

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

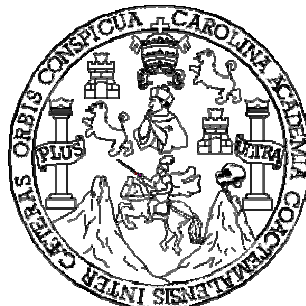
**DISEÑO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA  
LAS COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA EN EL  
MUNICIPIO DE COBÁN, ALTA VERAPAZ.**

**ABEL HUMBERTO GONZÁLEZ VELÁSQUEZ  
Asesorado por Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz**

**Guatemala, octubre de 2005**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA  
LAS COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA EN EL  
MUNICIPIO DE COBÁN, ALTA VERAPAZ.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ABEL HUMBERTO GONZÁLEZ VELÁSQUEZ**

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2005

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

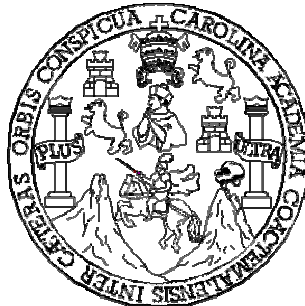
Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA  
LAS COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA, EN EL  
MUNICIPIO DE COBÁN, ALTA VERAPAZ**

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil con fecha 6 de mayo de 2005.

**ABEL HUMBERTO GONZÁLEZ VELÁSQUEZ**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |                                  |
|------------|----------------------------------|
| DECANO     | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  |
| VOCAL I    |                                  |
| VOCAL II   | Lic. Amahán Sánchez Alvarez      |
| VOCAL III  | Ing. Julio David Galicia Celada  |
| VOCAL IV   | Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz   |
| VOCAL V    | Elisa Yazminda Vides Leiva       |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|            |   |
|------------|---|
| DECANO     | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos         |
| EXAMINADOR | Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez      |
| EXAMINADOR | Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz         |
| EXAMINADOR | Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas        |



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 09 de septiembre de 2005  
Ref. EPS. D. 333.09.05

Ing. Angel Roberto Sic García  
Coordinador Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Sic García.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor y Supervisor de la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil ABEL HUMBERTO GONZALEZ VELASQUEZ, procedí a revisar el Informe Final de la práctica de EPS, cuyo título es: "DISEÑO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA LAS COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA EN EL MUNICIPIO DE COBÁN, ALTA VERAPAZ".

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad, a uno de los muchos problemas que padece el área rural del país; beneficiando así a los pobladores del Municipio de Cobán.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz  
Asesor - Supervisor de EPS



cc. Archivo  
LGAV/jm



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 09 de septiembre de 2005  
Ref. EPS. C. 333.09.05

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Escobar Alvarez.

Por este medio atentamente le envío el informe final, correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) titulado: "DISEÑO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA LAS COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA EN EL MUNICIPIO DE COBÁN, ALTA VERAPAZ".

Este trabajo lo desarrolló el estudiante universitario ABEL HUMBERTO GONZALEZ VELASQUEZ quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de Ley del referido trabajo y existiendo la APROBACION DEL MISMO por parte del Asesor y Supervisor, ESTA COORDINACIÓN TAMBIÉN APRUEBA SU CONTENIDO; solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

Ing. Angel Roberto Sic García  
Coordinador Unidad de EPS



cc. Archivo  
ARSG/jm



Guatemala, 11 de octubre de 2005

FACULTAD DE INGENIERIA

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Escobar Álvarez

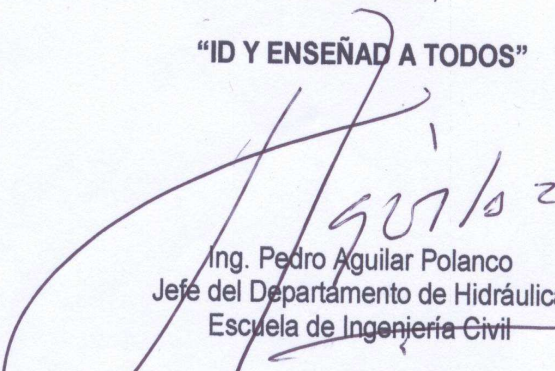
Atentamente y por este medio, envié a usted, el trabajo de graduación titulado:  
**"DISEÑO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA LAS COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA EN EL MUNICIPIO DE COBÁN, ALTA VERAPAZ"**. Este trabajo lo desarrolló el estudiante **ABEL HUMBERTO GONZÁLEZ VELÁSQUEZ**.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la **APROBACION DEL MISMO**, por parte del Asesor y del Coordinador de la Unidad del Ejercicio Profesional Supervisado y habiendo efectuado todas las observaciones técnicas; el suscrito lo da **POR APROBADO**; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**

  
Ing. Pedro Aguilar Polanco  
Jefe del Departamento de Hidráulica  
Escuela de Ingeniería Civil



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC





FACULTAD DE INGENIERIA

El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y el Coordinador de la unidad de EPS, Ing. Angel Roberto Sic García, al trabajo de graduación del estudiante Abel Humberto González Velásquez, titulado "Diseño de la red de abastecimiento de agua potable, para las comunidades de Sachicha, Cerro Lindo y Ostua en el municipio de Cobán, Alta Verapaz", da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez

Guatemala, octubre de 2005

Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.457.05

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 DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA LAS COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA EN EL MUNICIPIO DE COBÁN, ALTA VERAPÁZ**, presentado por el estudiante universitario **Abel Humberto González Velásquez**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Roscos  
DECANO



Guatemala, octubre de 2,005

/cdes

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **MIS PADRES:**

Armando González y Catalina Velásquez,  
por el apoyo incondicional, su aprecio y  
comprensión a lo largo de la vida.

### **MIS HERMANOS:**

Ana, Gloria, Miguel, Maria Elena,  
Rolando, Yeimi, Armando y Víctor.

### **MIS ABUELOS:**

Toribio Velásquez y Juanita Morales.

### **MIS TÍOS:**

Con cariño y aprecio.

### **MIS PRIMOS:**

Por su amistad y afecto.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **DIOS TODO PODEROSO**

Por permitirme tener el conocimiento de su misericordia.

### **ING. LUIS ALFARO:**

Por el apoyo moral y profesional brindado de manera incondicional y por su asesoría al presente trabajo de graduación.

### **LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

Por haberme hospedado en sus salones.

### **LA MUNICIPALIDAD DE COBÁN**

Por el apoyo brindado, la oportunidad de poder convivir en armonía y compartir mis conocimientos.

## ÍNDICE GENERAL

|   | Pág.        |
|---|-------------|
| <b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>   | <b>V</b>    |
| <b>LISTA DE SÍMBOLOS.....</b>   | <b>VII</b>  |
| <b>GLOSARIO .....</b>   | <b>XI</b>   |
| <b>RESUMEN .....</b>  | <b>XIII</b> |
| <b>OBJETIVOS.....</b>   | <b>XV</b>   |
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>   | <b>XVII</b> |
| <br>  |             |
| 1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....   | 1           |
| 1.1. Investigación sobre las necesidades de servicios e<br>infraestructura en el municipio de Cobán ..... | 1           |
| 1.1.1. Identificación de las necesidades.....   | 1           |
| 1.1.2. Priorizar necesidades.....   | 1           |
| <br>  |             |
| 2. MONOGRAFÍA DEL LUGAR .....   | 3           |
| 2.1. Características físicas.....   | 3           |
| 2.1.1. Ubicación geográfica y localización.....   | 3           |
| 2.1.2. Topografía y clima.....  | 3           |
| 2.1.3. Tipología de vivienda .....  | 4           |
| 2.1.4. Población.....   | 5           |
| 2.2. Características de infraestructura.....  | 5           |
| 2.2.1. Vías de acceso.....  | 5           |
| 2.2.2. Servicios públicos.....  | 6           |
| 2.3. Características socioeconómicas .....  | 6           |
| 2.3.1. Origen de las comunidades.....   | 6           |
| 2.3.2. Actividad económica .....  | 7           |
| 2.3.3. Religión y costumbres .....  | 8           |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 2.3.4.   | Organización de las comunidades.....             | 8  |
| 3.       | DISEÑO GENERAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE ..... | 9  |
| 3.1.     | Descripción general del proyecto.....            | 9  |
| 3.2.     | Criterios y bases de diseño.....                 | 11 |
| 3.2.1.   | Aforo, dotación y tipo de servicio .....         | 11 |
| 3.2.2.   | Tasa de crecimiento poblacional .....            | 13 |
| 3.2.3.   | Periodo de diseño y población futura.....        | 13 |
| 3.2.4.   | Factor de consumo y caudales .....               | 14 |
| 3.2.4.1. | Caudal medio diario .....                        | 15 |
| 3.2.4.2. | Caudal máximo diario .....                       | 16 |
| 3.2.4.3. | Caudal máximo horario .....                      | 16 |
| 3.2.5.   | Calidad del agua y sus normas.....               | 17 |
| 3.2.5.1. | Examen bacteriológico.....                       | 17 |
| 3.2.5.2. | Análisis físico y químico .....                  | 18 |
| 3.3.     | Levantamiento topográfico.....                   | 18 |
| 3.3.1.   | Criterios .....                                  | 18 |
| 3.3.2.   | Planimetría .....                                | 19 |
| 3.3.3.   | Altimetría .....                                 | 19 |
| 3.4.     | Diseño hidráulico del sistema .....              | 20 |
| 3.4.1.   | Tanque de captación .....                        | 20 |
| 3.4.2.   | Tramo de conducción .....                        | 22 |
| 3.4.3.   | Tanque de succión .....                          | 23 |
| 3.4.4.   | Equipo de bombeo.....                            | 23 |
| 3.4.5.   | Válvula disipadora del golpe de ariete.....      | 24 |
| 3.4.6.   | Tramo de impulsión .....                         | 25 |
| 3.4.7.   | Almacenamiento .....                             | 25 |
| 3.4.7.1. | Volumen de almacenamiento.....                   | 28 |
| 3.4.7.2. | Diseño del tanque proyectado .....               | 29 |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 3.4.8.    | Potabilización.....  | 39         |
| 3.4.8.1.  | Tratamiento químico .....  | 41         |
| 3.4.8.2.  | Tratamiento bacteriológico.....  | 41         |
| 3.4.9.    | Red de distribución .....  | 42         |
| 3.4.10.   | Obras de arte .....  | 45         |
| 3.4.10.1. | Vertederos .....   | 45         |
| 3.4.10.2. | Cajas rompe presión.....   | 47         |
| 3.4.10.3. | Válvulas de aire y limpieza.....   | 48         |
| 3.4.10.4. | Conexiones prediales .....   | 48         |
| 3.5.      | Impacto ambiental.....   | 49         |
| 3.6.      | Factores de riesgo .....   | 53         |
| 3.7.      | Cálculo hidráulico.....  | 56         |
| 3.8.      | Presupuesto del proyecto .....   | 74         |
| 3.9.      | Cálculo de tarifa, plan de operación y<br>mantenimiento del equipo de bombeo ..... | 88         |
| 3.10.     | Planos .....   | 90         |
|           | <b>CONCLUSIONES .....</b>  | <b>118</b> |
|           | <b>RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>119</b> |
|           | <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>  | <b>120</b> |
|           | <b>ANEXOS.....</b>   | <b>121</b> |





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

|   | Página |
|---|--------|
| 1. Dimensiones de la losa para el tanque de distribución..... | 29     |
| 2. Dimensiones de la sección transversal vigas T .....        | 30     |
| 3. Diagrama de carga, corte y momentos de la estructura ..... | 31     |
| 4. Bloque equivalente .....                                   | 32     |
| 5. Detalle armado .....                                       | 33     |
| 6. Dimensiones del muro .....                                 | 33     |
| 7. Análisis de volteo del muro.....                           | 34     |
| 8. Distribución de caudales.....                              | 46     |
| 9. Vertederos .....   | 47     |

### TABLAS

|  |    |
|--|----|
| I. Distribución de la población .....                | 5  |
| II. Servicios públicos.....                          | 6  |
| III. Dotaciones .....                                | 12 |
| IV. Detalle de fuerzas, brazos y momentos .....      | 35 |
| V. Matriz de correlación del impacto ambiental ..... | 52 |
| VI. Efectos de los desastres naturales.....          | 55 |



## LISTA DE SÍMBOLOS

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Asc</b>           | Área de acero calculada o requerida  |
| <b>Ast</b>           | Área de acero por temperatura  |
| <b>B</b>             | Ancho del cimiento   |
| <b>b</b>             | Ancho unitario del elemento  |
| <b>C</b>             | Coefficiente de rugosidad de la tubería                                    |
| <b>Cant.</b>         | Cantidad   |
| <b>cm.</b>           | Centímetros  |
| <b>d</b>             | Distancia entre la fibra extrema de compresión y el centroide del elemento |
| <b>D</b>             | Diámetro de la tubería   |
| <b>Dist</b>          | Distancia  |
| <b>e</b>             | Excentricidad  |
| <b>E</b>             | Estación   |
| <b>E.P.S.</b>        | Ejercicio Profesional Supervisado  |
| <b>f'c</b>           | Resistencia especificada a la compresión de la mampostería                 |
| <b>f'm</b>           | Resistencia última a la compresión de la mampostería                       |
| <b>f'y</b>           | Resistencia especificada a la fluencia del acero de refuerzo               |
| <b>F<sub>f</sub></b> | Factor de fricción   |
| <b>Fs</b>            | Factor de seguridad  |
| <b>gr.</b>           | Gramos   |
| <b>H1</b>            | Profundidad del muro hasta la parte superior del cimiento                  |
| <b>Hab.</b>          | Habitantes   |
| <b>HG</b>            | Hierro galvanizado   |
| <b>INE</b>           | Instituto Nacional de Estadística  |
| <b>INFOM</b>         | Instituto de Fomento Municipal   |
| <b>K<sub>a</sub></b> | Coefficiente del empuje activo de suelos                                   |

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Kg/cm<sup>2</sup></b> | Kilogramo por centímetro cuadrado                    |
| <b>Kg/m</b>              | Kilogramo por metro                                  |
| <b>Kg/m<sup>3</sup></b>  | Kilogramo por metro cúbico                           |
| <b>Kg-m/m</b>            | Kilogramo-metro por metro                            |
| <b>K<sub>p</sub></b>     | Coeficiente del empuje pasivo de suelos              |
| <b>l/hab/día</b>         | Litros habitante por día                             |
| <b>l/s</b>               | Litros por segundo (caudal)                          |
| <b>M</b>                 | Momento  |
| <b>m/s</b>               | Metros por segundo                                   |
| <b>m<sup>2</sup></b>     | Metros cuadrados                                     |
| <b>m<sup>3</sup></b>     | Metros cúbicos                                       |
| <b>m<sup>3</sup>/s</b>   | Metros cúbicos por segundo                           |
| <b>Máx</b>               | Máxima   |
| <b>Mb</b>                | Momento de volteo                                    |
| <b>MCA</b>               | Metro columna de agua                                |
| <b>mg./lt.</b>           | Miligramos por litro                                 |
| <b>Min</b>               | Mínima   |
| <b>M<sub>r</sub></b>     | Momento resistente                                   |
| <b>M<sub>R</sub></b>     | Momento resultante                                   |
| <b>msnm.</b>             | Metros sobre el nivel del mar                        |
| <b>Mu</b>                | Momento último                                       |
| <b>P</b>                 | Población  |
| <b>P.O.</b>              | Punto observado                                      |
| <b>P.V.C.</b>            | Material fabricado a partir de cloruro de polivinilo |
| <b>PSI</b>               | Libras por pulgada cuadrada                          |
| <b>q</b>                 | Capacidad soporte                                    |
| <b>Q</b>                 | Caudal   |
| <b>R</b>                 | Tasa de crecimiento de la población, expresado en %  |
| <b>Ton/m<sup>2</sup></b> | Tonelada por metro cuadrado                          |

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>U</b>                     | Unidad   |
| <b>V</b>                     | Velocidad del flujo en la tubería expresada en m/s                 |
| <b>Vu</b>                    | Corte último   |
| <b>W</b>                     | Peso   |
| <b>W<sub>c</sub></b>         | Peso del concreto de cimiento por unidad de longitud               |
| <b>W<sub>s</sub></b>         | Peso del suelo que está encima del cimiento por unidad de longitud |
| <b>X</b>                     | Centroide de la distribución de presiones                          |
| $\gamma_s$                   | Peso unitario del suelo  |
| $\Phi$                       | Ángulo de fricción interna   |
| <b><math>\phi V_c</math></b> | Corte que resiste el concreto en el cimiento                       |
| <b>@</b>                     | A razón (espaciamiento)  |



## GLOSARIO

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>Aforo</b>           | Es la operación que consiste en medir un caudal de agua.   |
| <b>Agua potable</b>    | Es aquella que es sanitariamente segura, además de ser inodora, insípida, incolora y agradable a los sentidos.   |
| <b>Altimetría</b>      | Parte de la topografía que enseña a hacer mediciones de alturas.   |
| <b>Azimut</b>          | Es el ángulo horizontal referido a un norte magnético o arbitrario, cuyo rango va desde 0° a 360°.   |
| <b>Bases de diseño</b> | Son las bases técnicas adaptadas para el diseño del proyecto.  |
| <b>By-pass</b>         | Derivación de la tubería que se instala para no interrumpir el flujo de agua, cuando una estructura del acueducto, desarenador, tanque de almacenamiento, etc, no se encuentre en funcionamiento, el cual será en forma directa. |
| <b>Caudal</b>          | Es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, en un determinado punto de observación, en un instante dado. Sus expresiones más usuales son litros por segundo, metros cúbicos por segundo, metros cúbicos por minuto.     |
| <b>Consumo</b>         | Es el caudal de agua utilizado por la población.   |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Cota de terreno</b>     | Es la altura de un punto del terreno, referido a un nivel determinado.  |
| <b>Cota piezométrica</b>   | Es la máxima presión dinámica en cualquier punto de una línea de conducción o distribución, que alcanzaría una columna de agua, si en dicho punto se colocara un manómetro. Es equivalente a la cota de la superficie del agua en el punto de salida, menos la pérdida de carga por fricción que ocurre en la distancia que los separa. |
| <b>Cuenca</b>              | Área topográfica drenada por un río y sus afluentes.  |
| <b>Número más probable</b> | NMP, es la mejor estimación, de acuerdo con la teoría estadística, del número de organismos coniformes, intestinales, que están presentes en una muestra de agua de 100 mililitros. Algunas veces, se hace referencia a esto, como índice de escherichia coli o índice de coliformes.   |



## RESUMEN

El presente trabajo se ha desarrollado en tres capítulos, el capítulo número uno trata acerca del análisis de alternativas de donde nace este trabajo. Analizando las necesidades más apremiantes se llega a la conclusión que el proyecto de mayor importancia en la región es, el diseño de la red de abastecimiento de agua potable para las comunidades de Ostua, Sachicha y Cerro Lindo.

Luego en la segunda parte se describen los elementos y componentes que conforman el diseño total de la red de distribución, indicando periodo de diseño tipo de fuente, aforo, caudales, obras de arte, y datos generales. En la tercera parte se desarrolla el diseño de la red de distribución agua potable por medio del método de redes abiertas, pérdidas por fricción calculadas a través de la fórmula de Hazzen Williams. Se adjuntan también los planos planta y perfil del proyecto y planos de los componentes tales como tanques, anclajes, caseta y obras de arte en los apartados finales se puede ver también datos económicos como los costos de operación y mantenimiento y la tarifa que se cobrara a la población beneficiada.



## OBJETIVOS

- Desarrollar el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, para dotar a la población actual y futura de las comunidades, por medio de un sistema por bombeo, con lo cual se superarán las condiciones de higiene, salud y nivel de vida de la población en general.
- Establecer bases para una adecuada administración, operación y mantenimiento a largo plazo del sistema de agua propuesto.
- Contribuir en la solución de los problemas reales de nuestro país, en el sector rural, que es uno de los más sensibles y necesitados.
- Proyectar los servicios de investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala y, especialmente, de la Facultad de Ingeniería, a través del Ejercicio Profesional Supervisado, cuyo objetivo es propiciar mejoras en el área rural del país.
- Capacitar a miembros del Comité de Vecinos acerca del mantenimiento del equipo de bombeo y las distintas líneas de tuberías.



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en coordinación con la Unidad Técnica de la municipalidad de Cobán, Alta Verapaz, teniendo la firme convicción de colaborar con la población del área rural de la región norte del país.

Este trabajo tiene como punto principal desarrollar la planificación del proyecto de agua potable de las comunidades de Sachicha, Cerro Lindo y Ostua, del municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz; para el efecto, se presenta en el Capítulo I la fase de investigación, que incluye a su vez un diagnóstico de las necesidades del lugar. El capítulo II es la fase de servicio técnico profesional, la cual se divide en la descripción monográfica, el desarrollo y descripción de los componentes del proyecto. El capítulo III se adjunta el cálculo hidráulico, costos y planos del proyecto los cuales detallan con claridad los elementos necesarios para el funcionamiento adecuado de la red de abastecimiento agua potable.



## **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Investigación sobre las necesidades de servicios e infraestructura en el municipio de Cobán**

#### **1.1.1 Identificación de las necesidades**

Por medio de encuestas, sondeos poblacionales y entrevistas con los representantes de las diferentes comunidades y, al efectuar un diagnóstico personal de la situación en la que se encuentran muchas comunidades, se observó que las necesidades giraban en torno a problemas de servicio de agua potable, drenajes, construcción de centros de salud, construcción de centros recreativos y apertura de brechas.

#### **1.1.2 Priorizar necesidades**

El problema más grande que afronta la población de la región norte de Cobán, es la inexistencia del servicio de agua potable ya que la escasez del vital líquido influye directamente en la salud y bienestar físico de la población, pues al no tener acceso a servicios básicos como lo es el agua potable las personas están más propensas a contraer enfermedades de tipo intestinal, desnutrición y deshidratación severa, lo que lleva a tener como resultado una tasa de morbilidad alta generada directamente por la falta de agua potable en el área rural.

Concientes de la necesidad de desarrollar proyectos de esta naturaleza se ha determinado diseñar un sistema de agua potable que pueda servir a un amplio número de habitantes necesitados, los cuales serán beneficiados al tener a su disposición las directrices, costos y planos de construcción para poder desarrollar el proyecto.



## **2. MONOGRAFÍA DEL LUGAR**

### **2.1 Características físicas**

#### **2.1.1 Ubicación geográfica y localización**

Las comunidades de Sachicha, Cerro Lindo y Ostua se encuentran en la región norte del municipio de Cobán. El municipio tiene una extensión territorial de 2,132 kilómetros cuadrados. Los límites del municipio son: al norte con Chisec, al este con San Pedro Carchá y San Juan Chamelco al poniente con Santa Cruz Verapaz y San Cristóbal Verapaz; y al sur con Tactic , A.V.

- Latitud: 15° 28' 23"
- Longitud: 90° 22' 37"
- Altura sobre el nivel del mar: 1,320 metros.

#### **2.1.2 Topografía y clima**

La mayor parte del terreno es quebrado en un 70%, con una ligera planicie del 30%. Las pendientes del terreno son muy variables y se registran pendientes hasta de un 65% en las regiones más escarpadas.

- Índice de precipitación anual: 3,000-4,000 milímetros
- La temperatura promedio en la región es de: 15°C - 25°C
- Humedad relativa promedio: 80% - 90%

Debajo de la bóveda arbórea de los bosques naturales de esta región, se deposita abundante material orgánico. Los suelos tienen capacidad para retener la constante humedad de la región. El terreno alpino con capas y sustratos bien alineados. Entre los principales accidentes hidrográficos del municipio se destacan los ríos: Cahabón, Sachicha, Actela, Icbolay, El Peyan y San Simón.

En años anteriores la fertilidad del suelo se debía a que la acción erosiva era insignificante. Una lluvia suave llamada “Chipi-Chipi” mantenía la humedad de la tierra a cualquier altura. Actualmente durante los meses de diciembre y enero puede verse eventualmente el “Chipi-Chipi”. El municipio de Cobán se considera como bosque muy húmedo sub-tropical frío (bmh-S(f)). El municipio es bastante rico en cuanto a la flora, existiendo variedad de plantas tales como: La Palmera, Chit, Hate, y otras. También existe gran variedad de orquídeas, sobresaliendo la Monja Blanca, la flor nacional; también se producen Azaleas, Dalias, etc. La Fauna es bastante numerosa, existe una gran variedad de animales pero de todos éstos el más sobresaliente es el ave nacional “El Quetzal”, sus principales refugios son: Sierra de Chamá, Xucaneb, Samac y Seacte.

### **2.1.3 Tipología de vivienda**

El tipo de vivienda prevaleciente en las comunidades de Sachicha, Cerro Lindo y Ostua es: construcción de madera, lámina y bajareque, los elementos como puertas y ventanas son generalmente de madera y el piso por lo común es de tierra. Las viviendas en su mayoría cuentan con dos ambientes, uno de ellos es utilizado como dormitorio, bodega y área de descanso, el otro se utiliza como cocina.

### 2.1.4 Población

La población crece por nacimientos, decrece por muerte, crece o decrece por migración y aumenta por anexión. Cada uno de estos elementos está influido por factores sociales y económicos, algunos de los cuales son inherentes a la comunidad. La población de las comunidades contenidas en el proyecto se distribuye de la siguiente forma:

**Tabla I.** Distribución de la población.

| LUGAR          | VIVIENDAS  | HABITANTES   |
|----------------|------------|--------------|
| Sachicha       | 102        | 540          |
| Cerro Lindo    | 143        | 758          |
| Ostua          | 123        | 655          |
| <b>TOTALES</b> | <b>368</b> | <b>1,953</b> |

Fuente: Municipalidad de Cobán 2,005

## 2.2 Características de infraestructura

### 2.2.1 Vías de acceso

De la ciudad Capital a Cobán, 213 Kilómetros, carretera asfaltada; de Cobán a Sachicha 30 Kilómetros, carretera a Chisec (asfalto); de Cobán a Cerro Lindo 17 kilómetros, carretera a Chisec (asfalto); de Cobán a Ostua 36 kilómetros, carretera a Chisec (asfalto y terracería).

## 2.2.2 Servicios públicos

**Tabla II.** Servicios públicos.

| <b>COMUNIDAD</b> | <b>SERVICIOS</b>                                  |
|------------------|---|
| Sachicha         | 1 escuela, 1 iglesia, 1 cementerio                |
| Cerro Lindo      | 1 escuela, 2 iglesias, 1 gasolinera, 1 cementerio |
| Ostua            | 1 centro de salud, 1 escuela, 1 cementerio        |

Fuente: Municipalidad de Cobán 2,005

## 2.3 Características socioeconómicas

### 2.3.1 Origen de las comunidades

Corría la fecha del 4 de agosto de 1,543 y el rey Carlos V de España, le concedió el título a Cobán como Ciudad Imperial. La ciudad de Cobán fue fundada por FRAY BARTOLOMÉ DE LAS CASAS, bajo la advocación de SANTO DOMINGO DE GUZMÁN. Figuran los Misioneros Dominicos Pedro de Ángulo, Domingo de Vico y Luís Cáncer, entre sus fundadores y continuadores de la conquista por la Cruz y no la espada de que fue objeto el pueblo nativo por parte de la Corona Española, ya que no fue vencido por las guerras sino, convencido por el Catecismo y abrazos de Paz.

Las comunidades de Sachicha, Cerro Lindo y Ostua, eran fincas propiedad de terratenientes que con el paso del tiempo, al disminuir el comercio de los productos agrícolas y tener bajo su cargo a grandes cantidades de campesinos y no poder pagarles ni indemnizarlos se vieron en la necesidad de heredarles a sus empleados tierras, que éstos tomaron como vivienda y lugares en los que siembran para el autoconsumo.

### **2.3.2 Actividad económica**

La economía de la región norte del municipio de Cobán es básicamente agrícola, pero también se practican actividades económicas de otro tipo aunque en pequeña escala, a continuación se detallan las diferentes producciones de la región.

#### **a) Producción agrícola**

Se detallan: el café, frijol, pimienta, maíz y el famoso cardamomo, que ha tenido mucha aceptación en el mercado internacional. Por su suelo fértil éste municipio también produce, cacao, maíz, pimienta y té.

#### **b) Producción ganadera**

Hay haciendas productoras de ganado en pequeña escala.

#### **c) Producción artesanal**

Entre sus artesanías se destacan los tejidos, objetos de talabartería, trabajos de madera, muebles y máscaras, cacería, pirotecnia y trabajos de orfebrería y platería.

#### **d) Turismo**

El río Sachicha es una atracción para nacionales y para extranjeros, pues a las orillas de éste se localizan varios balnearios. La región tiene una proyección eco turística, por lo que es visitada por extranjeros para conocer la belleza natural que posee.

### **2.3.3 Religión y costumbres**

#### **a) Grupos religiosos**

En las comunidades existen varias denominaciones evangélicas, alrededor de cinco, además están los grupos católico, mormón y sabático. También hay actividades en las que participan en su mayoría indígenas, tales como el paabank y las cofradías.

#### **b) Costumbres**

A finales del mes de julio se celebra el Festival Folklórico que se realiza desde hace 25 años. Se trata de una fiesta de la raza indígena cuyo propósito es enaltecer el espíritu de las etnias, tratar de conservar sus tradiciones, dar a conocer sus bellas artes, afirmar su raza. Este festival es una representación única y admirable de la riqueza de los trajes, el folklore y las tradiciones indígenas de Guatemala. Guarda estrecha relación con su fiesta patronal de la ciudad Imperial de Cobán, la cual se celebra del 31 de julio al 6 de agosto, en honor a Santo Domingo de Guzmán y en donde se llevan a cabo rituales de cofradías y bailes folklóricos como el venado, el chompipe, los moros y los diablos. Además del idioma Español, en estas comunidades se habla Q'eqchí.

### **2.3.4 Organización de las comunidades**

Cada comunidad cuenta con un comité de vecinos, éste está compuesto por un presidente, un secretario, un tesorero y los vocales, éstos son los encargados de dirigir a la comunidad a un bienestar común y general.

### **3. DISEÑO GENERAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE**

#### **3.1 Descripción general del proyecto**

El sistema de abastecimiento de agua potable se construirá tomando en cuenta el óptimo funcionamiento de sus componentes en relación con los costos de los mismos, de esta forma se inicia el mismo con la construcción del tanque de captación, se empieza por construir una cuneta recubierta de concreto, en la parte superior de la fuente donde está el acceso del agua para evitar que ingrese contaminación al tanque, luego se construye el tanque tomando en cuenta que éste se hará con un lecho de piedra sobrepuesto, todos estos elementos se localizan en la cota de salida 998.94 y estación 0.1 con el encaminamiento 0+00; luego se pasa al tramo de conducción, el cual tiene una longitud de 139.68 metros, que va de la cota 998.94 a la cota 989.92 o de la estación 0.1 a la estación 1.2. En la estación 1.2 se ubica el tanque de succión que es de 8 metros cúbicos debido a que el aforo de la fuente es mayor que el caudal de bombeo.

El tanque de succión será semienterrado debido a la mayor facilidad para colocar la tubería y el equipo necesario en este sistema, luego se construye la caseta de bombeo, la diferencia de altura entre el tanque de succión y el tanque de distribución es de 219.28 metros o el equivalente a 719.42 pies. El equipo de control de bombeo se instalará dentro de la caseta de bombeo tomando en cuenta su correcta colocación y anclaje por la vibración del mismo.

