso inicial	(Q 200/viv)(68 viv)	Q 13,600.00
Costos anuales	(Q 500/mes)(12 meses)	Q 6,000.00
Ingreso anual	(Q 20.0/viv)(68 viv)(12 meses)	Q 16,320.00
Vida útil, en años.		21 años

Una forma de analizar este proyecto es situar en una línea de tiempo los ingresos y egresos y trasladarlos posteriormente al valor presente, utilizando una tasa de interés del 13%.



Se utilizará el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos se tiene:

$$VPN = - 709,640.17 + 13,600 - 6,000.00 (1 + 0.13)^{21} + 16,320.00 (1 + 0.13)^{21}$$

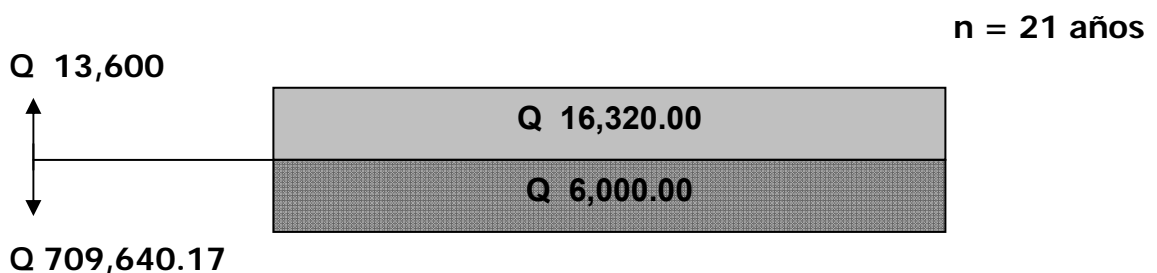
$$\mathbf{VPN = - 561,662.53}$$

Como el Valor Presente Neto calculado es menor que cero, lo que quiere decir que la inversión no se recupera. Una solución a plantear será aumentar la tasa de interés, pero el monto mensual que los beneficiarios tendrán que pagar por el servicio es bastante favorable para la población lo que contribuye a una mejora económica y social.

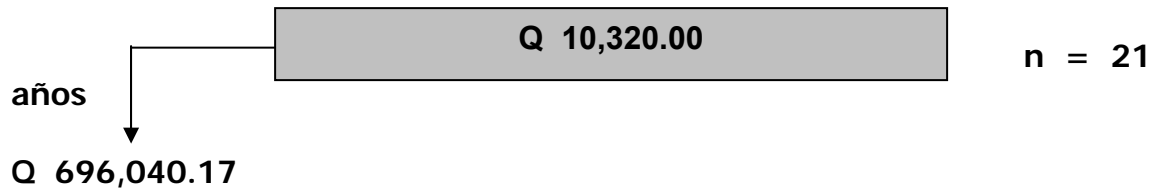
### 3.5.2. Tasa interna de retorno

La empresa ejecutora propondrá a la alcaldía construir la introducción de agua para la aldea Las Vigas, con un costo inicial aproximado de Q 709,640.17. Por otra parte, la alcaldía necesita de Q 6,000.00 al final de cada año, como costo de mantenimiento y Q 16,320.00 por la cuota de amortización, también se tendrá un ingreso inicial por el derecho de cada conexión domiciliar, este será de Q 13,600.00 por el total de 68 viviendas existentes, con lo cual se pretende cubrir los gastos en el periodo de 21 años, que es la vida útil del sistema.

1. Se realiza la gráfica del problema



2. Puesto que los Q16,320.00 y los Q 6,000.00 se encuentran enfrentados en el mismo período de tiempo, como también Q 709,640.17 y los Q 13,600.00 la gráfica podría simplificar a:



3. Teniendo claro lo anterior, se plantea y soluciona la ecuación de valor por medio de la metodología de la tasa interna de retorno (TIR).

a) Se utiliza una tasa de interés de 13 %

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= -696,040.17 + 10,320.00(1 + 0.13)^{21} \\ \text{VPN} &= -561,662.53 \end{aligned}$$

b) Se utiliza una tasa de interés de 23 %

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= -696,040.17 + 10,320.00(1 + 0.23)^{21} \\ \text{VPN} &= 101,379.67 \end{aligned}$$

4. Se utiliza la interpolación matemática para hallar la tasa de interés que se busca.

$$\begin{aligned} 23\% &\rightarrow 101,379.67 \\ 13\% &\rightarrow -561,662.53 \end{aligned}$$

Después de una serie de interpolaciones matemáticas sucesivas se tiene que, la tasa de interés  $i = 22.8470\%$ , representaría la tasa efectiva mensual de retorno. Por lo que es necesario el aumento de la tasa de interés para que se recupere la inversión durante el período establecido

$$\mathbf{i = 22.8470\%}$$



### **3.6. Cuantificación de materiales y de mano de obra**

La cuantificación de los materiales y de mano de obra se realizó, según planos del proyecto el resumen de dicha cuantificación se demuestra en el presupuesto, Apéndice A.

### **3.7. Presupuesto**

Es la cantidad en volumen de material y de mano de obra que conlleva a la realización de determinado proyecto, dicho volumen se describe de una forma monetaria, la cual hay que desembolsar para poder ejecutar determinado proyecto, el presupuesto del proyecto de agua potable para la aldea Las Vigas se presenta en el Apéndice A.

### **3.8. Planos de proyecto**

Es la representación teórica del diseño de determinado proyecto, los planos del proyecto de agua potable para la aldea Las Vigas se presentan en el Apéndice B.



#### **4. AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO DE ACCESO, PARA LA ALDEA AGUA TIBIA 1, SECTOR LAS CALAVERAS, CHINIQUE, EL QUICHÉ.**

##### **4.1. Descripción del proyecto a desarrollar**

Es un proyecto enfocado en la ampliación, mejoramiento y apertura de brecha de un tramo vial, se realiza un estudio de suelos para nuestro balasto para determinar las propiedades del mismo. Así como la realización del estudio topográfico, el cual servirá para el diseño del alineamiento horizontal, alineamiento vertical y para el movimiento de tierra, también se contempla planos y presupuesto.

##### **4.2. Levantamiento topográfico**

Se realizó un levantamiento de una poligonal abierta, utilizando un teodolito, se establecieron mediciones a cada 20 metros para la línea central, niveles y las secciones transversales, se utilizó un nivel de mano para obtener nuestras secciones transversales, esto se realizó desde la primera estación hasta la última estación, las distancia se establecieron con cinta métrica.

Equipo utilizado:

Teodolito

1 Cinta métrica de 50 metros

1 Almágana de 2 libras

4 Machetes

Pintura, pinceles y marcadores

### **4.3. Estudio de suelos**

Las pruebas de laboratorio que se realizan, son para ver que condiciones tiene nuestro material, para determinar la calidad del mismo o hacer los ajustes necesarios para aumentar su calidad. También se utiliza para determinar su granulometría y su grado de compactación. Apéndice A.

Las pruebas de laboratorio son las siguientes:

#### **A) Granulometría**

El conocimiento de la composición granulométrica de un suelo grueso sirve para discernir sobre la influencia que puede tener la densidad del material compactado. El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad en porcentaje de los diversos tamaños de las partículas que constituyen los suelos. Para el conocimiento de la composición granulométrica de un determinado suelo existen diferentes procedimientos. Para clasificar por tamaños las partículas gruesas el procedimiento más expedito es el tamizado. Sin embargo al aumentar la finura de los granos el tamizado se hace cada vez más difícil, teniendo entonces que recurrir a procesos por sedimentación. Conocida la composición granulométrica del material, se le representa gráficamente para formar la llamada curva granulométrica del mismo. Como tamaño de la partícula puede considerarse el diámetro de ellas cuando es indivisible bajo la acción de una fuerza moderada, como la producida por un mazo de madera golpeando ligeramente.

#### **B) Límites de Atterberg**

La plasticidad es la propiedad que presentan los suelos para poder deformarse, hasta cierto límite, sin romperse. Por medio de ella se mide el comportamiento de los suelos en todas las épocas. Las arcillas presentan esta propiedad en grado variable. Para conocer la plasticidad de un suelo se hace

uso de los límites de Atterberg, quien por medio de ellos separó los cuatro estados de consistencia de los suelos coherentes, los mencionados límites son:

### **B.1. Límite líquido**

El límite líquido se define como el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso de la muestra, con el cual el suelo cambia de estado líquido al plástico, De acuerdo con esta definición, los suelos plásticos tienen en el límite líquido una resistencia muy pequeña al esfuerzo de corte, pero definida, según Atterberg es de 25g/cm<sup>2</sup>. La cohesión de un suelo en el límite líquido es prácticamente nula.

### **B.2. Límite plástico (LP)**

Es el contenido de agua que tiene el límite inferior de su estado líquido, el límite plástico de un suelo se acepta como el contenido de humedad que permite cilindrarlo haciendo bastoncitos de 3 mm. de diámetro sin que se rompan.

### **C) Proctor**

Es necesario mencionar que la prueba de proctor se creó para determinar la relación entre la humedad óptima con que un suelo puede alcanzar su máxima densidad posible, es decir, su máxima compactación, ya que la escasez de agua en un suelo y la abundancia de la misma ocasiona que el suelo no pueda ser compactado al máximo. Un suelo debe compactarse para mejorar su capacidad de carga, disminuir la absorción de agua y reducir la sedimentación. Es necesario encontrar una relación entre el contenido de agua a usar en un volumen determinado de suelo y la máxima densidad que el suelo compactado puede alcanzar, todo esto se hace en laboratorio antes de iniciar el trabajo de campo.

#### **4.4. Diseño de drenajes transversales**

El drenaje tiene la finalidad de desalojar el agua que inevitablemente llega a la alcantarillas y evitar que se estanque en la corona de la carretera.

Toda el agua que caiga en exceso a la carretera tiene dos orígenes: puede ser de origen pluvial o de corrientes superficiales, ríos o quebradas.

El agua de escorrentía superficial, por lo general se encuentra con la carretera en sentido casi perpendicular a su trazo, por lo que se utiliza para esto, drenaje transversal, según el caudal que se presente.

El agua pluvial debe de encauzarse hacia las orillas de la carretera con una pendiente adecuada en sentido transversal. A ésta se le llama “bombeo normal” y generalmente es del 3 %. La pendiente longitudinal mínima para la sub-rasante es del 0.5 %.

##### **a. Ubicación de drenajes**

El agua de escorrentía superficial, por lo general se encuentra con la carretera en sentido casi perpendicular a su trazo, por lo que se utiliza para esto el drenaje transversal, su capacidad dependerá del caudal que se presente.

Los drenajes esta en función de lo que la topografía establezca en campo, las quebradas o riachuelos que se determinen serán la ubicación de nuestros drenajes transversales, también se colocaran drenajes transversales cuando hay cambio de pendiente de negativo a positivo.

## **b. Cálculo de áreas de descarga, método racional**

Para la determinación del caudal de la escorrentía superficial máxima que puede presentarse en una determinada zona se usa el método racional. Este método consiste en considerar el caudal que se determina (por ejemplo una cuneta) un momento de máxima intensidad de precipitación.

La ecuación que expresa este principio es:

$$Q = CIA / 360$$

Donde:

Q = Caudal de diseño, en m<sup>3</sup>/s

C = Coeficiente de escorrentía (depende del tipo de superficie que se analice)

A = Área drenada por la cuneta, en hectáreas (Ha)

I = Intensidad de la lluvia en milímetros por hora (mm/h)

Existen dos formas de obtener la intensidad que puede afectar a determinada región de Guatemala. La primera es usando las curvas de intensidad versus tiempo. La cual tiene diversas curvas que dan a conocer la posible intensidad que puede en determinada frecuencia de años con relación a la duración de lluvia. En las mencionadas curvas se puede detectar que los aguaceros más fuertes suceden en tiempos cortos.

La segunda forma es usando la ecuación  $I = a/(t+B)$ , donde a y B son constantes proporcionados por el INSIVUMEH y t es el tiempo de concentración del lugar analizado, que generalmente se considera de 12 minutos. En cuencas grandes debe hacerse un análisis más minucioso considerando la pendiente promedio de la cuenca y de la velocidad de la partícula de agua analizada.

Los coeficientes de escorrentía (C) más usados en carreteras se enumeran a continuación:

Tabla II. Coeficientes de escorrentía ( C )

Centro de la ciudad	0.70	0.95
Fuera del centro de la ciudad	0.50	0.70
Parques, cementerios	0.10	0.25
Áreas no urbanizadas	0.10	0.30
Asfalto	0.70	0.95
Concreto	0.80	0.85
Adoquín	0.70	0.85
Suelo arenoso	0.15	0.20
Suelo duro	0.25	0.30
Bosques	0.20	0.25

Ejemplo del diseño de una alcantarilla transversal

Área = 3 Ha

C = 0.2

I = 160 mm/h

Para aguacero de 10 min. De duración y una frecuencia de 25 años se usa la ecuación racional:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

$$Q = \frac{0.2 \cdot 160 \cdot 3}{360}$$

$$Q = 0.27 \text{ m}^3 / \text{seg}$$



### Condiciones de diseño

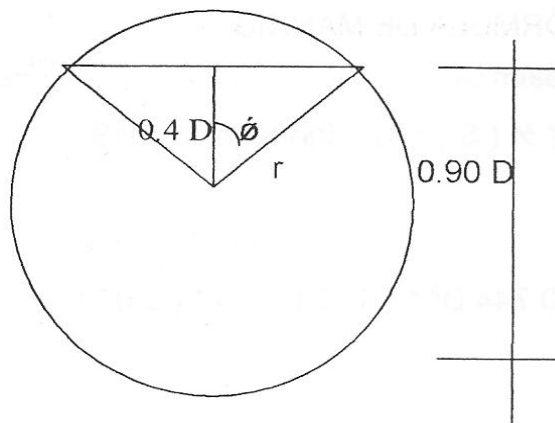
$$S = 3 \%$$

Lleno al 90 %

Q = Los caudales

$$d = ?$$

Figura 2. Radio hidráulico



$$r = \frac{A}{P} = \frac{\text{área}}{\text{perímetro mojado}}$$

$$\cos \theta = \frac{0.4 D}{0.5 D}$$

$$\theta = \cos^{-1} (0.4/0.5) = 36.86989765 = 36^{\circ}52'11.63'' = 0.6435 \text{ rad}$$

$$\text{Área de círculo} = \pi D^2 / 4$$

$$\text{Área del sector circular} = 0.6435 * (D/2)^2 = 0.161 D^2$$

$$\text{Área del triángulo} = 2 * (1/2 * (0.3D * 0.3D)) = 0.12 D^2$$

$$A = A_1 - A_2 + A_3 = 0.785 D^2 - 0.161 D^2 + 0.12 D^2$$

$$A = 0.744 D^2$$

$$P = \pi d - 0.6435 * D/2 = (\pi - 0.322)D$$

$$P = 2.82 D$$

$$r = 0.74 D^2 / 2.82 D = 0.26 D$$

$$2.82 D^2$$

Usando la ecuación de Manning

$$Q = 1/n * A * R^{(2/3)} * S^{(1/2)}$$

$$Q = (1 / 0.0076) * 0.744D^2 * (0.26D)^{(2/3)} * (0.03)^{(1/2)}$$

$$Q = (1 / 0.0076) * 0.744D^2 * 0.407D^{(2/3)} * 0.17$$

$$Q = 6.7733 D \quad d = (Q / 6.7733 D)$$

$$\text{PARA} \quad Q = 0.27 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$D = (0.27 / 6.7733) = 0.20 \text{ mts} = 20 \text{ cms} = 7.87 \text{ " } = 8 \text{ "}$$

En el cálculo se obtiene un diámetro de 8", pero las especificaciones determinan como diámetro mínimo 30" de HG.

#### 4.5. Diseño de cunetas .

Las cunetas revestidas son útiles donde las pendientes son mayores a 18 %, dichas cunetas evitan la erosión del material de la carretera en tiempos de invierno dando así una mayor vida útil a dicha carretera

#### **4.6. Determinación del grado de compactibilidad de la base y sub - base.**

El balasto debe ser de calidad uniforme y estar exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño. El material de balasto debe tener un peso unitario suelto no menor de 1,282 kilogramos/metro cúbico, determinado por el método AASHTO de T19. El tamaño máximo del agregado grueso del balasto, no debe de exceder 2/3 del espesor de la capa, y en ningún caso debe ser mayores 10 centímetros.

Es un material selecto o rocoso que se coloca sobre la sub-rasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla y que sirva como superficie de rodadura. En esta actividad pueden estar comprendidos los trabajos de escarificación, conformación, compactación, y afinamiento de la superficie de rodadura.

Se compactará la capa de balasto, según sea el avance del tendido. El suelo de la sub-rasante en toda área a reacondicionarse debe de humedecerse adecuadamente, antes de la compactación, el control de la humedad puede efectuarse secando el material, o con el método con carburo. AASHTO T217. El espesor de balasto deberá tener un mínimo de 0.15mts. Compactado.

#### **4.7. Diseño geométrico de las carreteras**

##### **4.7.1. Diseño de alineamiento horizontal**

Consiste en procesar en gabinete todos los datos proporcionados por la brigada de topografía encargada del levantamiento preliminar para posteriormente, proceder al diseño. El alineamiento de una carretera es la

proyección en un plano sobre el eje de la carretera, y los elementos que la integran son: Tangentes, curvas circulares y curvas de transición.

### **A) Tangentes**

Son las proyecciones sobre un plano horizontal de las rectas que unen una curva la longitud es la distancia que une la curva anterior y el principio de la siguiente.

### **B) Curvas circulares**

Son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas. Pueden ser simples o compuestas.

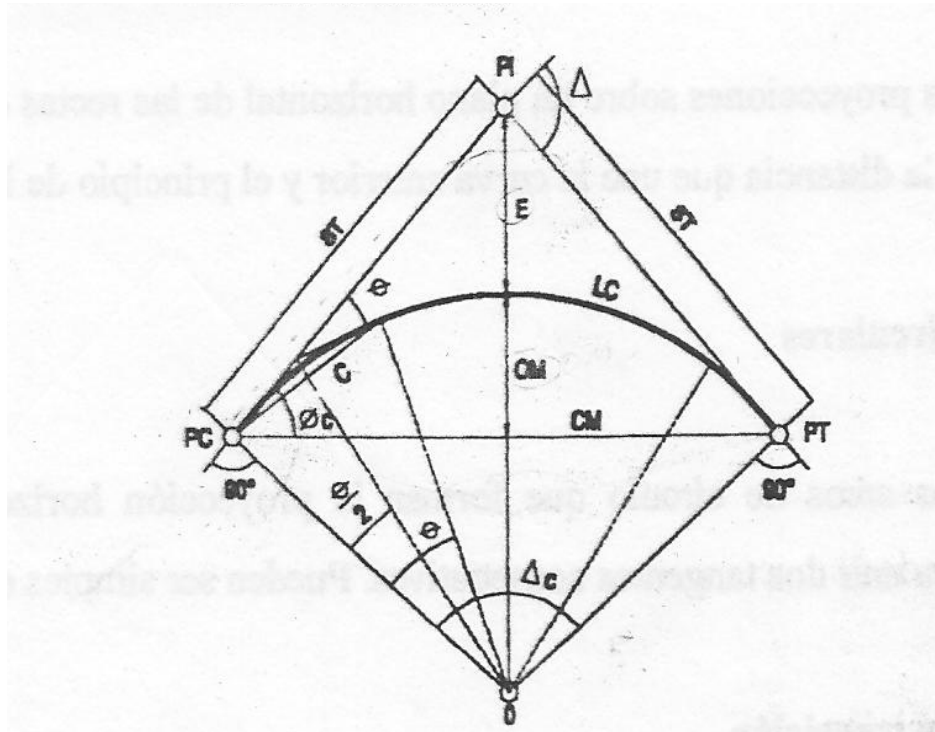
### **C) Curvas de transición**

Se utilizan para proporcionar un cambio gradual de dirección al pasar un vehículo de un tramo en tangente a un tramo de curva circular.

En el sentido del caminamiento, las curvas simples pueden ser hacia la izquierda o hacia la derecha. Las curvas circulares simples tienen como elementos característicos los mostrados en la figura 3.

El punto de intersección (PI) de las tangentes, también se llama vértice de la curva. La tangente de atrás precede al PI y la tangente de adelante lo sigue. Los puntos PC y PT se les llaman punto de comienzo y de terminación de la curva, se les denomina arbitrariamente punto de curva y punto de tangencia, respectivamente. Observe que los radios son perpendiculares al PC y PT.