Justamente en la salida del equipo de bombeo, se coloca una válvula de alivio o disipadora del golpe de ariete para que el sistema de bombeo y la

tubería de impulsión no colapsen por sobre presión y para aliviar el eje de la bomba. Luego se encuentra el tramo de impulsión el cual se inicia con tubería de hierro galvanizado de 6 pulgadas de diámetro esto debido a la presión dinámica y estática que se dan en este punto, esta tubería no se enterrará debido a la corrosión e irá elevada en unos elementos de concreto armado que servirán de anclaje y elevación, en la parte superior de este tramo, se coloca tubería PVC de 250 psi y luego tubería PVC de 160 psi hasta llegar al tanque de almacenamiento o tanque de distribución, la tubería de PVC por supuesto deberá ir enterrada, porque al estar expuesta sufre deformaciones térmicas, accidentes, agrietamientos y además ésta no sufre corrosión.

El tanque de distribución tendrá capacidad mínima de almacenar 115 metros cúbicos de agua y éste se ubica en la cota 1209.20 siendo esta la cota más alta del proyecto entre las estaciones 50 y 51, del tanque de distribución se colocan dos vertederos (complementario) uno para la parte sur, es decir, a la comunidad de Cerro Lindo y el otro para la parte norte o sea a Sachicha y Ostua. La distribución en su totalidad se trabaja como ramal abierto y la tubería va desde 3 pulgadas de diámetro hasta un mínimo de  $\frac{3}{4}$  pulgadas de diámetro; el zanjeo mínimo en distribución es de 0.8 metros y el máximo dependerá de cada caso en especial, esto debido a que el terreno es de uso agrícola. En toda la distribución se colocarán cajas rompe presión y válvulas de aire y limpieza, esto se detallará en el diseño hidráulico del sistema y en planos.



### 3.2 Criterios y bases de diseño

En el diseño de una red de distribución de agua, se deben de tener en cuenta una serie de normas que ayudarán a definir con mayor exactitud los factores más importantes para el óptimo funcionamiento del sistema.

Los parámetros de diseño en el proyecto de abastecimiento de agua potable para las comunidades de Sachicha, Cerro Lindo y Ostua, se describen a continuación:

|                                     |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|
| a). Población actual                | 1953 habitantes. (2005)  |
| b). Viviendas actuales              | 368 casas.               |
| c). Período de diseño               | 20 años                  |
| d). Tasa de crecimiento poblacional | 3.18 %                   |
| e). Población y año futuro          | 3653 habitantes. (2025). |
| f). Viviendas en el futuro          | 690 casas                |
| f). Dotación                        | 90 l/h/d.                |
| g). Factor día máximo               | 1.2                      |
| h). Factor hora máxima              | 2                        |
| i). Aforo                           | 12.6 l/s                 |

#### 3.2.1 Aforo, dotación y tipo de servicio

En la comunidad de Sachicha, existe una fuente de agua que es el nacimiento del río con el mismo nombre, ésta se localiza en un punto aislado en el cual se captará el vital líquido.

El aforo se realizó por el método volumétrico, obteniendo un caudal de 12.6 l/s el cual satisface la demanda de agua requerida por esta población, realizándose éste, en marzo de 2004, con colaboración de personal municipal.

La dotación es la determinación de la cantidad de consumo de agua utilizada en cualquier lugar por la población, para cubrir todo tipo de necesidades de la forma posible. Desde el punto de vista económico, la dotación es muy importante, ya que a mayor dotación, mayor será el diámetro de la tubería y, por consiguiente mayor el costo del proyecto.

En acueductos rurales, la dotación es únicamente para el consumo doméstico. Para determinar la dotación se tomarán en cuenta los siguientes valores:

**Tabla III.** Dotaciones.

|   |               |
|---|---------------|
| Servicio a base de llenacántaros  | 40 a 60 lts.  |
| Servicio mixto: llenacántaros-conexiones prediales                            | 60 a 90 lts.  |
| Servicio exclusivo: conexiones prediales fuera del domicilio                  | 60 a 120 lts. |
| Servido de conexiones domiciliarias con opción a varias unidades por vivienda | 90 a 150 lts. |
| Servicio de pozo excavado, con bomba de mano                                  | 30 lts.       |

Fuente: Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales.

Instituto de Fomento Municipal. Pág. 21

De acuerdo con las normas y debido a que la comunidad tiene un clima húmedo, se decidió adoptar una dotación de 90 litros/habitante/día. El tipo de servicio útil en el área rural, es el servicio de conexiones prediales, y de acuerdo con la producción de la fuente, es el tipo de servicio más adecuado y factible en el diseño de esta red de distribución.

### **3.2.2 Tasa de crecimiento poblacional**

Según los datos poblacionales del Instituto Nacional de Estadística, obtenidos de censos anteriores, además de parámetros utilizados en la Oficina de Planificación Municipal, se optó por una tasa del 3.18%, tomada en cuenta para estimar la población futura.

### **3.2.3 Periodo de diseño y población futura**

Se entiende como período de diseño de un sistema de abastecimiento de agua o de sus componentes, al tiempo comprendido entre la puesta en servicio y el momento en el que sobrepase las condiciones establecidas en el diseño. En base a las normas establecidas, las partes del proyecto fueron diseñadas para un período que oscila entre los 10 y 20 años.

Entre los diferentes métodos que existen para calcular el crecimiento de una población y estimar la población futura de diseño, se tienen:

- Método de incremento aritmético
- Método de incremento geométrico
- Método exponencial
- Método de saturación

La confiabilidad de los pronósticos de la población es relativa de cualquiera de los métodos empleados, ya que depende de muchos factores que la mayoría de veces son imprevisibles, como puede ser un factor de carácter social, económico y político. Tomando en cuenta todo esto se debe tener una estimación futura, lo más real posible.

La población futura del área que cubrirá el sistema de agua, se calcula según la fórmula de crecimiento geométrico siguiente:

$$P_f = P_a * (1 + I)^N$$

Donde:

$P_f$  = población futura

$P_a$  = población actual

$I$  = tasa de crecimiento poblacional

$N$  = período de diseño (en años)

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se obtiene:

$$P_f = 1,953 * (1 + 0.0318)^{20}$$

**$P_f = 3,653$  habitantes**

**JUSTIFICACION:** se utilizo el método geométrico, por ser un método estadístico que toma en cuenta la tasa de crecimiento poblacional de acuerdo a la región geográfica en la que se este trabajando. Además por el hecho de que se debe realizar un censo poblacional del lugar, realizado por el diseñador para verificar y evaluar la información a utilizar y así obtener un resultado real.

### **3.2.4 Factor de consumo y caudales**

Cuando se realiza un estudio de consumo, la parte más difícil, es la obtención de información; ya que esto implica tener datos de medición de consumos de la población a servir, durante un lapso prudencial de tiempo. Durante el día, el caudal dado por una red pública varía continuamente, en horas diurnas supera el valor medio, alcanzando valores máximos alrededor del medio día y los valores mínimos en las primeras horas de la madrugada.

### 3.2.4.1 Caudal medio diario

Es la cantidad de agua que va a consumir la población durante un día (24 horas), el cual se expresa también como el promedio de los consumos diarios en el período de un año.

Cuando no se conocen registros, generalmente se asume como el producto de la dotación por el número posible de usuarios al final del período de diseño, se calcula según la siguiente expresión:

$$Q_m = \text{Dotación} * \text{No. hab.} / 86400$$

Donde:

$Q_m$  = caudal medio en l/s

Dotación = 90 l/hab/día

No. Hab. = número de habitantes futuros

Sustituyendo datos en la fórmula anterior, se obtiene:

$$Q_m = (90 \text{ l/hab/día} * 3653 \text{ hab.}) / 86400 = 3.81 \text{ l/s}$$

$$Q_m = \mathbf{3.81 \text{ l/s}}$$

### 3.2.4.2 Caudal máximo diario

Se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas, observado en el período de un año, es el que se utiliza para diseñar la línea de conducción. El factor a utilizar es de 1.2 debido a que la población futura a servir será mayor de 1,000 habitantes, se utiliza 1.5 cuando la población futura a servir es menor a éste número. Entonces se calcula con la expresión:

$$Q_{md} = Q_m * F_{dm\acute{a}x}$$

Donde:

$F_{dm\acute{a}x}$  = factor de día máximo, que según norma, se adopta 1.2

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se obtiene:

$$Q_{md} = 3.81 \text{ l/s} * 1.2 = 4.57 \text{ l/s}$$

### 3.2.4.3 Caudal máximo horario

El caudal máximo horario es aquel que se utiliza para diseñar la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en el período de un año. El factor a utilizar es de 2 debido a que la población futura a servir será mayor a 1,000 habitantes, se utiliza 3 cuando la población futura a servir es menor a éste número. Se obtiene de la siguiente formula:

$$Q_{mh} = Q_m * F_{hm\acute{a}x}$$

Donde:

$F_{hm\acute{a}x}$  = factor de hora máximo, que según norma, se adopta 2

Sustituyendo datos:

$$Q_{mh} = 3.81 \text{ l/s} * 2 = 7.6 \text{ l/s}$$

### **3.2.5 Calidad del agua y sus normas**

El agua potable debe llenar ciertas condiciones, tales como:

1. Incolora en pequeñas cantidades o ligeramente azulada en grandes masas.
2. Inodora, insípida y fresca.
3. Aireada, sin sustancias en disolución y sobre todo sin materia orgánica.
4. Libre de microorganismos que puedan ocasionar enfermedades.

Para el análisis del agua es indispensable realizar los siguientes exámenes:

- Examen bacteriológico
- Examen físico-químico

#### **3.2.5.1 Examen bacteriológico**

El examen bacteriológico se hace con el fin de establecer la probabilidad de contaminación del agua con organismos patógenos, porque éstos pueden transmitir enfermedades. Este examen se apoya en métodos estadísticos, los cuales determinan el número más probable de bacterias presentes. Dicho examen es útil como control de calidad, para verificación de alguna eventual contaminación estos exámenes deben de hacerse periódicamente por seguridad y previsión de cualquier brote de contaminación que pueda causar daños a la salud de la población en general.

Según los resultados de los exámenes de calidad de agua que se presenta en el anexo 1; desde el punto de vista bacteriológico, el agua es apta para el consumo humano, por ese motivo, se sugiere implementar una desinfección mínima con cloro o hipoclorito de calcio, para aprovechar los efectos residuales del cloro; con esto, se logrará un mayor nivel de seguridad, pues se disminuirán los riesgos de contaminación del agua.

### **3.2.5.2 Análisis físico y químico**

Este análisis determina las características físicas y químicas del agua tales como: el aspecto, el color, el olor, el sabor, su pH y su dureza. Específicamente para este proyecto, desde el punto de vista físico-químico, el agua es apta para consumo humano de acuerdo a los resultados de los exámenes de calidad de agua que se presentan en el anexo 2.

## **3.3 Levantamiento topográfico**

### **3.3.1 Criterios**

Para realizar el levantamiento topográfico se utilizaron los siguientes recursos:

- Humanos.
- Físicos: teodolito marca Sokisha modelo TM20E.
- Materiales: madera rústica para la elaboración de trompos y estacas.

Con el objetivo de tener una mayor exactitud al momento de la cuantificación de la tubería y por ende disminuir costos, exactamente todas las viviendas fueron radiadas con respecto a la línea principal.



### 3.3.2 Planimetría

El levantamiento planimétrico se ejecutó como una poligonal abierta, utilizando para ello el método de conservación de Azimut con vuelta de campana.

Las distintas horizontales ( $D_h$ ) se calcularon, según la siguiente fórmula:

$$D_h = \Delta H * 2h * \text{seno}^2 \beta$$

Donde:

$\Delta H$  = diferencia de hilos (superior – medio)

$2h$  = 2 veces la constante de lectura horizontal del aparato =  $2 * 100 = 200$

$\beta$  = ángulo vertical

### 3.3.3 Altimetría

Las diferencias de nivel entre puntos de las líneas, se calcularon mediante la siguiente expresión:

$$CPO = CEA + AI - HM + DH * (\tan (90 - \beta))$$

Donde:

**CPO** = cota del punto observado

**CEA** = cota de la estación anterior

**AI** = altura del instrumento

**HM** = lectura del hilo medio

**$\beta$**  = ángulo vertical.

### **3.4 Diseño hidráulico del sistema**

#### **3.4.1 Tanque de captación**

Es una obra de ingeniería destinada básicamente a captar, bajo cualquier condición, la cantidad de agua necesaria para el suministro de la población, durante todo el año.

El tipo de obra que se va a emplear se diseñará en función de las características de la fuente, la configuración del terreno, el tipo de fuente, la calidad física, química y bacteriológica del agua, así como por el criterio hidráulico del ingeniero. Para este caso, el tipo de captación propuesta es la captación de manantial de fondo concentrado. En este elemento se necesita la construcción de cajas recolectoras; éstas se diseñarán de tal forma que garanticen el libre flujo de la afloración del agua hacia el tanque de recolección.

La construcción de captaciones comprende los siguientes aspectos:

1. Limpieza del área donde se encuentra el manantial.
2. Excavación, hasta descubrir los brotes del manantial llegando a terreno firme.
3. Construcción de muro de retención con concreto ciclópeo, con mampostería de piedra sobre suelo firme o roca.
4. Llenar el área encerrada en el muro con piedra graduada de mayor a menor diámetro. Construir una caja recolectora de 1 m<sup>3</sup> como mínimo, cuando sean 2 o más las vertientes captadas.

Las obras de captación deben llenar los siguientes requisitos:

1. Su capacidad será de tal manera que no limite la máxima cantidad de agua, que sea capaz de producir el manantial.
2. Los materiales que se utilicen en la construcción no deben alterar la calidad del agua, como muros de concreto o mampostería.
3. Se deberá disponer de un depósito (desarenador), en caso de que el agua acarree arena.
4. Se protegerá la captación de la entrada de insectos, animales, así como seres humanos, excepto el personal encargado de limpieza.
5. La tubería de salida debe tener cedazo o rejilla en el interior de la cámara; la de rebalse, en cambio, debe tener rejilla en el lado exterior.
6. La tubería de salida debe de ser de un diámetro mayor que la de rebalse; además, ésta estará a 10 centímetros sobre el fondo de la cámara.
7. Éstas estructuras garantizarán la seguridad, la estabilidad y el funcionamiento, en todos los casos; además tendrán la facilidad de inspección y operación. En cualquier condición, a la fuente se le garantizará la protección contra la contaminación y entrada de algas u otros organismos indeseables.
8. Las reforestaciones, que se emprendan en las zonas de captación, deberán ser árboles de hojas perennes, plantas higroscópicas, etc.
9. Para evitar la contaminación de la captación, que puedan provocar personas o animales, se colocará un cerco de alambre espigado que aisle el área, donde se encuentra el brote.

### **3.4.2 Tramo de conducción**

Es un conjunto de tuberías que parten de la obra de captación al tanque de succión, la conducción es por gravedad. Este tramo es el que conecta el tanque de captación con el tanque de bombeo o de succión, debido a que no se experimentan grandes presiones, en éste tramo se utilizará tubería de PVC de 160 PSI.

El diseño de una línea de conducción por gravedad no deberá ser a cielo abierto, sin tener en cuenta los siguientes aspectos fundamentales.

- 1 La capacidad deberá ser suficiente para transportar el caudal de bombeo.
- 2 La selección del diámetro y clase de la tubería que se empleará deberá ajustarse a la máxima economía.
- 3 En conducciones forzadas es preciso tener siempre en cuenta las pérdidas de carga. Ésta se acumula cuanto mayor es la longitud de la conducción, lo cual implica que para conducciones de gran longitud debe usarse tubería de diámetros grandes.
- 4 La forma de calcular este tramo es por el método de pérdidas por fricción.

### **3.4.3 Tanque de succión**

Para este proyecto el tanque de succión será de 20 metros cúbicos totalmente enterrado, ver planos en los apartados finales. La caseta de controles, contiene todos los accesorios eléctricos que son necesarios para el funcionamiento del sistema, entre los cuales se tiene: flip-on 2\*6 p/mando LG, flip-on 3\*150 A, Square-d 600 V, base para flip-on triple s-d, arrancadores Furnas f-120 460 V, K-87 elemento térmico Furnas, monitor de voltaje digital 3f 70-650 V, subcontrol Franklin 460 V, inserto de potencia 60 HP 460 V, transformador seco 100 VA, selector de 3 posiciones Siemens, luz piloto Siemens, reloj de 24 horas 220 V, pararrayos 600 V.

### **3.4.4 Equipo de bombeo**

La bomba a utilizar será sumergible de 60 HP, el equipo funcionara con energía eléctrica y el tiempo máximo de bombeo será de 9 horas. La capacidad de la bomba y la potencia del motor deberá ser suficiente para elevar el caudal de bombeo provisto contra la altura máxima de diseño la eficiencia de la bomba en ningún momento será menor del 60%. La capacidad del motor deberá calcularse para suministrar la potencia requerida por la bomba (considerando el rendimiento del conjunto), más una capacidad de 10 a 25% para compensar el desgaste normal del equipo. La bomba sumergible, vertical es la recomendada para este proyecto, debido a que: es más fácil de instalar y es más eficiente de fácil mantenimiento y reparación, también hay que tomar en cuenta que debe ser de etapas múltiples debido a la gran potencia que se requiere. Para ampliar la información en cuanto a costos y componentes del equipo de bombeo ver anexo 5 en los apartados finales.

A la salida de los equipos de bombeo deberán proveerse como mínimo los siguientes dispositivos:

1. Manómetro de descarga
2. Tubería de limpieza.
3. Válvulas de retención y de paso en la línea de descarga.
4. Junta flexible en la línea de descarga.
5. Protección contra golpe de ariete si fuera necesario.
6. Elementos que permitan determinar en cada caso la altura del nivel de bombeo.

#### **3.4.5 Válvula disipadora del golpe de ariete**

El golpe de ariete o choque hidráulico, es causado por la transformación brusca de la energía cinética del agua en energía de presión (sobre presión), en el caso de cierre de una válvula o de parada de un equipo de bombeo. En el caso de una apertura de una válvula o puesta en marcha de un equipo de bombeo es producido por el cambio de energía de presión (es decir disminución de la presión hidrostática) en energía cinética.

La válvula disipadora debe de seleccionarse tomando en cuenta factores tales como la carga total a vencer, altura de la columna de agua del sistema, presión máxima del sistema de bombeo, sobre presión, tipo de tubería. Debido a la gran carga del sistema la válvula disipadora del golpe de ariete debe de soportar como mínimo 315 PSI lo cual equivale a 221 metros columna de agua.

### **3.4.6 Tramo de impulsión**

La tubería de este tramo será elegida tomando en cuenta factores tales como: diámetro económico (6"), la presión estática, presión dinámica y la sobre presión, más conocida como golpe de ariete. Cuando los sistemas requieren un equipo grande de bombeo, significa que la carga a vencer o altura a la que hay que elevar el agua es grande, por lo tanto la tubería que se colocará al inicio del tramo es de hierro galvanizado debido a la alta resistencia que posee, entre las desventajas se pueden mencionar: a) El costo es demasiado elevado, b) La instalación debe hacerse al aire libre teniendo que construir anclajes de mampostería. Por consiguiente se utilizará solamente donde sea realmente necesario, luego se utilizara tubería de PVC por su fácil instalación y bajo costo.

### **3.4.7 Almacenamiento**

En todo sistema, incluyendo aquellos con abastecimiento por gravedad durante las 24 horas del día, debe diseñarse un tanque como mínimo en ésta oportunidad se diseño con un tanque de piedra semienterrado, con las siguientes funciones:

1. Compensar las demandas máximas horarias esperadas en la red de distribución.
2. Almacenar agua en horas de poco consumo, como reserva para contingencias.
3. Almacenar cierta cantidad de agua para combatir incendios.
4. Regular presiones en la red de distribución.
5. Reserva suficiente por eventual interrupción en la fuente de abastecimiento.

Se podría suprimir el tanque de almacenamiento, sólo cuando la fuente asegure un caudal superior a 3 veces el consumo medio diario de la población, en toda época del año.

En cuanto a la estructura que se va a utilizar, esto dependerá de varios factores:

Cuando hay niveles topográficos aprovechables, en la cercanías de la localidad, que permiten obtener presiones aceptables con diámetros económicos, se emplearán tanques de concreto armado sobre el terreno o semienterrados (se prefieren los primeros por el poco mantenimiento que requieren durante su vida útil).

Cuando las condiciones topográficas del terreno así lo requieren, se utilizarán tanques elevados, ya sea de concreto armado, pretensado, postensado o de metal; estos tanques de almacenamiento normalmente son abastecidos por bombeo, en el que se tendrá en cuenta el período de bombeo, período de diseño y las variaciones horarias en el consumo; además, se deberán tomar en cuenta aspectos como: el nivel mínimo del agua en el tanque sea suficiente para conseguir las presiones adecuadas en la red de distribución, la tubería de rebalse debe descargar libremente. Además deberá proveerse de un paso directo que permita mantener el servicio, mientras se efectúe el lavado o reparación del tanque (by-pass).



Todos los tanques deberán tener los siguientes dispositivos:

1. Cubierta hermética que impida la penetración de agua, polvo, aves, etc., del exterior, con su respectiva escotilla de visita para inspección y limpieza.
2. Tubo de ventilación, que saque el aire durante el llenado, en diámetro no menor de 2", con abertura exterior hacia abajo y provista de rejilla, que impida la entrada de insectos.
3. Válvula de flote, y cierre automático, cuando el depósito se ha llenado (si lo cree necesario el diseñador).
4. Tubería de entrada al tanque, que estará situada cerca del acceso, para facilitar el aforo en cualquier momento.
5. Diámetro mínimo de la tubería de rebalse, que será igual al de la tubería de entrada al tanque.
6. En tanques no elevados, se colocará el tubo de salida, al lado opuesto respecto al de entrada, de tal forma que haya circulación de agua en el tanque y se reduzca a un mínimo la posibilidad de un corto circuito.
7. Escaleras interiores y exteriores, en caso de que las dimensiones excedan 1.20 m. de alto.
8. El fondo del tanque debe estar siempre por encima del nivel freático.
9. Las paredes de los tanques enterrados deben sobresalir no menos de 30 cm. de la superficie del terreno; el techo deberá tener una pendiente, que permita drenar hacia fuera, para evitar la entrada de aguas superficiales o de lluvia.
10. El tubo de desagüe con su correspondiente llave de compuerta y de diámetro mínimo de 4", que permita vaciar el tanque en 2 ó 4 horas. Para facilitar la operación de las llaves y válvulas, éstas deben ubicarse, en lo posible, en una caja común o cámara seca.

11. Los extremos de las tuberías de rebalse y desagüe deben protegerse con cedazo y tela metálica, para impedir el paso de insectos y otros animales, y no se conectarán directamente el sistema de alcantarillado; deberán tener una descarga libre de 15 centímetros como mínimo.

#### **3.4.7.1 Volumen de almacenamiento**

El volumen de compensación en sistemas por gravedad se adoptará del 25% al 35% del consumo medio diario y en sistemas por bombeo de 35% al 50%. Se construirá un tanque de almacenamiento semienterrado con muros y cimientado de piedra y una losa nervurada simplemente apoyada.

Cuando el suministro de agua puede considerarse 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.

Resumiendo, el volumen total del tanque será:

1. Para poblaciones menores de 1,000 habitantes, el 35% del consumo medio diario de la población, el cual no considera reservas para eventualidades.
2. Para poblaciones entre 1,000 y 5,000 habitantes, el 35% del consumo medio diario, más un 10% para eventualidades.
3. Poblaciones mayores de 5,000 habitantes el 40 % del consumo medio diario, más un 10% para eventualidades.
4. En el caso de sistemas por bombeo, la reserva mínima deberá ser la del 35% al 50% de un día de consumo medio, salvo en los casos en que se necesite proveer una capacidad adicional para contingencias o incendios.

El volumen de almacenamiento se calcula por la expresión:

$$\text{Volumen} = 35\% * Q_m$$

Sustituyendo.

$$Q_m = 3.81 \text{ l/s}$$

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

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

$$\text{Volumen} = 0.35 * (3.81 \text{ l/s}) * (86400 / 1000)$$

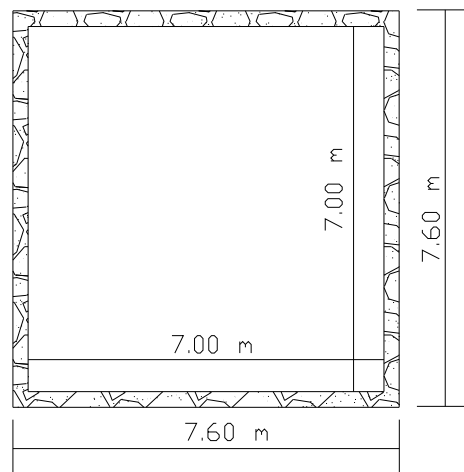
$$\text{Volumen} = 115.2 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 115 \text{ m}^3$$

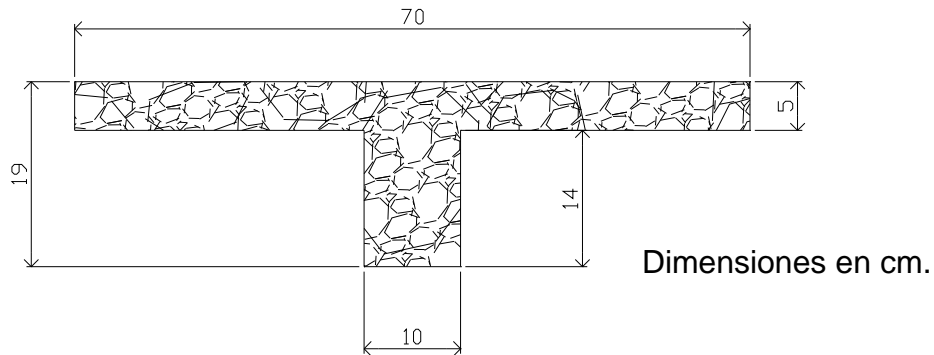
### 3.4.7.2 Diseño del tanque proyectado

El tanque será semienterrado, con muros y cimiento de piedra, con una losa nervurada, armada en dos sentidos simplemente apoyada y con un claro de 7 metros.

**Figura 1.** Dimensiones de la losa para el tanque de distribución.



**Figura 2.** Dimensiones de la sección transversal vigas T.



1. Ancho superior de la viga: **B= 0.70 m**  $B=7 \text{ m}/10 = 0.70 \text{ m}$
2. Espesor de losa: **h= 5 cm**  $h \geq 3.8 \text{ cm.}$
3. Anchura de nervios **bw= 10 cm**  $bw \geq 10 \text{ cm}$
4. Peralte **p= 16 cm**

### **Cálculo de cargas.**

$$W_{\text{concreto}} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

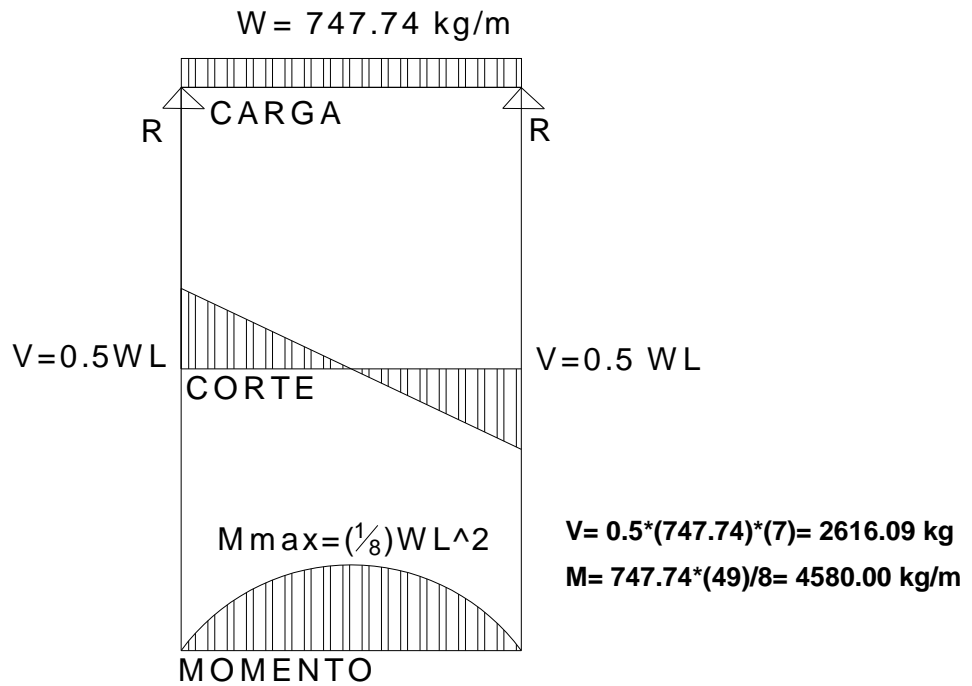
$$W_{\text{viva}} = 490 \text{ kg/m}^2$$

- Carga de la losa:  $W_l = W_c \cdot h \cdot B_y = 2,400 \cdot (.05) \cdot (0.70) = 84.0 \text{ kg/m}$
- Carga de nervios  $W_n = W_c \cdot b_y \cdot (t-h) = 2,400 \cdot (0.10) \cdot (0.14) = \underline{33.6 \text{ kg/m}}$
- Carga muerta  $W_m = 117.6 \text{ kg/m}$
- Carga viva  $W_v = (490) \cdot (0.70) = 343.0 \text{ kg/m}$

### **Cargas últimas:**

- Carga muerta=  $1.4 \cdot (W_m) = 1.4 \cdot (117.6) = 164.64 \text{ kg/m}$
  - Carga viva=  $1.7 \cdot (W_v) = 1.7 \cdot (343) = \underline{583.10 \text{ kg/m}}$
- Carga total por metro lineal 747.74 kg/m**

**Figura 3.** Diagrama de carga, corte y momentos de la estructura.



### Cálculo del acero a tensión vigas T:

Esfuerzo último del concreto,  $f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo último del acero original,  $f_y = 4,220 \text{ kg/cm}^2$

$A_s \text{ tensión} = (Bp - [(Bp)^2 - M_{max}B / (0.003825 \cdot f'_c)]^{0.5}) / (0.85 \cdot f'_c / f_y)$

$A_s \text{ tensión} = (70 \cdot 16 - [(70 \cdot 16)^2 - 4580 \cdot 70 / (0.003825 \cdot 281)]^{0.5}) / (0.85 \cdot 281 / 4220)$

$A_s \text{ tensión} = 8 \text{ cm}^2$

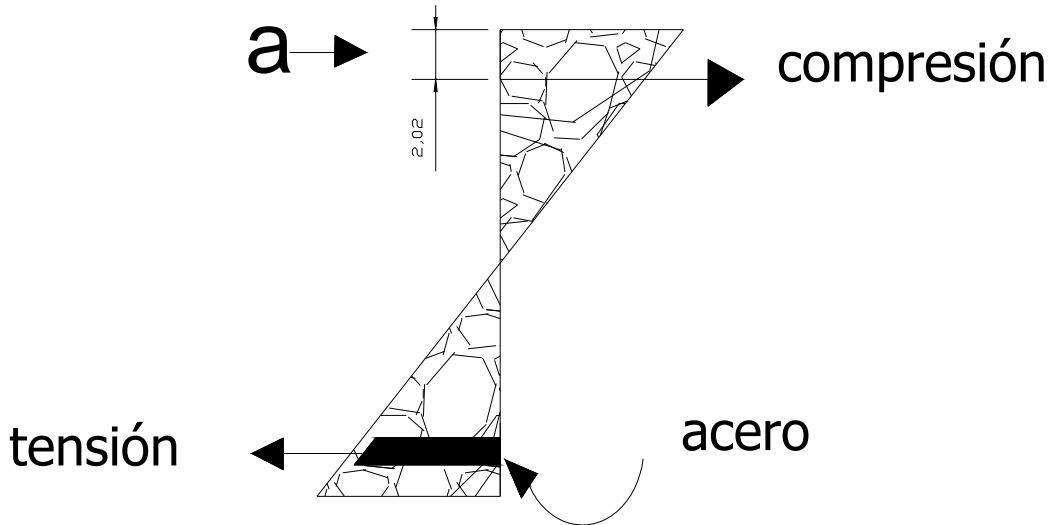
4 barras de acero número 5, (5/8")

verificación para comprobar si trabaja como viga rectangular:

$a = A_s \cdot f_y / (0.85 \cdot f'_c \cdot B) \quad a = 8 \cdot (4220) / (0.85 \cdot (281) \cdot (70)) = 2.019 \text{ cm}$

$a = 2.02 \text{ cm} \leq 5 \text{ cm}$  trabaja como viga rectangular.

**Figura 4.** Bloque Equivalente.



Acero por temperatura para una franja de 70 cm.

$$A_s = 0.002 \cdot b \cdot t = 0.002 \cdot (7 \cdot 5) = 0.7 \text{ cm}^2; \text{ 1 hierro de } 3/8" \text{ @ cada } 70 \text{ cm.}$$

Espaciamiento máximo;  $S_{\max} = 5h = 5 \cdot 5 = 25 \text{ cm.}$

Entonces utilizar hierro 3/8" @ 0.20 m, en ambos sentidos.

Acero requerido límites máximos y mínimos.

$$A_s \text{ mínimo} = 0.4 \cdot (14.1) \cdot b \cdot d / f_y = 0.4 \cdot (14.1) \cdot (70) \cdot (16 / 4220) = 1.5 \text{ cm}^2$$

$$\rho_b = 0.85 \cdot (0.85) \cdot f'_c / f_y \cdot (6090 / (f_y + 6090)) = 0.02842$$

$$A_s \text{ máximo} = 0.5 \cdot \rho_b \cdot b \cdot d = 0.5 \cdot (0.02842) \cdot (70) \cdot (16) = 15.91 \text{ cm}^2$$

$$1.5 \text{ cm}^2 \leq 8 \text{ cm}^2 \leq 15.91 \text{ cm}^2$$

El área de acero a flexión es correcta.

El corte máximo es:

$$V_{\max} = 0.5 \cdot W \cdot L$$

$$V_{\max} = 0.5 \cdot (747.74) \cdot (7) = 2616 \text{ kg.}$$

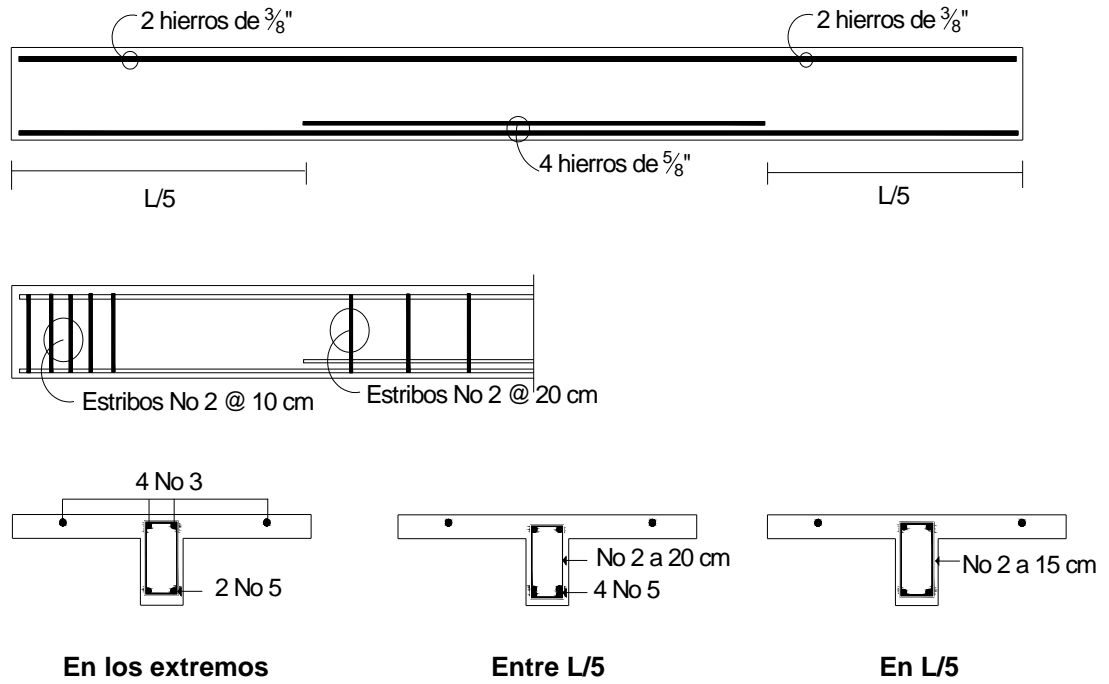
El corte que soporta el concreto es:

$$V_c = (0.85) \cdot (0.53) \cdot ((f'_c)^{1/2}) \cdot (A_{\text{transversal}})$$

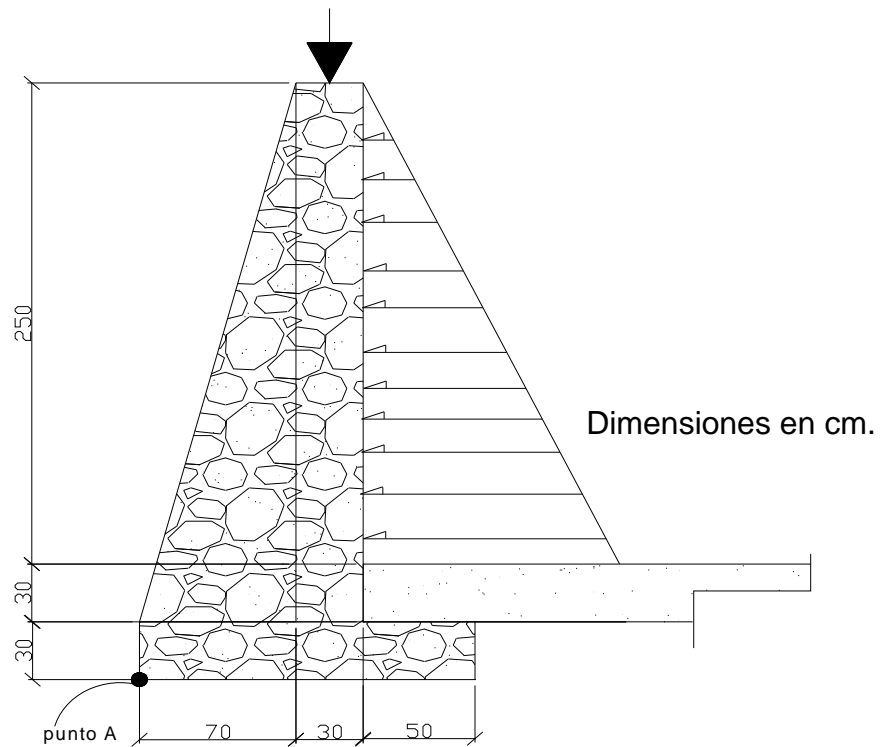
$$V_{\text{concreto}} \geq V_{\text{máximo}}$$

$$V_c = 0.4505 \cdot ((281)^{1/2}) \cdot (70 \cdot 5 + 10 \cdot 14) = 3700 \text{ kg} \quad \text{Estribos a cada } 10 \text{ cm.}$$

**Figura 5. Detalle del armado**



**Figura 6. Dimensiones del muro**

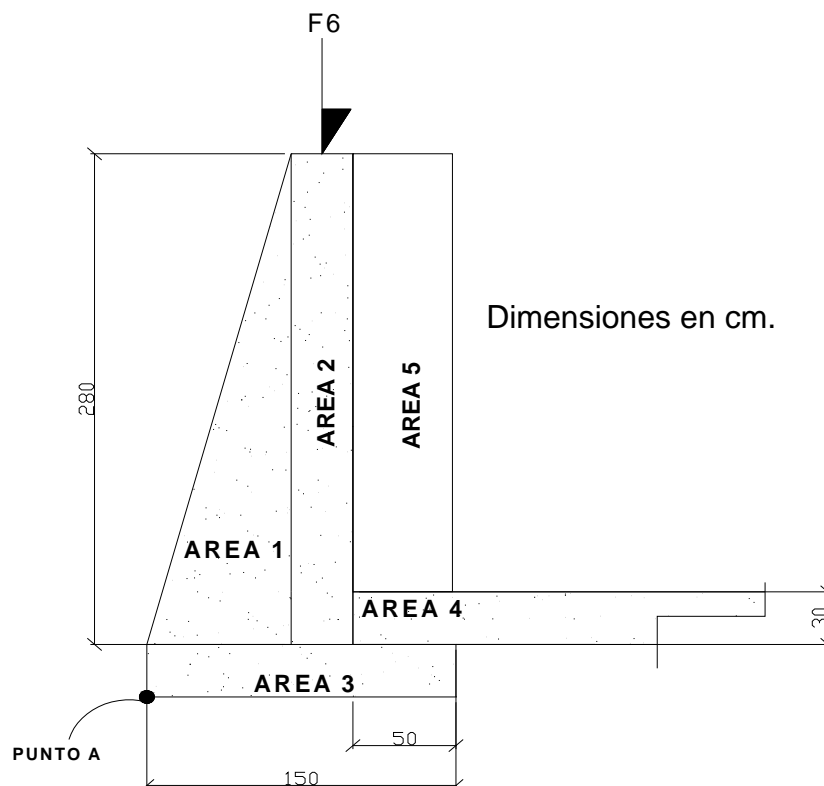


Para el diseño de tanques generalmente existen dos casos críticos; cuando el tanque es enterrado, el caso crítico ocurre cuando éste está vacío, pero debido a que el tanque se construirá superficial, normalmente el caso crítico ocurre cuando el mismo está lleno de agua hasta el punto de rebalse.

### Datos

|   |   |                       |
|---|---|-----------------------|
| Ángulo de fricción interna ( $\phi$ )     | = | $30^{\circ}$          |
| Peso del agua ( $W_{\text{agua}}$ )       | = | $1 \text{ ton/m}^3$   |
| Peso del concreto                         | = | $2.4 \text{ ton/m}^3$ |
| Peso de la piedra ( $W_{\text{piedra}}$ ) | = | $2 \text{ ton/m}^3$   |
| Peso del suelo ( $W_s$ )                  | = | $1.6 \text{ ton/m}^3$ |
| Valor soporte del suelo ( $V_s$ )         | = | $10 \text{ ton/m}^2$  |

**Figura 7.** Análisis de volteo del muro





**Tabla IV.** Detalle de fuerzas, brazos y momentos.

| Parte            | fuerza (ton)      | Brazo (m) | Momento (ton-m)      |
|------------------|-------------------|-----------|----------------------|
| 1                | 1.96              | 0.46      | 0.90                 |
| 2                | 1.68              | 0.85      | 1.43                 |
| 3                | 0.90              | 0.75      | 0.68                 |
| 4                | 0.30              | 1.25      | 0.38                 |
| 5                | 1.18              | 1.25      | 1.47                 |
| 6 (F6)           | 1.00              | 0.85      | 0.85                 |
| 7                | Empuje pasivo     | 0.20      | 0.17                 |
| <b>Sumatoria</b> | <b>R=7.02 ton</b> |           | <b>M+=5.88 ton-m</b> |

**Empuje pasivo del suelo**

$$K_p=3$$

$$E_p=0.5 \cdot W_s \cdot K_p \cdot (h_s^2)$$

$$E_p=0.5 \cdot (1.6) \cdot (3) \cdot (0.62)=0.864 \text{ ton.}$$

$$M_{E_p}=0.1728 \text{ ton-m}$$

**Fuerza hidrostática:**

$$F_h=0.5 \cdot W_{\text{agua}} \cdot H \cdot (Y_{\text{centroide}})$$

$$F_h=0.5 \cdot (1) \cdot (2.35) \cdot (1.57)=1.84 \text{ ton}$$

Según el ACI la  $F_h$  se aumenta en un 20% como factor de seguridad

$$F_h=2.2 \text{ ton}$$

**Factor de deslizamiento:**

$$f=\text{tg}(2\Theta/3) \quad \Theta=30$$

$$f=0.36$$

**Resistencia al deslizamiento:**

$$T = f(R)$$

$$T = 0.36 * (7.02) = 2.53 \text{ ton}$$

**Momento estabilizante:**

$$\sum MA = 0$$

$$Fv(x) = \sum M+$$

$$7.02 * (x) = 5.88 \quad X = 5.88 / 7.02 = 0.84 \text{ m}$$

$$Me = \sum Fv(x) \quad Me = 7.02 * (0.84) = 5.9 \text{ ton-m}$$

**Momento de volteo:**

$$Mv = \text{fuerza hidrostática}(H/3 + 0.3)$$

$$Mv = 2.2 * (0.78 + 0.3) \quad Mv = 2.38 \text{ ton-m}$$

**Momento neto:**

$$Mn = Me - Mv = 5.9 - 2.38 = 3.52 \text{ ton-m}$$

$$X = Mn / R = 3.52 / 7.02 = 0.50$$

**EXCENTRICIDAD:**

$$E = X - A/2 = 0.5 - (0.502/2) = 0.25$$

**VERIFACACIONES**

**a) Volteo:**

$$V = Me / Mv > 1.5$$

$$\text{Volteo} = 5.9 / 2.38 = 2.47 \quad 2.47 > 1.5$$

**b) Deslizamiento:**

$$D = R / Ph$$

$$D = 7.02 / 2.2 = 3.2 \quad 3.2 > 1.5$$

**c) Centroide de presiones:**

$$a = (M_e - M_v) / R$$

$$a = (5.9 - 2.38) / 7.02 = 0.502$$

$$b/3 = 1.50/3 = 0.50 \leq 0.502 \quad \text{se encuentra dentro del límite}$$

**d) Excentricidad:**

$$E = (B/2) - a = 1.5/2 - 0.502 = 0.24$$

**e) Presiones en la base:**

$$P = R/b * (1 \pm (6 * e/b))$$

$$P = 7.02/1.5 * (1 \pm 6 * (0.24/1.5))$$

$$P_1 = 9.17 \text{ ton/m}^2$$

$$P_2 = 0.192 \text{ ton/m}^2$$

Valor soporte del suelo

$$V_s = 10 \text{ ton/m}^2$$

$$V_s > P_1$$

$$P_2 > 0 \quad \text{sí verifica el muro de 1.5 metros.}$$

**Carga de la losa y la viga perimetral.**

$$\text{Peso propio de losa} = 2400 (0.7 * 0.05 + 0.14 * 0.10) = 117.6 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva (CV)} = 490 * (0.70) = 343.0 \text{ kg/m}^2$$

**Carga última (Cu)**

$$C_u = 1.7 * C_M + 1.4 * C_V$$

Sustituyendo:

$$C_u = 1.4 * (117.6) + 1.7 * (343) = 460.6 \text{ kg./m}^2$$

$$\text{Peso de la viga perimetral} = 2400 * (0.20 * 0.19) = 91 \text{ kg/m}$$

**Área tributaria de la losa sobre el muro (A<sub>t</sub>)**

$$A_t = 57.76/4 = 14.44 \text{ m}^2$$

### **Peso sobre el muro (w)**

w = Peso del área tributaria de la losa + Peso de la viga

Sustituyendo:

$$w = (14.44*(460)) + ((2400*0.20*0.19)*(7.6)) = 7335.5 \text{ ton/m}$$

$$w = 7335.5 \text{ kg/m} = 7.3 \text{ ton/m}$$

Entonces se tiene que la carga lineal es:  $W=W_{\text{total}}/\text{Longitud del muro}$

$$W=7.3/7.3=1 \text{ ton/m}$$

### **Diseño de losa inferior del tanque**

Volumen del tanque hasta el nivel crítico del agua (tanque lleno)

$$\text{Vol} = B*L*H.$$

Sustituyendo:

$$\text{Vol} = 2.35*(7)*(7)=115 \text{ m}^3$$

### **Peso del agua sobre la losa inferior ( $P_{\text{AGUA}}$ )**

$$P_{\text{AGUA}}=\text{Vol.}*(\text{Densidad del agua})$$

Sustituyendo:

$$P_{\text{AGUA}} = 115 \text{ m}^3 * 1 \text{ ton/m}^3 = 115 \text{ ton}$$

### **Peso del agua por metro cuadrado ( $W_{\text{AGUA}}$ )**

$$W_{\text{AGUA}}=P_{\text{AGUA}}/\text{Área}$$

Sustituyendo

$$W_a = 115 \text{ ton} / (7*7) = 2.35 \text{ ton/m}^2$$

Como la capacidad soporte del suelo es  $V_s = 10 \text{ ton/m}^2$  y es mayor que la presión producida por el peso del agua, no se requiere refuerzo más que solamente el acero por temperatura.

### **3.4.8 Potabilización**

El proceso de potabilización se hace por medio de un hipoclorador hidráulico con flotador o uno de fácil construcción como se explica en el anexo 4 en los apartados finales. Consiste en un recipiente con flotador que soporta un elemento de toma para la captación de la solución; seguidamente mediante un elemento flexible, dotado de un dispositivo de control, se entrega el hipoclorito en solución, gota a gota, a un depósito abierto o al tanque de distribución. El conjunto va situado en el interior de un recipiente inmune al cloro, cuyo objetivo es el almacenamiento de la solución. El modelo está constituido por los siguientes elementos:

#### **- Mezcla y alimentación de la solución**

Consiste en un estanque cilíndrico de asbesto cemento, o cualquier otro tipo de material, generalmente de 500 litros de capacidad, cuya función es mezclar y almacenar la solución para un período máximo de ocho días.

Para evitar interferencias por sedimento, se coloca una lámina de asbesto cemento en posición vertical dentro del tanque, lo que evitará que el sedimento, producto de la mezcla, obstruya los orificios de toma y demás elementos del sistema.

#### **- Dosificador**

Está integrado por un niple corredizo y deslizante de PVC de ½", con un orificio perforado de recolección.

#### **- Flotador**

Este elemento puede construirse de corcho, madera, duroport, acrílico, etc. El más recomendado es el flotador de PVC.

#### **- Lavado**

Para el desalojo del material sedimentado, se coloca una llave de compuerta de PVC de 1/2", en la parte inferior de la pared del tanque de la zona de mezcla de la solución.

#### **- Aplicación**

Preparación del concentrado. En una cubeta grande de plástico, se vierte el hipoclorito en la cantidad indicada al operador de cada sistema; para hacer una solución concentrada, se agrega esta primera vez el agua necesaria para formar una pasta, luego se agrega más agua, hasta completar más de la mitad de la cubeta y se agita. El procedimiento anterior se repite una vez más, desechando finalmente el sedimento que queda por considerarse que no tiene ya ninguna cantidad apreciable de cloro. El dosificador se termina de llenar hasta la marca; luego, mediante una conexión directa a la fuente, se distribuye con lo que queda listo para funcionar.

Como el caudal que se va a distribuir es de 7.61 l/s, en un día, se distribuirá un total de 657,504 litros y en vista de que la fuente es un manantial, se aplicará una dosis de cloro inicial de 0.2 mg/l, por lo que diariamente se necesitarán 131 gr. de cloro.

La desinfección del agua por medio de cloro queda a criterio de las autoridades municipales y para ampliar la información acerca de la potabilización del agua ver anexo 3 en los apartados finales. Es recomendable seguir realizando exámenes bacteriológicos y físico-químicos periódicamente, para tener un registro de datos, y posteriores mejoramientos.

#### **3.4.8.1 Tratamiento químico**

Según reportan los exámenes de laboratorio del anexo 2, el agua se encuentra en condiciones normales desde el punto de vista físico-químico. Esto significa que el agua es apta para ser ingerida por seres humanos pero por prevención se sugiere una desinfección mínima por ser un nacimiento que provee agua clara, se estima una demanda de cloro de 0.2 mg/l.

#### **3.4.8.2 Tratamiento bacteriológico**

El tratamiento bacteriológico se hará por medio de hipoclorador, el cual es un aparato dosificador que puede ser de patente o de fácil construcción, el cual consiste en un depósito para la solución de cloro, la ubicación del mismo, se hará en la estación E-50, cota 1209.20 m, justo antes de la entrada del tanque de distribución de 115 m<sup>3</sup>. El volumen de hipoclorador es de 0.5 m<sup>3</sup>. este tratamiento es opcional, para ampliar la información ver anexo 1.

### **3.4.9 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, siempre y cuando sea mayor que el caudal simultaneo, caso contrario se utilizará este último.
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 llena cántaros, si la capacidad de la fuente no lo permite.
4. Se deberá dotar a las redes de distribución de los accesorios y 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.

Es necesario terminar los ramales abiertos en puntos de consumo, para evitar estancamientos indeseables; de lo contrario, se deberá proveer de una válvula de compuerta para la limpieza de esta tubería. Este método se utiliza cuando el circuito no se puede cerrar, debido a condiciones topográficas o por la economía del proyecto. Para diseñar la red de distribución, se utilizó el método de redes abiertas debido a que las casas se encuentran dispersas; Teniendo en cuenta para el diseño las siguientes consideraciones:



**Caudal de diseño:** El diseño se hará utilizando el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ). Siempre y cuando éste sea mayor que el caudal simultáneo, de no ser así se utiliza el caudal simultáneo ( $Q$  simultáneo). Habiendo considerado el número de viviendas a abastecer en cada ramal, se calcula el caudal máximo horario y el caudal simultáneo, utilizando el mayor de los dos, y mediante el criterio de continuidad se determina el caudal de distribución en cada punto. Dicho de otra forma para el diseño de redes abiertas, debe tomarse en cuenta el mayor de los caudales siguiente:

$$\text{Caudal máximo horario} = F_{\text{hora máxima}} \cdot (Q_{\text{medio}})$$

$$\text{Caudal simultáneo} = k (n-1)^{0.5}$$

Donde:

$$k = 0.15 \text{ a } 0.20$$

$n$  = número de viviendas en cada tramo.

**Presión estática en la tubería:** Se produce cuando todo el líquido de la tubería y del recipiente que la alimenta está en reposo. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua en el recipiente. La máxima presión estática que soportan las tuberías de 160 PSI = 90 MCA, teóricamente puede soportar más, pero por efectos de seguridad, si hay presiones mayores que la presente, es necesario colocar una caja rompe presión o tubería de 250 PSI o HG.

En la línea de distribución, la máxima presión estática permitida es de 80 MCA, ya que a mayores presiones fallan los empaques de válvulas y grifería, a menos que sea necesario utilizar presiones mayores por necesidad de salvar puntos altos.

**Presión dinámica en la tubería:** Cuando hay movimiento de agua, la presión estática modifica su valor, que se disminuye por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería; lo que era altura de carga estática, ahora se convierte en altura de presión más pequeña, debido al consumo de presión, conocida como pérdida de carga. La energía consumida o pérdida de carga varía, respecto a la velocidad del agua y en proporción inversa al diámetro de la tubería. La presión en un punto A es la diferencia entre la cota piezométrica del punto A y la cota de terreno de ese punto. La menor presión dinámica que puede haber en la red de distribución es de 10 MCA., que es la necesaria, para que el agua pueda subir con cierta presión a las llaves de chorro. Se pueden tener presiones hasta 7 MCA., siempre que sea debidamente justificado. La presión máxima sugerida es de 40 MCA, pudiendo exceder este límite siempre y cuando se tengan razones justificadas para hacerlo.

**Línea piezométrica:** Es la forma de representar gráficamente los cambios de presión en la tubería. Esto indica, para cada punto de la tubería, 3 elementos: la distancia que existe entre la línea piezométrica y la presión estática en cada punto, representa la pérdida de carga o la pérdida de altura de presión que ha sufrido el líquido, a partir del recipiente de alimentación, es decir, el tanque de distribución hasta el punto de estudio. La distancia entre la línea piezométrica y la tubería representa el resto de presión estática, es decir, la presión que se mediría si se pone en el momento del flujo un manómetro en ese punto. Esta presión está disponible para ser gastada en el recorrido del agua dentro de la tubería. La pendiente de la línea piezométrica representa la cantidad de altura de presión que está consumiendo por cada unidad de longitud en metros, que recorre el agua. Cuanto mayor sea la velocidad, mayor será el consumo de presión por metro de tubería.

**Verificación de velocidades:** En todo diseño hidráulico, es necesario revisar la velocidad del líquido, para ver si ésta se encuentra entre los límites recomendados. Para diseño de sistemas de abastecimiento de agua con material en suspensión, sedimentable o erosivo, se considera los límites de velocidad desde 0.60 m/s hasta 3 m/s máxima. Si se trata de agua sin material sedimentable o erosivo, no hay límite inferior, y se dará lo que resulte del cálculo hidráulico. El límite superior se fijará solamente en precaución a la sobre presión, que se debe al golpe de ariete.

La fórmula que se va a utilizar es la siguiente:

$$V = 1.974 \cdot Q/D^2$$

Donde:

V = Velocidad (m/s)

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

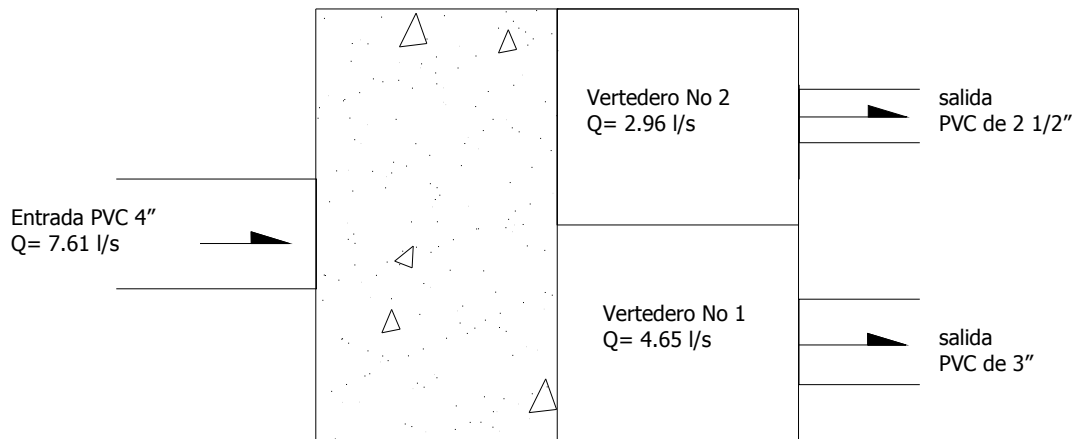
D = Diámetro del tubo (m)

### **3.4.10 Obras de arte**

#### **3.4.10.1 Vertederos**

Son los componentes de la caja distribuidora de caudales, éstos se utilizan para tener un repartimiento equitativo de la cantidad de agua que requiere cada comunidad sin darles más a unos y menos a otros. En este diseño en particular se dividió en dos sectores que son el sector norte compuesto por las comunidades de Sachicha y Ostua y el sector sur que es la comunidad de Cerro Lindo, de esta forma se diseñarán dos vertederos en la salida del tanque de distribución.

**Figura 8.** Distribución de caudales



**Cálculo de los vertederos:**

**Vertedero No 1, comunidades de Ostua y Sachicha**

Caudal,  $Q=4.65$  l/s

Fórmula de Thomson:

$$H = ((2/5) * Q) / 14.17$$

$$H = ((2/5) * 4.65) / 14.17 = 0.1312 \text{ m}$$

La base de un triángulo esta dada por:  $B=2m * H$

Si la pendiente,  $m=1$  entonces:

$$B = 2 * (1) * (0.1312) = 0.2624 \text{ m}$$

$$\text{Área} = 0.5 * B * H \quad A = 0.5 * (.2624) * (.1312) = 0.01721 \text{ m}^3$$

$$\text{Si } H=0.12 \text{ m, entonces } B = 2 * A / H = 0.28 \text{ m} \quad \mathbf{H=0.12 \text{ m, } B=0.28 \text{ m}}$$

### Vertedero No 2, Comunidad de Cerro Lindo.

El área de este vertedero se encuentra por medio de la regla de tres debido a que la fórmula de Thomson es cierta solo para ángulos cercanos a 90 grados.

Caudal,  $Q=2.96$  l/s

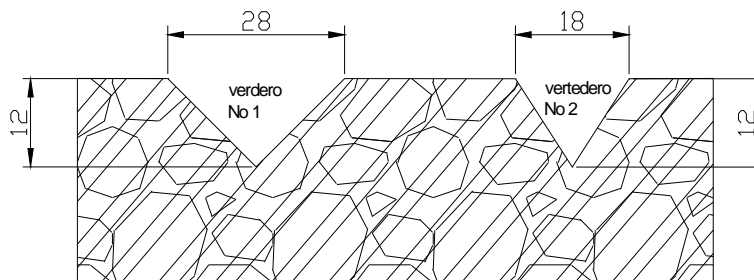
El  $(\text{Área1}/Q1 \text{ como } \text{Área2}/Q2)$

Donde  $A2=2.96*(0.01721)/4.65$        $A2=0.0109 \text{ m}^3$

$\text{Área}= 0.5*B*H$

Si  $H=0.12$  m, entonces la  $B=2*A/H =0.18$  m       **$H=0.12$  m,  $B=0.18$  m**

**Figura 9.** Vertederos



Dimensiones en cm.

### 3.4.10.2 Cajas rompe presión

Las dimensiones mínimas serán las que permitan la maniobra del flotador y demás accesorios y en ningún caso menor de  $0.65*0.5*0.8$  m libres

Las válvulas del flotador de 13 mm (1/2") deberán diseñarse para una carga estática no mayor de 40 metros columna de agua. Para diámetros mayores la carga estática será no mayor de 60 metros de columna de agua. Estará provista de una válvula de globo en la entrada.

### **3.4.10.3 Válvulas de aire y limpieza**

Las válvulas de aire se colocan en los puntos altos del sistema debido a que el aire se eleva por la tubería llegando a los puntos altos de esta cuando el sistema se encuentra muerto, en tramos donde existen conexiones prediales se pueden omitir debido a que los chorros cumplen también con esta función.

Las válvulas de limpieza son aquellas que se usan para extraer todos los sedimentos que se pueden acumular en los puntos bajos de las tuberías; se deben colocar única y exclusivamente en tramos sin conexiones de servicio, ya que en los puntos en donde existen conexiones los grifos realizan esta función.

Estas válvulas se componen básicamente por una te a la cual se conecta lateralmente un niple (tubería menor de 6 m), además de una válvula de compuerta que se puede abrir para que, por medio del agua, se expulsen de la tubería el aire y los sólidos acumulados.

### **3.4.10.4 Conexiones prediales.**

Se entiende por conexión predial cada servicio que se presta a una comunidad, a base grifo instalado fuera de la vivienda, pero dentro del predio o lote que ocupa. Es el tipo de servicio más recomendable desde el punto de vista de higiene y salud para el área rural, tomando en cuenta a la vez, razones económicas. La instalación predial se recomienda para comunidades rurales concentradas y dispersas con nivel socioeconómico regular.