**Figura 3. Elementos de curva horizontal**



Fuente: García, Dante Alcántara. Topografía. Pág.283

PI	Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
PC	Punto donde empieza la curva circular simple
PT	Punto donde termina la curva circular simple
O	Centro de la curva
ST	Sub tangente
E	External
OM	Ordenada media
C	Cuerda
CM	Cuerda máxima
LC	Longitud de curva circular

➤ **Grado de curvatura**

G. Es el ángulo subtendido por un arco de 20 m. se representa con la letra

$$G = \frac{1145.9156}{R}$$

➤ **Radio de curvatura**

Es el radio de la curva circular. Se simboliza con R y se obtiene de la expresión anterior.

$$R = \frac{1145.9156}{G}$$

➤ **Ángulo central**

Es el ángulo subtendido por la curva circular. Se simboliza como  $\Delta$ . En las curvas circulares simples es igual a la de deflexión o cambio de dirección que se da entre las tangentes.

➤ **Longitud de curva**

Es la distancia del PC hasta el PT, medida a lo largo de la curva, según la definición por arco de 20 m. Se representa con LC.

$$L_c = \frac{(2\pi)(R)(\Delta)}{360}$$

$$L_c = \frac{20(\Delta)}{G}$$

➤ **Sub tangente**

Es la distancia entre PI y el PC, medida desde la prolongación de las tangentes. Se representa como ST.

$$ST = R (\operatorname{tg} \Delta/2)$$

➤ **External**

Es la distancia mínima entre el PI y la curva. Se representa con la letra E.

$$E = \frac{(R)(1 - \operatorname{Cos} (\Delta/2))}{\operatorname{Cos} (\Delta/2)}$$

➤ **Ordenada media**

Es la distancia radial entre el punto medio de la cuerda principal y el punto medio de la curva. Se simboliza OM.

$$OM = R (1 - \operatorname{Cos} (\Delta/2))$$

➤ **Cuerda máxima**

Es la distancia en la línea recta desde el PC al PT. Se representa por CM.

$$C_{\max} = (2)(R)(\operatorname{Sen} (\Delta/2))$$

**Ejemplo 3:**

A continuación se analizará la curva horizontal núm. 1 de este proyecto. Dados los siguientes datos calcular los elementos geométricos de la siguiente curva horizontal.

$$\Delta = 46^{\circ}07'40''$$

$$G = 15^{\circ}$$

$$R = 1145.9156/15 = 76.39 \text{ metros}$$

$$L_c = (\Delta/G)*20 = (46.1277/ 15^{\circ})*20 = 61.50 \text{ metros}$$

$$C_{max} = (2)(R)(\text{Sen } \Delta/2) = 2*76.39* \text{Sen}(46.1277/2) = 59.85 \text{ metros.}$$

$$ST = R*\text{Tg}(\Delta/2) = 76.39*\text{Tg}(46.1277/2)=32.53 \text{ metros}$$

$$E = ((R*(1-\text{cos}(\Delta/2)))/\text{cos}(\Delta/2)) = \frac{((76.39*(1-\text{Cos}(46.1277/2)))}{\text{Cos } (46.1277/2)} = 6.64 \text{ m.}$$

$$OM = R * (1-\text{Cos}(\Delta/2)) = 76.39 * (1-\text{Cos}(46.1277/2)) = 6.11 \text{ metros}$$

Cálculo de caminamiento.

$$PI = PC + ST = 0 + 065.47 + 32.53 = 0 + 98$$

$$PT = PC + LC = 0 + 065.47 + 61.50 = 0 + 709.92$$

El cálculo de las curvas horizontales se presentan en el Apéndice A.

#### 4.7.2. Diseño de alineamiento vertical

La finalidad de estas curvas es suavizar los cambios en el movimientos vertical, puesto que a través de su longitud se efectúa un paso gradual de la pendiente de la tangente de salida; proporcionando de esta forma una operación segura y confiable, además de una agradable apariencia y características para un drenaje adecuado.

Las curvas pueden ser circulares o parabólicas simples. La más utilizada en la Dirección General de Caminos es la parabólica simple simétrica debido a



la facilidad de su cálculo y a su gran adaptabilidad a las condiciones necesarias de operación.

Las especificaciones de la D.G.C. Tienen tabulados valores para las longitudes mínimas de curvas para distancias de Visibilidad de Parada, en función de la diferencia algebraica de pendientes y de la velocidad de diseño.

Las curvas diseñadas para distancia de Rebase resultan de gran longitud y debido al terreno montañoso del país su uso resulta antieconómico.

Las curvas verticales pueden ser Cóncavas o Convexas. Según su forma se les conocen como curvas en columpio o en Cresta respectivamente (Ver figura 4)

Al momento de diseñar, se deben considerar las longitudes mínimas de curvas, con el objetivo de evitar el traslape de las mismas, dejando también la mejor visibilidad posible a los conductores. Estas curvas pueden ser calculadas de la siguiente forma.

Visibilidad de parada

$$L = k * A$$

Donde:

L = Longitud mínima de la curva vertical (cóncava o convexa para la Visibilidad).

K = Constante que depende de la velocidad de diseño (Ver Tabla III).

A = Diferencia algebraica de pendientes.

Figura 4. Tipos de curvas verticales.

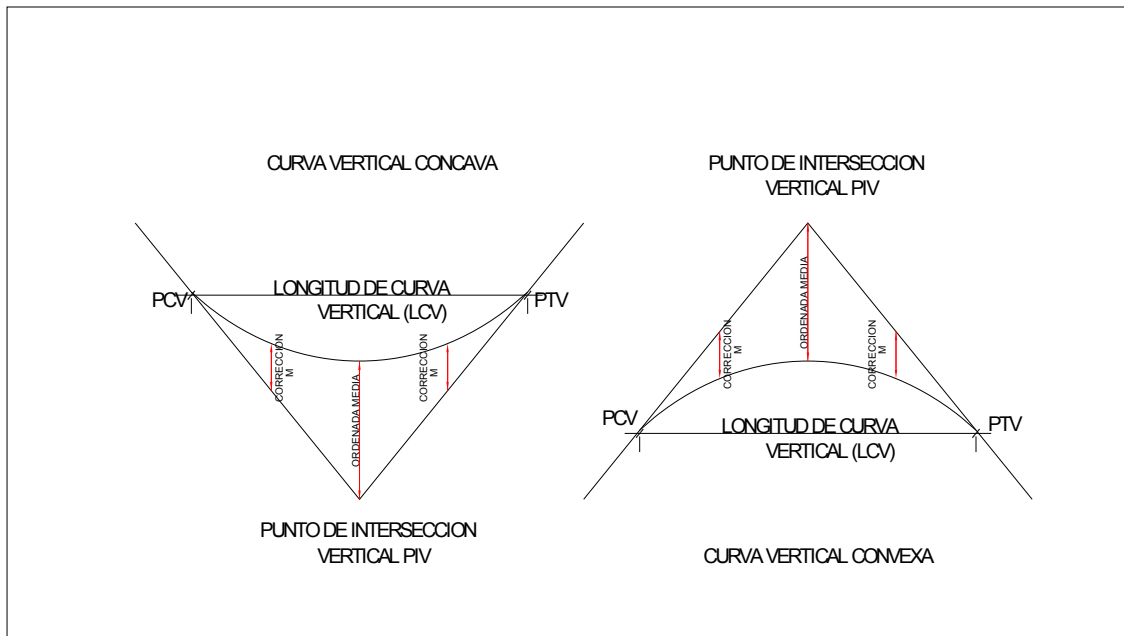


Tabla III. Valores de "k", según velocidad de diseño

VELOCIDAD En K.P.H.	CONVEXA K	CONCAVA K
20	1	2
30	2	4
40	4	6
50	7	9
60	12	12
70	19	17
80	29	23
90	43	29
100	60	36

Fuente: Paiz Morales Bayron René. Guía de cálculo para carreteras. Página 62

LCV = K \* Diferencia algebraica de pendientes

Velocidad de diseño 30 K.P.H., Curva convexa

A continuación se analizara la curva vertical núm. 2 de este proyecto.

K = 4, según tabla anterior

Diferencia algebraica de pendientes =  $-6.20 - (1.39) = -7.59\% = 7.59\%$

Longitud mínima de curva vertical =  $4 * (-6.20 - (1.39)) = 30.36$  metros

EST 0 + 360 = PIV

PIV ELEV. 483.85 metros

Pendiente de entrada =  $-6.20\%$

Pendiente de salida =  $1.39\%$

Diferencia de pendientes  $\Delta = -6.20\% - (1.39\%) = -7.59\%$

Ordenada media OM =  $LCV * (\Delta/800) = 30.36 (7.59/800) = 0.2880$

El calculo de las curvas verticales se presentan en el Apéndice A.

#### **4.7.3. Movimiento de tierras**

El movimiento de tierras es la utilización o disposición de los extraídos en los cortes en la cantidad que pueden ser reutilizables, por ejemplo en la construcción de terraplenes, además se incluyen los materiales de préstamo o desperdicio que sean aptos para la conformación, compactación y el terminado del trabajo de terracería.

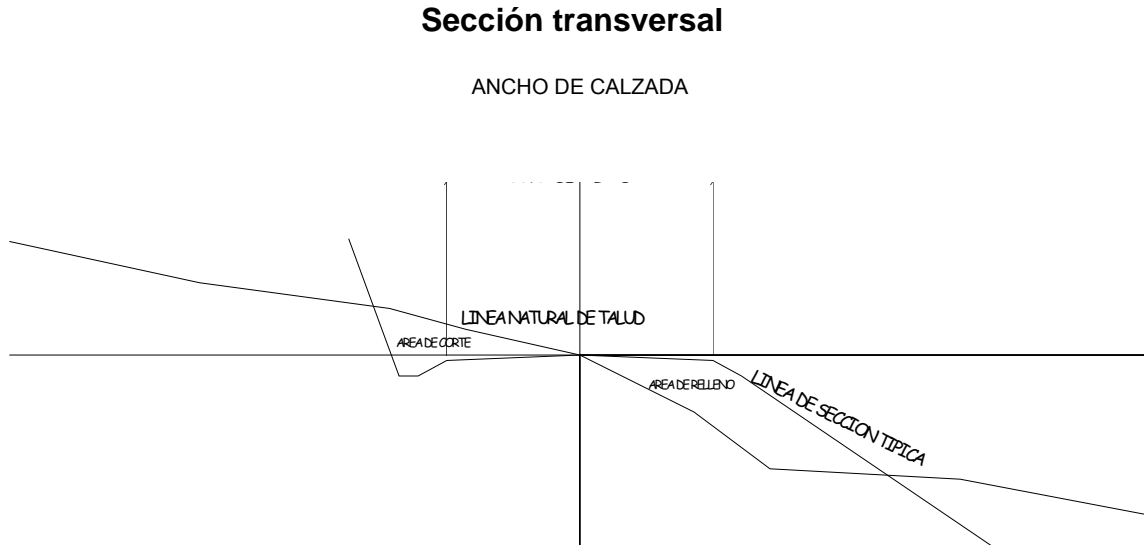
Se debe tomar en cuenta, que el movimiento de tierras se encuentra enlazado directamente con el diseño de subrasante de la carretera, incidiendo así, en el costo de la misma. Por lo tanto, el movimiento de tierras deberá ser el más factible, desde el punto de vista económico, dependiendo de los

requerimientos que el tipo de camino fije. El resumen del movimiento de tierras del presente proyecto se presenta en el apéndice A.

#### a) Dibujo de secciones transversales

Es la representación grafica de los datos obtenido de la libreta de campo por tipografía, describe la sección transversal natural, esta puede plotearse en papel natural, en hoja milimétrica o en una hoja digital. De ello como se tiene establecida la sección típica se determina las áreas de corte o relleno (Ver figura 5). Las secciones transversales del presente proyecto se ubican en los planos, apéndice B.

**Figura 5. Elementos de sección transversal.**



#### 4.7.4. Diseño de subrasante

La subrasante es una sucesión de líneas rectas que son las pendientes unidas mediante curvas verticales, intentando compensar los cortes con los

terraplenes. Las pendientes se proyectan al décimo con excepción de aquellas en las que se fije anticipadamente una cota a un PI determinado.

Las pendientes ascendentes se marcan positivas y las descendentes con el signo inverso, teniendo en cuenta para su magnitud las especificaciones de pendiente, evitando el exceso de deflexiones verticales que desmerita la seguridad y comodidad, del camino o el exagerado uso de tangentes que resultaría antieconómico.

Las condiciones topográficas, geotécnicas, hidráulicas y el costo de la terracería definen el diseño de la subrasante.

#### **a) Tipo de carpeta de rodadura**

El balasto debe ser de calidad uniforme y estar exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño. El material de balasto debe tener un peso unitario suelto no menor de 1,282 kilogramos/metro cúbico, determinado por el método AASHTO de T19. El tamaño máximo del agregado grueso del balasto, no debe de exceder 2/3 del espesor de la capa, y en ningún caso debe ser mayores 10 centímetros.

Es un material selecto o rocoso que se coloca sobre la sub-rasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla y que sirva como superficie de rodadura. En esta actividad pueden estar comprendidos los trabajos de escarificación, conformación, compactación, y afinamiento de la superficie de rodadura.

Se compactara la capa de balasto según sea el avancé del tendido. El suelo de la sub-rasante en toda área a reacondicionarse debe de humedecerse adecuadamente, antes de la compactación, el control de la humedad puede

efectuarse secando el material, o con el método con carburo. AASHTO T217. El espesor de balasto deberá tener un mínimo de 0.15mts. Compactado.

## **b) Dibujo de secciones típicas**

El primer paso para el dibujo es consultar al proyectista sobre el tipo de carretera que se va a construir.

Sección típica en tangente, plotear la diferencia entre la sub-rasante y el nivel del suelo natural, arriba o debajo de la sección transversal, según sea el caso. A partir de este punto se debe trazar la sección típica, la inclinación de la sección típica será de 3 % (bombeo normal) a ambos lados. En algunos casos se utiliza un bombeo diferente, por ejemplo: en carreteras de pavimento de concreto de cemento Pórtland, se recomienda usar un porcentaje del 2 %.

La sección típica en curva, se plotea la diferencia como se menciona con el valor del corrimiento de la curva. El peralte indica la inclinación de la sección típica; cuando el peralte es menor que del 3 % y la curva es hacia la izquierda, el lado izquierdo de la sección típica, permanece con el 3 % y el lado derecho de la sección se peralta con el porcentaje calculado en esa estación para el lado hacia donde va la curva.

El sobre ancho se le suma al ancho de la sección del lado hacia donde va la curva, si el ancho de la típica se midió a partir de la línea central, restar el corrimiento del lado opuesto a la curva. Cuando la curva va hacia la derecha, el procedimiento es a la inversa.

En casos que el peralte sea mayor del 3 %, se inclina toda la sección típica hacia el lado donde va la curva de acuerdo con el porcentaje calculado en

cada estación, el procedimiento para corrimiento y sobreechancho es el mismo que se aplica para curvas con peralte menor del 3%.

### **c) Determinación de áreas por el método gráfico**

Por la rapidez en su operación y por la precisión que proporciona, el planímetro es el instrumento que más se presta para la determinación de las áreas. De los distintos tipos existentes, el polar de brazo ajustable es el más empleado.

Se dibujan las secciones transversales del camino a escalas convenientes, generalmente 1:100 horizontal y vertical, se miden sus áreas para determinar los volúmenes de tierra que se va a mover.

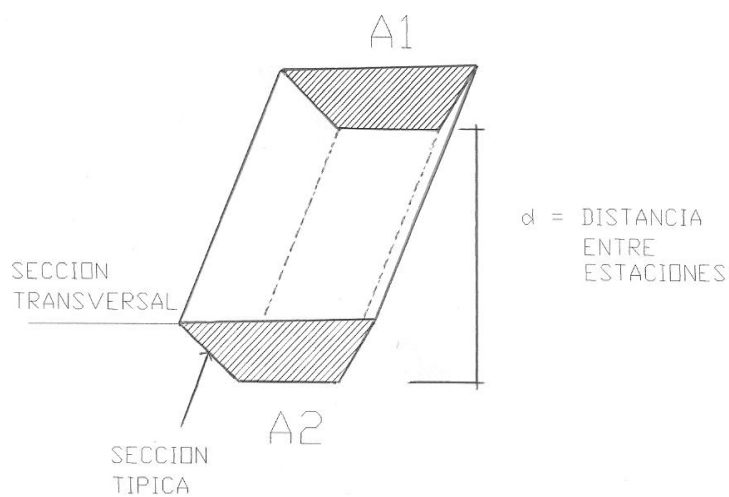
Para determinar el área, se fija el polo en el punto conveniente y se coloca la guía trazadora en el centro de la sección, se toma la lectura inicial y se sigue el planímetro de la figura con la guía hasta volver al punto de partida, se hace una nueva lectura. La diferencia entre estas lecturas, multiplicada por una constante, será el área buscada.

### **4.7.5. Cálculo de volúmenes**

Una vez se han determinado las áreas de las secciones de construcción, se procede al cálculo de los volúmenes de tierra. Para ello, es necesario suponer que el camino está formado por una serie de prismoides, tanto en corte como en relleno. Entre dos estaciones el volumen es el de un prisma irregular, el área de sus bases es la medida en cada una de las estaciones y la altura del prisma es igual a la diferencia de estaciones; Sucede esto cuando en las estaciones consideradas existe solo corte o solo relleno. La forma más rápida

de calcular el volumen es con base al producto de la semisuma de las áreas extremas por la distancia entre estaciones. (Ver figura 6)

Figura 6. Cálculo de volúmenes por prismoides.



Fuente: Pérez Augusto Rene, Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras. Pág. 65.

$$V = \frac{(A1 + A2) * d}{2}$$

Donde:

A1 = área 1

A2 = área 2

d = distancia entre estaciones.



El cálculo de volúmenes de tierra del presente proyecto se encuentra en el apéndice A.

#### **4.8. Programa de mantenimiento**

En el mantenimiento de carretera utilizaremos manual de procedimientos de conservación de carreteras del ministerio de comunicaciones e infraestructura y vivienda, de unidad ejecutora de conservación vial.

Esta es una guía para el capataz que dirige los trabajos o el inspector de obra dedicado a la supervisión de los trabajos de conservación en carreteras de pavimento asfáltico o sin él. El objetivo de la Guía es ayudarles en todos los aspectos de su trabajo, relacionado con los contratos de conservación suscritos con la Unidad Ejecutora de Conservación Vial (COVIAL) del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. La Guía debería ser su libro de referencia rápida. El texto es conciso y está ilustrado adecuadamente. Sólo se necesita una referencia rápida. En este documento no se tratan aspectos relativos a los reconocimientos, procedencia de materiales, especificaciones y ensayos. Por otra parte es suficiente aquí recordar al capataz, que su equipo y vehículos deben estar bien cuidados, sin decirle como ha de hacerlo. Aunque la Guía se dirige al capataz de conservación, su lectura será útil para el Superintendente, el inspector y el Delegado Residente.

#### **4.9. Presupuesto del proyecto**

Presupuesto de la ampliación, mejoramiento de camino de acceso esta desglosada en tabla por renglones unitarios y su costo por renglón de trabajo. Apéndice A.

#### **4.10. Cronograma de ejecución**

El cronograma de ejecución será de utilidad para verificar el avance físico de la obra, ya que en este se compara el avance físico con el tiempo transcurrido, con la finalidad de optimizar mejor el tiempo y entregar la obra lo antes posible.

#### **4.11. Evaluación de estudio de impacto ambiental**

##### **4.11.1. En construcción**

En la ejecución del camino de acceso que conduce hacia Agua Tibia 1, sector Las Calaveras, podemos notar los siguientes impactos negativos que producirá al ambiente dicha ejecución:

- Movimiento de material
- Perjudicará el hábitat natural.
- Alterará el ciclo de fauna.
- Modificará la topografía, debido a la disminución de la flora existente.
- La flora disminuirá debido a la apertura de brecha y ampliación que conlleva el proyecto.
- Se verá afectado los afluentes de agua cercanos, debido al manejo del fluido para, la duración de la carretera.
- Alteración del paisaje natural.
- Alteración y contaminación de aguas superficiales.

##### **4.11.2. En operación**

- La flora será dañada debido al mantenimiento que recibirá la carretera.
- El ruido de la maquinaria que ingresara al sector.

- Alteración y contaminación de aguas superficiales.
- Generación de desechos sólidos derivados de las actividades de mantenimiento y tráfico vehicular.



## CONCLUSIONES

1. Fue factible desde el punto de vista profesional el diseño de la ampliación y mejoramiento de la carretera para la aldea Agua Tibia 1, sector Las Calaveras, como también el diseño del sistema de agua potable, para la aldea Las Vigas, municipio de Chinique, El Quiché.
2. Después de una investigación de tipo monográfica y realizar el respectivo diagnóstico en el municipio de Chinique departamento de El Quiché, se pudo constatar que las principales prioridades son el diseño del sistema de agua potable y de la carretera anteriormente mencionadas.
3. Se pudo aplicar toda la reglamentación y normativas que rigen el diseño de carretera y de introducción de agua potable, con lo que se el buen funcionamiento de ambos proyectos.
4. El diseño de los proyectos anteriormente mencionados, contribuyó al desarrollo y a mejorar el nivel de vida de las comunidades beneficiadas.