Las conexiones prediales están compuestas, por una llave de chorro, 3 metros de tubería de hierro galvanizado de 3/4" de diámetro, los accesorios necesarios para efectuar la toma del tubo principal de la línea de distribución utilizando para este caso particular una longitud promedio de 25 metros de tubería PVC de 3/4" de diámetro.

### **3.5 Impacto ambiental**

Este término define la alteración del ambiente causada por la implementación de un proyecto, por lo tanto los factores a alterarse son: el 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. Existen regiones bien definidas del medio ambiente terrestre: la corteza rocosa y montañosa de la tierra llamada litosfera, los gases circundantes que rodean a la tierra y forman la llamada atmósfera, la hidrosfera que incluye el agua de los lagos, ríos, mares y depósitos subterráneos al igual que el agua en forma de nieve y hielo; estas regiones están relacionadas entre si y forman el medio ambiente normal del ser humano y se citan en conjunto con el termino ecosfera. En este contexto el concepto ambiente incluye el conjunto de factores físicos, sociales, culturales y estéticos en relación con el individuo y la comunidad. El impacto ambiental en su más amplio sentido, es causado por la presencia de un proyecto que puede provocar efectos positivos como negativos. El procedimiento para la evaluación del impacto ambiental, tiene como objetivo determinar la relación que existe entre el proyecto propuesto y el ambiente en el cual va a ser implementado. Esto se lleva a cabo considerando la mayor cantidad de información disponible sobre diversos aspectos técnicos, legales, económicos, sociales y ambientales que permitan un juicio sobre su factibilidad y aceptabilidad.

Para la evaluación del impacto ambiental se han propuesto numerosos métodos, muchos de los cuales surgieron al inicio de la década del setenta. A lo largo del desarrollo del proyecto se realizarán actividades como: tala de árboles, chapeo, desmonte y zanjeo para la construcción de los componentes tales como las obras de arte, el tanque de captación, el tanque de bombeo , la línea de impulsión y la línea de distribución.

En forma general se describe la contaminación del medio ambiente como la presencia de elementos de origen químico, físico y biológico los cuales pueden ser nocivos a los seres vivos. Además, puede degradar la calidad de atmósfera, del agua, del suelo, recursos naturales y bienes culturales en general. La contaminación se puede dar por:

- **Contaminantes físicos:** Son contaminantes inertes, algunos de estos tienen un origen natural como los sedimentos que son ocasionados por la erosión de los suelos producida durante las lluvias, tendríamos también todos los desperdicios y desechos generados durante la construcción y funcionamiento del proyecto estos son de origen humano.
- **Contaminantes químicos:** Incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o dispersos. Los contaminantes orgánicos provienen de descargas domesticas, agrícolas e industriales, pero en nuestro caso particular son desperdicios que contienen sustancias diversas sustancias disueltas tales como: las sales metálicas solubles, tale es el caso de las sales metálicas como el cloruros, sulfatos, nitratos, fosfatos, carbonatos, también los desechos de ácidos, bases y gases tóxicos disueltos. Sabemos que los ácidos pueden ser mortales para la vida acuática y originan la corrosión de metales y el desgaste fisicoquímico del concreto.



- **Contaminantes biológicos:** Aquí se incluyen bacterias y virus que producen enfermedades. Ciertas bacterias son inofensivas y otras participan en la descomposición de compuestos orgánicos. Las bacterias y los virus indeseables son los que producen enfermedades tales como la tifoidea, la difteria, la poliomielitis, la hepatitis y el cólera. Generalmente se asume que los miembros de la comunidad y los trabajadores del proyecto son capaces de contaminar el aire y el agua a utilizar con agentes infecciosos, desafortunadamente la identificación de agentes infecciosos específicos en los abastecimientos de agua, requieren del análisis de una innumerable cantidad de muestras continuamente, mediante la utilización de sofisticados métodos generalmente basados en técnicas estadísticas como el número más probable. Estos métodos determinan el número más probable de bacterias intestinales que se encuentran en una muestra de agua dada. Estos organismos no son patógenos, pero su concentración es un indicador de la posible contaminación patógena de un determinado abastecimiento de agua.
- **Contaminación auditiva:** La descripción física de ruido es cualquier sonido indeseable aunque este es un concepto subjetivo, porque lo que puede parecer agradable para una persona, para otra no lo será. De todo los atributos que distinguen entre un sonido deseado y otro desagradable, el que por regla general considerado como un el más significativo es la intensidad. Cualquier ruido mayor de 80 decibeles ocasiona sobre el ser humano stress y pérdidas auditivas.
- **Contaminación visual:** Se refiere a la alteración de las áreas naturales por desmonte, chapeo, tala de árboles, zanjeo y en general por la construcción de todos los elementos que componen al proyecto.

**Tabla V.** Matriz de correlación del impacto ambiental.

| Aspectos     | Captación | Zanjeo   | Tuberías  | Purificación | Mantenimiento de equipo | Limpieza tanques | Extracción de basura |
|--------------|-----------|----------|-----------|--------------|-------------------------|------------------|----------------------|
| Hidrológico  | -1        |          |           |              | -2                      | +2               | +1                   |
| Suelos       |           | -1       | -1        |              | -1                      | -1               | -1                   |
| Atmosférico  |           |          |           | -1           | -1                      |                  |                      |
| Biológico    |           |          |           | +1           |                         | +1               | -1                   |
| Ruido        |           |          |           |              | -1                      |                  |                      |
| Olor         |           |          |           |              | -1                      |                  |                      |
| Cont. Visual | -1        | -1       |           |              |                         |                  | -1                   |
| Social       | +2        | +2       | +2        | +2           | +2                      | +2               | +2                   |
| Sumatoria    | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>+1</b> | <b>+2</b>    | <b>-3</b>               | <b>+4</b>        | <b>0</b>             |

Contaminación drástica: -2      contaminación mínima: -1      beneficios: +2, +1.

La sumatoria da una diferencia de +4 por lo que es factible construir el proyecto. Los aspectos positivos se ven aumentados por la generación de empleos durante la construcción y funcionamiento del sistema de agua potable y por los beneficios que obtiene la población al contar con este servicio.

### 3.6 Factores de riesgo

En la construcción, como en el futuro funcionamiento, un proyecto no se encuentra exento de sufrir algún tipo de daño, vulnerabilidad o riesgo, ya sea por algún tipo de fenómeno natural, o simplemente por no prever un plan de contingencia. Las amenazas naturales que frecuentemente se pueden presentar en Cobán son: inundaciones, deslizamientos y sequías.

**Inundaciones:** Las inundaciones son fenómenos naturales que pueden deberse a procesos como las lluvias, huracanes o combinación de los mismos. Entre los daños que pueden ocasionar las inundaciones a los sistemas de abastecimiento de agua destacan:

- Destrucción total o parcial de captaciones localizadas en quebradas.
- Daños en tubería expuesta en pasos de ríos o quebradas.
- Contaminación del agua en las cuencas.

**Deslizamiento:** Se pueden presentar como consecuencia de un sismo, lluvias intensas, o por la acción misma del hombre. Debido a que la topografía del lugar presenta muchas variaciones de alturas, el proyecto es susceptible a deslizamientos en un rango mayor. Existen medidas reductoras las cuales son:

- Reforestación de lugares puntuales o específicos
- Estabilización de los suelos sueltos.

**Sequías:** Se define como la reducción del agua o humedad disponible, lo que conlleva a la reducción del caudal normal de las fuentes. Para poder prevenir un evento de esta naturaleza, se debe reforestar a gran escala.

El municipio de Cobán, por ser parte de las regiones montañosas, y por consiguiente una zona de mucha precipitación pluvial. Para poder brindar mantenimiento a un sistema de agua potable, es necesario contar, con recursos económicos, los cuales deben ser administrados por un ente autorizado.

El mantenimiento de un sistema de abastecimiento de agua potable se lleva a cabo, con la finalidad de prever daños en la red. Este consiste en un conjunto de inspecciones debidamente planificadas las cuales deben ejecutarse constantemente para prevenir daños en el sistema, mientras que el mantenimiento correctivo consiste en la pronta reparación de cualquier desperfecto originado en la red; y para poder hacerlo eficiente, es necesario contar y disponer en cualquier momento de personal especializado. De esta manera, es necesario que la comunidad pueda tener acceso a un servicio de fontanería, para poder brindar mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de agua potable. Las medidas de mitigación deben disminuir la vulnerabilidad física, operativa y administrativa, para reducir el impacto de los desastres.

#### **- Medidas de mitigación: vulnerabilidad física**

Las medidas de mitigación, por condiciones desfavorables, consisten en reparar, sustituir o adquirir los elementos y equipos. Para los daños estimados éstas consisten en ejecutar medidas físicas que fortalezcan el sistema o reubicar un componente en el caso de destrucción total o parcial.

**- Medidas de mitigación: vulnerabilidad operativa**

Para este aspecto, éstas consisten en capacitar al operador si éste no ha recibido el entrenamiento y la preparación necesaria, o reemplazarlo si ha demostrado falta de capacidad, así como tomar otras acciones para asegurar la cantidad, continuidad y calidad del agua, y un buen mantenimiento y operación del sistema.

**- Medidas de mitigación: vulnerabilidad administrativa**

Las medidas de mitigación, para este aspecto, consisten en definir un equipo de trabajo humano capaz de prever y resolver cualquier problema que afecte el correcto funcionamiento del sistema de agua potable en general.

**Tabla VI.** Efectos de los desastres naturales.

| Servicio                              | Efectos esperados                           | Inundación | Deslizamiento | Sequía |
|---------------------------------------|---|------------|---------------|--------|
| <b>Abastecimiento de agua potable</b> | Daños a las estructuras de Ingeniería Civil | A          | B             | C      |
|                                       | Ruptura de cañerías maestras                | B          | B             | C      |
|                                       | Interrupciones de electricidad              | B          | A             | C      |
|                                       | Contaminación (química o biológica).        | A          | B             | B      |
|                                       | Desorganización del transporte              | A          | B             | C      |
|                                       | Escasez de personal administrativo          | B          | B             | C      |
|                                       | Escasez de equipos, repuestos y suministros | A          | B             | C      |

A: Posibilidad grave      B: Posibilidad menos grave      C: Posibilidad mínima

### 3.7 Cálculo hidráulico

#### Tramo de conducción (de Estación 0.1 a Estación 1.2).

- Caudal= 12.6 l/s
- Longitud del tramo= 139.68 m
- Cota de salida: 998.94 m
- Cota de llegada: 989.92 m
- Diferencia de alturas ( $\Delta h$ )= 9.02 m

$$\text{Pérdidas por fricción (hf)} = \frac{1743.81 * (\text{Longitud}) * (\text{Caudal})^2}{(\text{Ø})^{4.87} * (\text{C})^{1.85}}$$

$$\text{Ø}^{4.87} = \frac{1743.81 * (139.68) * (12.6)^2}{(150)^{1.85} (9.02 \text{ m})}$$

|                    |
|--------------------|
| $\text{Ø}=2.038''$ |
|--------------------|

Se asume Ø=3''

#### Tramo de impulsión o de bombeo. (de E 1.2 a E 50)

- Población inicial ( $P_0$ )= 1,953 hab.
- Tasa de crecimiento ( $r$ )= 3.18 %
- Dotación ( $D$ )= 90 l/h/día
- Factor máximo diario ( $F_{md}$ )=1.2
- Factor máximo horario ( $F_{mh}$ )=2

- Periodo de diseño (n)=20 años

**POBLACIÓN FUTURA**

$$Pf = Po \cdot (1+r)^n$$

$$Pf = 1953 \cdot (1+(0.0318))^{20}$$

**Pf= 3,653 hab.**

**CAUDAL MEDIO DIARIO**

$$Qm = Pf \cdot (D) / 86400$$

$$Qm = 3653 \text{ hab.} \cdot ((90 \text{ l/h/día}) / 86400)$$

**Qm=3.8 l/s**

**CAUDAL MÁXIMO DIARIO**

$$Qmd = Fmd(Qm)$$

$$Qmd = 1.2 \cdot (3.8 \text{ l/s})$$

**Qmd= 4.56 l/s**

**CAUDAL MÁXIMO HORARIO**

$$Qmh = Fmh(Qm)$$

$$Qmh = 2 \cdot (3.8 \text{ l/s})$$

**Qmh= 7.6 l/s**

**CAUDAL DE BOMBEO**

$$Qb = Qmd \cdot (24/N)$$

**N=9 (horas de bombeo/día)**

$$Qb = 4.56 \text{ l/s} \cdot (24/9)$$

**Qb= 12.16 l/s**

**DIÁMETRO ECONÓMICO**

$$\varnothing_e = 1.8675 \cdot (Qb)^{0.5}$$

$$\varnothing_e = 1.8675 \cdot (12.16)^{0.5} = 6.51''$$

**\varnothing\_e= 6''**

**VELOCIDADES EN LAS TUBERÍAS**

$$V = 1.976 \cdot (Qb / (\varnothing_e)^2)$$

$$V = 1.976 \cdot (12.16 / (6.06)^2)$$

**V= 0.65 m/s    \varnothing\_{hg}= 6.06''**

$$V = 0.70 \text{ m/s} \quad \text{Ø}_{\text{PVC}} = 5.845''$$

### Pérdidas por fricción (de estación 1.2 a estación 50)

- Longitud del tramo (L)= 1773 m
- Ø= 5.84'' (diámetro crítico)
- C=100 C, hg (C crítica)

$$\text{Pérdidas por fricción (hf)} = \frac{1743.81 * (L) * (Qb)^{1.85}}{(\text{Ø}^{4.87}) * (C^{1.85})}$$

$$\text{Pérdidas por fricción (hf)} = \frac{1743.81 * (1773\text{m}) * ((12.16 \text{ l/s})^{1.85})}{(5.84^{4.87}) * (100^{1.85})}$$

|                    |
|--------------------|
| <b>hf= 11.56 m</b> |
|--------------------|

### GOLPE DE ARIETE

El golpe de ariete se experimenta a lo largo del tramo de bombeo, éste depende directamente del módulo de elasticidad de los materiales a utilizar, de esta manera se calcula para el caso crítico el cual se da en la tubería de hierro galvanizado por tener un módulo de elasticidad mayor al del PVC.

$$GA = \frac{145 * (\text{Velocidad})}{[(1 + (E_{\text{agua}}/E_{\text{material}}) * (\Phi_{\text{mm}}/E_{\text{spmm}}))]^{0.5}}$$

- E<sub>agua</sub>= 20,670 kgs/cm<sup>2</sup> (módulo de elasticidad del agua)
- E<sub>material</sub>= 2,100,000 kgs/cm<sup>2</sup> (módulo de elasticidad del hg)
- Φ= 154 mm (diámetro en milímetros)



- Esp= 7.11 mm (espesor del tubo hg en milímetros)

Sustituyendo:

$$GA = \frac{145 \cdot (0.65 \text{ m/s})}{[(1 + (20,670 / 2,100,000) \cdot (154 / 7.1))]^{0.5}}$$

|                   |
|-------------------|
| <b>GA= 85.5 m</b> |
|-------------------|

**Aviso:** Teniendo en cuenta que se instalará una válvula de alivio el golpe de ariete se eliminará.

|                             |                       |                      |
|-----------------------------|-----------------------|----------------------|
| <b>CARGA DINÁMICA TOTAL</b> | diferencia de alturas | 219.28 m             |
|                             | Perdidas por fricción | <u>11.56 m</u>       |
|                             |                       | <b>CDT= 230.84 m</b> |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>POTENCIA REQUERIDA</b> | Eficiencia de la bomba (ef)= 70%                    |
|                           | Pot= $\frac{CDT \cdot (Q_b)}{76(ef)}$               |
|                           | Pot= $\frac{230.84 \cdot (12.16)}{76 \cdot (0.68)}$ |
|                           | <b>Pot= 54.32 HP</b>                                |

Por aproximación se asume:

|                   |
|-------------------|
| <b>Pot= 60 HP</b> |
|-------------------|

|                        |                               |                 |
|------------------------|-------------------------------|-----------------|
| <b>NSPH REQUERIDO</b>  |                               | <b>3.5 mca</b>  |
| <b>NSPH DISPONIBLE</b> | altura sobre el nivel del mar | 1,320 m         |
|                        | Temperatura del agua          | 20°             |
|                        | Presión atmosférica           | +9.16 mca       |
|                        | Presión de vapor              | -0.24 mca       |
|                        | Presión de succión            | -3 mca          |
|                        | Perdidas por fricción         | <u>-0.5 mca</u> |
|                        | <b>NSPH DISPONIBLE</b>        | <b>5.42 mca</b> |

**NSPH DISPONIBLE > NSPH REQUERIDO**

**CARGA DINÁMICA EN LA SALIDA**  $CDS = \frac{76 * (Potencia * (eficiencia))}{Qb}$

**DE LA BOMBA SUMERGIBLE**

$$CDS = \frac{76 * (60) * (0.65)}{12.16}$$

$$CDS = 243.75 \text{ m}$$

**CARGA DINÁMICA EN EL TANQUE**

$$CD_{Tanque} = CDS - hf - \Delta h.$$

$$CD_{Tanque} = 243.75 - 11.56 - 219.28$$

$$CD_{Tanque} = 12.90 \text{ m}$$

PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE

COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA.

CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISTRIBUCIÓN

MUNICIPIO: COBÁN

DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

| ELEMENTO               |              | LÍNEA PRINCIPAL |          |          | ESTACIONES. |           |         |         |         |         |         |         |         |  |
|------------------------|--------------|-----------------|----------|----------|-------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
|                        |              | 50-53           | 60-167   | 167-181  | 181-183     | 181-182.5 | 183-186 | 183-185 | 186-187 | 186-189 | 216-234 | 189-193 | 193-213 |  |
| AFORO:                 | 12.6         |                 |          |          |             |           |         |         |         |         |         |         |         |  |
| PERÍODO DE DISEÑO:     | 20.00        | 20.00           | 20.00    | 20.00    | 20.00       | 20.00     | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00   |  |
| TIPO DE SERVICIO:      | PREDIAL      |                 |          |          |             |           |         |         |         |         |         |         |         |  |
| TIPO DE SISTEMA:       | bombeo/grav. |                 |          |          |             |           |         |         |         |         |         |         |         |  |
| VIVIENDAS:             | 143.00       | 143.00          | 139.00   | 115.00   | 79.00       | 8.00      | 75.00   | 4.00    | 4.00    | 71.00   | 11.00   | 42.00   | 8.00    |  |
| POBLACIÓN ACTUAL:      | 759.02       | 759.02          | 737.78   | 610.40   | 419.32      | 42.46     | 398.09  | 21.23   | 21.23   | 376.85  | 58.39   | 222.93  | 42.46   |  |
| POBLACIÓN FUTURA:      | 1,419.58     | 1,419.58        | 1,379.88 | 1,141.62 | 784.25      | 79.42     | 744.54  | 39.71   | 39.71   | 704.83  | 109.20  | 416.94  | 79.42   |  |
| TASA DE CRECIMIENTO:   | 3.18%        | 3.18%           | 3.18%    | 3.18%    | 3.18%       | 3.18%     | 3.18%   | 3.18%   | 3.18%   | 3.18%   | 3.18%   | 3.18%   | 3.18%   |  |
| VIVIENDAS DE DISEÑO:   | 267.45       | 267.45          | 259.97   | 215.08   | 147.75      | 14.96     | 140.27  | 7.48    | 7.48    | 132.79  | 20.57   | 78.55   | 14.96   |  |
| DOTACIÓN:              | 90.00        | 90.00           | 90.00    | 90.00    | 90.00       | 90.00     | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00   |  |
| CAUDAL MEDIO:          | 1.48         | 1.48            | 1.44     | 1.19     | 0.82        | 0.08      | 0.78    | 0.04    | 0.04    | 0.73    | 0.11    | 0.43    | 0.08    |  |
| FACTOR DE DÍA MÁXIMO:  | 1.20         | 1.20            | 1.20     | 1.20     | 1.20        | 1.20      | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20    |  |
| CAUDAL DE DÍA MÁXIMO:  | 1.77         | 1.77            | 1.72     | 1.43     | 0.98        | 0.10      | 0.93    | 0.05    | 0.05    | 0.88    | 0.14    | 0.52    | 0.10    |  |
| FACTOR DE HORA MÁXIMO: | 2.00         | 2.00            | 2.00     | 2.00     | 2.00        | 2.00      | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00    |  |
| CAUDAL DE HORA MÁXIMO: | 2.96         | 2.96            | 2.87     | 2.38     | 1.63        | 0.17      | 1.55    | 0.08    | 0.08    | 1.47    | 0.23    | 0.87    | 0.17    |  |
| CAUDAL SIMULTÁNEO      | 2.94         | 2.94            | 2.90     | 2.63     | 2.18        | 0.67      | 2.12    | 0.46    | 0.46    | 2.07    | 0.80    | 1.59    | 0.67    |  |
| CAUDAL ADOPTADO        | 2.96         | 2.96            | 2.90     | 2.63     | 2.18        | 0.67      | 2.12    | 0.46    | 0.46    | 2.07    | 0.80    | 1.59    | 0.67    |  |

PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE

COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA.

MUNICIPIO: COBÁN

DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISTRIBUCIÓN

| ELEMENTO                      |  |              |              |              |              |              |
|-------------------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                               |  | 194-198      | 198-206      | 194-208      | 194-206      | 189-216      |
| <b>AFORO:</b>                 |  |              |              |              |              |              |
| <b>PERÍODO DE DISEÑO:</b>     |  | 20.00        | 20.00        | 20.00        | 20.00        | 20.00        |
| <b>TIPO DE SERVICIO:</b>      |  |              |              |              |              |              |
| <b>TIPO DE SISTEMA:</b>       |  |              |              |              |              |              |
| <b>VIVIENDAS:</b>             |  | 26.00        | 21.00        | 4.00         | 26.00        | 29.00        |
| <b>POBLACIÓN ACTUAL:</b>      |  | 138.00       | 111.46       | 21.23        | 138.00       | 153.93       |
| <b>POBLACIÓN FUTURA:</b>      |  | 258.11       | 208.47       | 39.71        | 258.11       | 287.89       |
| <b>TASA DE CRECIMIENTO:</b>   |  | <b>3.18%</b> | <b>3.18%</b> | <b>3.18%</b> | <b>3.18%</b> | <b>3.18%</b> |
| <b>VIVIENDAS DE DISEÑO:</b>   |  | 48.63        | 39.28        | 7.48         | 48.63        | 54.24        |
| <b>DOTACIÓN:</b>              |  | 90.00        | 91.00        | 90.00        | 90.00        | 90.00        |
| <b>CAUDAL MEDIO:</b>          |  | 0.27         | 0.22         | 0.04         | 0.27         | 0.30         |
| <b>FACTOR DE DÍA MÁXIMO:</b>  |  | 1.20         | 1.20         | 1.20         | 1.20         | 1.20         |
| <b>CAUDAL DE DÍA MÁXIMO:</b>  |  | 0.32         | 0.26         | 0.05         | 0.32         | 0.36         |
| <b>FACTOR DE HORA MÁXIMO:</b> |  | 2.00         | 2.00         | 2.00         | 2.00         | 2.00         |
| <b>CAUDAL DE HORA MÁXIMO:</b> |  | <b>0.54</b>  | <b>0.44</b>  | <b>0.08</b>  | <b>0.54</b>  | <b>0.60</b>  |
| <b>CAUDAL SIMULTÁNEO</b>      |  | <b>1.24</b>  | <b>1.11</b>  | <b>0.46</b>  | <b>1.24</b>  | <b>1.31</b>  |
| <b>CAUDAL ADOPTADO</b>        |  | <b>1.24</b>  | <b>1.11</b>  | <b>0.46</b>  | <b>1.24</b>  | <b>1.31</b>  |

PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE  
 COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA.  
 MUNICIPIO: COBÁN  
 DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISTRIBUCIÓN

| ELEMENTO               | RAMALES                |          |          |          |          |          |          |          |
|------------------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                        |                        |          |          |          |          |          |          |          |
|                        |                        | 50-48    | 48-85    | 85-274   | 274-278  | 278-285  | 285-290  | 290-307  |
| AFORO:                 |                        |          |          |          |          |          |          |          |
| PERÍODO DE DISEÑO:     | 20.00                  | 20.00    | 20.00    | 20.00    | 20.00    | 20.00    | 20.00    | 20.00    |
| TIPO DE SERVICIO:      | <i>predial</i>         |          |          |          |          |          |          |          |
| TIPO DE SISTEMA:       | <i>bombeo/gravedad</i> |          |          |          |          |          |          |          |
| VIVIENDAS:             | 225.00                 | 225.00   | 123.00   | 115.00   | 113.00   | 110.00   | 105.00   | 101.00   |
| POBLACIÓN ACTUAL:      | 1,194.26               | 1,194.26 | 652.86   | 610.40   | 599.78   | 583.86   | 557.32   | 536.09   |
| POBLACIÓN FUTURA:      | 2,233.61               | 2,233.61 | 1,221.04 | 1,141.62 | 1,121.77 | 1,091.99 | 1,042.35 | 1,002.64 |
| TASA DE CRECIMIENTO:   | 3.18%                  | 3.18%    | 3.18%    | 3.18%    | 3.18%    | 3.18%    | 3.18%    | 3.18%    |
| VIVIENDAS DE DISEÑO:   | 420.82                 | 420.82   | 230.05   | 215.08   | 211.34   | 205.73   | 196.38   | 188.90   |
| DOTACIÓN:              | 90.00                  | 90.00    | 90.00    | 90.00    | 90.00    | 90.00    | 90.00    | 90.00    |
| CAUDAL MEDIO:          | 2.33                   | 2.33     | 1.27     | 1.19     | 1.17     | 1.14     | 1.09     | 1.04     |
| FACTOR DE DÍA MÁXIMO:  | 1.20                   | 1.20     | 1.20     | 1.20     | 1.20     | 0.20     | 1.20     | 1.20     |
| CAUDAL DE DÍA MÁXIMO:  | 2.79                   | 2.79     | 1.53     | 1.43     | 1.40     | 0.23     | 1.30     | 1.25     |
| FACTOR DE HORA MÁXIMO: | 2.00                   | 2.00     | 2.00     | 2.00     | 2.00     | 2.00     | 2.00     | 2.00     |
| CAUDAL DE HORA MÁXIMO: | 4.65                   | 4.65     | 2.54     | 2.38     | 2.34     | 2.27     | 2.17     | 2.09     |
| CAUDAL SIMULTÁNEO      | 3.69                   | 3.69     | 2.72     | 2.63     | 2.61     | 2.58     | 2.52     | 2.47     |
| CAUDAL ADOPTADO        | 4.65                   | 4.65     | 2.72     | 2.63     | 2.61     | 2.58     | 2.52     | 2.47     |

PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE  
 COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA.  
 MUNICIPIO: COBÁN  
 DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISTRIBUCIÓN

| ELEMENTO                      | SUB-RAMALES |         |         |         | SUB-RAMALES |         |       |         |
|-------------------------------|-------------|---------|---------|---------|-------------|---------|-------|---------|
|                               |             |         |         |         |             |         |       |         |
|                               | 320-322     | 322-333 | 320-334 | 334-342 | 334-346     | 322-327 | 85-89 | 307-352 |
| <b>AFORO:</b>                 |             |         |         |         |             |         |       |         |
| <b>PERÍODO DE DISEÑO:</b>     | 20.00       | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00       | 20.00   | 20.00 | 20.00   |
| <b>TIPO DE SERVICIO:</b>      |             |         |         |         |             |         |       |         |
| <b>TIPO DE SISTEMA:</b>       |             |         |         |         |             |         |       |         |
| <b>VIVIENDAS:</b>             | 32.00       | 11.00   | 29.00   | 19.00   | 10.00       | 18.00   | 2.00  | 9.00    |
| <b>POBLACIÓN ACTUAL:</b>      | 169.85      | 58.39   | 153.93  | 100.85  | 53.08       | 95.54   | 10.62 | 47.77   |
| <b>POBLACIÓN FUTURA:</b>      | 317.67      | 109.20  | 287.89  | 188.62  | 99.27       | 178.69  | 19.85 | 89.34   |
| <b>TASA DE CRECIMIENTO:</b>   | 3.18%       | 3.18%   | 3.18%   | 3.18%   | 3.18%       | 3.18%   | 3.18% | 3.18%   |
| <b>VIVIENDAS DE DISEÑO:</b>   | 59.85       | 20.57   | 54.24   | 35.54   | 18.70       | 33.67   | 3.74  | 16.83   |
| <b>DOTACIÓN:</b>              | 90.00       | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00       | 90.00   | 90.00 | 90.00   |
| <b>CAUDAL MEDIO:</b>          | 0.33        | 0.11    | 0.30    | 0.20    | 0.10        | 0.19    | 0.02  | 0.09    |
| <b>FACTOR DE DÍA MÁXIMO:</b>  | 1.20        | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20        | 1.20    | 1.20  | 1.20    |
| <b>CAUDAL DE DÍA MÁXIMO:</b>  | 0.40        | 0.14    | 0.36    | 0.24    | 0.12        | 0.22    | 0.02  | 0.11    |
| <b>FACTOR DE HORA MÁXIMO:</b> | 2.00        | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00        | 2.00    | 2.00  | 2.00    |
| <b>CAUDAL DE HORA MÁXIMO:</b> | 0.66        | 0.23    | 0.60    | 0.39    | 0.21        | 0.37    | 0.04  | 0.19    |
| <b>CAUDAL SIMULTÁNEO</b>      | 1.38        | 0.80    | 1.31    | 1.06    | 0.76        | 1.03    | 0.30  | 0.72    |
| <b>CAUDAL ADOPTADO</b>        | 1.38        | 0.80    | 1.31    | 1.06    | 0.76        | 1.03    | 0.30  | 0.72    |

PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE  
 COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA.  
 MUNICIPIO: COBAN  
 DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISTRIBUCIÓN

| ELEMENTO                      | TRAMO DE DISTRIBUCIÓN R2, R3 |       |       |        |         |        |         |         |         |       |
|-------------------------------|------------------------------|-------|-------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|-------|
|                               | 48-44                        | 44-36 | 36-34 | 34-124 | 124-128 | 44-102 | 102-113 | 102-114 | 114-118 |       |
| <b>AFORO:</b>                 |                              |       |       |        |         |        |         |         |         |       |
| <b>PERIODO DE DISEÑO:</b>     | 20.00                        | 20.00 | 20.00 | 20.00  | 20.00   | 20.00  | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00 |
| <b>TIPO DE SERVICIO:</b>      |                              |       |       |        |         |        |         |         |         |       |
| <b>TIPO DE SISTEMA:</b>       |                              |       |       |        |         |        |         |         |         |       |
| <b>VIVIENDAS:</b>             | 102.00                       | 10.00 | 10.00 | 8.00   | 3.00    | 92.00  | 12.00   | 68.00   | 4.00    |       |
| <b>POBLACION ACTUAL:</b>      | 541.40                       | 53.08 | 53.08 | 42.46  | 15.92   | 488.32 | 63.69   | 360.93  | 21.23   |       |
| <b>POBLACION FUTURA:</b>      | 1,012.57                     | 99.27 | 99.27 | 79.42  | 29.78   | 913.30 | 119.13  | 675.05  | 39.71   |       |
| <b>TASA DE CRECIMIENTO:</b>   | 3.18%                        | 3.18% | 3.18% | 3.18%  | 3.18%   | 3.18%  | 3.18%   | 3.18%   | 3.18%   | 3.18% |
| <b>VIVIENDAS DE DISEÑO:</b>   | 190.77                       | 18.70 | 18.70 | 14.96  | 5.61    | 172.07 | 22.44   | 127.18  | 7.48    |       |
| <b>DOTACION:</b>              | 90.00                        | 90.00 | 91.00 | 90.00  | 91.00   | 90.00  | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00 |
| <b>CAUDAL MEDIO:</b>          | 1.05                         | 0.10  | 0.10  | 0.08   | 0.03    | 0.95   | 0.12    | 0.70    | 0.04    |       |
| <b>FACTOR DE DIA MAXIMO:</b>  | 1.20                         | 1.20  | 1.20  | 1.20   | 1.20    | 1.20   | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20  |
| <b>CAUDAL DE DIA MAXIMO:</b>  | 1.27                         | 0.12  | 0.13  | 0.10   | 0.04    | 1.14   | 0.15    | 0.84    | 0.05    |       |
| <b>FACTOR DE HORA MAXIMO:</b> | 2.00                         | 2.00  | 2.00  | 2.00   | 2.00    | 2.00   | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00  |
| <b>CAUDAL DE HORA MAXIMO:</b> | 2.11                         | 0.21  | 0.21  | 0.17   | 0.06    | 1.90   | 0.25    | 1.41    | 0.08    |       |
| <b>CAUDAL SIMULTÁNEO</b>      | 2.48                         | 0.76  | 0.76  | 0.67   | 0.39    | 2.35   | 0.83    | 2.02    | 0.46    |       |
| <b>CAUDAL ADOPTADO</b>        | 2.48                         | 0.76  | 0.76  | 0.67   | 0.39    | 2.35   | 0.83    | 2.02    | 0.46    |       |

PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE  
 COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA.  
 MUNICIPIO: COBAN  
 DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISTRIBUCIÓN

| ELEMENTO:                     | TRAMO DE DISTRIBUCIÓN R2, R3 |           |         |         |         |         |         |         |
|-------------------------------|------------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                               |                              |           |         |         |         |         |         |         |
|                               | 114-130.2                    | 130.2-135 | 135-152 | 152-155 | 152-157 | 157-159 | 135-140 | 140-147 |
| <b>AFORO:</b>                 |                              |           |         |         |         |         |         |         |
| <b>PERÍODO DE DISEÑO:</b>     | 20.00                        | 20.00     | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00   |
| <b>TIPO DE SERVICIO:</b>      |                              |           |         |         |         |         |         |         |
| <b>TIPO DE SISTEMA:</b>       |                              |           |         |         |         |         |         |         |
| <b>VIVIENDAS:</b>             | 62.00                        | 61.00     | 16.00   | 6.00    | 9.00    | 5.00    | 37.00   | 32.00   |
| <b>POBLACIÓN ACTUAL:</b>      | 329.08                       | 323.78    | 84.92   | 31.85   | 47.77   | 26.54   | 196.39  | 169.85  |
| <b>POBLACIÓN FUTURA:</b>      | 615.48                       | 605.56    | 158.83  | 59.56   | 89.34   | 49.64   | 367.30  | 317.67  |
| <b>TASA DE CRECIMIENTO:</b>   | 3.18%                        | 3.18%     | 3.18%   | 3.18%   | 3.18%   | 3.18%   | 3.18%   | 3.18%   |
| <b>VIVIENDAS DE DISEÑO:</b>   | 115.96                       | 114.09    | 29.92   | 11.22   | 16.83   | 9.35    | 69.20   | 59.85   |
| <b>DOTACIÓN:</b>              | 90.00                        | 91.00     | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00   |
| <b>CAUDAL MEDIO:</b>          | 0.64                         | 0.64      | 0.17    | 0.06    | 0.09    | 0.05    | 0.38    | 0.33    |
| <b>FACTOR DE DÍA MÁXIMO:</b>  | 1.20                         | 1.20      | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20    |
| <b>CAUDAL DE DÍA MÁXIMO:</b>  | 0.77                         | 0.77      | 0.20    | 0.07    | 0.11    | 0.06    | 0.46    | 0.40    |
| <b>FACTOR DE HORA MÁXIMO:</b> | 2.00                         | 2.00      | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00    |
| <b>CAUDAL DE HORA MÁXIMO:</b> | 1.28                         | 1.28      | 0.33    | 0.12    | 0.19    | 0.10    | 0.77    | 0.66    |
| <b>CAUDAL SIMULTÁNEO</b>      | 1.93                         | 1.91      | 0.97    | 0.58    | 0.72    | 0.52    | 1.49    | 1.38    |
| <b>CAUDAL ADOPTADO</b>        | 1.93                         | 1.91      | 0.97    | 0.58    | 0.72    | 0.52    | 1.49    | 1.38    |



PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE  
 COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA.  
 MUNICIPIO: COBAN  
 DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

**CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISTRIBUCIÓN**

| ELEMENTO:                     |         |         |           |           |           |         |         |         |
|-------------------------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|
|                               | 147-237 | 237-240 | 240-243.2 | 243-243.2 | 243.2-250 | 250-256 | 256-263 | 263-265 |
| <b>AFORO:</b>                 |         |         |           |           |           |         |         |         |
| <b>PERÍODO DE DISEÑO:</b>     | 20.00   | 20.00   | 20.00     | 20.00     | 20.00     | 20.00   | 20.00   | 20.00   |
| <b>TIPO DE SERVICIO:</b>      |         |         |           |           |           |         |         |         |
| <b>TIPO DE SISTEMA:</b>       |         |         |           |           |           |         |         |         |
| <b>VIVIENDAS:</b>             | 24.00   | 19.00   | 18.00     | 18.00     | 18.00     | 16.00   | 10.00   | 5.00    |
| <b>POBLACIÓN ACTUAL:</b>      | 127.39  | 100.85  | 95.54     | 95.54     | 95.54     | 84.92   | 53.08   | 26.54   |
| <b>POBLACIÓN FUTURA:</b>      | 238.25  | 188.62  | 178.69    | 178.69    | 178.69    | 158.83  | 99.27   | 49.64   |
| <b>TASA DE CRECIMIENTO:</b>   | 3.18%   | 3.18%   | 3.18%     | 3.18%     | 3.18%     | 3.18%   | 3.18%   | 3.18%   |
| <b>VIVIENDAS DE DISEÑO:</b>   | 44.89   | 35.54   | 33.67     | 33.67     | 33.67     | 29.92   | 18.70   | 9.35    |
| <b>DOTACIÓN:</b>              | 90.00   | 90.00   | 90.00     | 90.00     | 90.00     | 90.00   | 90.00   | 90.00   |
| <b>CAUDAL MEDIO:</b>          | 0.25    | 0.20    | 0.19      | 0.19      | 0.19      | 0.17    | 0.10    | 0.05    |
| <b>FACTOR DE DÍA MÁXIMO:</b>  | 1.20    | 1.20    | 1.20      | 1.20      | 1.20      | 1.20    | 1.20    | 1.20    |
| <b>CAUDAL DE DÍA MÁXIMO:</b>  | 0.30    | 0.24    | 0.22      | 0.22      | 0.22      | 0.20    | 0.12    | 0.06    |
| <b>FACTOR DE HORA MÁXIMO:</b> | 2.00    | 2.00    | 2.00      | 2.00      | 2.00      | 2.00    | 2.00    | 2.00    |
| <b>CAUDAL DE HORA MÁXIMO:</b> | 0.50    | 0.39    | 0.37      | 0.37      | 0.37      | 0.33    | 0.21    | 0.10    |
| <b>CAUDAL SIMULTÁNEO</b>      | 1.19    | 1.06    | 1.03      | 1.03      | 1.03      | 0.97    | 0.76    | 0.52    |
| <b>CAUDAL ADOPTADO</b>        | 1.19    | 1.06    | 1.03      | 1.03      | 1.03      | 0.97    | 0.76    | 0.52    |

PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE  
 COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA.  
 MUNICIPIO: COBÁN  
 DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

**CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISTRIBUCIÓN**

| ELEMENTO                      | TRAMO DE DISTRIBUCIÓN R2, R3 |        |        |         |         |         |         |         |
|-------------------------------|------------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                               | 48-44                        | 34-128 | 44-102 | 102-113 | 102-114 | 114-118 | 114-135 | 135-151 |
| <b>AFORO:</b>                 |                              |        |        |         |         |         |         |         |
| <b>PERÍODO DE DISEÑO:</b>     | 20.00                        | 20.00  | 20.00  | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00   |
| <b>TIPO DE SERVICIO:</b>      | predial                      |        |        |         |         |         |         |         |
| <b>TIPO DE SISTEMA:</b>       | bombeo/gravedad              |        |        |         |         |         |         |         |
| <b>VIVIENDAS:</b>             | 102.00                       | 8.00   | 92.00  | 12.00   | 68.00   | 4.00    | 62.00   | 16.00   |
| <b>POBLACIÓN ACTUAL:</b>      | 541.40                       | 42.46  | 488.32 | 63.69   | 360.93  | 21.23   | 329.08  | 84.92   |
| <b>POBLACIÓN FUTURA:</b>      | 1,012.57                     | 79.42  | 913.30 | 119.13  | 675.05  | 39.71   | 615.48  | 158.83  |
| <b>TASA DE CRECIMIENTO:</b>   | 3%                           | 3%     | 3%     | 3%      | 3%      | 3%      | 3%      | 3%      |
| <b>VIVIENDAS DE DISEÑO:</b>   | 190.77                       | 14.96  | 172.07 | 22.44   | 127.18  | 7.48    | 115.96  | 29.92   |
| <b>DOTACIÓN:</b>              | 90.00                        | 90.00  | 90.00  | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00   |
| <b>CAUDAL MEDIO:</b>          | 1.05                         | 0.08   | 0.95   | 0.12    | 0.70    | 0.04    | 0.64    | 0.17    |
| <b>FACTOR DE DÍA MÁXIMO:</b>  | 1.20                         | 1.20   | 1.20   | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20    |
| <b>CAUDAL DE DÍA MÁXIMO:</b>  | 1.27                         | 0.10   | 1.14   | 0.15    | 0.84    | 0.05    | 0.77    | 0.20    |
| <b>FACTOR DE HORA MÁXIMO:</b> | 2.00                         | 2.00   | 2.00   | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00    |
| <b>CAUDAL DE HORA MÁXIMO:</b> | 2.11                         | 0.17   | 1.90   | 0.25    | 1.41    | 0.08    | 1.28    | 0.33    |
| <b>CAUDAL SIMULTÁNEO</b>      | 2.48                         | 0.67   | 2.35   | 0.83    | 2.02    | 0.46    | 1.93    | 0.97    |
| <b>CAUDAL ADOPTADO</b>        | 2.48                         | 0.67   | 2.35   | 0.83    | 2.02    | 0.46    | 1.93    | 0.97    |

PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE  
 COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA.  
 MUNICIPIO: COBÁN  
 DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

**CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISTRIBUCIÓN**

| ELEMENTO                      |  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|-------------------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                               |  | 152-155 | 152-157 | 157-159 | 135-140 | 140-237 | 237-250 | 250-256 | 256-263 | 263-265 |
| <b>AFORO:</b>                 |  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| <b>PERÍODO DE DISEÑO:</b>     |  | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00   |
| <b>TIPO DE SERVICIO:</b>      |  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| <b>TIPO DE SISTEMA:</b>       |  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| <b>VIVIENDAS:</b>             |  | 6.00    | 9.00    | 5.00    | 37.00   | 32.00   | 19.00   | 16.00   | 10.00   | 5.00    |
| <b>POBLACIÓN ACTUAL:</b>      |  | 31.85   | 47.77   | 26.54   | 196.39  | 169.85  | 100.85  | 84.92   | 53.08   | 26.54   |
| <b>POBLACIÓN FUTURA:</b>      |  | 59.56   | 89.34   | 49.64   | 367.30  | 317.67  | 188.62  | 153.38  | 95.86   | 47.93   |
| <b>TASA DE CRECIMIENTO:</b>   |  | 3%      | 3%      | 3%      | 3%      | 3%      | 3%      | 3%      | 3%      | 3%      |
| <b>VIVIENDAS DE DISEÑO:</b>   |  | 11.22   | 16.83   | 9.35    | 69.20   | 59.85   | 35.54   | 28.90   | 18.06   | 9.03    |
| <b>DOTACIÓN:</b>              |  | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00   |
| <b>CAUDAL MEDIO:</b>          |  | 0.06    | 0.09    | 0.05    | 0.38    | 0.33    | 0.20    | 0.16    | 0.10    | 0.05    |
| <b>FACTOR DE DÍA MÁXIMO:</b>  |  | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20    |
| <b>CAUDAL DE DÍA MÁXIMO:</b>  |  | 0.07    | 0.11    | 0.06    | 0.46    | 0.40    | 0.24    | 0.19    | 0.12    | 0.06    |
| <b>FACTOR DE HORA MÁXIMO:</b> |  | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00    |
| <b>CAUDAL DE HORA MÁXIMO:</b> |  | 0.12    | 0.19    | 0.10    | 0.77    | 0.66    | 0.39    | 0.32    | 0.20    | 0.10    |
| <b>CAUDAL SIMULTÁNEO</b>      |  | 0.58    | 0.72    | 0.52    | 1.49    | 1.38    | 1.06    | 0.95    | 0.74    | 0.51    |
| <b>CAUDAL ADOPTADO</b>        |  | 0.58    | 0.72    | 0.52    | 1.49    | 1.38    | 1.06    | 0.95    | 0.74    | 0.51    |

PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE  
 COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA.  
 MUNICIPIO: COBÁN  
 DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

**CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISTRIBUCIÓN**

| ELEMENTO                      |  | 152-155       | 152-157 | 157-159 | 135-140 | 140-237 | 237-250 | 250-256 | 256-263 | 263-265 |
|-------------------------------|--|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                               |  | <b>AFORO:</b> |         |         |         |         |         |         |         |         |
| <b>PERÍODO DE DISEÑO:</b>     |  | 20.00         | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00   | 20.00   |
| <b>TIPO DE SERVICIO:</b>      |  |               |         |         |         |         |         |         |         |         |
| <b>TIPO DE SISTEMA:</b>       |  |               |         |         |         |         |         |         |         |         |
| <b>VIVIENDAS:</b>             |  | 6.00          | 9.00    | 5.00    | 37.00   | 32.00   | 19.00   | 16.00   | 10.00   | 5.00    |
| <b>POBLACIÓN ACTUAL:</b>      |  | 31.85         | 47.77   | 26.54   | 196.39  | 169.85  | 100.85  | 84.92   | 53.08   | 26.54   |
| <b>POBLACIÓN FUTURA:</b>      |  | 59.56         | 89.34   | 49.64   | 367.30  | 317.67  | 188.62  | 153.38  | 95.86   | 47.93   |
| <b>TASA DE CRECIMIENTO:</b>   |  | 3%            | 3%      | 3%      | 3%      | 3%      | 3%      | 3%      | 3%      | 3%      |
| <b>VIVIENDAS DE DISEÑO:</b>   |  | 11.22         | 16.83   | 9.35    | 69.20   | 59.85   | 35.54   | 28.90   | 18.06   | 9.03    |
| <b>DOTACIÓN:</b>              |  | 90.00         | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00   | 90.00   |
| <b>CAUDAL MEDIO:</b>          |  | 0.06          | 0.09    | 0.05    | 0.38    | 0.33    | 0.20    | 0.16    | 0.10    | 0.05    |
| <b>FACTOR DE DÍA MÁXIMO:</b>  |  | 1.20          | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20    | 1.20    |
| <b>CAUDAL DE DÍA MÁXIMO:</b>  |  | 0.07          | 0.11    | 0.06    | 0.46    | 0.40    | 0.24    | 0.19    | 0.12    | 0.06    |
| <b>FACTOR DE HORA MÁXIMO:</b> |  | 2.00          | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00    | 2.00    |
| <b>CAUDAL DE HORA MÁXIMO:</b> |  | 0.12          | 0.19    | 0.10    | 0.77    | 0.66    | 0.39    | 0.32    | 0.20    | 0.10    |
| <b>CAUDAL SIMULTÁNEO</b>      |  | 0.58          | 0.72    | 0.52    | 1.49    | 1.38    | 1.06    | 0.95    | 0.74    | 0.51    |
| <b>CAUDAL ADOPTADO</b>        |  | 0.58          | 0.72    | 0.52    | 1.49    | 1.38    | 1.06    | 0.95    | 0.74    | 0.51    |

PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE  
 COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA.  
 MUNICIPIO: COBAN  
 DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

CALCULO DE TRAMO DE DISTRIBUCION  
 REDES ABIERTAS.

| DATOS BASICOS     |      |       |      |        |          |          |          |     |        |     |      |       |         |        |        |         |
|-------------------|------|-------|------|--------|----------|----------|----------|-----|--------|-----|------|-------|---------|--------|--------|---------|
| TRAMO             | de E | a E   | Q    | L.h    | L.       | Co i     | Co f     | C   | DIAM.  | PSI | VEL. | Hf    | Co p f  | P.DIN. | P.EST. | n tubos |
| Tramo 50-181      | 50   | 53    | 2,96 | 123,31 | 144,00   | 1.207,00 | 1.185,52 | 150 | 2 1/2" | 160 | 0,83 | 1,51  | 1205,49 | 19,97  | 21,48  | 22      |
| caja rp en la 53  | 53   | 60    | 2,96 | 351,52 | 402,00   | 1.185,52 | 1.123,45 | 150 | 2 1/2" | 160 | 0,83 | 4,17  | 1181,35 | 57,90  | 62,07  | 63      |
| "                 | 60   | 167   | 2,9  | 952,68 | 1.098,00 | 1.181,35 | 1.125,36 | 150 | 2 1/2" | 250 | 0,89 | 13,73 | 1167,63 | 42,27  | 60,16  | 171     |
| "                 | 167  | 181   | 2,63 | 621,26 | 714,00   | 1.167,63 | 1.134,37 | 150 | 2 1/2" | 160 | 0,73 | 5,95  | 1161,68 | 27,31  | 51,15  | 110     |
| Tramo 181-189     | 181  | 183   | 2,18 | 40,94  | 48,00    | 1.161,68 | 1.128,72 | 150 | 2 1/2" | 160 | 0,61 | 0,28  | 1161,39 | 32,67  | 56,80  | 12      |
| "                 | 183  | 186   | 2,12 | 65,65  | 78,00    | 1.161,39 | 1.128,09 | 150 | 2 1/2" | 160 | 0,59 | 0,44  | 1160,96 | 32,87  | 57,43  | 9       |
| "                 | 186  | 189   | 2,07 | 123,26 | 144,00   | 1.160,96 | 1.130,87 | 150 | 2 1/2" | 160 | 0,58 | 0,77  | 1160,19 | 29,32  | 54,65  | 21      |
| Tramo 189-206     | 189  | 193   | 1,59 | 258,80 | 300,00   | 1.160,19 | 1.130,71 | 150 | 2"     | 160 | 0,66 | 2,54  | 1157,65 | 26,94  | 54,81  | 44      |
| "                 | 193  | 194   | 1,34 | 58,77  | 66,00    | 1.157,65 | 1.128,90 | 150 | 2"     | 160 | 0,55 | 0,41  | 1157,24 | 28,34  | 56,62  | 10      |
| "                 | 194  | 198   | 1,24 | 216,56 | 252,00   | 1.157,24 | 1.142,86 | 150 | 1 1/2" | 160 | 0,80 | 4,01  | 1153,23 | 10,37  | 42,66  | 36      |
| "                 | 198  | 206   | 1,11 | 411,35 | 474,00   | 1.142,86 | 1.114,83 | 150 | 1 1/2" | 160 | 0,72 | 6,15  | 1136,71 | 21,88  | 28,03  | 71      |
| RAMAL 4           | 181  | 182,5 | 0,67 | 95,15  | 108,00   | 1.161,68 | 1.135,11 | 150 | 1"     | 160 | 0,93 | 3,53  | 1158,15 | 23,04  | 50,41  | 17      |
| RAMAL 5           | 183  | 185   | 0,46 | 51,03  | 60,00    | 1.161,39 | 1.134,68 | 150 | 1"     | 160 | 0,63 | 0,96  | 1160,44 | 25,76  | 50,84  | 17      |
| RAMAL 6           | 186  | 187   | 0,46 | 76,00  | 90,00    | 1.160,96 | 1.140,46 | 150 | 1"     | 160 | 0,63 | 1,44  | 1159,52 | 19,06  | 45,06  | 13      |
| RAMAL8            | 193  | 213   | 0,67 | 197,24 | 228,00   | 1.157,65 | 1.134,53 | 150 | 1"     | 160 | 0,92 | 7,30  | 1150,34 | 15,81  | 50,99  | 33      |
| RAMAL9            | 194  | 208   | 0,46 | 195,62 | 222,00   | 1.157,24 | 1.140,02 | 150 | 1"     | 160 | 0,63 | 3,55  | 1153,69 | 13,67  | 45,50  | 22      |
| "                 | 189  | 216   | 1,31 | 174,68 | 198,00   | 1.160,19 | 1.126,40 | 150 | 1 1/2" | 160 | 0,85 | 3,49  | 1156,70 | 30,30  | 59,12  | 33      |
| caja rp en la 216 | 216  | 234   | 0,8  | 391,66 | 450,00   | 1.126,40 | 1.098,13 | 150 | 1 1/4" | 160 | 0,68 | 6,13  | 1120,27 | 22,14  | 28,27  | 70      |
| caja rp en la 216 | 216  | 224   | 0,97 | 304,24 | 348,00   | 1.126,40 | 1.073,91 | 150 | 1 1/4" | 160 | 0,82 | 6,77  | 1119,63 | 45,72  | 52,49  | 55      |
| "                 | 224  | 227   | 0,63 | 88,20  | 102,00   | 1.119,63 | 1.063,09 | 150 | 1"     | 160 | 0,86 | 2,92  | 1116,71 | 53,62  | 63,31  | 15      |
| SUB-RAMAL11       | 224  | 225   | 0,39 | 49,33  | 54,00    | 1.119,63 | 1.069,00 | 150 | 3/4"   | 250 | 0,89 | 2,20  | 1117,43 | 48,43  | 57,40  | 9       |

PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE  
 COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA.  
 MUNICIPIO: COBAN  
 DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

CALCULO DE TRAMO DE DISTRIBUCION  
 REDES ABIERTAS.

| DATOS BASICOS     | Sistema Tuberia Simple |     |      |        |        |          |          |     |        |     |      |       |         |       |       |         |
|-------------------|------------------------|-----|------|--------|--------|----------|----------|-----|--------|-----|------|-------|---------|-------|-------|---------|
| TRAMO             | de E                   | a E | Q    | L.h    | L.     | Co i     | Co f     | C   | DIAM.  | PSI | VEL. | Hf    | Co p f  | P.DIN | P.EST | n tubos |
| RAMAL 1           | 50                     | 48  | 4,65 | 143,12 | 162,00 | 1.207,00 | 1.192,35 | 150 | 3"     | 160 | 0,85 | 1,39  | 1205,61 | 13,26 | 14,65 | 27      |
|                   | 48                     | 85  | 2,72 | 292,14 | 336,00 | 1.205,61 | 1.175,84 | 150 | 2 1/2" | 160 | 0,76 | 2,98  | 1202,63 | 26,79 | 31,16 | 51      |
|                   | 85                     | 274 | 2,63 | 839,97 | 966,00 | 1.202,63 | 1.147,86 | 150 | 2 1/2" | 160 | 0,74 | 8,12  | 1194,51 | 46,65 | 59,14 | 144     |
|                   | 274                    | 278 | 2,61 | 237,12 | 270,00 | 1.194,51 | 1.157,66 | 150 | 2 1/2" | 160 | 0,73 | 2,22  | 1192,29 | 34,63 | 49,34 | 53      |
| caja rp en la 278 | 278                    | 285 | 2,58 | 343,00 | 396,00 | 1.157,66 | 1.108,01 | 150 | 2 1/2" | 160 | 0,72 | 3,18  | 1154,48 | 46,47 | 49,65 | 66      |
| caja rp en la 285 | 285                    | 290 | 2,52 | 199,72 | 228,00 | 1.108,01 | 1.088,77 | 150 | 2 1/2" | 160 | 0,70 | 1,76  | 1106,25 | 17,48 | 19,24 | 37      |
|                   | 290                    | 307 | 2,47 | 791,97 | 912,00 | 1.106,25 | 1.025,48 | 150 | 2 1/2" | 160 | 0,69 | 6,77  | 1099,49 | 74,01 | 82,53 | 136     |
|                   | 307                    | 320 | 2,47 | 754,77 | 870,00 | 1.099,49 | 1.063,91 | 150 | 2 1/2" | 160 | 0,69 | 6,45  | 1093,03 | 29,12 | 44,10 | 127     |
|                   | 320                    | 322 | 1,38 | 114,28 | 132,00 | 1.093,03 | 1.065,55 | 150 | 1 1/2" | 160 | 0,89 | 2,56  | 1090,47 | 24,92 | 42,46 | 14      |
|                   | 322                    | 333 | 0,80 | 420,67 | 486,00 | 1.090,47 | 1.065,50 | 150 | 1 1/4" | 160 | 0,67 | 6,62  | 1083,85 | 18,35 | 42,51 | 71      |
|                   | 320                    | 334 | 1,31 | 37,19  | 42,00  | 1.093,03 | 1.064,54 | 150 | 1 1/2" | 160 | 0,84 | 0,74  | 1092,29 | 27,75 | 43,47 | 6       |
|                   | 334                    | 342 | 1,06 | 361,15 | 414,00 | 1.092,29 | 1.058,44 | 150 | 1 1/4" | 160 | 0,89 | 9,49  | 1082,80 | 24,36 | 49,57 | 61      |
|                   | 334                    | 346 | 0,76 | 161,51 | 186,00 | 1.092,29 | 1.057,29 | 150 | 1"     | 160 | 0,64 | 2,30  | 1089,99 | 32,70 | 50,72 | 27      |
|                   | 322                    | 327 | 1,03 | 323,24 | 372,00 | 1.090,47 | 1.073,77 | 150 | 1 1/2" | 160 | 0,66 | 4,20  | 1086,27 | 12,50 | 34,24 | 56      |
|                   | 85                     | 89  | 0,3  | 170,88 | 198,00 | 1.202,63 | 1.168,19 | 150 | 3/4"   | 315 | 0,68 | 4,96  | 1197,67 | 29,48 | 38,81 | 32      |
|                   | 307                    | 352 | 0,72 | 297,69 | 342,00 | 1.099,49 | 1.049,14 | 150 | 1"     | 160 | 1,06 | 14,76 | 1084,72 | 35,58 | 58,87 | 51      |

PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE  
 COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA.  
 MUNICIPIO: COBAN  
 DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

CALCULO DE TRAMO DE DISTRIBUCION  
 REDES ABIERTAS.

| DATOS BASICOS       |       | Sistema Tuberia Simple |      |        |        |          |          |     |        |     |      |       |         |       |       |         |
|---------------------|-------|------------------------|------|--------|--------|----------|----------|-----|--------|-----|------|-------|---------|-------|-------|---------|
| TRAMO               | de E  | a E                    | Q    | L.h    | L.     | Co i     | Co f     | C   | DIAM.  | PSI | VEL. | Hf    | Co p f  | P.DIN | P.EST | n tubos |
| RAMAL 3             | 48    | 44                     | 2,48 | 136,57 | 156,00 | 1.205,61 | 1.179,07 | 150 | 2 1/2" | 160 | 0,69 | 1,17  | 1204,45 | 25,38 | 27,93 | 24      |
|                     | 44    | 36                     | 0,76 | 383,40 | 438,00 | 1.204,45 | 1.179,07 | 150 | 1 1/4" | 160 | 0,64 | 5,43  | 1199,02 | 19,95 | 27,93 | 66      |
|                     | 36    | 34                     | 0,76 | 58,48  | 66,00  | 1.199,02 | 1.148,98 | 150 | 1"     | 160 | 1,04 | 2,67  | 1196,35 | 47,37 | 58,02 | 10      |
| caja rp en la 34    | 34    | 124                    | 0,67 | 268,29 | 306,00 | 1.148,98 | 1.114,74 | 150 | 1"     | 160 | 0,92 | 9,80  | 1139,18 | 24,44 | 34,24 | 48      |
| caja rp en la 124   | 124   | 128                    | 0,39 | 265,30 | 306,00 | 1.114,74 | 1.040,45 | 150 | 3/4"   | 250 | 0,89 | 12,47 | 1102,27 | 61,82 | 74,29 | 49      |
|                     |       |                        |      |        |        |          |          |     |        |     |      |       |         |       |       |         |
| TRAMO               | de E  | a E                    | Q    | L.h    | L.     | Co i     | Co f     | C   | DIAM.  | PSI | VEL. | Hf    | Co p f  | P.DIN | P.EST | n tubos |
| RAMAL2              | 44    | 94                     | 2,35 | 334,93 | 384,00 | 1.204,45 | 1.152,68 | 150 | 2"     | 160 | 0,96 | 6,65  | 1197,79 | 45,11 | 54,32 | 58      |
| caja rp en la 94    | 94    | 102                    | 2,35 | 344,12 | 396,00 | 1.152,68 | 1.117,71 | 150 | 2"     | 160 | 0,97 | 6,91  | 1145,77 | 28,06 | 34,97 | 59      |
|                     | 102   | 113                    | 0,83 | 494,33 | 570,00 | 1.145,77 | 1.074,69 | 150 | 1 1/4" | 160 | 0,70 | 8,31  | 1137,46 | 62,77 | 77,99 | 86      |
|                     | 102   | 114                    | 2,02 | 84,81  | 96,00  | 1.145,77 | 1.131,96 | 150 | 2"     | 160 | 0,83 | 1,27  | 1144,51 | 12,55 | 20,72 | 15      |
|                     | 114   | 118                    | 0,46 | 173,65 | 198,00 | 1.144,51 | 1.113,39 | 150 | 1"     | 160 | 0,63 | 3,16  | 1141,34 | 27,95 | 39,29 | 32      |
|                     | 114   | 130,2                  | 1,93 | 61,09  | 72,00  | 1.144,51 | 1.124,83 | 150 | 2"     | 160 | 0,87 | 1,08  | 1143,43 | 18,60 | 27,85 | 11      |
| caja rp en la 130.2 | 130,2 | 135                    | 1,91 | 239,69 | 276,00 | 1.124,83 | 1.101,29 | 150 | 2"     | 160 | 0,86 | 4,07  | 1120,76 | 19,47 | 23,54 | 45      |
|                     | 135   | 152                    | 0,97 | 77,53  | 90,00  | 1.120,76 | 1.077,23 | 150 | 1 1/4" | 160 | 0,82 | 1,75  | 1119,01 | 41,78 | 47,60 | 16      |
|                     | 152   | 155                    | 0,58 | 157,70 | 180,00 | 1.119,01 | 1.064,06 | 150 | 1"     | 160 | 0,80 | 4,42  | 1114,59 | 50,53 | 60,77 | 27      |
|                     | 152   | 157                    | 0,72 | 99,20  | 114,00 | 1.119,01 | 1.086,54 | 150 | 1"     | 160 | 0,99 | 4,17  | 1114,84 | 28,30 | 38,29 | 17      |
|                     | 157   | 159                    | 0,52 | 93,76  | 108,00 | 1.114,84 | 1.078,29 | 150 | 1"     | 160 | 0,71 | 2,16  | 1112,67 | 34,38 | 46,54 | 16      |
|                     | 135   | 140                    | 1,49 | 282,39 | 324,00 | 1.120,76 | 1.076,18 | 150 | 2"     | 160 | 0,61 | 2,43  | 1118,33 | 42,15 | 48,65 | 49      |
|                     | 140   | 147                    | 1,38 | 411,22 | 474,00 | 1.118,33 | 1.062,92 | 150 | 1 1/2" | 160 | 0,89 | 9,20  | 1109,12 | 46,20 | 61,91 | 74      |
| caja rp en la 147   | 147   | 237                    | 1,19 | 362,15 | 414,00 | 1.062,92 | 1.032,31 | 150 | 1 1/2" | 160 | 0,77 | 6,11  | 1056,81 | 24,50 | 30,61 | 67      |
|                     | 237   | 240                    | 1,06 | 143,95 | 168,00 | 1.056,81 | 1.005,30 | 150 | 1 1/4" | 160 | 0,89 | 3,83  | 1052,98 | 47,68 | 57,62 | 26      |
| caja rp en la 140   | 240   | 243                    | 1,03 | 244,32 | 282,00 | 1.005,30 | 986,88   | 150 | 1 1/4" | 160 | 0,87 | 6,13  | 999,17  | 12,29 | 28,42 | 43      |
|                     | 243   | 243,2                  | 1,03 | 113,08 | 132,00 | 999,17   | 962,71   | 150 | 1 1/4" | 160 | 0,87 | 2,87  | 996,30  | 33,59 | 24,17 | 21      |
| caja rp en la 243.2 | 243,2 | 250                    | 1,03 | 377,18 | 432,00 | 962,71   | 923,28   | 150 | 1 1/4" | 160 | 0,87 | 9,39  | 953,32  | 30,04 | 39,43 | 65      |
|                     | 250   | 256                    | 0,97 | 568,70 | 654,00 | 953,32   | 929,79   | 150 | 1 1/4" | 160 | 0,82 | 12,65 | 940,67  | 10,88 | 32,92 | 95      |
|                     | 256   | 263                    | 0,76 | 804,72 | 924,00 | 940,67   | 915,50   | 150 | 1 1/4" | 160 | 0,64 | 11,45 | 929,22  | 13,72 | 47,21 | 135     |
|                     | 263   | 265                    | 0,52 | 307,60 | 354,00 | 929,22   | 900,31   | 150 | 1"     | 250 | 0,71 | 7,10  | 922,13  | 21,82 | 62,40 | 53      |