## RECOMENDACIONES

1. Es de vital importancia que se aplique un mantenimiento adecuado a los proyectos de agua potable y de carretera, con esto se prolongará la vida útil de éstos.
2. Para conservar la fuente de agua potable o sea los nacimientos, se deberá de reforestar el área en donde se encuentran los mismos, ésto para conservar del caudal que estos producen.
3. Se recomienda que el balasto debe ser de calidad uniforme y estar exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño.
4. La comunidad deberá contribuir con el mantenimiento de ambos proyectos, para que éstos funcionen óptimamente.





## BIBLIOGRAFÍA

1. Castro valladares, Nery. **Método para el cálculo de costos unitarios para caminos rurales**, Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1979.
2. Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones. **Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes**, diciembre de 2000.
3. Guzmán Téllez, Julio Cesar. **Proceso de balasto de caminos rurales**. Tesis ingeniero civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Enero de 1999.
4. Instituto de Fomento Municipal (INFOM) **Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales**, Guatemala: junio 1997.
5. Kramer, Carlos. **Ingeniería de carreteras**, Madrid: MacWraw – Hill, 2004.
6. **Norma Coguanor NGO 29001: agua potable.**
7. **Reglamento para la construcción de concreto reforzado ACI 318-99 y comentarios**. Diciembre 1999.
8. Unidad Ejecutora del programa de Acueductos Rurales (UNEPAR). **Abastecimiento de agua potable para zonas rurales**. Guatemala: enero, 2002.



## **APÉNDICE A.**

1. Parámetros de diseño y cálculos hidráulicos.
2. Costos unitarios y resumen de presupuesto para el proyecto de agua potable
3. Análisis de laboratorio para agua.
4. Memoria de cálculo para carretera.
5. Resumen de movimiento de tierra
6. Costos unitarios y resumen de presupuesto para el proyecto de carretera.
7. Ensayos de laboratorio de suelos.



**PARÁMETROS DE DISEÑO Y CÁLCULOS HIDRÁULICOS  
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA LAS VIGAS**

<b>DATOS DE DISEÑO</b>	
Dotación	90lts/hab./día.
Hab/casa	4 personas / casa
Fac. día máx.	1.5
Fac. hora máx.	3
Coef. Hazen-Williams	150 pvc y 120 Hg.
No. Casas	68
Coef. Crecimiento poblacional	3.203
Periodo de diseño	21 años
Caudal medio	0.35 lts/seg.
Caudal de conducción	0.83 lts/seg.
Volumen tanque de dist.	20 mts <sup>3</sup>
Fac. Calculo de tubería	1.05

<b>DATOS DE TUBERIAS UTILIZADAS</b>			
Diam. Nominal	Presión 160 PSI	Presión 250 PSI	Presión 315 PSI
	Diam. Interno	Diam. Interno	Diam. Interno
1/2.	-	-	0.761
3/4.	-	0.926	-
1	1.195	1.161	-
1-1/4.	1.532	1.464	-
1-1/2.	1.754	1.676	-
2	2.193	2.095	-
2-1/2.	2.655	2.537	-
3	3.23	3.088	-

Nota: Todos los diámetros anteriormente escritos están dados en pulg.

**CÁLCULO HIDRÁULICO LÍNEA DE CONDUCCIÓN  
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA LAS VIGAS**

		COTAS									COTAS PIEZO.		PRESION DINA. (MCA)		PRESION ESTA. (MCA)		
TRAMO	LONG.	INICIAL	FINAL	DIAM	C	Q	HF	VEL.	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	P. ESTA. I.	P. ESTA. F.	Obs.		
0	1	47.00	500.00	497.79	1.195	150	0.38	0.54156	0.53	0	499.4584	0	1.6684402	0.00	2.21	Nivel Estático. 500	
1	2	73.00	497.79	495.49	1.195	150	0.38	0.841146	0.53	499.4584	498.6173	1.66844	3.1272941	2.21	4.51		
2	3	98.00	495.49	489.84	1.195	150	0.38	1.12921	0.53	498.6173	497.4881	3.127294	7.6480843	4.51	10.16		
3	4	109.00	489.84	486.44	1.195	150	0.38	1.255958	0.53	497.4881	496.2321	7.648084	9.7921264	10.16	13.56		
4	5	69.00	486.44	488.14	1.195	150	0.38	0.795056	0.53	496.2321	495.4371	9.792126	7.2970705	13.56	11.86		
5	6	35.00	488.14	486.54	1.195	150	0.38	0.403289	0.53	495.4371	495.0338	7.29707	8.4937813	11.86	13.46		
6	7	65.00	486.54	482.89	1.195	150	0.38	0.748966	0.53	495.0338	494.2848	8.493781	11.394816	13.46	17.11		
7	8	55.00	482.89	480.74	1.195	150	0.38	0.63374	0.53	494.2848	493.6511	11.39482	12.911075	17.11	19.26		
8	9	31.00	480.74	468.09	1.195	150	0.38	0.357199	0.53	493.6511	493.2939	12.91108	25.20	19.26	31.91	C.R.C.	
9	10	33.00	468.09	467.09	1.754	150	0.825	0.246184	0.53	468.09	467.8438	0.00	0.75	0.00	1.00	Nivel Estático 468.09	
10	11	28.00	467.09	467.24	1.754	150	0.825	0.208884	0.53	467.84	467.6349	0.75	0.39	1.00	0.85		
11	12	93.00	467.24	463.54	1.754	150	0.825	0.693792	0.53	467.63	466.9411	0.39	3.40	0.85	4.55		
12	13	24.00	463.54	464.69	1.754	150	0.825	0.179043	0.53	466.94	466.7621	3.40	2.07	4.55	3.40		
13	14	75.00	464.69	462.34	1.754	150	0.825	0.55951	0.53	466.76	466.2026	2.07	3.86	3.40	5.75		
14	15	56.00	462.34	461.89	1.754	150	0.825	0.417767	0.53	466.20	465.7848	3.86	3.89	5.75	6.20		
15	16	49.00	461.89	459.99	1.754	150	0.825	0.365546	0.53	465.78	465.4193	3.89	5.43	6.20	8.10		
16	17	47.00	459.99	459.19	1.754	150	0.825	0.350626	0.53	465.42	465.0686	5.43	5.88	8.10	8.90		
17	18	40.00	459.19	455.89	1.754	150	0.825	0.298405	0.53	465.07	464.7702	5.88	8.88	8.90	12.20		
18	19	80.00	455.89	451.84	1.754	150	0.825	0.59681	0.53	464.77	464.1734	8.88	12.33	12.20	16.25		
19	20	91.00	451.84	450.59	1.754	150	0.825	0.678872	0.53	464.17	463.4946	12.33	12.90	16.25	17.50		
20	21	51.00	450.59	448.44	1.754	150	0.825	0.380467	0.53	463.49	463.1141	12.90	14.67	17.50	19.65		
21	22	30.00	448.44	450.99	1.754	150	0.825	0.223804	0.53	463.11	462.8903	14.67	11.90	19.65	17.10		

		COTAS								COTAS PIEZO.		PRESION DINA. (MCA)		PRESION ESTA. (MCA)		
TRAMO	LONG.	INICIAL	FINAL	DIAM	C	Q	HF	VEL.	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	P. ESTA. I.	P. ESTA. F.	Obs.	
22	23	61.00	450.99	449.69	1.754	150	0.825	0.455068	0.53	462.89	462.4352	11.90	12.75	17.10	18.40	
23	24	55.00	449.69	459.59	1.754	150	0.825	0.410307	0.53	462.44	462.0249	12.75	2.43	18.40	8.50	
24	25	25.00	459.59	459.46	1.754	150	0.825	0.186503	0.53	462.02	461.8384	2.43	2.38	8.50	8.63	
25	26	15.00	459.46	461.44	1.754	150	0.825	0.111902	0.53	461.84	461.7265	2.38	0.29	8.63	6.65	
26	27	13.00	461.44	459.59	1.754	150	0.825	0.096982	0.53	461.73	461.6295	0.29	2.04	6.65	8.50	
27	28	48.00	459.59	451.34	1.754	150	0.825	0.358086	0.53	461.63	461.2714	2.04	9.93	8.50	16.75	
28	29	24.00	451.34	453.79	1.754	150	0.825	0.179043	0.53	461.27	461.0924	9.93	7.30	16.75	14.30	
29	30	28.00	453.79	459.99	1.754	150	0.825	0.208884	0.53	461.09	460.8835	7.30	0.89	14.30	8.10	
30	31	90.00	459.99	450.54	1.754	150	0.825	0.671412	0.53	460.88	460.2121	0.89	9.67	8.10	17.55	
31	32	71.00	450.54	458.99	1.754	150	0.825	0.529669	0.53	460.21	459.6824	9.67	0.69	17.55	9.10	
32	33	10.00	458.99	460.24	1.754	150	0.825	0.074601	0.53	459.68	459.6078	0.69	-0.63	9.10	7.85	
33	34	15.00	460.24	456.14	1.754	150	0.825	0.111902	0.53	459.61	459.4959	-0.63	3.36	7.85	11.95	
34	35	37.00	456.14	448.54	1.754	150	0.825	0.276025	0.53	459.50	459.2199	3.36	10.68	11.95	19.55	
35	36	69.00	448.54	440.29	1.754	150	0.825	0.514749	0.53	459.22	458.7052	10.68	18.42	19.55	27.80	
36	37	12.00	440.29	441.14	1.754	150	0.825	0.089522	0.53	458.71	458.6156	18.42	17.48	27.80	26.95	
37	38	36.00	441.14	436.76	1.754	150	0.825	0.268565	0.53	458.62	458.3471	17.48	21.59	26.95	31.33	
38	39	45.00	436.76	443.71	1.754	150	0.825	0.335706	0.53	458.35	458.0114	21.59	14.30	31.33	24.38	
39	40	11.00	443.71	443.56	1.754	150	0.825	0.082061	0.53	458.01	457.9293	14.30	14.37	24.38	24.53	
40	41	16.00	443.56	437.66	1.754	150	0.825	0.119362	0.53	457.93	457.8099	14.37	20.15	24.53	30.43	
41	42	45.00	437.66	418.31	1.754	150	0.825	0.335706	0.53	457.81	457.4742	20.15	39.16	30.43	49.78	
42	43	24.00	418.31	423.36	1.754	150	0.825	0.179043	0.53	457.47	457.2952	39.16	33.94	49.78	44.73	
43	44	26.00	423.36	429.41	1.754	150	0.825	0.193963	0.53	457.30	457.1012	33.94	27.69	44.73	38.68	
44	45	35.00	429.41	432.06	1.754	150	0.825	0.261105	0.53	457.10	456.8401	27.69	24.78	38.68	36.03	
45	46	48.00	432.06	430.76	1.754	150	0.825	0.358086	0.53	456.84	456.482	24.78	25.72	36.03	37.33	
46	47	22.00	430.76	425.76	1.754	150	0.825	0.164123	0.53	456.48	456.3179	25.72	30.56	37.33	42.33	
47	48	20.00	425.76	417.56	1.754	150	0.825	0.149203	0.53	456.32	456.1687	30.56	38.61	42.33	50.53	
48	49	51.00	417.56	413.26	1.754	150	0.825	0.380467	0.53	456.17	455.7882	38.61	42.53	50.53	54.83	
49	50	29.00	413.26	423.51	1.754	150	0.825	0.216344	0.53	455.79	455.5719	42.53	32.06	54.83	44.58	
50	51	48.00	423.51	429.86	1.754	150	0.825	0.358086	0.53	455.57	455.2138	32.06	25.35	44.58	38.23	
51	52	70.00	429.86	423.51	1.754	150	0.825	0.522209	0.53	455.21	454.6916	25.35	31.18	38.23	44.58	

		COTAS								COTAS PIEZO.		PRESION DINA. (MCA)		PRESION ESTA. (MCA)		
TRAMO	LONG.	INICIAL	FINAL	DIAM	C	Q	HF	VEL.	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	P. ESTA. I.	P. ESTA. F.	Obs.	
52	53	99.00	423.51	431.76	1.754	150	0.825	0.738553	0.53	454.69	453.9531	31.18	22.19	44.58	36.33	
53	54	75.00	431.76	405.66	1.754	150	0.825	0.55951	0.53	453.95	453.3935	22.19	47.73	36.33	62.43	
54	55	77.00	405.66	431.11	1.754	150	0.825	0.57443	0.53	453.39	452.8191	47.73	21.71	62.43	36.98	
55	56	11.00	431.11	430.16	1.754	150	0.825	0.082061	0.53	452.82	452.7371	21.71	22.58	36.98	37.93	
56	57	20.00	430.16	425.66	1.754	150	0.825	0.149203	0.53	452.74	452.5879	22.58	26.93	37.93	42.43	
57	58	90.00	425.66	419.64	1.754	150	0.825	0.671412	0.53	452.59	451.9164	26.93	32.28	42.43	48.45	
58	59	122.00	419.64	440.72	1.754	150	0.825	0.910136	0.53	451.92	451.0063	32.28	10.29	48.45	27.37	
59	60	43.00	440.72	443.63	1.754	150	0.825	0.320786	0.53	451.01	450.6855	10.29	7.06	27.37	24.46	
60	61	20.00	443.63	447.23	1.754	150	0.825	0.149203	0.53	450.69	450.5363	7.06	3.31	24.46	20.86	
61	62	49.00	447.23	401.12	1.754	150	0.825	0.365546	0.53	450.54	450.1708	3.31	49.05	20.86	66.97	
62	63	50.00	401.12	433.87	1.754	150	0.825	0.373006	0.53	450.17	449.7978	49.05	15.93	66.97	34.22	
63	64	14.00	433.87	401.12	1.754	150	0.825	0.104442	0.53	449.80	449.6933	15.93	48.57	34.22	66.97	
64	65	130.00	401.12	433.75	1.754	150	0.825	0.969817	0.53	449.69	448.7235	48.57	14.97	66.97	34.34	
65	66	134.00	433.75	433.10	1.754	150	0.825	0.999657	0.53	448.72	447.7238	14.97	14.62	34.34	34.99	
66	67	32.00	433.10	430.22	1.754	150	0.825	0.238724	0.53	447.72	447.4851	14.62	17.27	34.99	37.87	
67	68	92.00	430.22	413.42	1.754	150	0.825	0.686332	0.53	447.49	446.7988	17.27	33.38	37.87	54.67	
68	69	62.00	413.42	401.06	1.754	150	0.825	0.462528	0.53	446.80	446.3363	33.38	45.28	54.67	67.03	
69	70	22.00	401.06	396.65	1.754	150	0.825	0.164123	0.53	446.34	446.1721	45.28	49.52	67.03	71.44	
70	71	63.00	396.65	413.15	1.754	150	0.825	0.469988	0.53	446.17	445.7022	49.52	32.55	71.44	54.94	
71	72	24.00	413.15	417.19	1.754	150	0.825	0.179043	0.53	445.70	445.5231	32.55	28.33	54.94	50.90	
72	73	41.00	417.19	413.51	1.754	150	0.825	0.305865	0.53	445.52	445.2172	28.33	31.71	50.90	54.58	
73	74	28.00	413.51	408.50	1.754	150	0.825	0.208884	0.53	445.22	445.0084	31.71	36.51	54.58	59.59	
74	75	116.00	408.50	414.67	1.754	150	0.825	0.865375	0.53	445.01	444.143	36.51	29.47	59.59	53.42	
75	76	22.00	414.67	415.66	1.754	150	0.825	0.164123	0.53	444.14	443.9789	29.47	28.32	53.42	52.43	
76	77	61.00	415.66	418.01	1.754	150	0.825	0.455068	0.53	443.98	443.5238	28.32	25.51	52.43	50.08	
77	78	65.00	418.01	432.66	1.754	150	0.825	0.484908	0.53	443.52	443.0389	25.51	10.38	50.08	35.43	
78	79	84.00	432.66	421.06	1.754	150	0.825	0.626651	0.53	443.04	442.4122	10.38	21.35	35.43	47.03	
79	80	206.00	421.06	400.94	1.754	150	0.825	1.536787	0.53	442.41	440.8755	21.35	39.94	47.03	67.15	
80	81	44.00	400.94	411.41	1.754	150	0.825	0.328246	0.53	440.88	440.5472	39.94	29.14	67.15	56.68	



		COTAS								COTAS PIEZO.		PRESIÓN DINA. (MCA)		PRESION ESTA. (MCA)		
TRAMO	LONG.	INICIAL	FINAL	DIAM	C	Q	HF	VEL.	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	P. ESTA. I.	P. ESTA. F.	Obs.	
81	82	86.00	411.41	389.73	1.754	150	0.825	0.641571	0.53	440.55	439.9056	29.14	50.18	56.68	78.36	
82	83	28.00	389.73	411.35	1.754	150	0.825	0.208884	0.53	439.91	439.6967	50.18	28.35	78.36	56.74	
83	84	105.00	411.35	414.07	1.754	150	0.825	0.783314	0.53	439.70	438.9134	28.35	24.84	56.74	54.02	
84	85	116.00	414.07	409.26	1.754	150	0.825	0.865375	0.53	438.91	438.0481	24.84	28.79	54.02	58.83	
85	86	37.00	409.26	412.11	1.754	150	0.825	0.276025	0.53	438.05	437.772	28.79	25.66	58.83	55.98	
86	87	74.00	412.11	406.64	1.754	150	0.825	0.55205	0.53	437.77	437.22	25.66	30.58	55.98	61.45	
87	88	40.00	406.64	411.67	1.754	150	0.825	0.298405	0.53	437.22	436.9216	30.58	25.25	61.45	56.42	
88	89	109.00	411.67	414.10	1.754	150	0.825	0.813154	0.53	436.92	436.1084	25.25	22.01	56.42	53.99	
89	90	31.00	414.10	412.97	1.754	150	0.825	0.231264	0.53	436.11	435.8772	22.01	22.91	53.99	55.12	
90	91	166.00	412.97	383.67	1.754	150	0.825	1.238381	0.53	435.88	434.6388	22.91	50.97	55.12	84.42	
91	92	57.00	383.67	406.79	1.754	150	0.825	0.425227	0.53	434.64	434.2136	50.97	27.42	84.42	61.30	
92	93	405.00	406.79	403.38	1.754	150	0.825	3.021352	0.53	434.21	431.1922	27.42	27.81	61.30	64.71	
93	94	115.00	403.38	398.43	1.532	150	0.825	1.658281	0.69	431.19	429.5339	27.81	31.10	64.71	69.66	
94	95	121.00	398.43	389.61	1.532	150	0.825	1.7448	0.69	429.53	427.7891	31.10	38.18	69.66	78.48	
95	96	137.00	389.61	397.07	1.532	150	0.825	1.975517	0.69	427.79	425.8136	38.18	28.74	78.48	71.02	
96	97	160.00	397.07	400.92	1.532	150	0.825	2.307173	0.69	425.81	423.5064	28.74	22.59	71.02	67.17	
97	98	430.00	400.92	412.30	1.532	150	0.825	6.200528	0.69	423.51	417.3059	22.59	5.01	67.17	55.79	Tanq. Dis

## CÁLCULO HIDRÁULICO LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

### RAMAL Núm. 1.

		COTAS								COTAS PIEZO.		PRESION DINA. (MCA)		PRESION ESTA. (MCA)		
TRAMO	LONG.	INICIAL	FINAL	DIAM	C	Q	HF	VEL.	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	P. ESTA. I.	P. ESTA. F.	Obs.	
98	99	45.00	412.30	406.63	2.193	150	1.63	0.398687	0.67	412.30	411.90	0.00	5.27	0.00	5.67	Nivel Estático 412.3
99	100	104.00	406.63	406.22	1.754	150	1.37	1.982773	0.88	411.90	409.92	5.27	3.70	5.67	6.08	
100	101	30.00	406.22	403.72	1.754	150	1.37	0.571954	0.88	409.92	409.35	3.70	5.63	6.08	8.58	
101	102	260.00	403.72	391.75	1.754	150	1.37	4.956931	0.88	409.35	404.39	5.63	12.64	8.58	20.55	

TRAMO		LONG.	COTAS		DIAM	C	Q	HF	VEL.	COTAS PIEZO.		PRESION DINA. (MCA)		PRESION ESTA. (MCA)		Obs.
102	103	56.00	INICIAL	FINAL	1.754	150	1.37	1.067647	0.88	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	P. ESTA. I.	P. ESTA. F.	
103	104	65.00	391.75	388.45	1.754	150	1.37	1.239233	0.88	404.39	403.32	12.64	14.87	20.55	23.85	
104	105	205.00	388.45	371.90	1.754	150	1.37	3.90835	0.88	403.32	402.08	14.87	30.18	23.85	40.40	
105	106	204.00	371.90	360.67	1.754	150	1.37	3.90835	0.88	402.08	398.17	30.18	37.50	40.40	51.63	
106	107	121.00	360.67	368.88	1.754	150	1.37	3.889285	0.88	398.17	394.29	37.50	25.41	51.63	43.42	
107	108	87.00	368.88	371.24	1.754	150	1.37	2.30688	0.88	394.29	391.98	25.41	20.74	43.42	41.06	
108	109	45.00	371.24	367.49	1.754	150	1.37	1.658666	0.88	391.98	390.32	20.74	22.83	41.06	44.81	
			367.49	360.74	1.754	150	1.37	0.85793	0.88	390.32	389.46	22.83	28.72	44.81	51.56	Dist. a casas.