### 3.8 Presupuesto del proyecto

#### PROYECTO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA, SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA

| CONCEPTO                             | Unidad | Cant. | Precio Unitario | Costo Total | Costo Elemento  |
|--------------------------------------|--------|-------|-----------------|-------------|-----------------|
| 01 CAPTACIÓN                         |        |       |                 |             |                 |
| TUBERIA                              |        |       |                 |             |                 |
| Conducción PVC 4" 100 PSI            | TUBO   | 24    | 195.00          | 4680.00     |                 |
| PVC de drenaje 4" 100 PSI            | TUBO   | 3     | 240.00          | 720.00      |                 |
| ACCESORIOS                           |        |       |                 |             |                 |
| Codo PVC de 4"x90 de drenaje 125 PSI | U      | 2     | 27.30           | 54.60       |                 |
| Sifón a seguir PVC de 4" drenaje     | U      | 2     | 230.12          | 460.24      |                 |
| Adaptador macho PVC de 4"            | U      | 2     | 40.92           | 81.84       |                 |
| Reductor bushing PVC de 6" a 4"      | U      | 1     | 186.61          | 186.61      |                 |
| Pichacha plástica de 6"              | U      | 2     | 60.00           | 120.00      |                 |
| VÁLVULA                              |        |       |                 |             |                 |
| De compuerta 4"                      | U      | 1     | 450.00          | 450.00      |                 |
| Costo Tubería accesorios y Válvulas  |        |       |                 |             | 6753.29         |
| MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN           |        |       |                 |             |                 |
| Cemento                              | SACO   | 40    | 38.50           | 1540.00     |                 |
| Piedrín                              | M3     | 5     | 170.00          | 850.00      |                 |
| Hierro de 1/4"                       | VAR    | 26    | 9.00            | 234.00      |                 |
| Hierro de 3/8"                       | VAR    | 22    | 22.00           | 484.00      |                 |
| Hierro de 1/2"                       | VAR    | 6     | 35.00           | 210.00      |                 |
| Clavo de 3"                          | LB.    | 5     | 4.50            | 22.50       |                 |
| Alambre de amarre                    | LB.    | 7     | 4.75            | 33.25       |                 |
| Alambre espigado                     | ROLLO  | 2     | 200.00          | 400.00      |                 |
| Grapa                                | LB.    | 10    | 5.50            | 55.00       |                 |
| Candado 60 mm                        | U      | 4     | 90.00           | 360.00      |                 |
| Costo de materiales de construcción: |        |       |                 |             | 4188.75         |
| MATERIALES LOCALES                   |        |       |                 |             |                 |
| Arena de río                         | M3     | 8     | 160.00          | 1280.00     |                 |
| Piedra bola                          | M3     | 4     | 130.00          | 520.00      |                 |
| Tablas de 1"x12"x10'                 | PT     | 120   | 3.70            | 444.00      |                 |
| Reglas de 3"x3"x10'                  | PT     | 50    | 3.70            | 185.00      |                 |
| Postes                               | U      | 50    | 12.00           | 600.00      |                 |
| Costo Materiales Locales:            |        |       |                 |             | 3029.00         |
| SUB-TOTAL                            |        |       |                 |             |                 |
| Mano de obra no calificada           |        |       |                 |             | 1640.00         |
| Mano de obra calificada              |        |       |                 |             | 900.00          |
| Supervisión                          |        |       |                 |             | 750.00          |
| Equipo y herramientas                |        |       |                 |             | 560.00          |
| Transporte                           |        |       |                 |             | 400.00          |
| Total sin imprevistos                |        |       |                 |             | 18221.04        |
| Imprevistos 15%                      |        |       |                 |             | 2733.15         |
| <b>TOTAL DE CAPTACIÓN:</b>           |        |       |                 | <b>Q</b>    | <b>20954.20</b> |



**PROYECTO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA, SACHICA, CERRO LINDO Y OSTUA**

| <b>CONCEPTO</b>                      | <b>Unidad</b> | <b>Cant.</b> | <b>Precio Unitario</b> | <b>Costo Total</b> | <b>Costo Elemento</b> |
|--------------------------------------|---------------|--------------|------------------------|--------------------|-----------------------|
| 02 TANQUE DE SUCCIÓN 8M <sup>3</sup> |               |              |                        |                    |                       |
| TUBERÍA                              |               |              |                        |                    |                       |
| PVC de drenaje 4" 100 PSI            | TUBO          | 3            | 240.00                 | 720.00             |                       |
| ACCESORIOS                           |               |              |                        |                    |                       |
| Codo PVC de 4"x45                    | U             | 1            | 90.00                  | 90.00              |                       |
| Codo PVC de 4"x90 de drenaje 125 PSI | U             | 4            | 27.30                  | 109.20             |                       |
| Sifón a seguir PVC de 4" drenaje     | U             | 2            | 230.12                 | 460.24             |                       |
| Adaptador macho PVC de 4"            | U             | 2            | 40.92                  | 81.84              |                       |
| Reducidor bushing PVC de 6" a 4"     | U             | 1            | 186.61                 | 186.61             |                       |
| Cemento Solvente (pegamento)         | GAL           | 1            | 380.00                 | 380.00             |                       |
| Pichacha plástica de 6"              | U             | 2            | 60.00                  | 120.00             |                       |
| VÁLVULA                              |               |              |                        |                    |                       |
| De compuerta 4"                      | U             | 1            | 450.00                 | 450.00             |                       |
| Costo Tubería accesorios y Válvulas  |               |              |                        |                    | 2597.89               |
| MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN           |               |              |                        |                    |                       |
| Cemento                              | SACO          | 90           | 38.50                  | 3465.00            |                       |
| Piedrín                              | M3            | 3            | 170.00                 | 510.00             |                       |
| Hierro de 1/4"                       | VAR           | 9            | 9.00                   | 81.00              |                       |
| Hierro de 3/8"                       | VAR           | 15           | 22.00                  | 330.00             |                       |
| Hierro de 1/2"                       | VAR           | 4            | 35.00                  | 140.00             |                       |
| Clavo de 3"                          | LB.           | 20           | 4.50                   | 90.00              |                       |
| Alambre de amarre                    | LB.           | 13           | 4.75                   | 61.75              |                       |
| Alambre espigado                     | ROLLO         | 2            | 187.00                 | 374.00             |                       |
| Grapa                                | LB.           | 4            | 5.50                   | 22.00              |                       |
| Candado 60 mm                        | U             | 3            | 90.00                  | 270.00             |                       |
| Pintura anticorrosiva                | GALÓN         | 2            | 80.00                  | 160.00             |                       |
| Eternocrete                          | GALÓN         | 1            | 190.00                 | 190.00             |                       |
| Costo de materiales de construcción: |               |              |                        |                    | 5693.75               |
| MATERIALES LOCALES                   |               |              |                        |                    |                       |
| Arena de río                         | M3            | 7            | 160.00                 | 1120.00            |                       |
| Piedra bola                          | M3            | 15           | 130.00                 | 1950.00            |                       |
| Tablas de 1"x12"x10´                 | PT            | 140          | 3.70                   | 518.00             |                       |
| Reglas de 3"x3"x10´                  | PT            | 100          | 3.70                   | 370.00             |                       |
| Postes                               | U             | 40           | 12.00                  | 480.00             |                       |
| Costo Materiales Locales:            |               |              |                        |                    | 4438.00               |
| SUB-TOTAL                            |               |              |                        |                    |                       |
| Mano de obra no calificada           |               |              |                        |                    | 3200.00               |
| Mano de obra calificada              |               |              |                        |                    | 1900.00               |
| Supervisión                          |               |              |                        |                    | 1583.30               |
| Equipo y herramientas                |               |              |                        |                    | 1000.00               |
| Transporte                           |               |              |                        |                    | 1800.00               |
| Total sin imprevistos                |               |              |                        |                    | 22212.94              |
| Imprevistos y desperdicios 15%       |               |              |                        |                    | 3331.94               |
| <b>TOTAL DE SUCCIÓN:</b>             |               |              |                        | <b>Q</b>           | <b>25544.88</b>       |

**PROYECTO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA, SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA**

| <b>CONCEPTO</b>                      | <b>Unidad</b> | <b>Cant.</b> | <b>Precio Unitario</b> | <b>Costo Total</b> | <b>Costo Elemento</b> |
|--------------------------------------|---------------|--------------|------------------------|--------------------|-----------------------|
| 03 IMPULSIÓN                         |               |              |                        |                    |                       |
| TUBERÍA                              |               |              |                        |                    |                       |
| TUBERÍA DE BOMBEO                    |               |              |                        |                    |                       |
| HG de 6" 1200 PSI (E1.2-E28)         | TUBO          | 116          | 1,950.00               | 226200.00          |                       |
| PVC de 6" 250 PSI (E28-E37)          | TUBO          | 81           | 870.00                 | 70470.00           |                       |
| PVC de 6" 160 PSI (E37-E50)          | TUBO          | 132          | 570.00                 | 75240.00           |                       |
| Cemento Solvente (pegamento)         | GAL           | 7            | 380.00                 | 2660.00            |                       |
| Uniones HG 6"                        | U             | 116          | 120.00                 | 13920.00           |                       |
| <b>COSTO DE TUBERÍA IMPULSIÓN</b>    |               |              |                        |                    | <b>388490.00</b>      |
| ANCLAJES PARA TUBERÍA HG             |               |              |                        |                    |                       |
| MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN           |               |              |                        |                    |                       |
| Cemento                              | SACO          | 300          | 38.50                  | 11550.00           |                       |
| Piedrín                              | M3            | 15           | 170.00                 | 2550.00            |                       |
| Hierro de 1/4"                       | VAR           | 70           | 9.00                   | 630.00             |                       |
| Hierro de 3/8"                       | VAR           | 120          | 22.00                  | 2640.00            |                       |
| Hierro de 1/2"                       | VAR           | 0            | 35.00                  | 0.00               |                       |
| Clavo de 3"                          | LB.           | 22           | 4.50                   | 99.00              |                       |
| Alambre de amarre                    | LB.           | 50           | 4.75                   | 237.50             |                       |
| Costo de materiales de construcción: |               |              |                        |                    | <b>17706.50</b>       |
|                                      |               |              |                        |                    |                       |
| MATERIALES LOCALES                   |               |              |                        |                    |                       |
| Arena de río                         | M3            | 12           | 160.00                 | 1920.00            |                       |
| Piedra bola                          | M3            | 5            | 130.00                 | 650.00             |                       |
| Tablas de 1"x12"x10´                 | PT            | 100          | 3.70                   | 370.00             |                       |
| Reglas de 3"x3"x10´                  | PT            | 80           | 3.70                   | 296.00             |                       |
| Costo Materiales Locales:            |               |              |                        |                    | <b>3236.00</b>        |
|                                      |               |              |                        |                    |                       |
| <b>SUB-TOTAL</b>                     |               |              |                        |                    | <b>409432.50</b>      |
| Mano de obra no calificada           |               |              |                        |                    | <b>15200.00</b>       |
| Mano de obra calificada              |               |              |                        |                    | <b>4000.00</b>        |
| Supervisión                          |               |              |                        |                    | <b>3333.33</b>        |
| Equipo y herramientas                |               |              |                        |                    | <b>2000.00</b>        |
| Transporte                           |               |              |                        |                    | <b>1500.00</b>        |
| Total sin Imprevistos                |               |              |                        |                    | <b>435465.83</b>      |
| Imprevistos del 15%                  |               |              |                        |                    | <b>65319.87</b>       |
| <b>TOTAL DE IMPULSIÓN</b>            |               |              |                        | <b>Q</b>           | <b>500,785.70</b>     |

**PROYECTO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA, SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA**

| <b>CONCEPTO</b>                       | <b>Unidad</b> | <b>Cant.</b> | <b>Precio Unitario</b> | <b>Costo Total</b> | <b>Costo Elemento</b> |
|---------------------------------------|---------------|--------------|------------------------|--------------------|-----------------------|
| <b>04. SISTEMA DE BOMBEO Y CASETA</b> |               |              |                        |                    |                       |
| <b>ACCESORIOS</b>                     |               |              |                        |                    |                       |
| Bomba sumergible BERKELEY 20 etapas   | U             | 2            | 38926.00               | 77852.00           |                       |
| Motor sumergible FRANKLIN 60 HP 460 v | U             | 2            | 31673.00               | 63346.00           |                       |
| Collarín de soporte 4" H.F.           | U             | 1            | 392.00                 | 392.00             |                       |
| Sello sanitario 8"X4"                 | U             | 1            | 248.00                 | 248.00             |                       |
| Cheque SIMMONS 4" H.F.                | U             | 1            | 1848.00                | 1848.00            |                       |
| Pie de cable sumergible No 2/3        | PIE           | 40           | 31.58                  | 1263.20            |                       |
| Pie de cable sumergible No 14/2       | PIE           | 40           | 2.86                   | 114.40             |                       |
| SWITCH flote SJE LH PUMPMASER         | U             | 1            | 200.85                 | 200.85             |                       |
| Gabinete de metal T-3 28X20X8         | U             | 1            | 1015.00                | 1015.00            |                       |
| FLIP-ON 2X6                           | U             | 1            | 344.00                 | 344.00             |                       |
| FLIP-ON 3X150 SQUARE-D 600V           | U             | 1            | 3238.00                | 3238.00            |                       |
| BASE DE FLIP-ON TRIPLE                | U             | 1            | 249.80                 | 249.80             |                       |
| F-120 460V ARRANCADOR FURNAS 16 HF    | U             | 2            | 4073.00                | 8146.00            |                       |
| K87 ELEMENTO TÉRMICO FURNAS           | U             | 1            | 228.00                 | 228.00             |                       |
| MONITOR DE VOLTAJE DIGITAL W.         | U             | 1            | 1470.00                | 1470.00            |                       |
| SUBTROL FRANKLIN completo 460v        | U             | 1            | 5502.00                | 5502.00            |                       |
| INSERTO DE POTENCIA 60 HP 460V        | U             | 1            | 90.00                  | 90.00              |                       |
| TRANSFORMADOR SECO 100VA              | U             | 1            | 693.00                 | 693.00             |                       |
| SELECTOR 3 POSICIONES SIEMENS         | U             | 1            | 226.00                 | 226.00             |                       |
| LUZ PILOTO SIEMENS                    | U             | 1            | 173.00                 | 173.00             |                       |
| RELOJ 24 HORAS 230/220 V              | U             | 1            | 382.00                 | 382.00             |                       |
| PARARRAYOS 600V G.E.                  | U             | 1            | 608.00                 | 608.00             |                       |
| TEE, NIPLE, TAPÓN Y UNIÓN HG 4"       | TOTAL         | 1            | 1980.00                | 1980.00            |                       |
| EMPALME VULCANIZADO Y AMARRES         | U             | 1            | 275.00                 | 275.00             |                       |
| FUNDA DE ENFRIAMIENTO                 | U             | 1            | 925.00                 | 925.00             |                       |
| ARTÍCULOS VARIOS                      | TOTAL         | 1            | 2530.00                | 2530.00            |                       |
| MANO DE OBRA/INSTALACIÓN              | TOTAL         | 1            | 5050.00                | 5050.00            |                       |
| <b>TOTAL EQUIPO DE BOMBEO</b>         |               |              |                        |                    | <b>178389.25</b>      |
| <b>VÁLVULAS</b>                       |               |              |                        |                    |                       |
| De compuerta de 4"                    | U             | 1            | 450.00                 | 450.00             |                       |
| De cheque vertical P/700 PSI          | U             | 1            | 1107.00                | 1107.00            |                       |
| De cheque horizontal de 4"            | U             | 1            | 861.00                 | 861.00             |                       |
| VÁLVULA DE ALIVIO 350 PSI             | U             | 1            | 22000.00               | 22000.00           |                       |
|                                       |               |              |                        |                    | <b>24418.00</b>       |
| <b>CASETA DE CONTROL</b>              |               |              |                        |                    |                       |
| <b>MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>     |               |              |                        |                    |                       |
| <b>VAN...</b>                         |               |              |                        |                    |                       |

|                                    |      |     |         |          |                  |
|------------------------------------|------|-----|---------|----------|------------------|
| ...VIENEN                          |      |     |         |          |                  |
| Block de 0.15X0.20X0.40            | U    | 500 | 2.75    | 1375.00  |                  |
| Cemento                            | SACO | 40  | 38.50   | 1540.00  |                  |
| Piedrín                            | M3   | 3   | 170.00  | 510.00   |                  |
| Hierro de 1/4"                     | VAR  | 20  | 9.00    | 180.00   |                  |
| Hierro de 3/8"                     | VAR  | 47  | 22.00   | 1034.00  |                  |
| Hierro de 1/2"                     | VAR  | 12  | 35.00   | 420.00   |                  |
| Clavo de 3"                        | LB.  | 15  | 4.50    | 67.50    |                  |
| Alambre de amarre                  | LB.  | 15  | 4.50    | 67.50    |                  |
| Alambre THW Calibre 12             | MT   | 50  | 2.10    | 105.00   |                  |
| Poliducto de 1 1/4"                | MT   | 15  | 2.00    | 30.00    |                  |
| Poliducto de 3/4"                  | MT   | 10  | 1.75    | 17.50    |                  |
| Caja rectangular de metal          | U    | 8   | 2.50    | 20.00    |                  |
| Caja soquet de metal               | U    | 4   | 4.00    | 16.00    |                  |
| Plafonera                          | U    | 4   | 5.00    | 20.00    |                  |
| Bombillos de 40 watts. Ahorradores | U    | 4   | 15.00   | 60.00    |                  |
| Tubo galvanizado para acometida    | U    | 1   | 140.00  | 140.00   |                  |
| Puerta de metal                    | U    | 1   | 1300.00 | 1300.00  |                  |
| Tablas de 1"x12"x10´               | PT   | 400 | 3.70    | 1480.00  |                  |
| Reglas de 3"x3"x10´                | PT   | 100 | 3.70    | 370.00   |                  |
| TOTAL DE CASETA DE CONTROL         |      |     |         |          | 8752.50          |
| SUBTOTAL                           |      |     |         |          | 211559.75        |
| Mano de obra no calificada         |      |     |         |          | 4800.00          |
| Mano de obra calificada            |      |     |         |          | 5500.00          |
| Supervisión                        |      |     |         |          | 4583.30          |
| Equipo y herramienta               |      |     |         |          | 1500.00          |
| Transporte                         |      |     |         |          | 1500.00          |
| Subtotal sin imprevistos           |      |     |         |          | 229443.05        |
| Imprevistos 15%                    |      |     |         |          | 34416.45         |
| <b>TOTAL BOMBEO Y CASETA</b>       |      |     |         | <b>Q</b> | <b>263859.51</b> |

**PROYECTO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA, SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA**

| <b>CONCEPTO</b>                               | <b>Unidad</b> | <b>Cant.</b> | <b>Precio Unitario</b> | <b>Costo Total</b> | <b>Costo Elemento</b> |
|---|---------------|--------------|------------------------|--------------------|-----------------------|
| 05. VERTEDEROS Y VAL. DE LIMPIEZA             |               |              |                        |                    |                       |
| TUBERÍA                                       |               |              |                        |                    |                       |
| PVC de drenaje 2" 100 PSI                     | TUBO          | 4            | 80.00                  | 320.00             |                       |
| ACCESORIOS                                    |               |              |                        |                    |                       |
| Adaptador macho de PVC 2 1/2"                 | U.            | 6            | 20.76                  | 124.56             |                       |
| Adaptado macho de PVC de 1 1/4"               | U.            | 4            | 5.00                   | 20.00              |                       |
| Tee PVC de 2 1/2"                             | U.            | 3            | 52.00                  | 156.00             |                       |
| Tee PVC de 1 1/4"                             | U.            | 2            | 9.00                   | 18.00              |                       |
| VÁLVULAS                                      |               |              |                        |                    |                       |
| De compuerta de 2 1/2"                        | U.            | 1            | 300.00                 | 300.00             |                       |
| De compuerta de 1 1/4"                        | U.            | 1            | 195.00                 | 195.00             |                       |
| COSTO DE TUBERÍA/ACCESORIOS VÁLVULAS          |               |              |                        |                    | 1133.56               |
|   |               |              |                        |                    |                       |
| MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN                    |               |              |                        |                    |                       |
| Cemento                                       | SACO          | 8            | 38.50                  | 308.00             |                       |
| Arena de río                                  | M3            | 1            | 160.00                 | 160.00             |                       |
| Piedrín                                       | M3            | 1            | 170.00                 | 170.00             |                       |
| Hierro de 1/4"                                | VAR           | 7            | 9.00                   | 63.00              |                       |
| Hierro de 3/8"                                | VAR           | 10           | 22.00                  | 220.00             |                       |
| Clavo de 3"                                   | LB.           | 4            | 4.50                   | 18.00              |                       |
| Alambre de amarre                             | LB.           | 4            | 4.50                   | 18.00              |                       |
| Candados de 60mm                              | U.            | 4            | 90.00                  | 360.00             |                       |
| COSTOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN          |               |              |                        |                    | 1317.00               |
|   |               |              |                        |                    |                       |
| SUBTOTAL                                      |               |              |                        |                    | 2450.56               |
| Mano de obra no calificada                    |               |              |                        |                    | 800.00                |
| Mano de obra calificada                       |               |              |                        |                    | 1000.00               |
| Supervisión                                   |               |              |                        |                    | 833.30                |
| Equipo y herramienta                          |               |              |                        |                    | 700.00                |
| Transporte                                    |               |              |                        |                    | 800.00                |
| Total sin imprevistos                         |               |              |                        |                    | 6583.86               |
| Imprevistos 15%                               |               |              |                        |                    | 987.579               |
| <b>TOTAL VERTEDEROS Y VÁLVULA DE LIMPIEZA</b> |               |              |                        | <b>Q</b>           | <b>7571.44</b>        |

**PROYECTO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA, SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA**

| <b>CONCEPTO</b>                            | <b>Unidad</b> | <b>Cant.</b> | <b>Precio Unitario</b> | <b>Costo Total</b> | <b>Costo Elemento</b> |
|--|---------------|--------------|------------------------|--------------------|-----------------------|
| <b>06. CAJAS Y VÁLVULAS DE AIRE</b>        |               |              |                        |                    |                       |
| Codo de PVC de 1/2"X90                     | U             | 3            | 1.50                   | 4.50               |                       |
| Adaptador macho de PVC de 2"               | U             | 2            | 8.00                   | 16.00              |                       |
| Adaptador hembra de PVC de 2"              | U             | 2            | 8.00                   | 16.00              |                       |
| Reducidor bushing PVC DE 2" A 1/2"         | U             | 2            | 8.50                   | 17.00              |                       |
| Tee reductora de 2 1/2" a 1/2" PVC         | U             | 1            | 52.00                  | 52.00              |                       |
| Tee reductora de 1 1/4" a 1/2"             | U             | 1            | 9.00                   | 9.00               |                       |
| Esfera saltarina de 1 1/4"                 | U             | 1            | 15.00                  | 15.00              |                       |
| Tapón hembra de 1/2" liso PVC              | U             | 1            | 2.50                   | 2.50               |                       |
| <b>COSTO DE CAJAS Y VÁLVULAS DE AIRE</b>   |               |              |                        |                    | <b>132.00</b>         |
|  |               |              |                        |                    |                       |
| <b>MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>          |               |              |                        |                    |                       |
| Cemento                                    | SACO          | 2            | 38.50                  | 77.00              |                       |
| Arena de río                               | M3            | 0.3          | 160.00                 | 48.00              |                       |
| Piedrín                                    | M3            | 0.3          | 170.00                 | 51.00              |                       |
| Hierro de 1/4"                             | VAR           | 2            | 9.00                   | 18.00              |                       |
| Hierro de 3/8"                             | VAR           | 3            | 22.00                  | 66.00              |                       |
| Clavo de 3"                                | LB.           | 2            | 4.50                   | 9.00               |                       |
| Alambre de amarre                          | LB.           | 2            | 4.50                   | 9.00               |                       |
| Candados de 60mm                           | U.            | 3            | 90.00                  | 270.00             |                       |
| <b>COSTO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b> |               |              |                        |                    | <b>548.00</b>         |
|  |               |              |                        |                    |                       |
| <b>SUBTOTAL</b>                            |               |              |                        |                    | <b>680.00</b>         |
| Mano de obra no calificada                 |               |              |                        |                    | 720.00                |
| Mano de obra calificada                    |               |              |                        |                    | 500.00                |
| Supervisión                                |               |              |                        |                    | 416.70                |
| Equipo y herramienta                       |               |              |                        |                    | 100.00                |
| Transporte                                 |               |              |                        |                    | 100.00                |
| Total sin imprevistos                      |               |              |                        |                    | 2516.70               |
| Imprevistos del 15%                        |               |              |                        |                    | 377.50                |
| <b>TOTAL DE CAJAS Y VÁLVULAS DE AIRE</b>   |               |              |                        | <b>Q</b>           | <b>2894.20</b>        |

**PROYECTO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA, SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA**

| <b>CONCEPTO</b>                      | <b>Unidad</b> | <b>Cant.</b> | <b>Precio Unitario</b> | <b>Costo Total</b> | <b>Costo Elemento</b> |
|--------------------------------------|---------------|--------------|------------------------|--------------------|-----------------------|
| <b>07. CAJAS ROMPEPRESIÓN (11U.)</b> |               |              |                        |                    |                       |
| <b>TUBERÍA</b>                       |               |              |                        |                    |                       |
| PVC de drenaje de 3" 100 PSI         | TUBO          | 6            | 133.00                 | 798.00             |                       |
| <b>ACCESORIOS</b>                    |               |              |                        |                    |                       |
| Codo PVC de 3"x90 de drenaje 125 PSI | U             | 12           | 15.00                  | 180.00             |                       |
| Tee de PVC de 2"X90                  | U             | 12           | 22.00                  | 264.00             |                       |
| Sifón a seguir PVC de 3" drenaje     | U             | 11           | 170.00                 | 1870.00            |                       |
| Adaptador macho PVC de 3"            | U             | 11           | 21.00                  | 231.00             |                       |
| Reducidor bushing PVC de 3" a 2"     | U             | 11           | 40.00                  | 440.00             |                       |
| Pichacha plástica de 2 1/2"          | U             | 11           | 80.00                  | 880.00             |                       |
| Pichacha plástica de 3"              | U             | 11           | 90.00                  | 990.00             |                       |
| <b>VÁLVULA</b>                       |               |              |                        |                    |                       |
| De compuerta 3"                      | U             | 11           | 72.00                  | 792.00             |                       |
| Costo Tubería accesorios y Válvulas  |               |              |                        |                    | 6445.00               |
| <b>MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>    |               |              |                        |                    |                       |
| Cemento                              | SACO          | 24           | 38.50                  | 924.00             |                       |
| Piedrín                              | M3            | 1            | 170.00                 | 170.00             |                       |
| Hierro de 1/4"                       | VAR           | 1            | 9.00                   | 9.00               |                       |
| Hierro de 3/8"                       | VAR           | 10           | 22.00                  | 220.00             |                       |
| Hierro de 1/2"                       | VAR           | 1            | 35.00                  | 35.00              |                       |
| Clavo de 3"                          | LBS           | 5            | 4.50                   | 22.50              |                       |
| Alambre de amarre                    | LBS           | 4            | 4.75                   | 19.00              |                       |
| Candado 60 mm                        | U             | 3            | 90.00                  | 270.00             |                       |
| Costo de materiales de construcción: |               |              |                        |                    | 1669.50               |
| <b>MATERIALES LOCALES</b>            |               |              |                        |                    |                       |
| Arena de río                         | M3            | 2            | 160.00                 | 320.00             |                       |
| Piedra bola                          | M3            | 2            | 130.00                 | 260.00             |                       |
| Tablas de 1"x12"x10´                 | PT            | 100          | 3.70                   | 370.00             |                       |
| Reglas de 3"x3"x10´                  | PT            | 50           | 3.70                   | 185.00             |                       |
| Postes                               | U             | 35           | 12.00                  | 420.00             |                       |
| Costo Materiales Locales:            |               |              |                        |                    | 1555.00               |
| <b>SUB-TOTAL</b>                     |               |              |                        |                    | 9669.50               |
| Mano de obra no calificada           |               |              |                        |                    | 1000.00               |
| Mano de obra calificada              |               |              |                        |                    | 1000.00               |
| Supervisión                          |               |              |                        |                    | 833.33                |
| Equipo y herramientas                |               |              |                        |                    | 400.00                |
| Transporte                           |               |              |                        |                    | 600.00                |
| Total sin imprevistos                |               |              |                        |                    | 13502.83              |
| Imprevistos 15%                      |               |              |                        |                    | 2025.42               |
| <b>TOTAL DE CAJAS ROMPEPRESIÓN</b>   |               |              |                        | <b>Q</b>           | <b>15528.25</b>       |

**PROYECTO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA, SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA**

| <b>CONCEPTO</b>                                  | <b>Unidad</b> | <b>Cant.</b> | <b>Precio Unitario</b> | <b>Costo Total</b> | <b>Costo Elemento</b> |
|--|---------------|--------------|------------------------|--------------------|-----------------------|
| 08. TANQUE DE DISTRIBUCIÓN<br>115 M <sup>3</sup> |               |              |                        |                    |                       |
| TUBERÍA  |               |              |                        |                    |                       |
| PVC de drenaje 3" 100 PSI                        | TUBO          | 4            | 133.00                 | 532.00             |                       |
| PVC de drenaje 3" 160 PSI                        | TUBO          | 3            | 190.00                 | 570.00             |                       |
| ACCESORIOS                                       |               |              |                        |                    |                       |
| Codo PVC de 4"x90                                | U             | 2            | 70.00                  | 140.00             |                       |
| Codo PVC de 3"x90 de drenaje 125 PSI             | U             | 2            | 14.00                  | 28.00              |                       |
| Codo PVC de 3"x90                                | U             | 2            | 40.00                  | 80.00              |                       |
| Codo PVC de 3"x90 125 PSI                        | U             | 2            | 27.30                  | 54.60              |                       |
| Sifón a seguir PVC de 3" drenaje                 | U             | 2            | 230.12                 | 460.24             |                       |
| Adaptador macho PVC de 3"                        | U             | 2            | 40.92                  | 81.84              |                       |
| Reducidor bushing PVC de 4" a 3"                 | U             | 1            | 186.61                 | 186.61             |                       |
| Pichacha plástica de 4"                          | U             | 2            | 60.00                  | 120.00             |                       |
| VÁLVULA  |               |              |                        |                    |                       |
| De compuerta 3"                                  | U             | 1            | 350.00                 | 350.00             |                       |
| De compuerta 2 1/2"                              | U             | 2            | 275.00                 | 550.00             |                       |
| Costo Tubería accesorios y Válvulas              |               |              |                        |                    | 3153.29               |
| MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN                       |               |              |                        |                    |                       |
| Cemento  | SACO          | 450          | 38.50                  | 17325.00           |                       |
| Piedrín  | M3            | 18           | 170.00                 | 3060.00            |                       |
| Hierro de 1/4"                                   | VAR           | 70           | 9.00                   | 630.00             |                       |
| Hierro de 3/8"                                   | VAR           | 155          | 22.00                  | 3410.00            |                       |
| Hierro de 5/8"                                   | VAR           | 80           | 45.00                  | 3600.00            |                       |
| Clavo de 3"                                      | LBS           | 100          | 4.50                   | 450.00             |                       |
| Alambre de amarre                                | LBS           | 120          | 4.75                   | 570.00             |                       |
| Alambre espigado                                 | ROLLO         | 2            | 187.00                 | 374.00             |                       |
| Grapa  | LBS           | 4            | 5.50                   | 22.00              |                       |
| Candado 60 mm                                    | U             | 5            | 90.00                  | 450.00             |                       |
| Costo de materiales de construcción:             |               |              |                        |                    | 29891.00              |
| MATERIALES LOCALES                               |               |              |                        |                    |                       |
| Arena de río                                     | M3            | 25           | 160.00                 | 4000.00            |                       |
| Piedra bola                                      | M3            | 70           | 130.00                 | 9100.00            |                       |
| Tablas de 1"x12"x10'                             | PT            | 2000         | 3.70                   | 7400.00            |                       |
| Reglas de 3"x3"x10'                              | PT            | 1200         | 3.70                   | 4440.00            |                       |
| Postes   | U             | 50           | 12.00                  | 600.00             |                       |
| Costo Materiales Locales:                        |               |              |                        |                    | 25540.00              |
| VAN...   |               |              |                        |                    |                       |



|                                     |  |  |  |          |                  |
|-------------------------------------|--|--|--|----------|------------------|
| ...VIENEN                           |  |  |  |          |                  |
| SUB-TOTAL                           |  |  |  |          | 58584.29         |
| Mano de obra no calificada          |  |  |  |          | 48000.00         |
| Mano de obra calificada             |  |  |  |          | 28000.00         |
| Supervisión                         |  |  |  |          | 23333.33         |
| Equipo y herramientas               |  |  |  |          | 1000.00          |
| Transporte                          |  |  |  |          | 1800.00          |
| Total sin imprevistos               |  |  |  |          | 160717.62        |
| Imprevistos 15%                     |  |  |  |          | 162517.62        |
| <b>TOTAL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN</b> |  |  |  | <b>Q</b> | <b>323235.24</b> |

**PROYECTO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA, SACHICA, CERRO LINDO Y OSTUA**

| <b>CONCEPTO</b>                         | <b>Unidad</b> | <b>Cant.</b> | <b>Precio Unitario</b> | <b>Costo Total</b> | <b>Costo Elemento</b> |
|---|---------------|--------------|------------------------|--------------------|-----------------------|
| 09. DISTRIBUCIÓN                        |               |              |                        |                    |                       |
| TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN                 |               |              |                        |                    |                       |
| PVC de 3" 160 PSI                       | TUBO          | 27           | 225.00                 | 6075.00            |                       |
| PVC de 2 1/2" 250 PSI                   | TUBO          | 171          | 226.00                 | 38646.00           |                       |
| PVC de 2 1/2" 160 PSI                   | TUBO          | 876          | 150.00                 | 131400.0           |                       |
| PVC de 2" 160 PSI                       | TUBO          | 291          | 103.00                 | 29973.00           |                       |
| PVC de 1 1/2" 160 PSI                   | TUBO          | 358          | 66.00                  | 23628.00           |                       |
| PVC de 1 1/4" 160 PSI                   | TUBO          | 810          | 50.00                  | 40500.00           |                       |
| PVC de 1" 160 PSI                       | TUBO          | 398          | 36.00                  | 14328.00           |                       |
| PVC de 3/4" 250 PSI                     | TUBO          | 92           | 24.00                  | 2208.00            |                       |
| Válvulas de control                     | U.            | 19           | 125.00                 | 2375.00            |                       |
| <b>COSTO DE TUBERÍA</b>                 |               |              |                        |                    | <b>289133.00</b>      |
| ACCESORIOS                              |               |              |                        |                    |                       |
| Codo PVC de 2 1/2"X90                   | U.            | 7            | 42.00                  | 294.00             |                       |
| Codo PVC de 2"X90                       | U.            | 8            | 12.00                  | 96.00              |                       |
| Codo PVC de 1 1/2"X90                   | U.            | 10           | 7.00                   | 70.00              |                       |
| Codo PVC de 1 1/4"X90                   | U.            | 15           | 6.50                   | 97.50              |                       |
| Codo PVC de 1"X90                       | U.            | 19           | 5.00                   | 95.00              |                       |
| Coco PVC de 3/4"X90                     | U.            | 368          | 2.50                   | 920.00             |                       |
| Cruz PVC de 2"                          | U.            | 5            | 35.00                  | 175.00             |                       |
| Reductor Bushing PVC de 3" a 2 1/2"     | U.            | 5            | 35.00                  | 175.00             |                       |
| Reductor Bushing PVC de 3" a 2"         | U.            | 1            | 35.00                  | 35.00              |                       |
| Reductor Bushing PVC de 3" a 1 1/4"     | U.            | 6            | 33.00                  | 198.00             |                       |
| Reductor Bushing PVC de 3" a 1 1/2"     | U.            | 5            | 33.00                  | 165.00             |                       |
| Reductor Bushing PVC de 2 1/2" a 2"     | U.            | 5            | 20.00                  | 100.00             |                       |
| Reductor Bushing PVC de 2 1/2",1 1/2"   | U.            | 8            | 19.00                  | 152.00             |                       |
| Reductor Bushing PVC de 2 1/2",1 1/4"   | U.            | 12           | 18.50                  | 222.00             |                       |
| Reductor Bushing PVC de 2" a 1 1/2"     | U.            | 12           | 10.00                  | 120.00             |                       |
| Reductor Bushing PVC de 2" a 1 1/4"     | U.            | 5            | 10.00                  | 50.00              |                       |
| Reductor Bushing PVC de 2" a 1"         | U.            | 4            | 10.00                  | 40.00              |                       |
| Reductor Bushing PVC de 1 1/2" a 1 1/4" | U.            | 9            | 6.00                   | 54.00              |                       |
| Reductor Bushing PVC de 1 1/2" a 1"     | U.            | 15           | 5.00                   | 75.00              |                       |
| Reductor Bushing PVC de 1 1/2" a 3/4"   | U.            | 25           | 5.00                   | 125.00             |                       |
| Reductor Bushing PVC de 1" a 3/4"       | U.            | 10           | 3.00                   | 30.00              |                       |
| Reductor Bushing PVC de 1 1/4" a 1"     | U.            | 10           | 4.00                   | 40.00              |                       |
| Cemento Solvente (pegamento)            | GAL           | 3            | 420.00                 | 1260.00            |                       |
| Adaptadores machos de 2"                | U.            | 36           | 8.00                   | 288.00             |                       |
| VÁLVULAS.                               |               |              |                        |                    |                       |
| De compuerta 2"                         | U.            | 18           | 275.00                 | 4950.00            |                       |
| <b>COSTO TUBERÍA Y ACCESORIOS</b>       |               |              |                        |                    | <b>9826.50</b>        |
|   |               |              |                        |                    |                       |
| VAN...                                  |               |              |                        |                    |                       |

|  |      |     |        |          |                   |
|--|------|-----|--------|----------|-------------------|
| ...VIENEN                                  |      |     |        |          |                   |
| Cemento                                    | SACO | 14  | 38.50  | 539.00   |                   |
| Piedrín                                    | M3   | 0.7 | 170.00 | 119.00   |                   |
| Hierro de 1/4"                             | VAR  | 7   | 9.00   | 63.00    |                   |
| Hierro de 3/8"                             | VAR  | 15  | 22.00  | 330.00   |                   |
| Hierro de 1/2"                             | VAR  | 2   | 35.00  | 70.00    |                   |
| Clavo de 3"                                | LBS  | 10  | 4.50   | 45.00    |                   |
| Alambre de amarre                          | LBS  | 12  | 4.75   | 57.00    |                   |
| Candado 60 mm                              | U    | 18  | 90.00  | 1620.00  |                   |
| Thinner                                    | GAL  | 7   | 38.00  | 266.00   |                   |
| Wipe                                       | LBS  | 10  | 10.00  | 100.00   |                   |
| <b>COSTO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b> |      |     |        |          | <b>3209.00</b>    |
| <b>MATERIALES LOCALES</b>                  |      |     |        |          |                   |
| Arena de río                               | M3   | 2   | 160.00 | 320.00   |                   |
| Piedra bola                                | M3   | 3   | 130.00 | 390.00   |                   |
| Tablas de 1"x12"x10´                       | PT   | 90  | 3.70   | 333.00   |                   |
| Reglas de 3"x3"x10´                        | PT   | 40  | 3.70   | 148.00   |                   |
| Costo Materiales Locales:                  |      |     |        |          | <b>1191.00</b>    |
| <b>SUB-TOTAL</b>                           |      |     |        |          | <b>303359.50</b>  |
| Mano de obra no calificada                 |      |     |        |          | <b>603200.00</b>  |
| Mano de obra calificada                    |      |     |        |          | <b>33000.00</b>   |
| Supervisión                                |      |     |        |          | <b>27500.00</b>   |
| Equipo y herramientas                      |      |     |        |          | <b>1500.00</b>    |
| Transporte                                 |      |     |        |          | <b>2500.00</b>    |
| Total sin imprevistos                      |      |     |        |          | <b>971059.50</b>  |
| Imprevistos 15%                            |      |     |        |          | <b>145658.92</b>  |
| <b>TOTAL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN</b>         |      |     |        | <b>Q</b> | <b>1116718.40</b> |

**PROYECTO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA, SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA**

| <b>CONCEPTO</b>                               | <b>Unidad</b> | <b>Cant.</b> | <b>Precio Unitario</b> | <b>Costo Total</b> | <b>Costo Elemento</b> |
|---|---------------|--------------|------------------------|--------------------|-----------------------|
| <b>10. CONEXIONES PREDIALES</b>               |               |              |                        |                    |                       |
| PVC DE 3/4" 250 PSI                           | TUBO          | 1840         | 24.00                  | 44160.00           |                       |
| Codo PVC de rosca 3/4"X90                     | U             | 368          | 4.50                   | 1656.00            |                       |
| Codo HG de 3/4"X90                            | U             | 736          | 3.50                   | 2576.00            |                       |
| Tee reductora PVC de 3" a 3/4"                | U             | 8            | 66.00                  | 528.00             |                       |
| Tee reductora PVC de 2 1/2" a 3/4"            | U             | 48           | 50.00                  | 2400.00            |                       |
| Tee reductora PVC de 2" a 3/4"                | U             | 98           | 13.00                  | 1274.00            |                       |
| Tee reductora PVC de 1 1/2" a 3/4"            | U             | 100          | 10.00                  | 1000.00            |                       |
| Tee reductora PVC de 1 1/4" a 3/4"            | U             | 50           | 7.00                   | 350.00             |                       |
| Tee reductora PVC de 1" a 3/4"                | U             | 50           | 6.00                   | 300.00             |                       |
| Tee de 3/4" PVC                               | U             | 19           | 3.00                   | 57.00              |                       |
| Adaptador macho de PVC de 3/4"                | U             | 736          | 2.00                   | 1472.00            |                       |
| Adaptador hembra de PVC de 3/4"               | U             | 368          | 2.50                   | 920.00             |                       |
| Reducidor bushing de PVC de 1 1/4" a 3/4"     | U             | 4            | 5.00                   | 20.00              |                       |
| Reducidor bushing de PVC de 1" a 3/4"         | U             | 8            | 3.00                   | 24.00              |                       |
| Cemento solvente                              | GAL           | 1            | 420.00                 | 420.00             |                       |
| Niple HG de .30mX3/4"                         | U             | 368          | 16.00                  | 5888.00            |                       |
| Niple HG de 1.5mX3/4"                         | U             | 368          | 7.00                   | 2576.00            |                       |
| Copla HG de 3/4"                              | U             | 368          | 3.50                   | 1288.00            |                       |
| tubos de 3/4"                                 | U             | 1104         | 20.00                  | 22080.00           |                       |
| Llave de chorro de 3/4"                       | U             | 368          | 25.00                  | 9200.00            |                       |
| Válvulas de paso de 3/4" de bronce            | U             | 368          | 35.00                  | 12880.00           |                       |
| <b>COSTO DE TUBERÍA ACCESORIOS Y VÁLVULAS</b> |               |              |                        |                    | <b>111069.00</b>      |
| <b>MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>             |               |              |                        |                    |                       |
| Cemento                                       | SACO          | 70           | 38.50                  | 2695.00            |                       |
| Piedrín                                       | M3            | 7            | 170.00                 | 1190.00            |                       |
| Clavo de 3"                                   | LBS           | 5            | 4.50                   | 22.50              |                       |
| Alambre de amarre                             | LBS           | 7            | 4.75                   | 33.25              |                       |
| Costo de materiales de construcción:          |               |              |                        |                    | <b>3940.75</b>        |
| <b>MATERIALES LOCALES</b>                     |               |              |                        |                    |                       |
| Arena de río                                  | M3            | 3            | 160.00                 | 480.00             |                       |
| <b>COSTO DE MATERIALES LOCALES</b>            |               |              |                        |                    | <b>480.00</b>         |
| <b>SUB-TOTAL</b>                              |               |              |                        |                    | <b>115489.75</b>      |
| Mano de obra no calificada                    |               |              |                        |                    | 16000.00              |
| Mano de obra calificada                       |               |              |                        |                    | 9500.00               |
| Supervisión                                   |               |              |                        |                    | 7916.70               |
| Equipo y herramientas                         |               |              |                        |                    | 600.00                |
| Transporte                                    |               |              |                        |                    | 1500.00               |
| Total sin imprevistos                         |               |              |                        |                    | 151006.45             |
| Imprevistos 15%                               |               |              |                        |                    | 22650.96              |
| <b>CONEXIONES PREDIALES</b>                   |               |              |                        | <b>Q</b>           | <b>173657.42</b>      |

**PROYECTO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA, SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA**

**CONSOLIDADO POR CONCEPTOS**

| <b>CONCEPTO</b>                                     | <b>TOTALES</b>        |
|---|-----------------------|
| 01. CAPTACIÓN                                       | 20954.20              |
| 02.TANQUE DE SUCCIÓN                                | 25544.88              |
| 03. CONDUCCIÓN                                      | 500785.70             |
| 04. SISTEMA DE BOMBEO Y CASETA DE CONTROL ELÉCTRICO | 263859.51             |
| 05. VERTEDEROS Y VÁLVULA DE LIMPIEZA                | 7571.44               |
| 06. CAJAS Y VÁLVULA DE AIRE                         | 2894.21               |
| 07.CAJAS ROMPEPRECION                               | 15528.25              |
| 08.TANQUE DE DISTRIBUCIÓN                           | 323235.24             |
| 09.DISTRIBUCIÓN                                     | 1116718.40            |
| 10. CONEXIONES PREDIALES                            | 173657.42             |
|   |                       |
| COSTO DIRECTO                                       | 2450749.25            |
| COSTO INDIRECTO                                     | 490149.85             |
| <b>COSTO TOTAL</b>                                  | <b>Q 2,940,899.10</b> |

### 3.9 Cálculo de tarifa, plan de operación y mantenimiento del equipo de bombeo

#### a) Cálculo de tarifa

El motor a utilizar es sumergible de 60 HP

Lo que equivale a 45,000 Watts.

De donde se obtiene:

Tiempo de servicio al inicio: 5 horas

Población a servir al inicio: 1,953 habitantes

Total de conexiones al inicio del proyecto: 368

Consumo diario de energía=45,000 Watts\*(5 horas)= 225,000 Watts.

Costo del consumo diario=225 KWatts\*(0.82)= Q 184.50

Costo del consumo mensual= 30\*(Q 184.50)= **Q 5,535.00**

Costo mensual de cloro (3 cubetas)= **Q 1875.00**

#### COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO MENSUAL

|  |                    |
|--|--------------------|
| CONSUMO DE ENERGIA MENSUAL=                | Q 5,535.00         |
| 2 FONTANEROS=                              | Q 2,400.00         |
| 1 GUARDIAN=                                | Q 1,200.00         |
| 1 OPERADOR=                                | Q 1,500.00         |
| CONSUMO MENSUAL DE CLORO=                  | Q 1,875.00         |
| MANTENIMIENTO=                             | Q 2,000.00         |
| <b>MONTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO=</b> | <b>Q 14,510.00</b> |

#### TARIFA POR VIVIENDA MENSUAL

|                       |   |                |
|-----------------------|---|----------------|
| <u>368 viviendas.</u> |   |                |
| <u>Q 14,510.00</u>    | = | <b>Q 39.40</b> |

## **b) Plan de operación y mantenimiento del equipo de bombeo**

Mantenimiento y operación de los diferentes componentes de la bomba de eje vertical; medido en horas de trabajo u operación.

**600 horas.** Revisión del prensa estopa, éste debe gotear ligeramente, si el goteo es excesivo; ajustar con la herramienta adecuada, las tuercas de los tornillos de los prensa estopa.

**2,000 horas.** Comprobar las revoluciones por minuto de la bomba, por medio de un tacómetro, si las revoluciones medidas no coinciden con el dato de placa, verificar el voltaje de alimentación. Con un indicador del nivel eléctrico, proceder a tomar como mínimo tres lecturas, a intervalos de cinco minutos, con el objeto de comprobar la sumergencia de la bomba cuando el equipo tenga tres o más horas de operación.

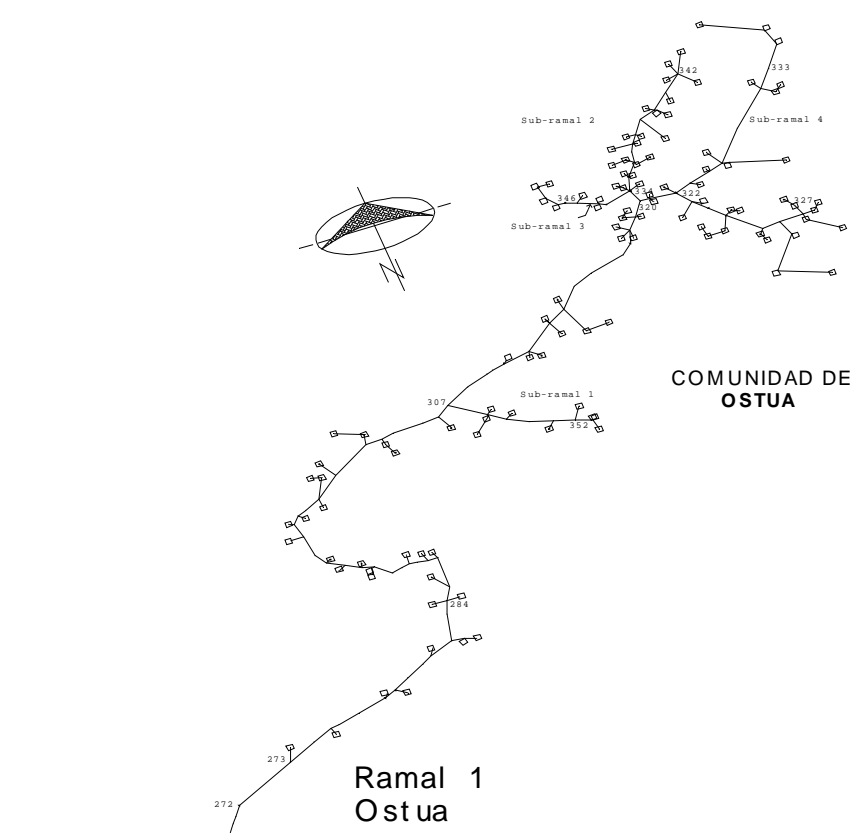
**4,000 horas.** verificar acople bomba motor, revisar ajuste de la bomba, cambio de las etapas, medir producción de la bomba. Inspeccionar el estado del eje, tuerca, ajustar los tornillos del ratch, así mismo limpiar las superficies y piezas que lo componen; además revisar que el acople gire libremente confirmando que la bomba, eje y arañas se encuentren en condiciones de operación; reemplazar por estopa nueva con la misma cantidad de anillos y la medida adecuada, graduar la prensa estopa suavemente, de tal manera que a través salgan gotas de agua y que no se caliente, quedando así con su lubricación. Medir la producción de la bomba, puede ser por aforo volumétrico o método pitométrico, el primero es para caudales menores de 20 l/s.

**10,000 horas en adelante.** Mantenimiento general de la bomba, desarmarla totalmente para revisar y cambiar de ser necesario las piezas que la componen.

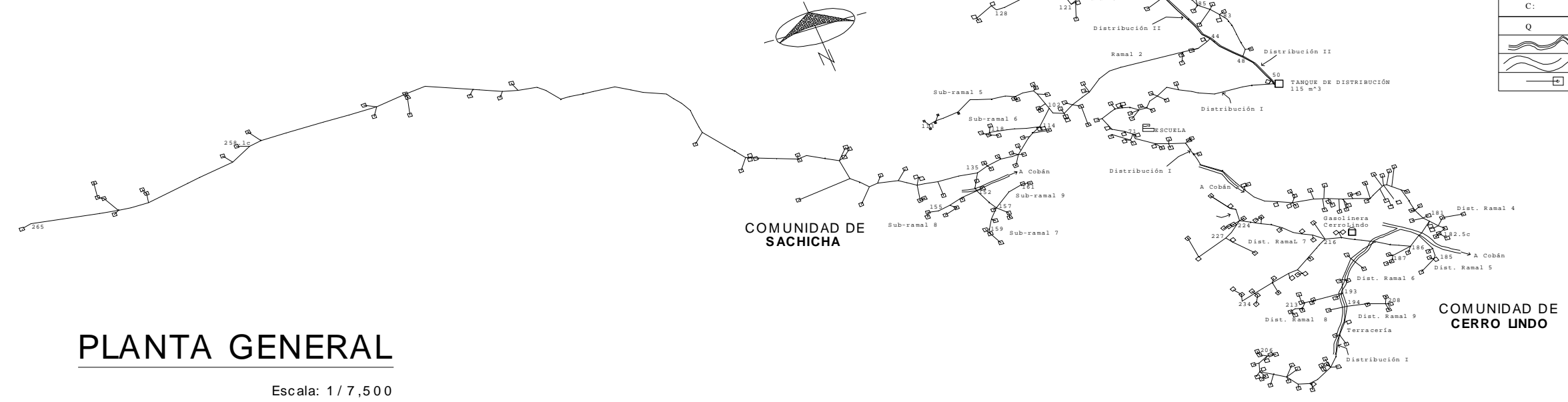
3.10

# PLANOS





COMUNIDAD DE OSTUA



# PLANTA GENERAL

Escala: 1 / 7,500

| ELEMENTO               | CONDUCCION | UNIDAD    |
|------------------------|------------|-----------|
| AFORO:                 | 12.60      | L/s       |
| PERIODO DE DISEÑO:     | 20.00      | años      |
| TIPO DE SERVICIO:      | PREDIAL    |           |
| TIPO DE SISTEMA:       | BOMBEO     |           |
| VIVIENDAS ACTUALES:    | 368        | viviendas |
| POBLACION ACTUAL:      | 1,953      | hab.      |
| POBLACION FUTURA:      | 3,653      | hab.      |
| TASA DE CRECIMIENTO:   | 3.18       | %         |
| VIVIENDAS DE DISEÑO:   | 688        | vivienda  |
| DOTACION:              | 90.00      | L/h/día   |
| CAUDAL MEDIO:          | 3.81       | L/s       |
| FACTOR DE DIA MÁXIMO:  | 1.20       |           |
| CAUDAL DE DIA MÁXIMO:  | 4.57       | L/s       |
| FACTOR DE HORA MÁXIMO: | 2.00       |           |
| CAUDAL DE HORA MÁXIMO: | 7.61       | L/s       |
| CAUDAL SIMULTANEO:     | 4.72       | L/s       |
| CAUDAL ADOPTADO:       | 7.61       | L/s       |
| VOLUMEN DEL TANQUE:    | 115        | m³        |

|  |          |                          |
|--|----------|--------------------------|
| UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA  |          |                          |
| EN APOYO A: MUNICIPALIDAD DE COBÁN, ALTA VERAPAZ.  |          |                          |
| PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA |          |                          |
| CONTIENE: PLANTA GENERAL   |          |                          |
| 01/01  | CALCULÓ: | ABEL GONZÁLEZ            |
|  | ESCALA:  | 1 / 7,500                |
| 01/14  | APROBÓ:  | ABEL GONZÁLEZ            |
|  | FECHA:   | MARZO DE 2005            |
| V o B o ASESOR   |          | REVISÓ: Ing. Luis Alfaro |

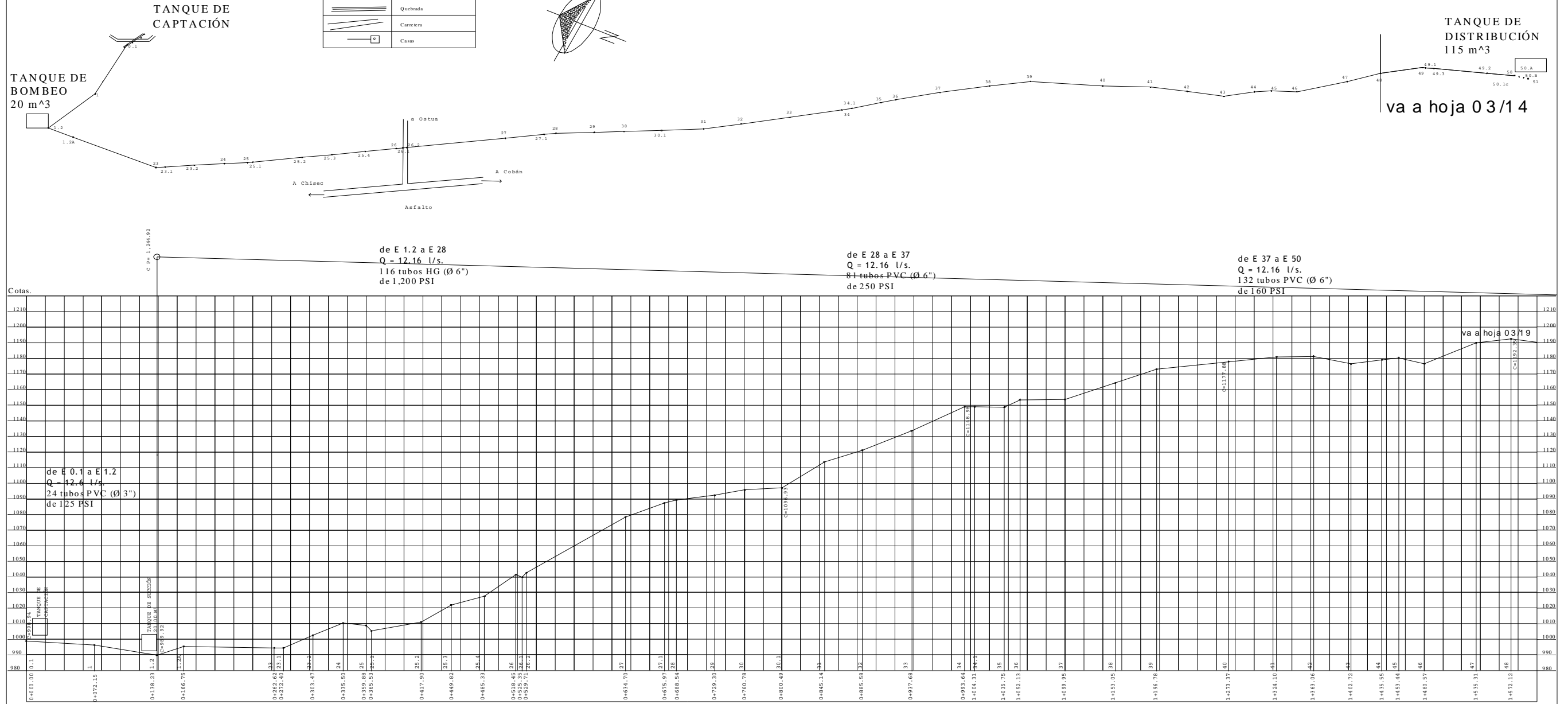
| REFERENCIAS |  |
|-------------|--|
|             | Captación                                      |
|             | Tanque de Distribución                         |
|             | Caja rompe presión                             |
|             | Caja Distribuidora de caudales de 2 vertederos |
|             | Línea Piezométrica                             |
|             | Línea de Distribución                          |
|             | Válvula de Limpieza                            |
|             | Válvula de Limpieza perfil                     |
|             | Válvula de Aire                                |
|             | Válvula de Control para los Ramales            |
|             | Cota Piezométrica                              |
|             | Cota de Termino                                |
|             | Caudal   |
|             | Quebrada                                       |
|             | Carretera                                      |
|             | Casa   |