### CONTINUA RAMAL. Núm. 1.

TRAMO		LONG.	COTAS		DIAM	C	Q	HF	VEL.	COTAS PIEZO.		PRESION DINA. (MCA)		PRESION ESTA. (MCA)		Obs.
109	114	144.00	INICIAL	FINAL	1.532	150	0.76	1.783972	0.64	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	P. ESTA. I.	P. ESTA. F.	
114	115	187.00	360.74	350.11	1.532	150	0.76	1.783972	0.64	389.46	387.68	28.72	37.57	51.56	62.19	
115	116	100.00	350.11	343.34	1.532	150	0.76	2.316686	0.64	387.68	385.36	37.57	42.02	62.19	68.96	
116	117	79.00	343.34	323.65	1.532	150	0.76	1.23887	0.64	385.36	384.12	42.02	60.47	68.96	88.65	
117	118	94.00	323.65	326.62	1.532	150	0.76	0.978707	0.64	384.12	383.14	60.47	56.52	88.65	85.68	
118	119	135.00	326.62	340.69	1.532	150	0.76	1.164537	0.64	383.14	381.98	56.52	41.29	85.68	71.61	
119	120	88.00	340.69	343.46	1.532	150	0.76	1.672474	0.64	381.98	380.31	41.29	36.85	71.61	68.84	Dist. a casas.
120	121	105.00	343.46	348.56	1.195	150	0.44	1.3299	0.61	380.30	378.98	36.84	30.42	68.84	63.74	
121	122	89.00	348.56	342.78	1.195	150	0.44	1.586813	0.61	378.97	377.39	30.41	34.61	63.74	69.52	
122	123	42.00	342.78	355.49	1.195	150	0.44	1.345013	0.61	377.39	376.04	34.61	20.55	69.52	56.81	
123	124	130.00	355.49	358.31	1.195	150	0.44	0.634725	0.61	376.04	375.41	20.55	17.10	56.81	53.99	
124	125	120.00	358.31	345.42	1.195	150	0.44	1.964625	0.61	375.41	373.45	17.10	28.03	53.99	66.88	
			345.42	355.41	1.195	150	0.44	1.8135	0.61	373.44	371.63	28.02	16.22	66.88	56.89	Dist. a casas.

## RAMAL Núm. 2.

		COTAS								COTAS PIEZO.		PRESION DINA. (MCA)		PRESION ESTA. (MCA)		
TRAMO	LONG.	INICIAL	FINAL	DIAM	C	Q	HF	VEL.	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	P. ESTA. I.	P. ESTA. F.	Obs.	
109	110	179.00	360.74	361.73	0.926	150	0.27	3.794994	0.62	389.46	385.67	28.72	23.94	51.56	50.57	
110	111	53.00	361.73	354.45	0.926	150	0.27	1.123657	0.62	385.67	384.54	23.94	30.09	50.57	57.85	
111	112	196.00	354.45	364.95	0.926	150	0.27	4.155413	0.62	384.54	380.39	30.09	15.44	57.85	47.35	
112	113	345.00	364.95	345.52	0.926	150	0.27	7.314374	0.62	380.39	373.07	15.44	27.55	47.35	66.78	Dist. a casas.

## RAMAL Núm. 3.

		COTAS								COTAS PIEZO.		PRESION DINA. (MCA)		PRESION ESTA. (MCA)		
TRAMO	LONG.	INICIAL	FINAL	DIAM	C	Q	HF	VEL.	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	P. ESTA. I.	P. ESTA. F.	Obs.	
119	126	91.00	343.46	338.88	0.926	150	0.32	2.641825	0.74	380.31	377.66	36.85	38.78	68.84	73.42	
126	127	167.00	338.88	340.83	0.926	150	0.32	4.848183	0.74	377.67	372.82	38.79	31.99	73.42	71.47	
127	128	114.00	340.83	347.75	0.926	150	0.32	3.309538	0.74	372.82	369.51	31.99	21.76	71.47	64.55	Dist. a casas.

## RAMAL Núm. 4.

		COTAS								COTAS PIEZO.		PRESION DINA. (MCA)		PRESION ESTA. (MCA)		
TRAMO	LONG.	INICIAL	FINAL	DIAM	C	Q	HF	VEL.	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	P. ESTA. I.	P. ESTA. F.	Obs.	
99	129	105.00	406.63	401.34	0.926	150	0.27	2.226114	0.62	411.9	409.68	5.27	8.34	5.67	10.96	
129	130	84.00	401.34	389.01	0.926	150	0.27	1.780891	0.62	409.6739	407.89	8.33	18.88	10.96	23.29	
130	131	207.00	389.01	386.83	0.926	150	0.27	4.388624	0.62	407.893	403.51	18.88	16.68	23.29	25.47	
131	132	14.00	386.83	387.80	0.926	150	0.27	0.296815	0.62	403.5044	403.21	16.67	15.41	25.47	24.50	Dist. a casas.



**COSTOS UNITARIOS**  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA LAS VIGAS**

No	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO X UNIDAD	SUB-TOTAL
----	--------------------------	--------	----------	----------------	-----------

<b>1 Trabajos Preliminares</b>
--------------------------------

Replanteo topográfico	Km.	12	400	Q	4,800.00
Bodega	unidad	1	20000	Q	20,000.00
<b>Costo Total unitario</b>					<b>Q 24,800.00</b>
<b>Total del renglón</b>					<b>Q 24,800.00</b>

<b>2 Caja de captación</b>	2 UNIDADES
----------------------------	------------

<b>MATERIALES</b>					
Cemento tipo Pórtland (UGC), 4000 PSI	saco	33.00	Q 73.05	Q	2,410.65
Arena de río	m3	5.40	Q 206.64	Q	1,115.86
Piedrín 3/4"	m3	2.00	Q 316.84	Q	633.68
Piedra bola 4"	m3	5.00	Q 283.78	Q	1,418.90
Tabla de 1"x 12"	Docena	0.50	Q 403.76	Q	201.88
Clavo para madera 3"	Libra	2.50	Q 6.72	Q	16.80
Candado para intemperie	Unidad	2.00	Q 103.82	Q	207.64
Materiales				Q	6,005.41
Mano de obra				Q	1,801.62
Herramienta				Q	168.00
Costo Directo				Q	7,975.03
Costo Indirecto				Q	2,791.26
<b>Costo Total unitario</b>					<b>Q 10,766.29</b>
<b>Total del renglón</b>					<b>Q 21,532.58</b>

<b>3 Caja unificadora de Caudales</b>	1 Unidades
---------------------------------------	------------

<b>MATERIALES</b>					
Cemento tipo Pórtland (UGC), 4000 PSI	saco	12	Q 73.05	Q	876.60
Arena de río	m3	1	Q 206.64	Q	206.64
Piedrín 3/4"	m3	2	Q 316.55	Q	633.10
Piedra bola 4"	m3	1	Q 283.78	Q	283.78
Tabla de 1" x 12"	docena	0.5	Q 403.76	Q	201.88
Clavo para madera 3"	libra	2	Q 6.72	Q	13.44
Candado para intemperie	unidad	2	Q 103.82	Q	207.64
Materiales				Q	2,423.08

Mano de obra			Q	726.92
Herramienta			Q	112.00
Costo directo			Q	3,262.00
Costo indirecto			Q	1,141.70
<b>Costo Total unitario</b>			<b>Q</b>	<b>4,403.71</b>
<b>Total del renglón</b>			<b>Q</b>	<b>4,403.71</b>

<b>4</b>	<b>Caja para válvula de aire</b>	5 unidades
----------	----------------------------------	------------

<b>MATERIALES</b>				
Cemento tipo Pórtland (UGC), 4000 PSI	saco	9	Q 73.05	Q 657.45
Arena de río	m3	1	Q 206.64	Q 206.64
Piedrín 3/4"	m3	2	Q 316.85	Q 633.70
Piedra bola	m3	1	Q 283.78	Q 283.78
Tabla de 1" x 12"	docena	0.5	Q 403.76	Q 201.88
Clavo para madera 3"	libra	2	Q 6.72	Q 13.44
Candado para intemperie	unidad	2	Q 103.82	Q 207.64
	Materiales			Q 2,204.53
	Mano de obra			Q 661.36
	Herramienta			Q 168.00
	Costo directo			Q 3,033.89
	Costo indirecto			Q 1,061.86
	<b>Costo Total unitario</b>		<b>Q</b>	<b>4,095.75</b>
	<b>Total del renglón</b>		<b>Q</b>	<b>20,478.75</b>

<b>5</b>	<b>Caja para válvula de limpieza</b>	5 unidades
----------	--------------------------------------	------------

<b>MATERIALES</b>				
Cemento tipo Pórtland (UGC), 4000 PSI	saco	10	Q 73.05	Q 730.50
Arena de río	m3	1	Q 206.64	Q 206.64
Piedrín 3/4"	m3	2	Q 316.85	Q 633.70
Piedra bola	m3	1	Q 283.78	Q 283.78
Tabla de 1" x 12"	docena	0.5	Q 403.76	Q 201.88
Clavo para madera 3"	libra	2	Q 6.72	Q 13.44
Candado para intemperie	unidad	2	Q 103.82	Q 207.64
	Materiales			Q 2,277.58
	Mano de obra			Q 683.27
	Herramienta			Q 168.00
	Costo directo			Q 3,128.85
	Costo indirecto			Q 1,095.10
	<b>Costo Total unitario</b>		<b>Q</b>	<b>4,223.95</b>
	<b>Total del renglón</b>		<b>Q</b>	<b>21,119.76</b>

<b>6</b>	<b>Caja válvula o llave de paso</b>	4 unidades
----------	-------------------------------------	------------

<b>MATERIALES</b>					
Cemento tipo Pórtland (UGC), 4000 PSI	saco	11	Q	73.05	Q 803.55
Arena de río	m3	1	Q	206.64	Q 206.64
Piedrín 3/4"	m3	2	Q	316.85	Q 633.70
Piedra bola	m3	1	Q	283.78	Q 283.78
Tabla de 1" x 12"	docena	0.5	Q	403.76	Q 201.88
Clavo para madera 3"	libra	2	Q	6.72	Q 13.44
Candado para intemperie	unidad	2	Q	103.82	Q 207.64
	Materiales				Q 2,350.63
	Mano de obra				Q 705.19
	Herramienta				Q 150.00
	Costo directo				Q 3,205.82
	Costo indirecto				Q 1,122.04
	<b>Costo Total unitario</b>				<b>Q 4,327.86</b>
	<b>Total del renglón</b>				<b>Q 17,311.42</b>

<b>7</b>	<b>Línea de Conducción</b>	1 global
----------	----------------------------	----------

<b>MATERIALES</b>					
Tubo PVC Ø3/4" , 250 PSI	unidad	105	Q	57.34	Q 6,020.70
Tubo PVC Ø1-1/4" , 160 PSI	unidad	143	Q	95.61	Q 13,672.23
Tubo PVC Ø1-1/2" , 160 PSI	unidad	821	Q	124.85	Q 102,501.85
Tubo HG Ø3/4" , liviano	unidad	1	Q	252.52	Q 252.52
Tubo HG Ø1" , liviano	unidad	7	Q	324.08	Q 2,268.56
Tubo HG Ø1-1/2" , liviano	unidad	10	Q	381.04	Q 3,810.40
Solvente	galón	5	Q	252.56	Q 1,262.80
Pegamento para PVC	galon	5	Q	555.46	Q 2,777.30
Wipe	libra	3	Q	9.52	Q 28.56
	Materiales				Q 132,594.92
	Mano de obra				Q 39,778.48
	Herramienta				Q 500.00
	Costo directo				Q 172,873.40
	Costo indirecto				Q 60,505.69
	<b>Costo Total unitario</b>				<b>Q 233,379.08</b>
	<b>Total del renglón</b>				<b>Q 233,379.08</b>

<b>8</b>	<b>Tanque de distribución</b>	1 global
----------	-------------------------------	----------

<b>MATERIALES</b>					
Cemento tipo Pórtland (UGC), 4000 PSI	saco	185	Q	73.05	Q 13,514.25

Arena de río	m3	17	Q 206.64	Q 3,512.88
Piedrín 3/4"	m3	25	Q 316.85	Q 7,921.25
Piedra bola 4"	m3	13	Q 283.78	Q 3,689.14
Hierro 3/8"	Varilla	65	Q 34.02	Q 2,211.30
Hierro 1/2"	varilla	20	Q 38.78	Q 775.60
hierro 5/8"	varilla	2	Q 115.50	Q 231.00
Alambre de amare	libra	50	Q 8.96	Q 448.00
Tubo HG	unidad	4	Q 252.52	Q 1,010.08
Tabla de 1"x12"	docena	5	Q 403.76	Q 2,018.80
Párales 3"x3"	docena	5	Q 293.44	Q 1,467.20
Clavo para madera 3"	libra	20	Q 6.72	Q 134.40
Candado para intemperie	unidad	1	Q 103.82	Q 103.82
Codo HG de 90o Ø2"	unidad	6	Q 23.52	Q 141.12
Tubo HG Ø2"	unidad	1	Q 147.84	Q 147.84
Pichacha Br	unidad	1	Q 582.40	Q 582.40
Tee PVC Ø3"	unidad	1	Q 20.16	Q 20.16
Codo PVC 90o Ø3"	unidad	3	Q 16.02	Q 48.06
Válvula de limpieza Ø3" Br	unidad	1	Q 283.53	Q 283.53
Adaptador macho PVC Ø3"	unidad	2	Q 13.90	Q 27.80
Tubo PVC Ø3"	unidad	1	Q 426.00	Q 426.00
Niple HG Ø3" * 0.5 m.	unidad	1	Q 101.00	Q 101.00
Niple HG Ø3" * 0.1 m.	unidad	1	Q 84.00	Q 84.00
Cedazo metálico	pie2	1	Q 17.00	Q 17.00
	Materiales			Q 38,916.63
	Mano de obra			Q 11,674.99
	Herramienta			Q 500.00
	Costo directo			Q 51,091.62
	Costo indirecto			Q 17,882.07
	<b>Costo Total unitario</b>			<b>Q 68,973.69</b>
	<b>Total del renglón</b>			<b>Q 68,973.69</b>

<b>9</b>	<b>Línea de distribución</b>	1 global
----------	------------------------------	----------

<b>MATERIALES</b>				
Tubo PVC Ø1/2" , 315 PSI	unidad	319	Q 45.18	Q 14,412.42
Tubo PVC Ø3/4" , 250 PSI	unidad	253	Q 57.35	Q 14,509.55
Tubo PVC Ø1" , 160 PSI	unidad	98	Q 70.47	Q 6,906.06
Tubo PVC Ø1-1/4" , 160 PSI	unidad	124	Q 95.61	Q 11,855.64
Tubo PVC Ø1-1/2" , 160 PSI	unidad	197	Q 124.84	Q 24,593.48
Tubo PVC Ø2" , 160 PSI	unidad	8	Q 175.28	Q 1,402.24
Tubo HG Ø1" , liviano	unidad	5	Q 324.08	Q 1,620.40
Tubo HG Ø1-1/4" , liviano	unidad	1	Q 360.00	Q 360.00



Tubo HG Ø2" , liviano	unidad	1	Q 437.05	Q 437.05
Solvente	galón	3	Q 252.56	Q 757.68
Pegamento para PVC	galon	3	Q 555.46	Q 1,666.38
Wipe	libra	2	Q 9.50	Q 19.00
	Materiales			Q 78,539.90
	Mano de obra			Q 23,561.97
	Herramienta			Q 250.00
	Costo directo			Q 102,351.87
	Costo indirecto			Q 35,823.15
	<b>Costo Total unitario</b>			<b>Q 138,175.02</b>
	<b>Total del renglón</b>			<b>Q 138,175.02</b>

<b>10</b>	<b>Conexión Domiciliar</b>	68 unidades
-----------	----------------------------	-------------

<b>MATERIALES</b>				
Cajas de concreto para contador	unidad	1	Q 192.00	Q 192.00
Llave de paso de bronce Ø 1/2"	unidad	1	Q 59.60	Q 59.60
Llave de compuerta Ø 1/2"	unidad	1	Q 70.00	Q 70.00
Contador de Ø 1/2"	unidad	1	Q 252.00	Q 252.00
	Materiales			Q 573.60
	Mano de obra			Q 172.08
	Herramienta			Q 500.00
	Costo directo			Q 1,245.68
	Costo indirecto			Q 435.99
	<b>Costo Total unitario</b>			<b>Q 1,681.67</b>
	<b>Total del renglón</b>			<b>Q 114,353.42</b>

<b>11</b>	<b>Paso de zanjón</b>	5 unidades
-----------	-----------------------	------------

<b>MATERIALES</b>				
Cemento tipo Pórtland (UGC), 4000 PSI	sacos	8	Q 73.05	Q 584.40
Arena de río	m3	1	Q 206.64	Q 206.64
Piedrín	m3	1	Q 316.85	Q 316.85
Alambre de amarre	libra	15	Q 88.96	Q 1,334.40
Hierro 1/2"	varilla	2	Q 36.24	Q 72.48
Hierro de refuerzo 3/8"	varilla	22	Q 34.05	Q 749.10
Adap. hembra PVC (Según sea el caso)	unidad	2	Q 23.35	Q 46.70
Permatex 170 gramos	pomo	1	Q 79.00	Q 79.00
	Materiales			Q 3,389.57
	Mano de obra			Q 1,016.87
	Herramienta			Q 200.00

Costo directo			Q	4,606.44
Costo indirecto			Q	1,612.25
<b>Costo Total unitario</b>			<b>Q</b>	<b>6,218.70</b>
<b>Total del renglón</b>			<b>Q</b>	<b>31,093.48</b>

<b>12</b>	<b>Anclajes</b>	5 unidades
-----------	-----------------	------------

<b>MATERIALES</b>				
Cemento tipo Pórtland (UGC), 4000 PSI	saco	2	Q 73.05	Q 146.10
Arena de río	m3	0.15	Q 206.65	Q 31.00
Piedrín	m3	0.2	Q 316.85	Q 63.37
Alambre de amarre	libra	8	Q 8.96	Q 71.68
Hierro de refuerzo 3/8"	varilla	1	Q 34.05	Q 34.05
Tabla de 1" x 12"	docena	0.2	Q 403.76	Q 80.75
Clavo para madera 3"	libra	1.5	Q 6.72	Q 10.08
	Materiales			Q 437.03
	Mano de obra			Q 131.11
	Herramienta			Q 500.00
	Costo directo			Q 1,068.14
	Costo indirecto			Q 373.85
	<b>Costo Total unitario</b>		<b>Q</b>	<b>1,441.99</b>
	<b>Total del renglón</b>		<b>Q</b>	<b>7,209.93</b>

<b>13</b>	<b>TANQUE HIPOCLORADOR</b>	<b>1 GLOBAL.</b>
-----------	----------------------------	------------------

<b>MATERIALES</b>				
Cemento tipo Pórtland (UGC), 4000 PSI	saco	14	Q 73.05	Q 1,022.70
Arena de río	m3	1.5	Q 206.64	Q 309.96
Piedrín	m3	2.5	Q 316.85	Q 792.13
Alambre de amarre	Lbs.	11	Q 8.96	Q 98.56
Hierro de refuerzo 3/8"	varilla	12	Q 34.05	Q 408.60
Tabla de 1" x 12"	Docena	1.5	Q 403.76	Q 605.64
Clavo para madera 3"	Lbs.	4	Q 6.72	Q 26.88
	Materiales			Q 3,264.47
	Mano de obra			Q 979.34
	Herramienta			800
	Costo directo			Q 5,043.80
	Costo indirecto			Q 1,765.33
	<b>Costo Total unitario</b>		<b>Q</b>	<b>6,809.14</b>
	<b>Total del renglón</b>		<b>Q</b>	<b>6,809.14</b>

**RESUMEN DE PRESUPUESTO**  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA LAS VIGAS**

No.	AMPLIACIÓN DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO X UNIDAD	COSTO TOTAL
1	Trabajos preliminares	Global	1	Q24,800.00	Q 24,800.00
2	Caja de captación	unidad	2	Q 10,766.29	Q 21,532.58
3	Caja unificadora de caudales	unidad	1	Q 4,403.71	Q 4,403.71
4	Caja para válvula de aire	unidad	5	Q 4,095.75	Q 20,478.75
5	Caja para válvula de limpieza	unidad	5	Q 4,223.95	Q 21,119.75
6	Caja para llave de paso	unidad	4	Q 4,327.86	Q 17,311.44
7	Línea de conducción	unidad	1	Q 233,379.08	Q 233,379.08
8	Tanque de distribución	unidad	1	Q 68,973.69	Q 68,973.69
9	Línea de distribución	unidad	1	Q 138,175.02	Q 138,175.02
10	Conexión domiciliar	unidad	68	Q 1,681.67	Q 114,353.56
11	Paso de zanjón	unidad	5	Q 6,218.70	Q 31,093.50
12	Anclajes	unidad	5	Q 1,441.99	Q 7,209.95
13	Tanque hipoclorador	unidad	1	Q 6,809.14	Q 6,809.14
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 709,640.17</b>





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA  
 "DOCTORA ALBA TABARINI MOLINA"  
 CENTRO DE INVESTIGACIONES (CI)  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No.A-201 807
O.T. No. 21 223		CONTROL DE CALIDAD DE AGUA
INTERESADO	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO:
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Carlos A. Estrada</u>	DEPENDENCIA:
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Aldea La Puerta</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:
FUENTE:	<u>Nacimiento 1</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:
MUNICIPIO:	<u>Chiniqué</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:
DEPARTAMENTO:	<u>Quiché</u>	
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN
ASPECTO:	<u>Clara</u>	COLOR RESIDUAL
OLOR:	<u>Inodora</u>	

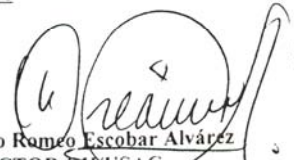
**INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)**

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	++++-
01,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	++++-
00,10 cm <sup>3</sup>	+++++	++++-	+----
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		1 600	33


**TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 20<sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.**

**CONCLUSIÓN:** Bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

Guatemala, 2007-03-16

Vo.Bo.   
 Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez  
 DIRECTOR CIUSAC



  
 Zenón Much Santos  
 Ing. Químico Col. No. 420  
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria  
 Jefe Técnico Laboratorio







LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA  
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) - CENTRO  
 DE INVESTIGACIONES (CI)  
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No. 21 223				ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF No. 22 716	
INTERESADO:		<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		PROYECTO:		CONTROL DE CALIDAD	
RECOLECTADA POR:		Carlos Augusto Estrada Hernández		DEPENDENCIA:		U.S.A.C.	
LUGAR DE RECOLECCIÓN:		Aldea La Puerta		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:		2007-03-02, 08 h 35 min.	
FUENTE:		Nacimiento I		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:		2007-03-02: 15 h 00 min.	
MUNICIPIO:		Chimiqué		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:		Sin refrigeración	
DEPARTAMENTO:		Quiché					
RESULTADOS							
1. ASPECTO:		Claro		4 OLOR:		7. TEMPERATURA: <small>(En el momento de recolección)</small>	
2. COLOR:		18,00 Unidades		5. SABOR:		Inodora	
3. TURBIEDAD:		10,20 UNT		6 potencial de Hidrógeno (pH)		8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	
				06,20 unidades.		111,59 micro/cm	
SUSTANCIAS		mg/L		SUSTANCIAS		mg/l	
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )		00,12		6. CLORUROS (Cl <sup>-</sup> )		06,00	
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )		00,037		7. FLUORUROS (F <sup>-</sup> )		00,32	
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )		02,20		8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )		03,00	
4. CLORO RESIDUAL		---		9. HIERRO TOTAL (Fe)		00,15	
5. MANGANESO (Mn)		00,008		10. DUREZA TOTAL		54,00	
11. SÓLIDOS TOTALES				13. SÓLIDOS FIJOS		80,00	
12. SÓLIDOS VOLÁTILES				14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN		14,00	
15. SÓLIDOS DISUELTOS						66,00	
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)							
HIDROXIDOS mg/L		CARBONATOS mg/L		BICARBONATOS mg/l		ALCALINIDAD TOTAL mg/l	
00,00		00,00		50,00		50,00	

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 20<sup>th</sup> EDITION 2000, NORMA COGUANOR NGO 4010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2007-03-16

Vo.Bo  
 Ing. Oswaldo Román Escobar Álvarez  
 DIRECTOR CILUSAC



Zenón Much Santos  
 Ing. Químico Col. No. 420  
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria  
 Jefe Técnico Laboratorio









EXAMEN BACTERIOLOGICO		O.T. No. 21 225	INF. No.A-201 808
INTERESADO	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Carlos A. Estrada</u>	DEPENDENCIA:	<u>USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Aldea La Puerta</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2007-03-02; 09 h 10 min.</u>
FUENTE:	<u>Nacimiento 2</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2007-03-02; 15 h 00 min</u>
MUNICIPIO:	<u>Chiniqué</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>En refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Quiché</u>		
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSION	<u>Lig. cantidad</u>
ASPECTO:	<u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL	<u>-----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>		

**INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)**

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++--
01,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++--
00,10 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++--
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		500	17

**TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 20<sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.**

**CONCLUSIÓN:** Bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

Guatemala, 2007-03-16

Vo.Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez  
 DIRECTOR CI/USAC



Zenón Yuch Santos  
 Ing. Químico Col. No. 420  
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria  
 Jefe Técnico Laboratorio







LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA  
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) -CENTRO  
 DE INVESTIGACIONES (CI)  
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12


ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO			
O.T. No. 21 225		INF. No. 22 717	
INTERESADO:	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD</u>
RECOLECTADA POR:	<u>Carlos Augusto Estrada Hernandez</u>	DEPENDENCIA:	<u>USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	<u>Aldea La Puerta</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2007-03-02: 09 h 10 min</u>
FUENTE:	<u>Nacimiento 2</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB:	<u>2007-03-02: 15 h 00 min</u>
MUNICIPIO:	<u>Chimiqué</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	<u>Sim refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Quiché</u>		
RESULTADOS			
1. ASPECTO:	<u>Claro</u>	4. OLOR:	<u>Inodora</u>
2. COLOR:	<u>14,00 Unidades</u>	5. SABOR:	<u>-----</u>
3. TURBIEDAD:	<u>07,26 UNT</u>	6 potencial de Hidrógeno (pH):	<u>06,10 unidades</u>
		7 TEMPERATURA:	<u>-- C</u>
		(En el momento de recolección)	
		8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	<u>89,20 <math>\mu</math>mhos/cm</u>
SUSTANCIAS	mg/l.	SUSTANCIAS	mg/l.
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	00,10	6. CLORUROS (Cl <sup>-</sup> )	06,00
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	00,030	7. FLUORUROS (F <sup>-</sup> )	00,24
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	02,86	8 SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	03,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,15
5. MANGANESO (Mn)	00,0010	10. DUREZA TOTAL	46,00
11. SOLIDOS TOTALES	66,00	12. SOLIDOS VOLATILES	14,00
13. SOLIDOS Fijos	52,00	14. SOLIDOS EN SUSPENSION	09,00
15. SOLIDOS DISUELTOS	47,00		
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)			
HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
00,00	00,00	70,00	70,00


OTRAS DETERMINACIONES \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA APHA - AWWA - WEF 20<sup>th</sup> EDITION 2000 NORMA COGIANOR INTERNACIONAL DE UNIDADES Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2007-03-16

Vo.Bo.   
 Ing. Oswaldo Rincón Escobar Álvarez  
 DIRECTOR CIUSAC

  
 Zenón Vidua Santos  
 Ing. Químico Col. No. 420  
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria  
 Jefe Técnico Laboratorio





**AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO DE ACCESO, PARA LA  
ALDEA AGUA TIBIA 1, SECTOR LAS CALAVERAS**

**MEMORIA DE CALCULO CURVAS HORIZONTALES**

No.	DELTA			GRADO	RADIO	LC	ST	PC	PT	CM	E	OM
	Gra	Min	Seg									
1	46	7	40	15	76.39	61.5	32.53	0+065.47	0+126.97	59.85	6.64	6.11
2	28	18	20	21	54.57	26.96	6.8	0+145.85	0+172.81	26.69	1.71	1.66
3	42	27	0	21	54.57	40.43	21.19	0+213.77	0+234.96	39.51	3.82	3.7
4	12	57	0	13	88.15	19.92	10	0+312.64	0+332.56	19.88	0.57	0.56
5	15	0	40	13	88.15	23.09	11.61	0+362.58	0+385.67	23.03	0.76	0.76
6	44	45	15	33	34.72	27.12	14.29	0+421.89	0+449.01	26.44	2.83	2.61
7	38	2	32	31	36.97	24.55	12.75	0+501.19	0+525.74	24.1	2.14	2.02
8	38	21	20	34	33.7	22.56	11.72	0+580.40	0+602.96	22.14	1.98	1.87
9	11	46	4	9	127.32	26.15	13.12	0+682.50	0+708.65	26.1	0.67	0.67
10	36	11	40	12	95.49	60.32	31.21	0+732.95	0+793.27	59.32	4.97	4.72
11	80	0	0	28	40.93	57.15	34.34	0+793.24	0+850.39	52.62	12.5	9.58
12	58	52	20	14	81.85	84.1	46.18	0+949.98	1+034.08	80.45	12.13	10.57
13	21	16	0	9	88.15	32.72	16.55	1+318.39	1+351.11	32.53	1.54	1.51
14	55	42	40	28	40.93	39.8	21.63	1+431.01	1+470.80	35.7	5.36	4.74
15	50	3	20	38	30.16	26.35	14.08	1+470.81	1+497.16	25.52	3.13	28.32
16	30	53	20	15	76.39	41.18	21.11	1+751.41	1+792.59	40.69	2.86	2.76

**AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO PARA LA  
ALDEA AGUA TIBIA 1, SECTOR LAS CALAVERAS**

**MEMORIA DE CÁLCULO CURVAS VERTICALES**

No.	E. PCV	E. PTV	PE	PS	VEL.	A	TIPO DE	K	LCV
							CURVA		
1	0+135.55	0+144.45	-1.75	-6.2	30	4.45	CONVEXA	2	8.9
2	0+344.80	0+375.20	-6.2	1.39	30	-7.59	CONCAVA	4.01	30.4
3	0+427.37	0+495.97	1.39	8.25	30	-6.86	CONCAVA	4.01	38.8
4	0+749.54	0+770.38	8.25	-2.13	30	10.38	CONVEXA	2	20.84
5	0+903.20	0+971.16	-2.13	14.1	30	-16.23	CONCAVA	4	67.96
6	1+219.36	1+261.60	14.1	-6.8	30	20.9	CONVEXA	2	43.2
7	1+429.64	1+450.36	-6.8	-1.62	30	-5.18	CONCAVA	4	20.72
8	1+642.58	1+677.14	-1.62	6.94	30	-8.56	CONCAVA	4	34.28

## RESUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRA

STATION	AREAS		VOLUMES		CUMULATIVE VOLUMES	
	Square Meters		Cubic Meters		Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+000	1.37	2.16				
0+020	8.63	0.00	100.00	21.59	100.00	21.59
0+040	11.74	0.00	203.61	0.01	303.61	21.60
0+060	13.36	0.00	250.92	0.00	554.53	21.60
0+080	11.73	0.00	249.99	0.00	804.52	21.60
0+100	22.77	0.00	342.41	0.00	1146.92	21.60
0+120	20.24	0.00	426.33	0.00	1573.25	21.60
0+140	15.19	0.00	354.31	0.00	1927.57	21.60
0+160	6.87	0.16	226.71	1.51	2154.28	23.10
0+180	2.31	1.38	95.40	14.22	2249.68	37.32
0+200	0.57	0.77	28.77	21.57	2278.45	58.89
0+220	5.32	0.00	58.94	7.73	2337.39	66.62
0+240	11.50	0.00	166.76	0.00	2504.14	66.62
0+260	19.07	0.00	304.18	0.00	2808.33	66.62
0+280	26.36	0.00	454.28	0.00	3262.61	66.62
0+300	23.59	0.00	499.56	0.00	3762.17	66.62
0+320	2.59	1.37	261.87	13.72	4024.04	80.35
0+340	0.00	13.38	25.41	151.42	4049.45	231.77
0+360	0.20	13.84	1.96	272.20	4051.41	503.97
0+380	0.00	25.16	2.00	382.87	4053.41	886.84
0+400	0.00	35.65	0.00	608.13	4053.41	1494.97
0+420	0.00	37.10	0.00	727.49	4053.41	2222.46
0+440	0.00	21.21	0.00	587.13	4053.41	2809.59
0+460	4.12	0.00	41.17	212.12	4094.58	3021.70
0+480	6.45	0.00	105.68	0.00	4200.26	3021.70
0+500	1.87	0.10	83.21	0.99	4283.47	3022.69
0+520	1.25	1.64	29.69	19.03	4313.16	3041.72
0+540	13.69	0.00	149.46	16.35	4462.61	3058.07
0+560	15.95	0.00	296.42	0.00	4759.03	3058.07
0+580	9.61	0.00	255.58	0.00	5014.61	3058.07
0+600	5.22	0.03	151.19	0.28	5165.80	3058.35
0+620	3.13	0.25	83.48	2.77	5249.29	3061.12
0+640	2.72	0.04	58.47	2.91	5307.76	3064.04
0+660	1.25	0.08	39.71	1.24	5347.47	3065.27
0+680	0.00	5.85	12.50	59.31	5359.97	3124.58
0+700	0.00	10.85	0.00	167.26	5359.97	3291.84
0+720	0.00	4.75	0.00	156.05	5359.97	3447.89
0+740	1.83	2.64	18.32	73.94	5378.29	3521.83
0+760	3.38	2.64	53.88	50.76	5432.17	3572.59
0+780	12.14	0.09	159.35	26.01	5591.51	3598.60
0+800	28.35	0.00	411.13	0.84	6002.64	3599.44
0+820	36.03	0.00	627.77	0.00	6630.41	3599.44
0+840	8.49	3.95	424.32	41.41	7054.73	3640.85
			99.02	233.52	7153.75	3874.37

0+860	2.27	17.35	52.63	338.64	7206.38	4213.01
0+880	3.00	16.51	120.02	185.54	7326.40	4398.54
0+900	9.00	2.04	90.28	184.91	7416.68	4583.45
0+920	0.02	16.45	0.23	552.14	7416.91	5135.60
0+940	0.00	38.77	0.00	679.74	7416.91	5815.34
0+960	0.00	28.92	0.00	471.66	7416.91	6287.00
0+980	0.00	17.39	0.00	429.13	7416.91	6716.12
1+000	0.00	24.51	0.00	424.08	7416.91	7140.20
1+020	0.00	16.73	0.00	515.87	7416.91	7656.07
1+040	0.00	33.64	0.00	761.11	7416.91	8417.18
1+060	0.00	42.47	0.00	812.41	7416.91	9229.59
1+080	0.00	38.77	10.46	396.79	7427.36	9626.38
1+100	1.05	0.91	10.46	195.79	7437.82	9822.17
1+120	0.00	18.67	66.29	186.80	7504.11	10008.96
1+140	6.63	0.01	172.80	0.13	7676.91	10009.09
1+160	10.65	0.00	140.79	0.13	7817.70	10009.22
1+180	3.43	0.01	36.76	5.35	7854.46	10014.56
1+200	0.25	0.52	7.87	43.10	7862.33	10057.66
1+220	0.54	3.79	22.86	83.99	7885.19	10141.65
1+240	1.75	4.61	77.08	65.81	7962.27	10207.46
1+260	5.96	1.97	78.42	87.59	8040.68	10295.05
1+280	1.88	6.79	42.53	125.43	8083.21	10420.49
1+300	2.37	5.75	83.44	70.78	8166.65	10491.26
1+320	5.97	1.32	154.42	13.45	8321.07	10504.71
1+340	9.73	0.00	231.23	0.00	8552.30	10504.71
1+360	13.63	0.00	268.82	0.00	8821.12	10504.71
1+380	13.25	0.00	233.01	0.00	9054.12	10504.71
1+400	10.05	0.00	210.92	0.00	9265.04	10504.71
1+420	11.04	0.00	137.91	116.90	9402.95	10621.61
1+440	2.75	11.69	72.46	145.78	9475.41	10767.39
1+460	4.06	4.83	281.30	45.25	9756.71	10812.64
1+480	23.19	0.00	446.25	0.00	10202.96	10812.64
1+500	22.49	0.00	509.90	0.00	10712.86	10812.64
1+520	28.50	0.00	600.21	0.00	11313.07	10812.64
1+540	31.52	0.00	532.21	0.00	11845.28	10812.64
1+560	21.70	0.00	389.65	0.00	12234.93	10812.64
1+580	17.26	0.00	230.93	0.19	12465.86	10812.83
1+600	5.83	0.02	97.91	2.20	12563.77	10815.03
1+620	3.96	0.20	57.46	5.31	12621.22	10820.34
1+640	1.78	0.33	19.01	31.52	12640.24	10851.86
1+660	0.12	2.82	1.18	142.14	12641.42	10994.00
1+680	0.00	11.39	0.00	245.42	12641.42	11239.42
1+700	0.00	13.15	0.00	259.06	12641.42	11498.48
1+720	0.00	12.76	0.00	181.74	12641.42	11680.22
1+740	0.00	5.42	0.00	188.50	12641.42	11868.71
1+760	0.00	13.43	9.82	145.95	12651.24	12014.67



1+780	1.00	0.79				
1+800	0.00	4.90	9.82	58.70	12661.05	12073.37
1+820	0.00	9.79	0.00	146.90	12661.05	12220.27
1+840	0.00	8.57	0.00	183.55	12661.05	12403.82
1+860	0.01	3.76	0.14	123.33	12661.19	12527.15
1+875.692	0.00	0.00	0.11	29.52	12661.30	12556.67
			0.00	0.00	12661.30	12556.67



**COSTOS UNITARIOS**  
**AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO, PARA LA**  
**ALDEA AGUA TIBIA 1, SECTOR LAS CALAVERAS**

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
1	PRELIMINARES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO X UNIDAD	TOTAL
1.1	Campamento	Global	1	Q 30,000.00	Q 30,000.00
1.2	Replanteo Topográfico	ml	1875	Q 2.47	Q 4,631.25
1.3	Limpia, Chapeo y Destronque	ml	1875	Q 4.95	Q 9,281.25
1.4	Estudio de suelo	Unidad	4	Q 700.00	Q 2,800.00
<b>Total de Renglon</b>					<b>Q 46,712.50</b>
<b>Precio Unitario</b>					<b>Q 46,712.50</b>

2	CORTE Y ACARREO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO X UNIDAD	TOTAL
2.1	Tractor D6	m3	15827	Q 6.82	Q 107,940.14
2.2	Camión de volteo 12m3 (Recorrido promedio 1Km)	m3	7914	Q 12.50	Q 98,925.00
<b>Total de renglon</b>					<b>Q 206,865.14</b>
<b>Precio Unitario</b>					<b>Q 13.07</b>

3	RELLENO en capas no mayores de 0,30m. Compactado al 95%, proctor modificado	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO X UNIDAD	TOTAL
3.1	Préstamo de material	m3	1125	Q15.00	Q16,875.00
3.2	Moto niveladora 125 HP	m3	16952	Q 8.19	Q 138,836.88
3.3	Compactadora tambor liso tracción 80 HP	m3	16952	Q 5.95	Q 100,864.40
3.4	pipa regadora de 2000 galones	gal.	305136	Q 0.09	Q 27,462.24
<b>Total de renglon</b>					<b>Q 284,038.52</b>
<b>Precio Unitario</b>					<b>Q 16.76</b>

4	DRENAJE TRANSVERSAL	7 Unidades			
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO X UNIDAD	TOTAL
4.1	Cemento	Sacos	17	Q 61.75	Q 1,049.75
4.2	Arena de río	m3	1.5	Q 234.32	Q 351.48
4.3	Piedrin 3/4"	m3	2	Q 301.75	Q 603.50
4.4	Piedra Bola	m3	0.6	Q 267.80	Q 160.68
4.5	Hierro No.3	Quintal	1	Q 368.42	Q 368.42
4.6	Hierro No. 2	varilla	1	Q 24.05	Q 24.05
4.7	Alambre de Amarre.	Libra	4.1	Q 6.50	Q 26.65
4.8	Tubos HG Ø30"	Conchas	22	Q 316.68	Q 6,966.96

4.9	Transporte de Conchas	Flete	1	Q	51.66	Q	51.66	
4.9	Tabla (8´*1´*12")	Docena	3	Q	468.65	Q	1,405.95	
4.9	Regla (8´*3´*3")	Docena	1	Q	340.60	Q	340.60	
4.9	Clavos para madera (3" para madera)	Libra	24	Q	6.70	Q	160.80	
	Materiales					Q	11,510.50	
	Mano de obra					Q	2,877.63	
	Herramienta					Q	500.00	
<b>Costo Total unitario</b>							<b>Q</b>	<b>14,888.13</b>

5	Bóveda	1 Unidades						
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO X UNIDAD	TOTAL			
5.1	Cemento	Sacos	349	Q 61.75	Q 21,550.75			
5.2	Arena de río	m3	28	Q 234.32	Q 6,560.96			
5.3	Piedrín 3/4"	m3	40	Q 301.75	Q 12,070.00			
5.4	Piedra Bola	m3	19	Q 267.80	Q 5,088.20			
5.5	Hierro No.3	Quintal	5	Q 368.42	Q 1,842.10			
5.6	Hierro No. 5	Quintal	16	Q 380.25	Q 6,084.00			
5.7	Alambre de Amarre .	Libra	105	Q 6.50	Q 682.50			
5.8	Tabla (8´*1´*12")	Docena	10	Q 468.65	Q 4,686.50			
5.9	Regla (8´*3´*3")	Docena	4	Q 340.60	Q 1,362.40			
5.9	Clavos para madera (3" para madera)	Libra	115	Q 6.70	Q 770.50			
	Materiales				Q 60,697.91			
	Mano de obra				Q 15,174.48			
	Herramienta				Q 2,000.00			
<b>Costo Total unitario</b>							<b>Q</b>	<b>77,872.39</b>

6	ESTABILIZACION DE LA SUB-RASANTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO X UNIDAD	TOTAL	
6.1	Moto niveladora 125 HP	m2	16321.2	Q 0.41	Q 6,691.69	
6.2	Compactadora tambor liso 80 HP	m2	16321.2	Q 0.30	Q 4,896.36	
6.3	Pipa regadora de 2000 galones	gal	308797.1	Q 0.09	Q 27,791.74	
<b>Total de renglon</b>					<b>Q</b>	<b>39,379.79</b>
<b>Precio Unitario</b>					<b>Q</b>	<b>2.41</b>

7	COLOCACION DE CAPA DE BALASTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO X UNIDAD	TOTAL
7.1	Excavadora	m3	2446.87	Q 7.64	Q 18,694.09
7.2	Moto niveladora 125 HP	m3	2446.87	Q 8.19	Q 20,039.87
7.3	Compactadora tambor liso doble tracción 80 HP	m3	2446.87	Q 5.95	Q 14,558.88
7.4	Camión de volteo 12m3 (Recorrido promedio 3Km)	m3	2446.87	Q 12.50	Q 30,585.88

7.5	Pipa regadora de 2000 galones	gal.	46294.78	Q	0.09	Q	4,166.53
<b>Total de renglon</b>						<b>Q</b>	<b>88,045.23</b>
<b>Precio Unitario</b>						<b>Q</b>	<b>35.98</b>

8	CUNETAS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO X UNIDAD	TOTAL
8.1	Cunetas naturales hechas por la maquina	ml	3750	Q 1.50	Q 5,625.00
<b>Total de renglon</b>					<b>Q 5,625.00</b>
<b>Precio Unitario</b>					<b>Q 1.50</b>

9	TRANSPORTE DE MAQUINARIA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO X UNIDAD	TOTAL
9.1	Transporte de maquinaria	Flete	5	Q 2,232.00	Q 11,160.00
<b>Total de renglon</b>					<b>Q 11,160.00</b>
<b>Precio Unitario</b>					<b>Q 2,232.00</b>

<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q</b>	<b>863,915.45</b>
---------------------------------	--	--	--	--	----------	-------------------



**RESUMEN DE PRESUPUESTO  
AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO DE ACCESO, PARA LA  
ALDEA AGUA TIBIA 1, SECTOR LAS CALAVERAS**

<b>RESUMEN DE PRESUPUESTO Y CANTIDADES DE TRABAJO</b>					
	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO X UNIDAD</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
1	Preliminares	Global	1.00	Q 46,712.50	Q 46,712.50
2	Corte y acarreo	m3	15827.00	Q 13.07	Q 206,865.14
3	Relleno	m3	16952.00	Q 16.76	Q 284,038.52
4	Drenaje Transversal	Unidad	7.00	Q 14,888.13	Q 104,216.88
5	Bóveda	Unidad	1.00	Q 77,872.39	Q 77,872.39
6	Estabilización de la sub-razante	m2	16321.20	Q 2.41	Q 39,379.79
7	Colocación de capa de balasto	m3	2446.87	Q 35.98	Q 88,045.23
8	Cunetas	ml	3750.00	Q 1.50	Q 11,160.00
9	Transporte de maquinaria	Flete	5.00	Q 2,232.00	Q 5,625.00
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 863,915.45</b>







**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No. 115 S.S.

O.T. No.: 21,321

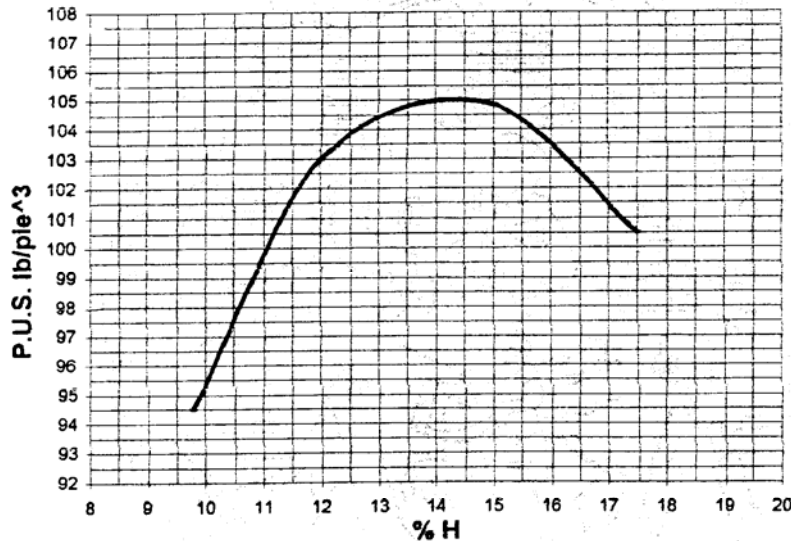
Interesado: Carlos Augusto Estrada Hernández  
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.

Proctor Estándar: ( ) Norma:  
Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180

Proyecto: Trabajo de Graduación EPS

Ubicación: Municipio de chinique, Quiché  
Fecha: 22 de marzo de 2007


**GRAFICA DE DENSIDAD SECA-HUMEDAD RELATIVA**



Muestra No.: 1  
 Descripción del suelo: Fragmentos de roca con arena limosa color beige  
 Densidad seca máxima  $\gamma_d$ : 1,682 t/m<sup>3</sup>      106,2 lb/pe<sup>3</sup>  
 Humedad óptima Hop.: 14,1 %  
 Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.:

  
 Ing. Oscar E. Medrano Mendez  
 Jefe Sección Mecánica de Suelos  
  
 Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez  
 DIRECTOR CII/USAC







CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No.: 0112 S.S. O.T. No.: 21,321

INTERESADO: Carlos Augusto Estrada Hernández

PROYECTO: Trabajo de Graduación EPS

ASUNTO: ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)

Norma: A.A.S.T.H.O T-19

UBICACIÓN: Municipio de chinique, Quiché

MUESTRA No.: 1

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Fragmento de roca con  
arena limosa color beige

FECHA: 22 de marzo de 2007

**RESULTADO DEL ENSAYO:**

P.U.S.= 1370 kg/m<sup>3</sup>

OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez  
DIRECTOR CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Mendez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos







**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



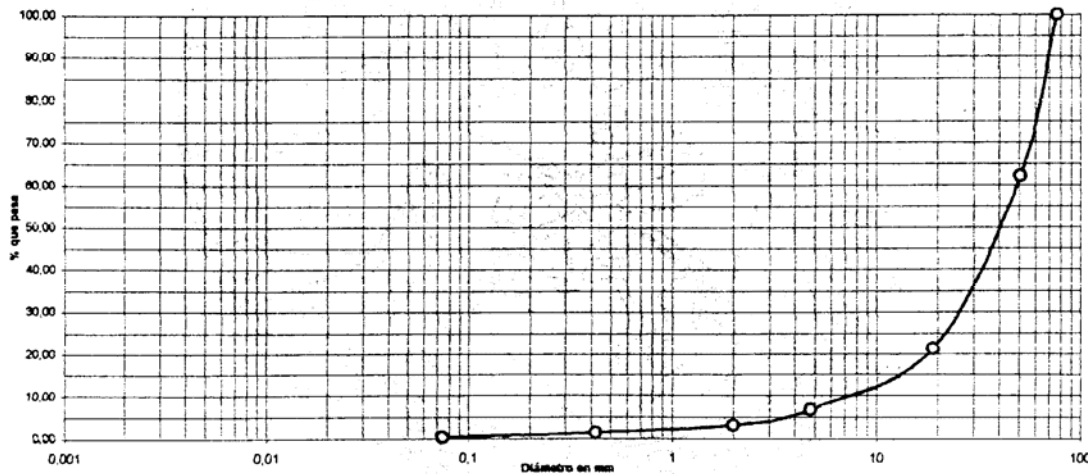
INFORME No. 0114 S.S. O.T. No. 21,321

Interesado: Carlos Augusto Estrada Hernández  
 Tipo de Ensayo: Con tamices y lavado previo.  
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27 Fecha: 22 de marzo de 2007  
 Proyecto: Trabajo de Graduación EPS

Procedencia: Municipio de chinique, Quiché

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
3"	76,2	100,00
2"	50,8	62,09
3/4"	19,05	21,31
4	4,76	6,76
10	2	3,07
40	0,42	1,23
200	0,074	0,20

% de Grava: 93,24  
 % de Arena: 6,56  
 % de Finos: 0,20



Descripción del suelo: Fragmentos de roca con arena limosa color beige  
 Clasificación: S.C.U.: GW P.R.A.: A-1-a  
 Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,  
 Vo. Bo.   
 Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez  
 DIRECTOR CII/USAC.

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
 Jefe Sección Mecánica de Suelos







CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No. 0113 S.S.

O.T. No. 21,321

Interesado: Carlos Augusto Estrada Hernández  
Proyecto: Trabajo de graduación - EPS

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Municipio de chinique, Quiché

FECHA: 22 de marzo de 2007

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	LL (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	29,5	4,5	ML	Arena limosa color beige

(\*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por los interesados.

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez  
DIRECTOR CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos



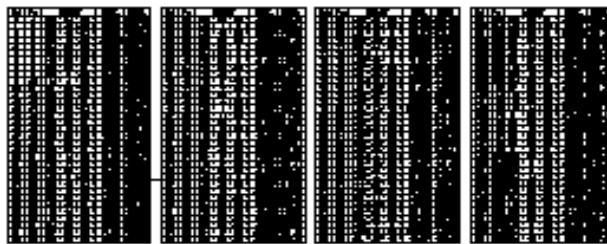
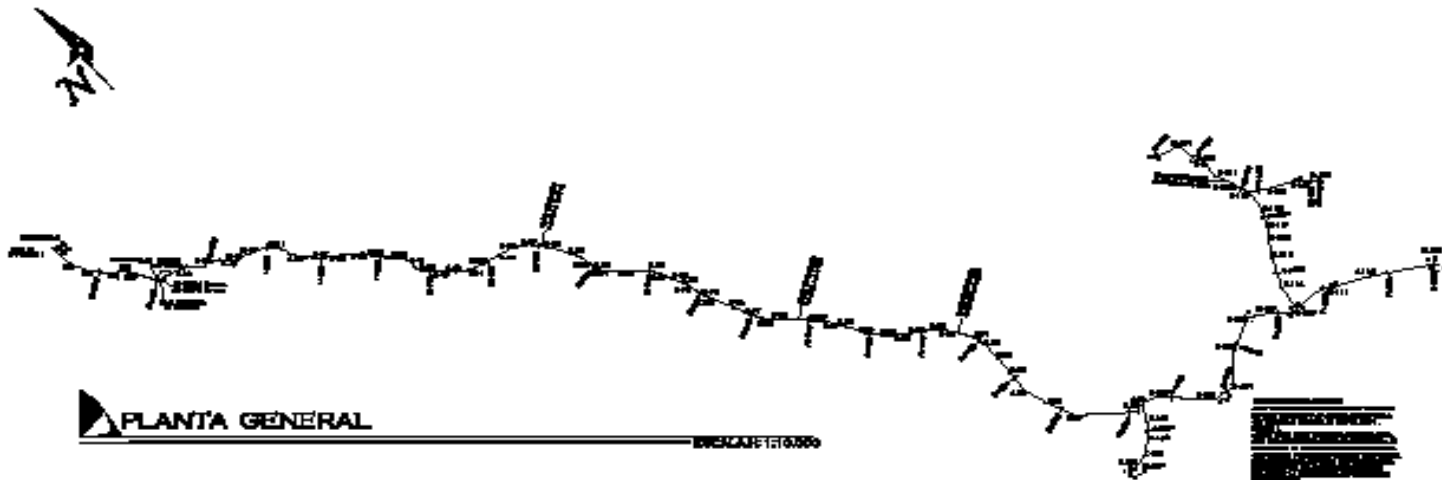




## **APÉNDICE B**

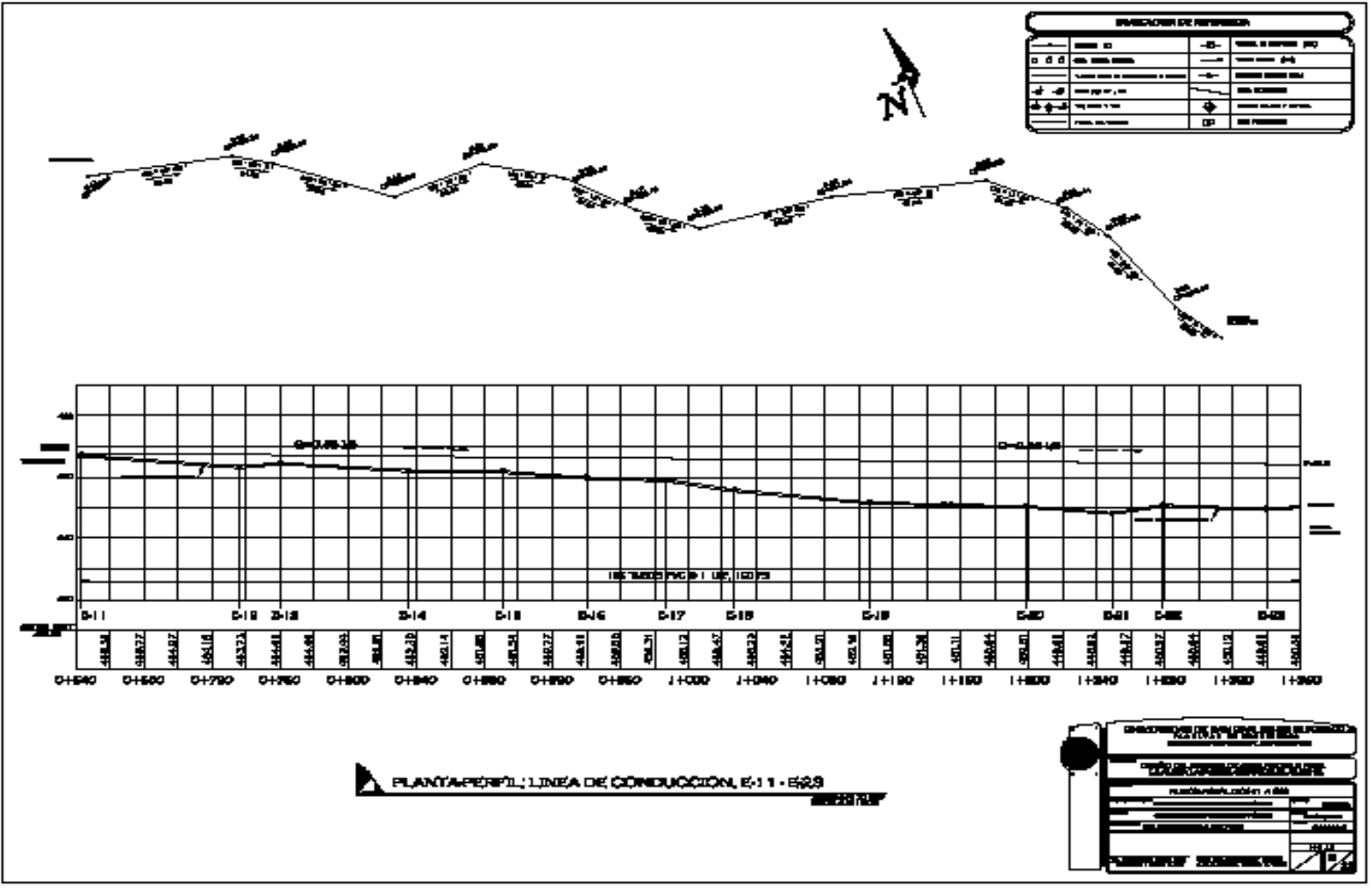
1. Planos del diseño de agua potable para la aldea Las Vigas.
2. Planos de la ampliación y mejoramiento del camino de acceso, para la aldea Agua Tibia 1, sector Las Calaveras.

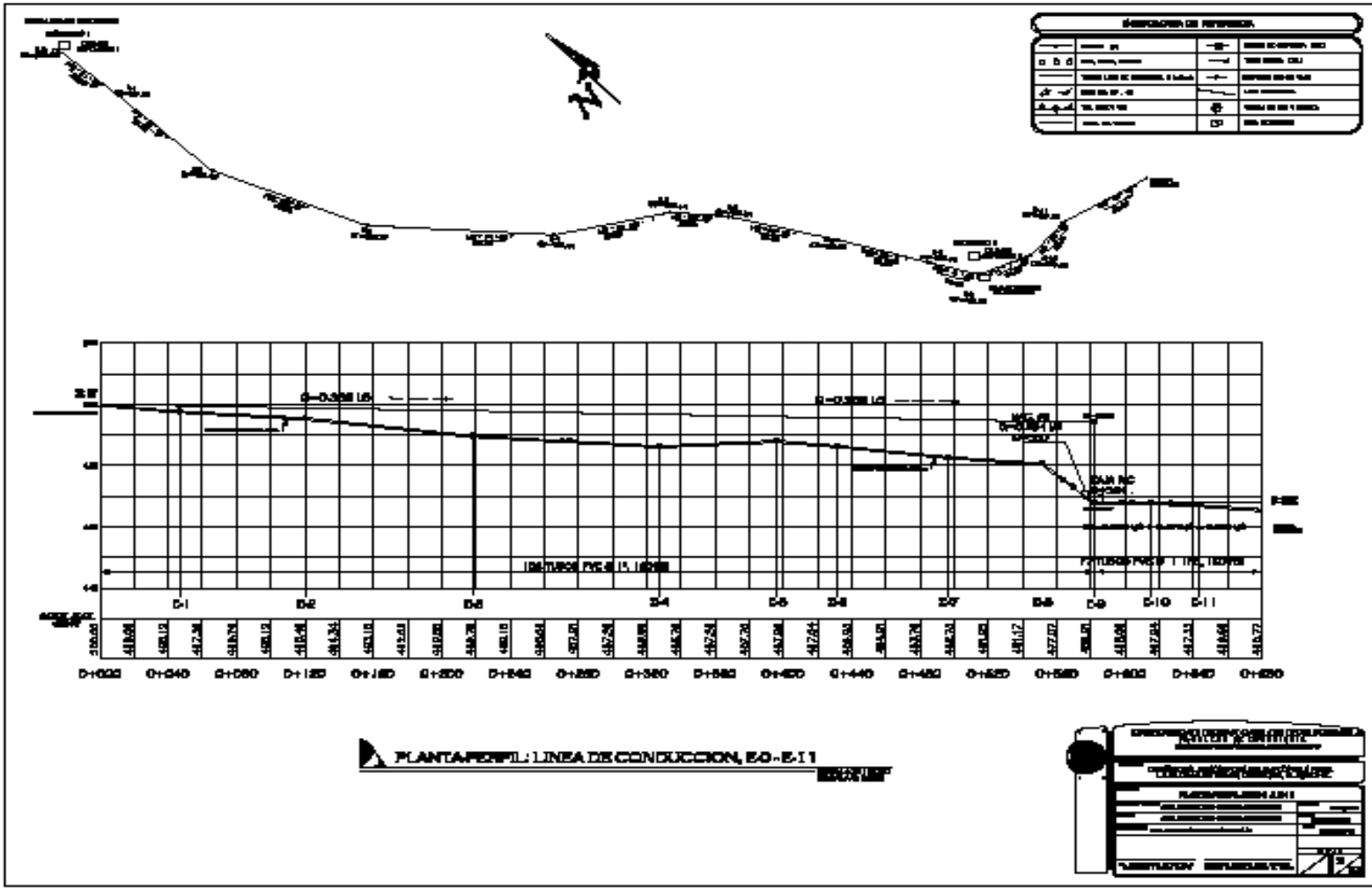




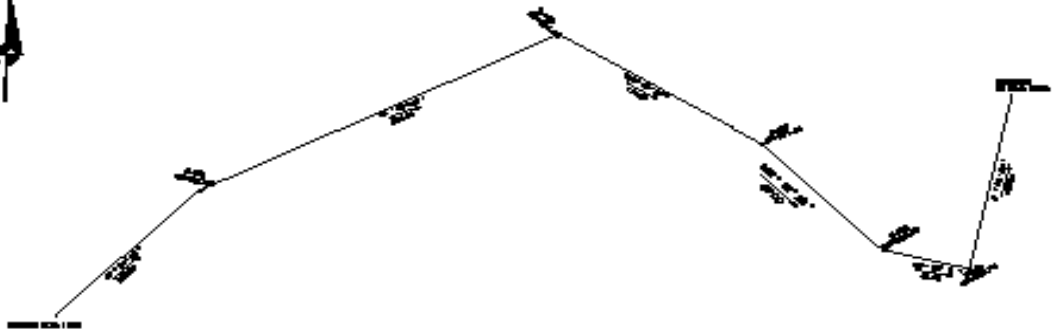
**DISEÑO DE AGUA POTABLE PARA  
ALDEA LAS VIGAS, CHINIQUE, QUICHE**

<b>PROYECTO DE OBRAS DE INGENIERIA</b> INGENIERIA CIVIL	
<b>TITULO: DISEÑO DE AGUA POTABLE PARA ALDEA LAS VIGAS, CHINIQUE, QUICHE</b>	
PLANTA GENERAL, TUBERIA DE REDES PRELIMINAR	
ELABORADO POR:	FECHA:
REVISADO POR:	ESCALA:
APROBADO POR:	HOJA:
INGENIERO EN CIVIL	1/1









SIMBOLOGIA DE REFERENCIA			
—	TIPO DE TUBERIA	—	VALVULA DE CIERRE
—	VALVULA DE CIERRE	—	VALVULA DE CIERRE
—	VALVULA DE CIERRE	—	VALVULA DE CIERRE
—	VALVULA DE CIERRE	—	VALVULA DE CIERRE
—	VALVULA DE CIERRE	—	VALVULA DE CIERRE
—	VALVULA DE CIERRE	—	VALVULA DE CIERRE
—	VALVULA DE CIERRE	—	VALVULA DE CIERRE
—	VALVULA DE CIERRE	—	VALVULA DE CIERRE
—	VALVULA DE CIERRE	—	VALVULA DE CIERRE

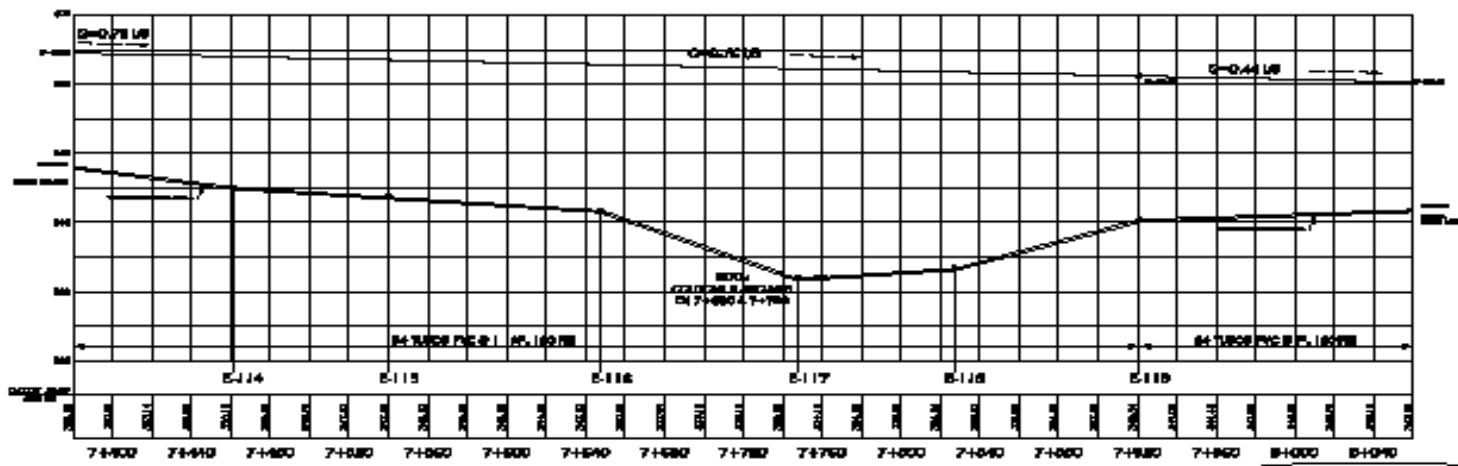


**PLANTA PERFIL: RED DE DISTRIBUCION, S-108-S-109**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE AGUAS	
PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE	
ESTACIONES S-108 Y S-109	
AUTOR: [Nombre]	
FECHA: [Fecha]	
ESCALA: [Escala]	
PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE	
ESTACIONES S-108 Y S-109	



LEYENDA DE SIMBOLOS			
—	LINEA DE	—	VALVE DE REGULACION (VR)
□	VALVE DE REGULACION	—	VALVE DE REGULACION (VR)
○	VALVE DE REGULACION	—	VALVE DE REGULACION (VR)
+	VALVE DE REGULACION	—	VALVE DE REGULACION (VR)
+	VALVE DE REGULACION	—	VALVE DE REGULACION (VR)
+	VALVE DE REGULACION	—	VALVE DE REGULACION (VR)
+	VALVE DE REGULACION	—	VALVE DE REGULACION (VR)
+	VALVE DE REGULACION	—	VALVE DE REGULACION (VR)
+	VALVE DE REGULACION	—	VALVE DE REGULACION (VR)
+	VALVE DE REGULACION	—	VALVE DE REGULACION (VR)



**PLANTA PERFIL: RED DE DISTRIBUCION, E-114 - E-119**

LEYENDARIO GENERAL DEL DISEÑO DE SERVICIOS DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE LA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE AGUA POTABLE	
<b>COMANDO EN JEFE</b>	
PLANIFICACION Y DISEÑO DE SERVICIOS	
NOMBRE DEL DISEÑADOR	FECHA
NOMBRE DEL REVISOR	FECHA
NOMBRE DEL APROBADO	FECHA
NOMBRE DEL APROBADO	FECHA

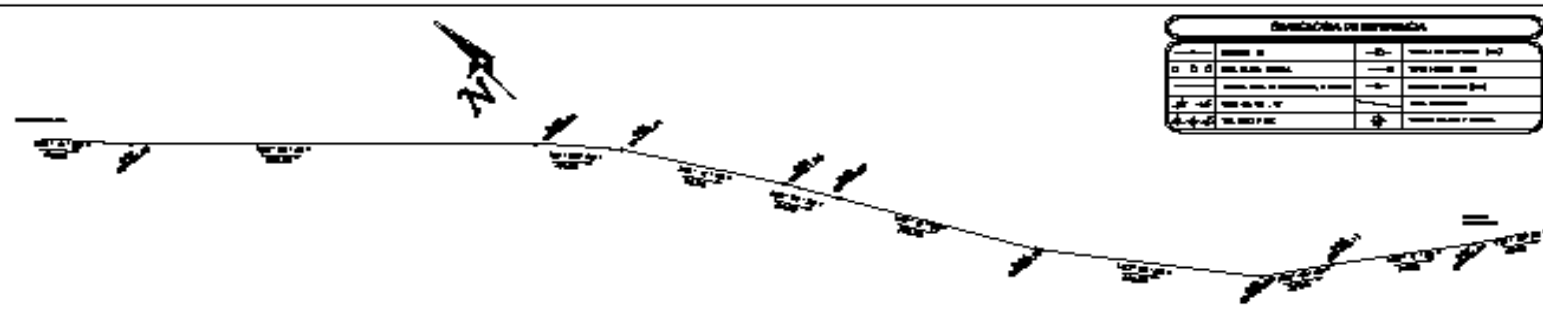




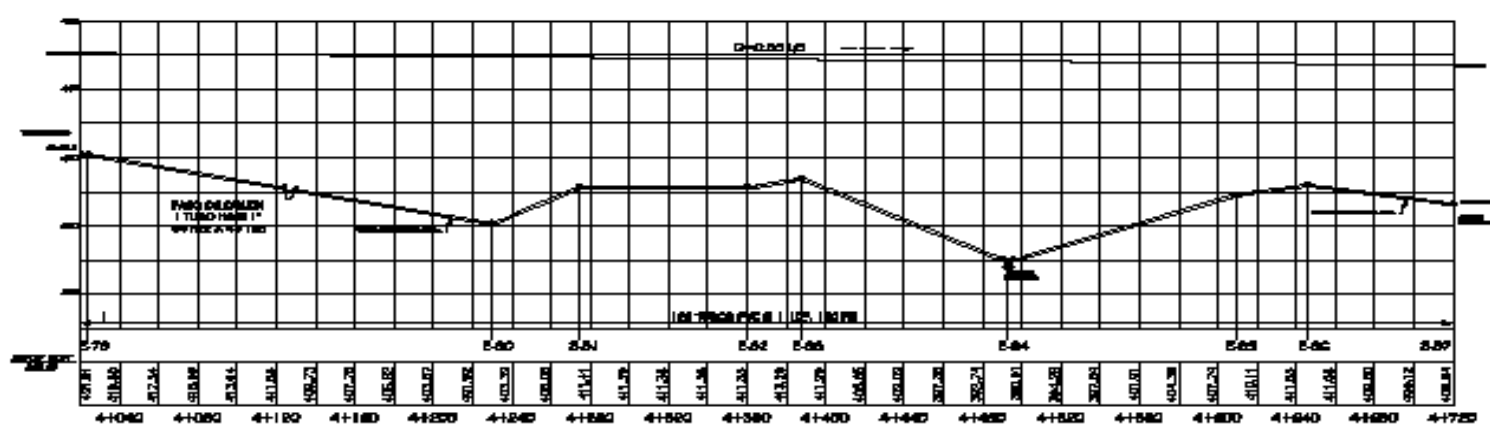






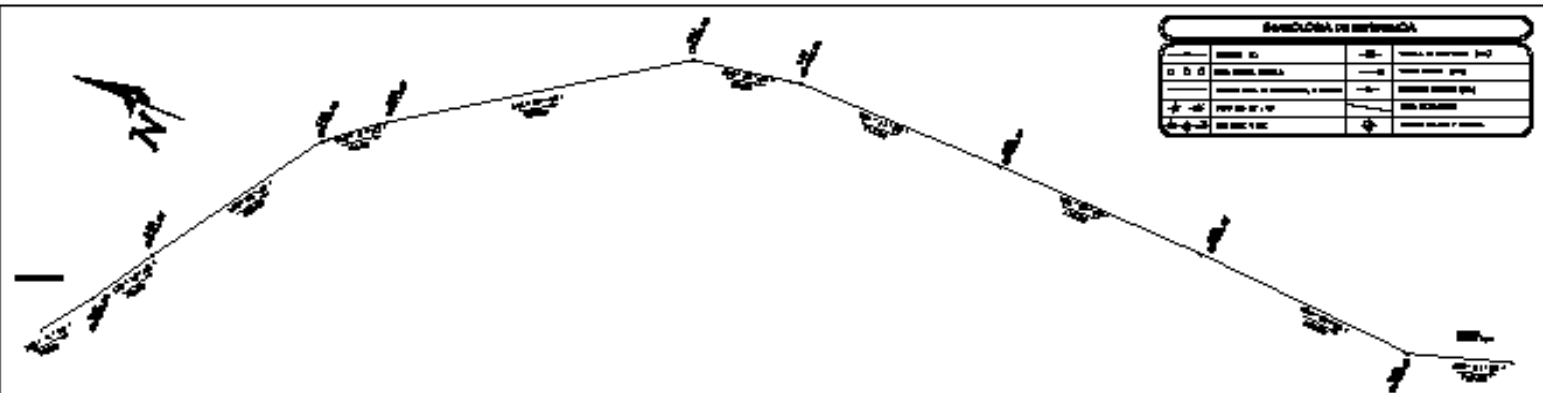


LEYENDA DE SIMBOLOS	
—	LINEA DE CONDUCCION (D=1000)
—	LINEA DE CONDUCCION (D=1500)
—	LINEA DE CONDUCCION (D=2000)
—	LINEA DE CONDUCCION (D=2500)
—	LINEA DE CONDUCCION (D=3000)
—	LINEA DE CONDUCCION (D=3500)
—	LINEA DE CONDUCCION (D=4000)
—	LINEA DE CONDUCCION (D=4500)
—	LINEA DE CONDUCCION (D=5000)
—	LINEA DE CONDUCCION (D=5500)
—	LINEA DE CONDUCCION (D=6000)
—	LINEA DE CONDUCCION (D=6500)
—	LINEA DE CONDUCCION (D=7000)
—	LINEA DE CONDUCCION (D=7500)
—	LINEA DE CONDUCCION (D=8000)
—	LINEA DE CONDUCCION (D=8500)
—	LINEA DE CONDUCCION (D=9000)
—	LINEA DE CONDUCCION (D=9500)
—	LINEA DE CONDUCCION (D=10000)

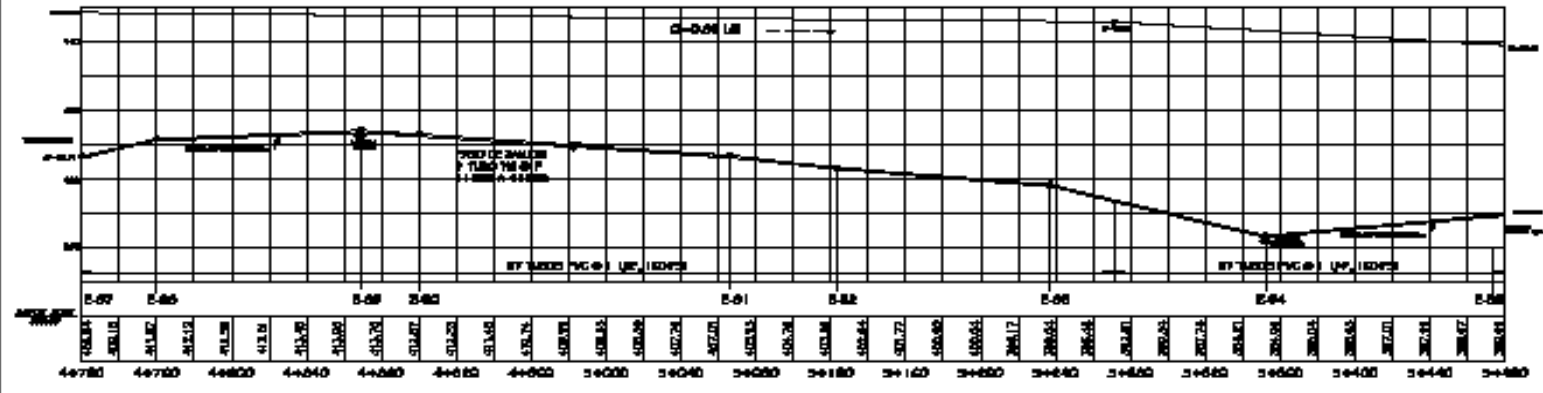


**PLANTA-PERFIL: LINEA DE CONDUCCION, 578-587**

INFORMACION GENERAL	
PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE	
ESTACIONES: 578-587	
Escala: 1:1000	
Fecha: 10/2010	
Autor: [Nombre]	
Revisor: [Nombre]	
Aprobado: [Nombre]	
[Logo]	

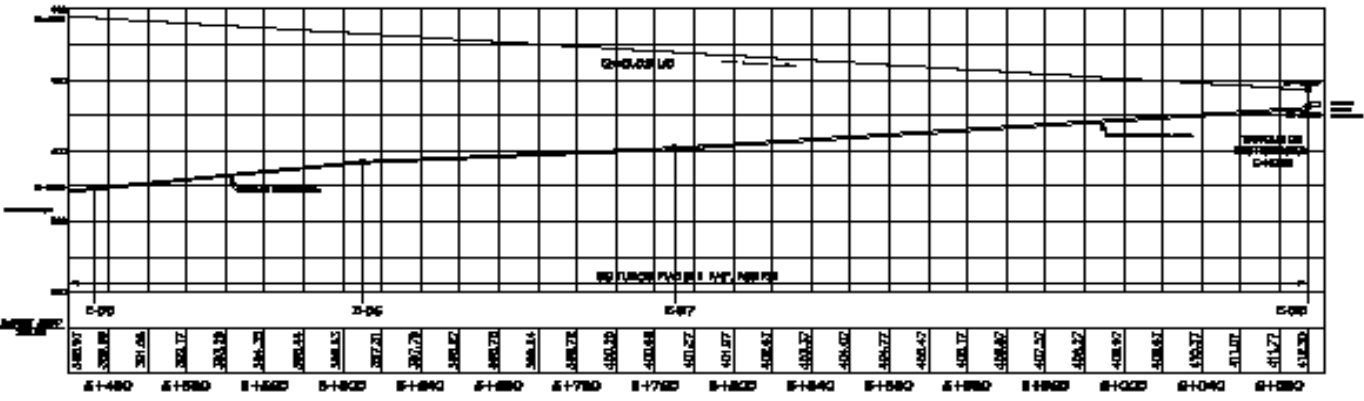
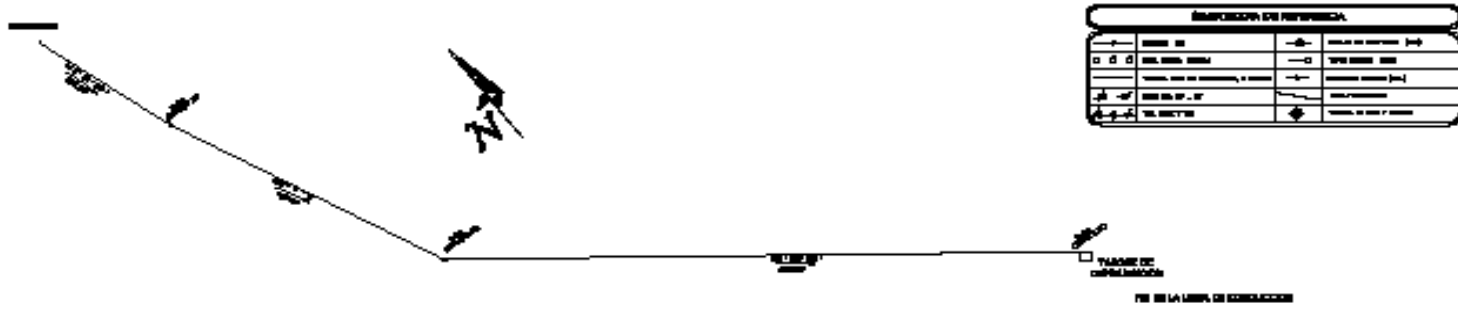


LEYENDA DE SIMBOLOS		
[Symbol]	VALVE	VALVE
[Symbol]	HYDRANT	HYDRANT
[Symbol]	...	...
[Symbol]	...	...
[Symbol]	...	...
[Symbol]	...	...



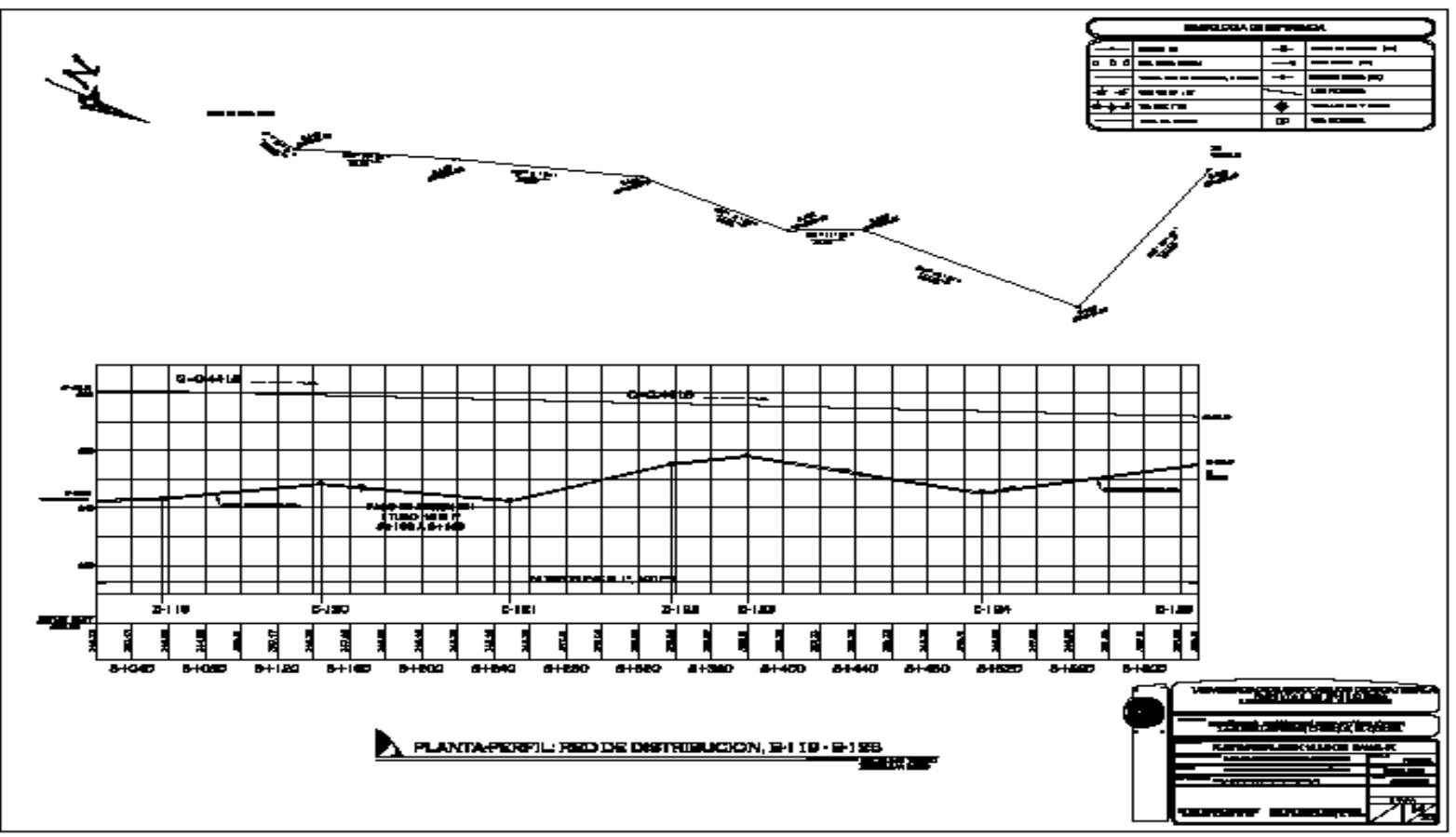
PLANTA-PERFIL: LINEA DE CONDUCCION, E-07 - E-06

INFORMACION GENERAL	
PROYECTO: ...	
FECHA: ...	
AUTOR: ...	
REVISOR: ...	
APROBADO: ...	
Escala: ...	
Hoja: ...	



**PLANTA PERFIL LINEA DE CONDUCCION: E85 - E86**

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE SANTIAGO	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE AGUAS	
PROYECTO DE TUBERÍA DE CONDUCCIÓN	
ESTACIÓN: E85 - E86	
AUTOR: [ ]	
FECHA: [ ]	
Escala: [ ]	
PROYECTO: [ ]	
AUTORIZADO: [ ]	
REVISADO: [ ]	
APROBADO: [ ]	







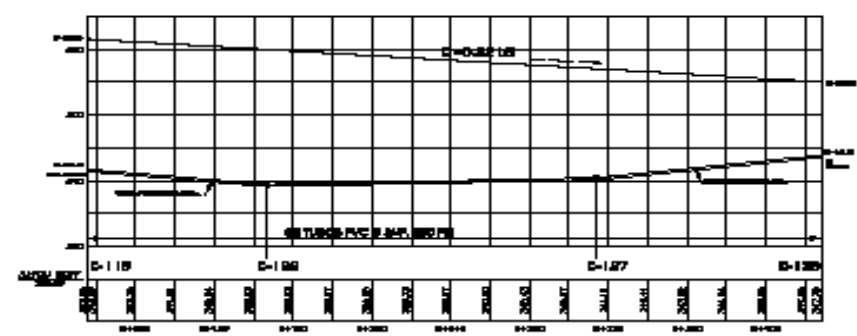
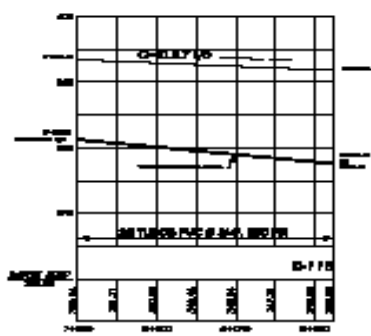








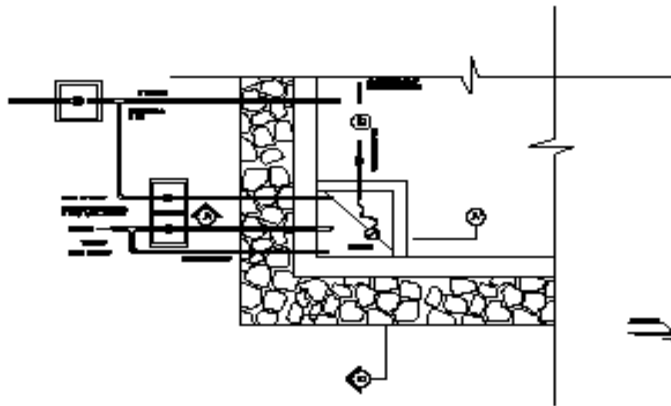
SIMBOLOGIA DE REFERENCIA			
	Intake of water		Water intake
	Water intake		Water intake
	Water intake		Water intake
	Water intake		Water intake
	Water intake		Water intake
	Water intake		Water intake
	Water intake		Water intake
	Water intake		Water intake
	Water intake		Water intake
	Water intake		Water intake



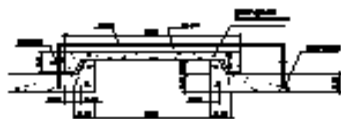
PLANTA PERFIL: RED DE DISTRIBUCION E-112 - E-113

PLANTA PERFIL: RED DE DISTRIBUCION E-118 - E-129

INFORMACION GENERAL	
TITULO: PROYECTO DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE	
FECHA: 2023-08-15	
AUTOR: [Name]	
REVISOR: [Name]	
APROBADO: [Name]	
[Signature]	



**DETALLE DE HIPOCLORADOR**



**DETALLE DE FREGADERO**



**SECCION A-A DE HIPOCLORADOR**



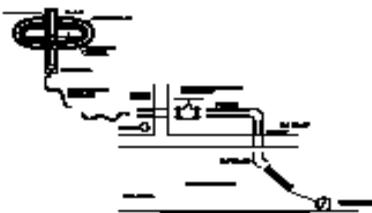
**DETALLE DE BARRIDO**



**DETALLE DE FLOWADOR**

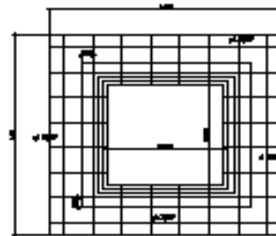


**DETALLE DE T.M.**



**SECCION B-B DE HIPOCLORADOR**

"MULTIUSUARIOS"		
TIPO	TIPO	TIPO



**DETALLE DE LOSA**

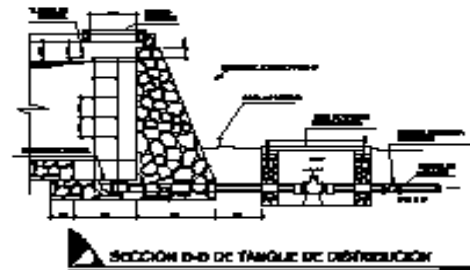
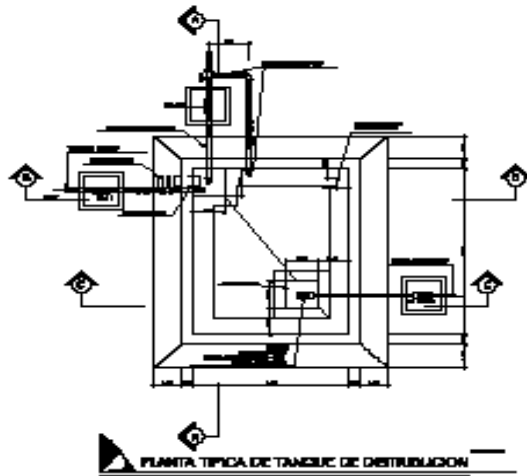
1. MATERIAL DE REVESTIMIENTO DE LA PARED
2. MATERIAL DE REVESTIMIENTO DEL FONDO DE LA PARED
3. MATERIAL DE REVESTIMIENTO DEL FONDO DEL FONDO
4. MATERIAL DE REVESTIMIENTO DEL FONDO DEL FONDO
5. MATERIAL DE REVESTIMIENTO DEL FONDO DEL FONDO
6. MATERIAL DE REVESTIMIENTO DEL FONDO DEL FONDO
7. MATERIAL DE REVESTIMIENTO DEL FONDO DEL FONDO
8. MATERIAL DE REVESTIMIENTO DEL FONDO DEL FONDO

DATOS PARA ELABORAR PIPA OCHA A BIR	
TIPO	TIPO

REPARTICION DE MATERIALES PARA LA PIPA			
TIPO	TIPO	TIPO	TIPO

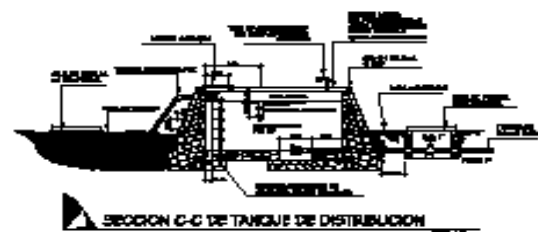
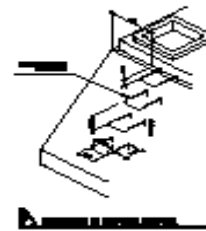
REPARTICION DE MATERIALES PARA LA PIPA	
TIPO	TIPO





LEYENDA

1	ARMAZÓN DE ACERO
2	REVESTIMIENTO DE HORMIGÓN
3	REVESTIMIENTO DE PIEDRA
4	REVESTIMIENTO DE ALBAÑILERÍA
5	REVESTIMIENTO DE PISO DE CEMENTO
6	REVESTIMIENTO DE PISO DE PIEDRA
7	REVESTIMIENTO DE PISO DE ALBAÑILERÍA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
CATEDRÁTICO: DR. JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ	
ALUMNO: [Nombre del alumno]	
MATERIA: [Materia]	
FECHA: [Fecha]	
TÍTULO: [Título del proyecto]	
LUGAR: [Lugar]	
[Espacio para firma]	

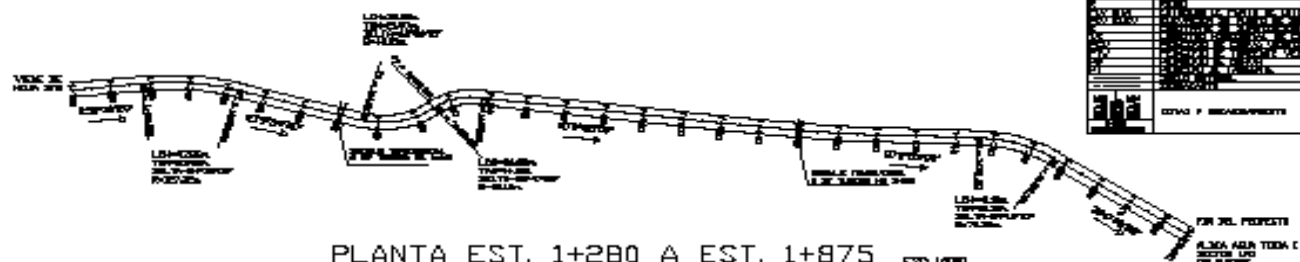




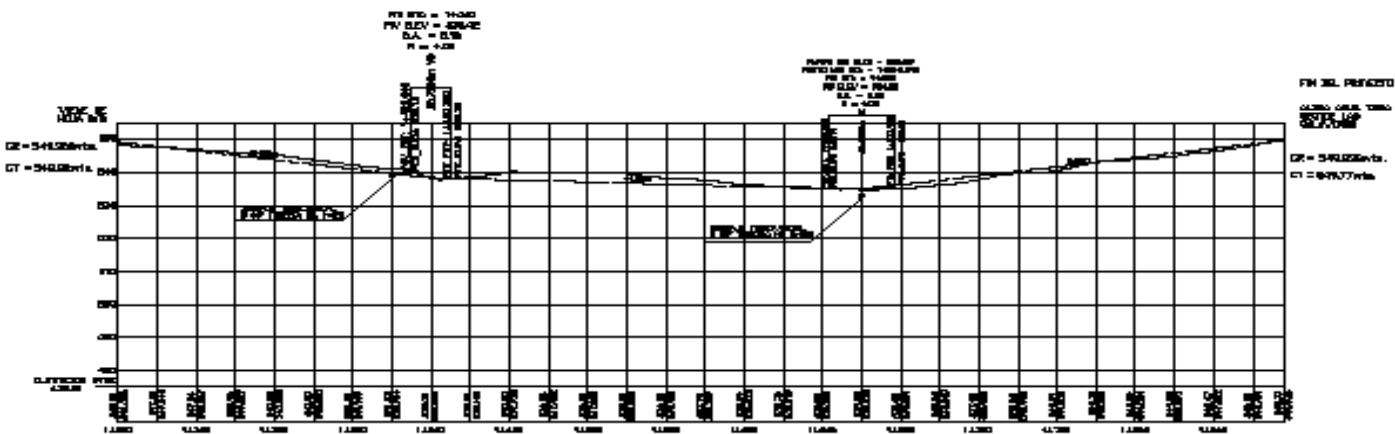




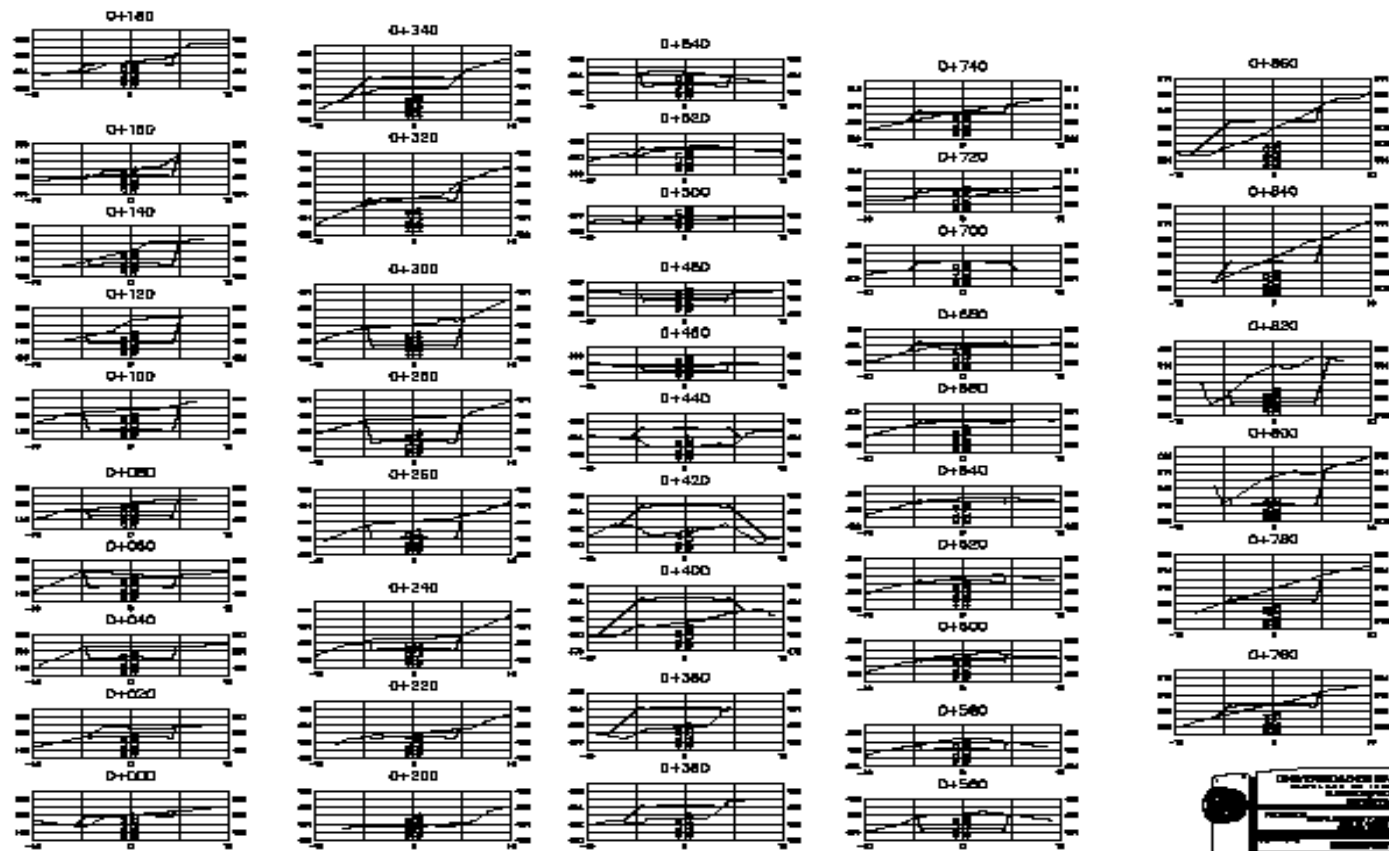




PROYECTO	
FECHA:	15/05/2010
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA DE ALTA. 200
ESTADO:	ESTUDIO PRELIMINAR
PROYECTANTE:	ING. J. J. GARCÍA
REVISOR:	ING. J. J. GARCÍA
APROBADO:	ING. J. J. GARCÍA
OTRO:	



PROYECTO DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA DE ALTA. 200	
FECHA:	15/05/2010
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA DE ALTA. 200
ESTADO:	ESTUDIO PRELIMINAR
PROYECTANTE:	ING. J. J. GARCÍA
REVISOR:	ING. J. J. GARCÍA
APROBADO:	ING. J. J. GARCÍA
OTRO:	



SECCIONES TRANSVERSALES EST. 0+000 A EST.0+860

1/20

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL "RUFINA OLMEDO"	
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS	
CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA	
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA	
PROYECTO:	
TÍTULO:	
AUTOR:	
FECHA:	
ESCALA:	
OBSERVACIONES:	
APROBADO:	
FIRMA:	
SELLO:	







# DETALLES ESTRUCTURALES DE BOVEDA

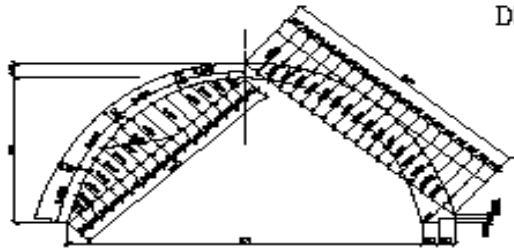
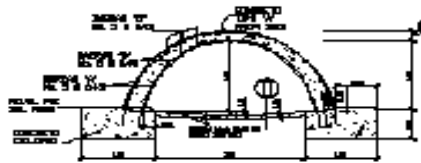
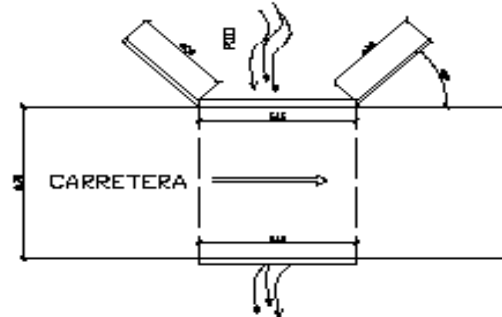


DIAGRAMA DE CURVATURA L60

PLANTA ACOTADA C60 330



SECCION TRANSVERSAL C60 340



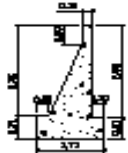
DEFINICION DE RELLENO ESTRUCTURAL

NOTA: SE DEBE VERIFICAR SI LA  
CANTIDAD DE REFORZADO EN  
LAS ZONAS DE TRANSICION DE  
LA CARRETERA AL  
RELLENO ES ADECUADA.

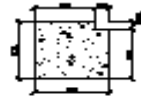
PLANILLA DE REFORZADO									
NO.	DESCRIPCION	TIPO	DIAM.	ESPESOR	LONGITUD	CANTIDAD	UNIDAD	NOTAS	OTROS
1	REBARRO	4	10	10	10	10	10		
2	REBARRO	4	10	10	10	10	10		
3	REBARRO	4	10	10	10	10	10		
4	REBARRO	4	10	10	10	10	10		
5	REBARRO	4	10	10	10	10	10		
6	REBARRO	4	10	10	10	10	10		
7	REBARRO	4	10	10	10	10	10		
8	REBARRO	4	10	10	10	10	10		
9	REBARRO	4	10	10	10	10	10		
10	REBARRO	4	10	10	10	10	10		



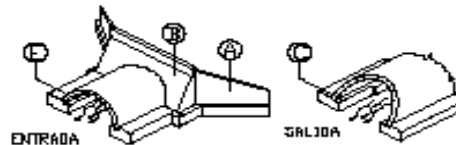
CORTE A C60 350



CORTE B C60 360



CORTE C C60 370



PERSPECTIVAS C60 380



CORTE D C60 390



CORTE E C60 400

PLANILLA DE REFORZADO									
NO.	DESCRIPCION	TIPO	DIAM.	ESPESOR	LONGITUD	CANTIDAD	UNIDAD	NOTAS	OTROS
1	REBARRO	4	10	10	10	10	10		
2	REBARRO	4	10	10	10	10	10		
3	REBARRO	4	10	10	10	10	10		
4	REBARRO	4	10	10	10	10	10		
5	REBARRO	4	10	10	10	10	10		
6	REBARRO	4	10	10	10	10	10		
7	REBARRO	4	10	10	10	10	10		
8	REBARRO	4	10	10	10	10	10		
9	REBARRO	4	10	10	10	10	10		
10	REBARRO	4	10	10	10	10	10		