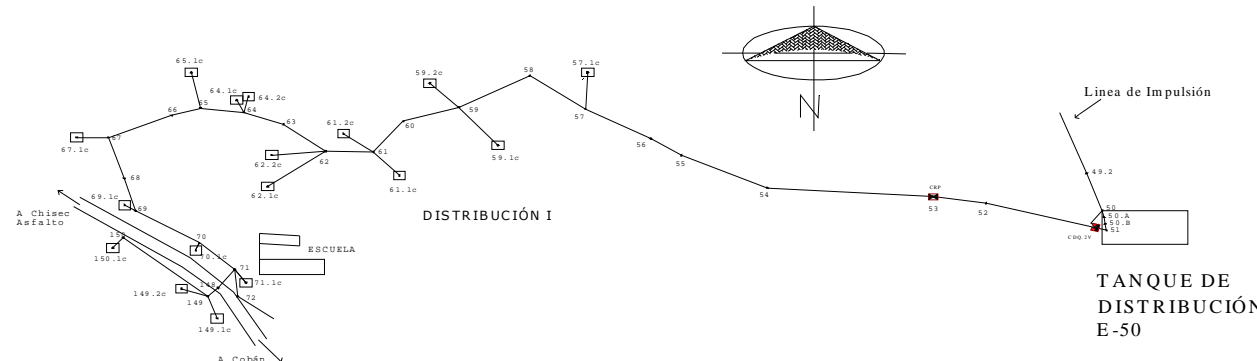
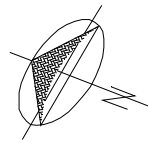
| REFERENCIAS |  |  |                                     |
|-------------|--|--|-------------------------------------|
|             | Captación                                      |  | Línea Piezométrica                  |
|             | Tanque de Distribución                         |  | Línea de Distribución               |
|             | Tanque de Bombeo                               |  | Válvula de Limpieza                 |
|             | Caja rompe presión                             |  | Válvula de Limpieza perfil          |
|             | Caja Distribuidora de caudales de 2 vertederos |  | Válvula de Aire                     |
|             |  |  | Válvula de Control para los Ramales |
|             |  |  | Cota Piezométrica                   |
|             |  |  | Cota de Terreno                     |
|             |  |  | Caudal                              |
|             |  |  | Quebrada                            |
|             |  |  | Carretera                           |
|             |  |  | Casas                               |

# LÍNEA DE IMPULSIÓN

ESCALA: H=1/ 2,000  
V=1/ 1,000

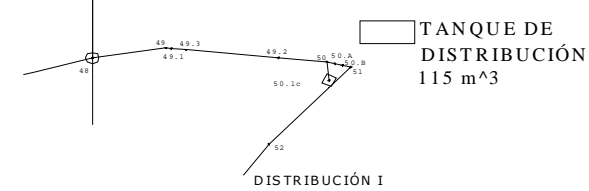
|                                     |   |                          |
|-------------------------------------|---|--------------------------|
| UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA |   |                          |
| EN APOYO A:                         | MUNICIPALIDAD DE COBÁN,<br>ALTA VERAPAZ.  |                          |
| PROYECTO:                           | INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE<br>SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA |                          |
| CONTIENE:                           | PLANTA PERFIL   |                          |
| 01/13                               | CALCULO:  | ABEL GONZÁLEZ            |
| 02/14                               | APROBO:   |                          |
|                                     | ESCALA:   | H=1/ 2,000<br>V=1/ 1,000 |
|                                     | FECHA:  | MARZO DE 2005            |
|                                     | DIBUJO:   | ABEL GONZÁLEZ            |
|                                     | REVISO:   | Ing. Luis Alfaro         |





|  |   |
|--|---|
| <b>UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> |   |
| EN APOYO A:                                | MUNICIPALIDAD DE COBAN,<br>ALTA VERAPAZ.  |
| PROYECTO:                                  | INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE<br>SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA |
| CONTIENE:                                  | PLANTA PERFIL   |
| 02/13<br>CALCULO:                          | ABEL GONZALEZ   |
| 03/14<br>APROBO:                           |   |
|  | ESCALA: H=1/2,000<br>V=1/1,000  |
|  | FECHA: MARZO DEL 2005   |
|  | DIBUJADO: ABEL GONZALEZ   |
|  | REVISO: Ing. Luis Alfaro  |

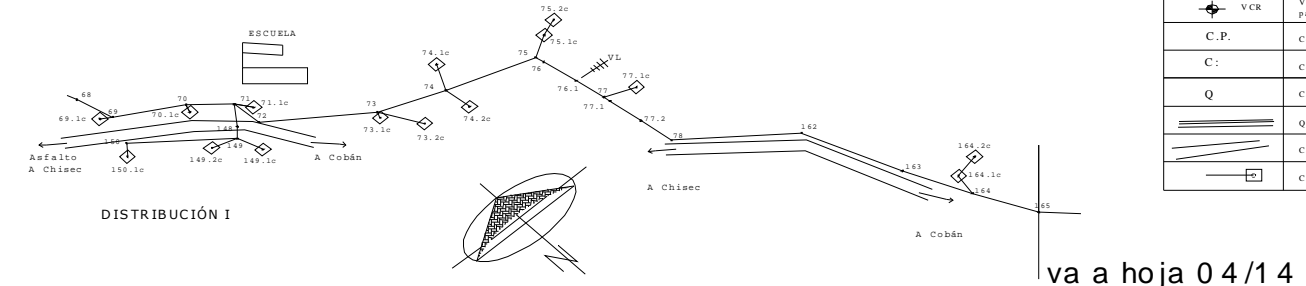
viene de hoja 02/14



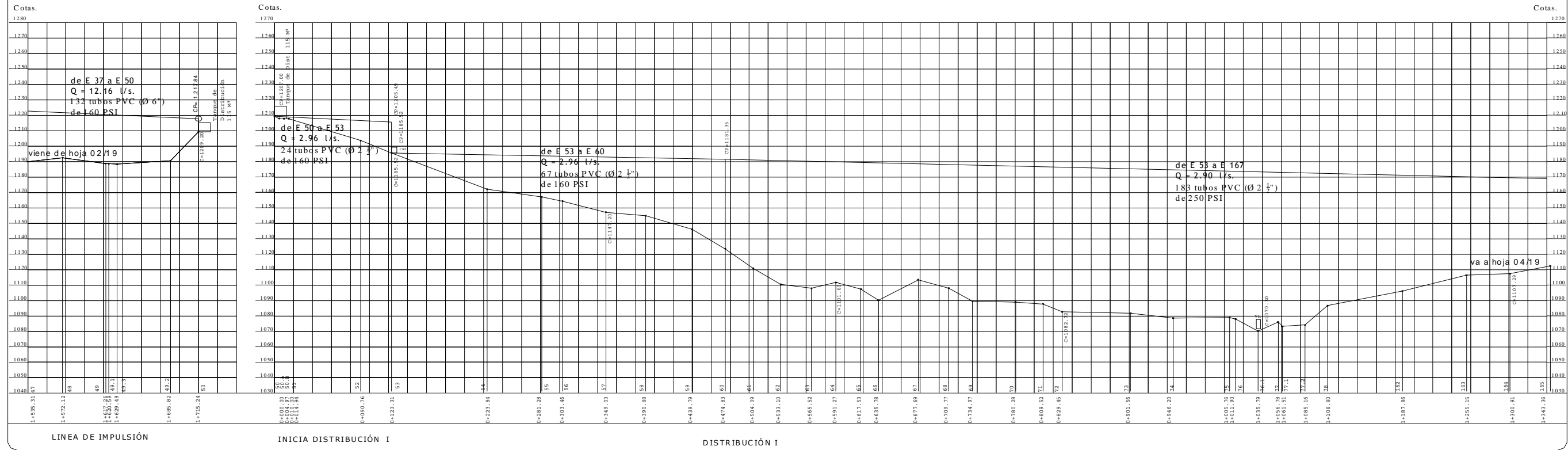
## PLANTA PERFIL

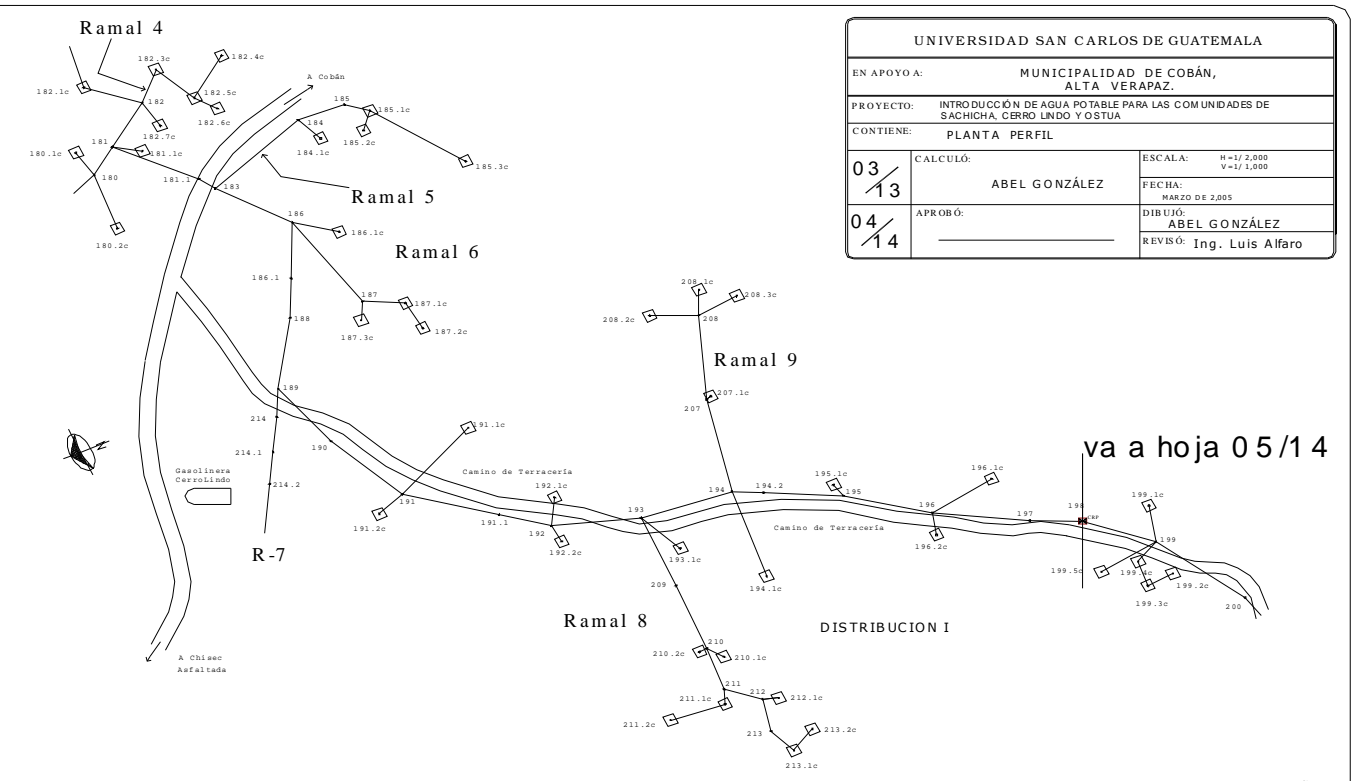
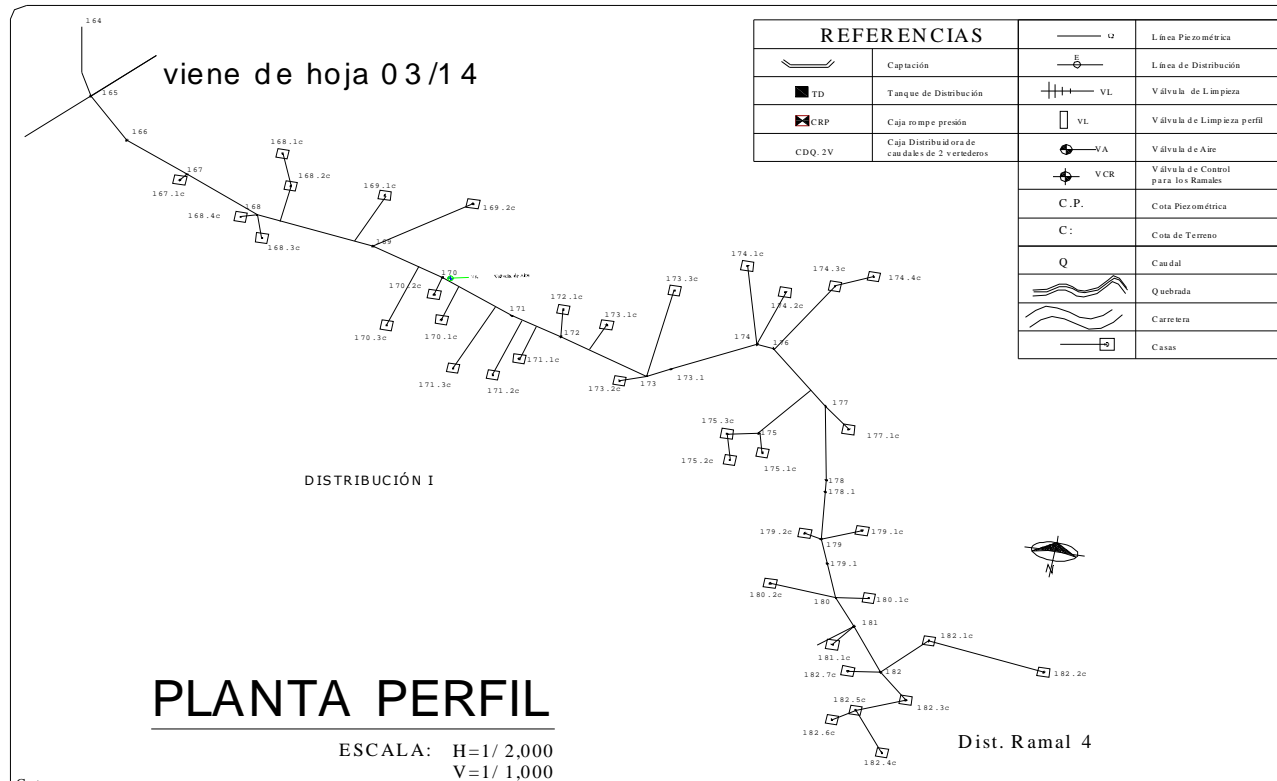
ESCALA: H=1/2,000  
V=1/1,000

| REFERENCIAS |  |
|-------------|--|
|             | Capacidad                                    |
|             | Tanque de Distribución                       |
|             | Caja rompe presión                           |
|             | Caja Distribuidora de caudales de 2 verdones |
|             | Línea Piezométrica                           |
|             | Línea de Distribución                        |
|             | VL Valvula de Limpieza                       |
|             | VL Valvula de Limpieza perfil                |
|             | VA Valvula de Aste                           |
|             | VCR Valvula de Control para los Ramales      |
|             | C.P. Cota Piezometrica                       |
|             | C: Cota de Terreno                           |
|             | Q Caudal                                     |
|             | Quebrada                                     |
|             | Carretera                                    |
|             | Casas  |

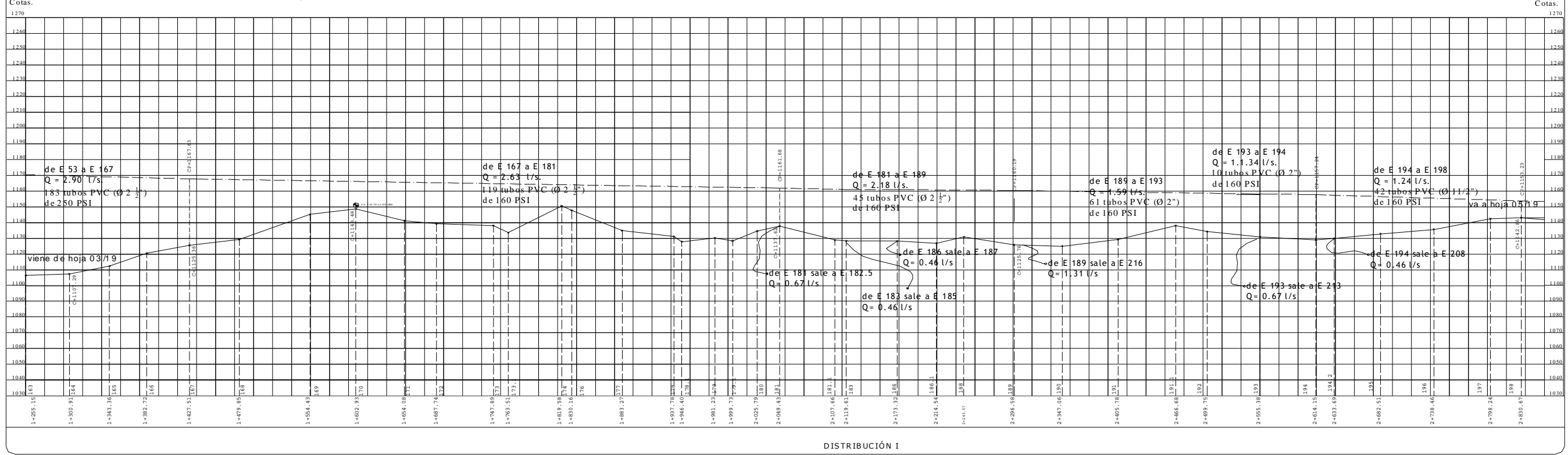


va a hoja 04/14





|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA |  |
| EN APOYO A:                         | MUNICIPALIDAD DE COBÁN, ALTA VERAPAZ.  |
| PROYECTO:                           | INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA |
| CONTIENE:                           | PLANTA PERFIL  |
| 03/13                               | CALCULÓ: ABEL GONZÁLEZ   |
| 04/14                               | APROBÓ: _____  |
|                                     | ESCALA: H=1/2,000<br>V=1/1,000   |
|                                     | FECHA: MARZO DE 2005   |
|                                     | DIBUJÓ: ABEL GONZÁLEZ  |
|                                     | REVISÓ: Ing. Luis Alfaro   |

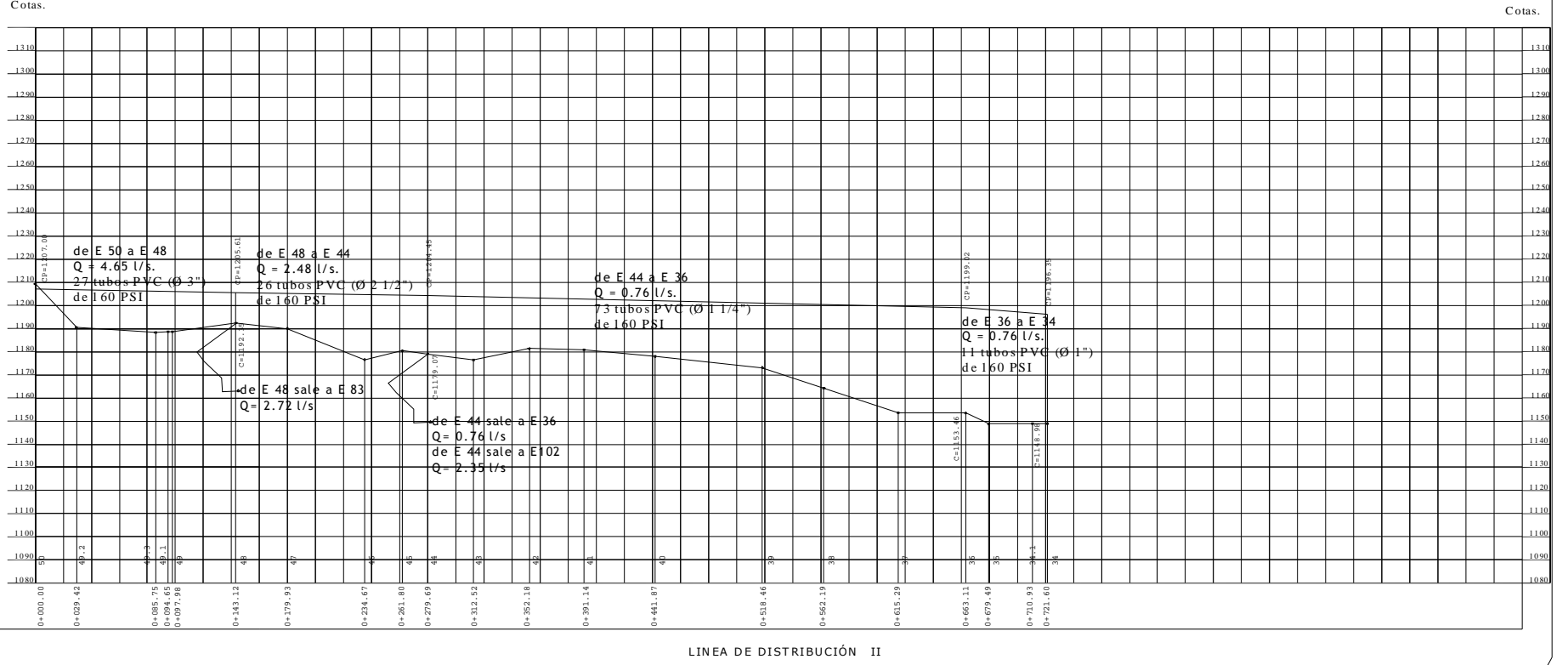
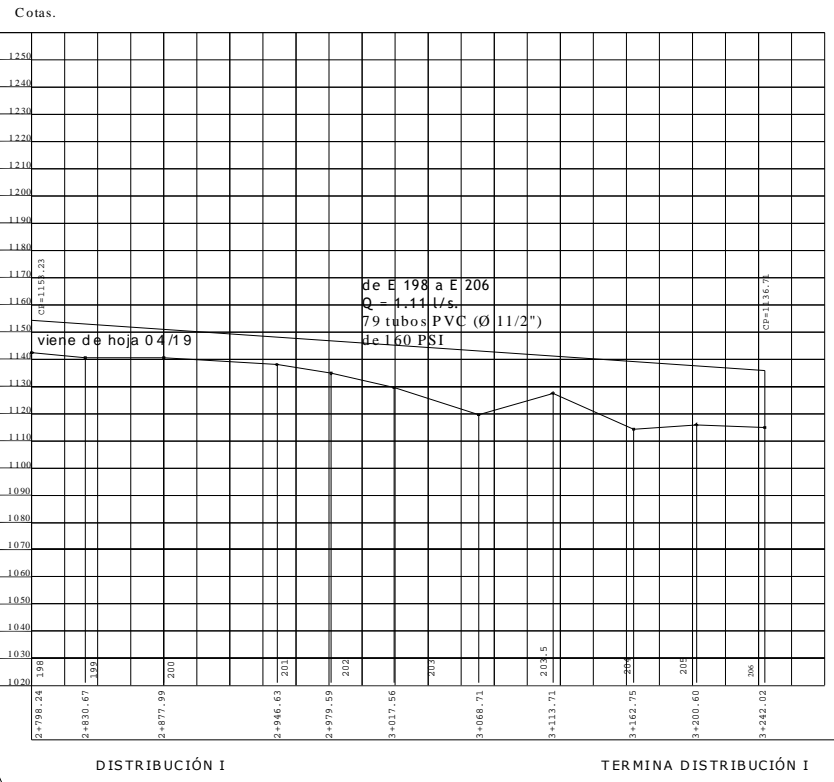
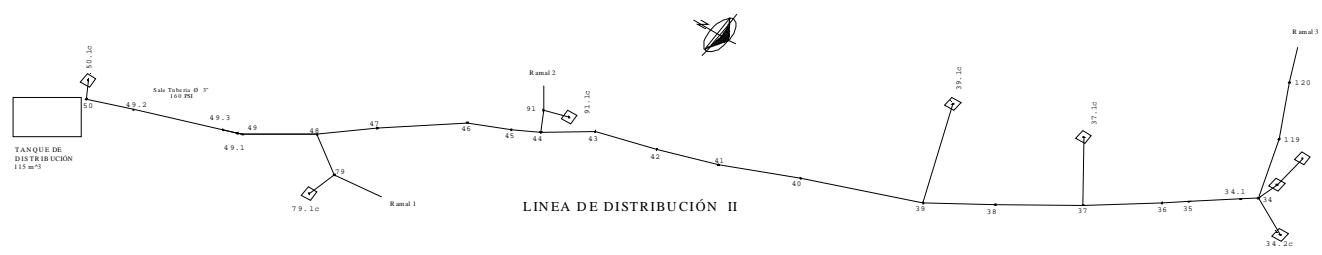


| REFERENCIAS |  |  |                                     |
|-------------|--|--|-------------------------------------|
|             | Captación                                      |  | Línea Piezométrica                  |
|             | Tanque de Distribución                         |  | Línea de Distribución               |
|             | Caja rompe presión                             |  | Válvula de Limpieza                 |
|             | Caja Distribuidora de caudales de 2 vertederos |  | Válvula de Limpieza perfil          |
|             |  |  | Válvula de Aire                     |
|             |  |  | Válvula de Control para los Ramales |
|             |  |  | C.P.                                |
|             |  |  | C:                                  |
|             |  |  | Q                                   |
|             |  |  | Quebrada                            |
|             |  |  | Carretera                           |
|             |  |  | Casas                               |

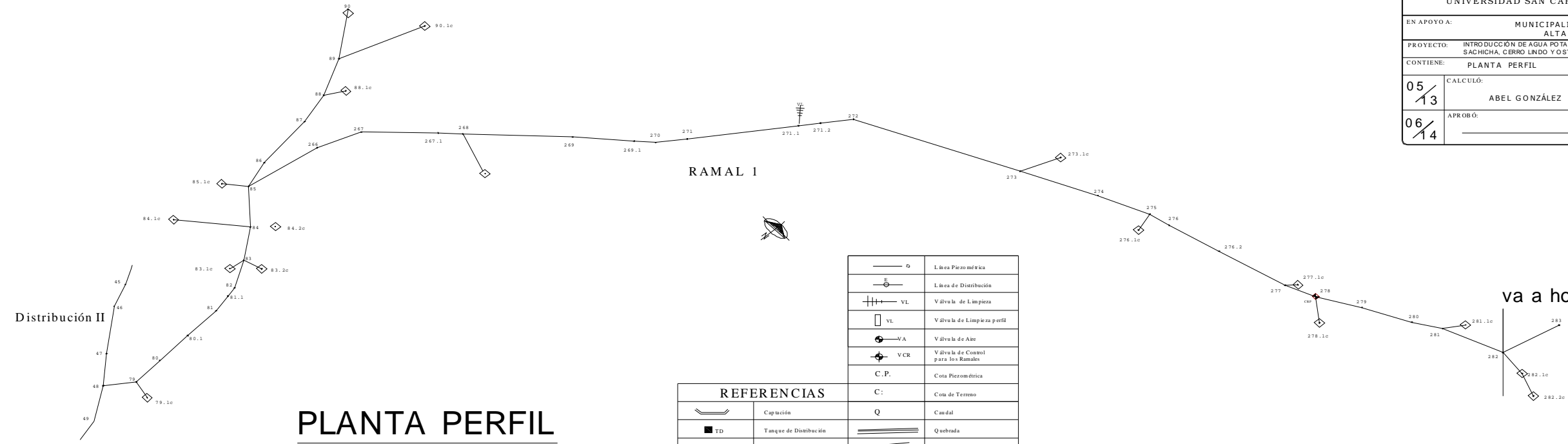
| UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA |  |                                |
|-------------------------------------|--|--------------------------------|
| EN APOYO A:                         | MUNICIPALIDAD DE COBÁN, ALTA VERAPAZ.  |                                |
| PROYECTO:                           | INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA |                                |
| CONTIENE:                           | PLANTA PERFIL  |                                |
| 04/13                               | CALCULÓ:<br>ABEL GONZÁLEZ  | ESCALA: H=1/2,000<br>V=1/1,000 |
| 05/14                               | APROBÓ:  | FECHA:<br>MARZO DE 2005        |
|                                     |  | DIBUJÓ:<br>ABEL GONZÁLEZ       |
|                                     |  | REVISÓ:<br>Ing. Luis Alfaro    |

# PLANTA PERFIL

ESCALA: H=1/2,000  
V=1/1,000



|                                     |   |                          |
|-------------------------------------|---|--------------------------|
| UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA |   |                          |
| EN APOYO A:                         | MUNICIPALIDAD DE COBÁN,<br>ALTA VERAPAZ.  |                          |
| PROYECTO:                           | INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE<br>SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA |                          |
| CONTIENE:                           | PLANTA PERFIL   |                          |
| 05<br>13                            | CALCULÓ:  | ABEL GONZÁLEZ            |
|                                     | APROBÓ:   |                          |
| 06<br>14                            | ESCALA:   | H=1/ 2,000<br>V=1/ 1,000 |
|                                     | FECHA:  | MARZO DE 2005            |
|                                     | DIBUJÓ:   | ABEL GONZÁLEZ            |
|                                     | REVISÓ:   | Ing. Luis Alfaro         |



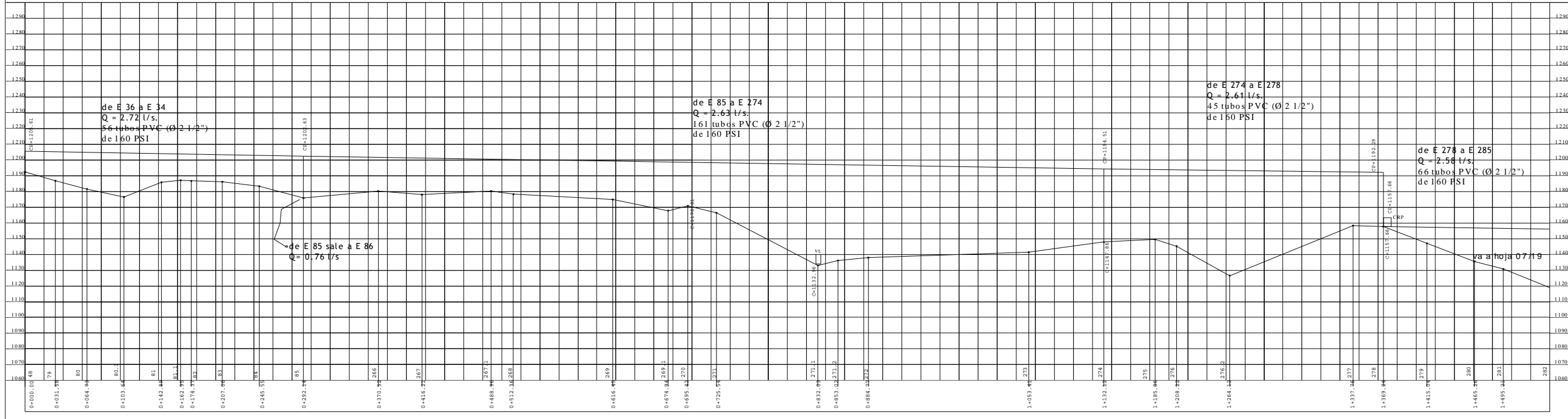
# PLANTA PERFIL

ESCALA: H=1/ 2,000  
V=1/ 1,000

| REFERENCIAS |  |
|-------------|--|
|             | Captación                                      |
|             | Tanque de Distribución                         |
|             | Caja rompe presión                             |
|             | Caja Distribuidora de caudales de 2 verdaderos |
|             | Línea Piezométrica                             |
|             | Línea de Distribución                          |
|             | Válvula de Limpieza                            |
|             | Válvula de Limpieza perfil                     |
|             | Válvula de Aire                                |
|             | Válvula de Control para los Ramales            |
|             | Cota Piezométrica                              |
|             | Cota de Terreno                                |
|             | Caudal   |
|             | Quebrada                                       |
|             | Carretera                                      |
|             | Casa   |

va a hoja 07/14

Cotas.

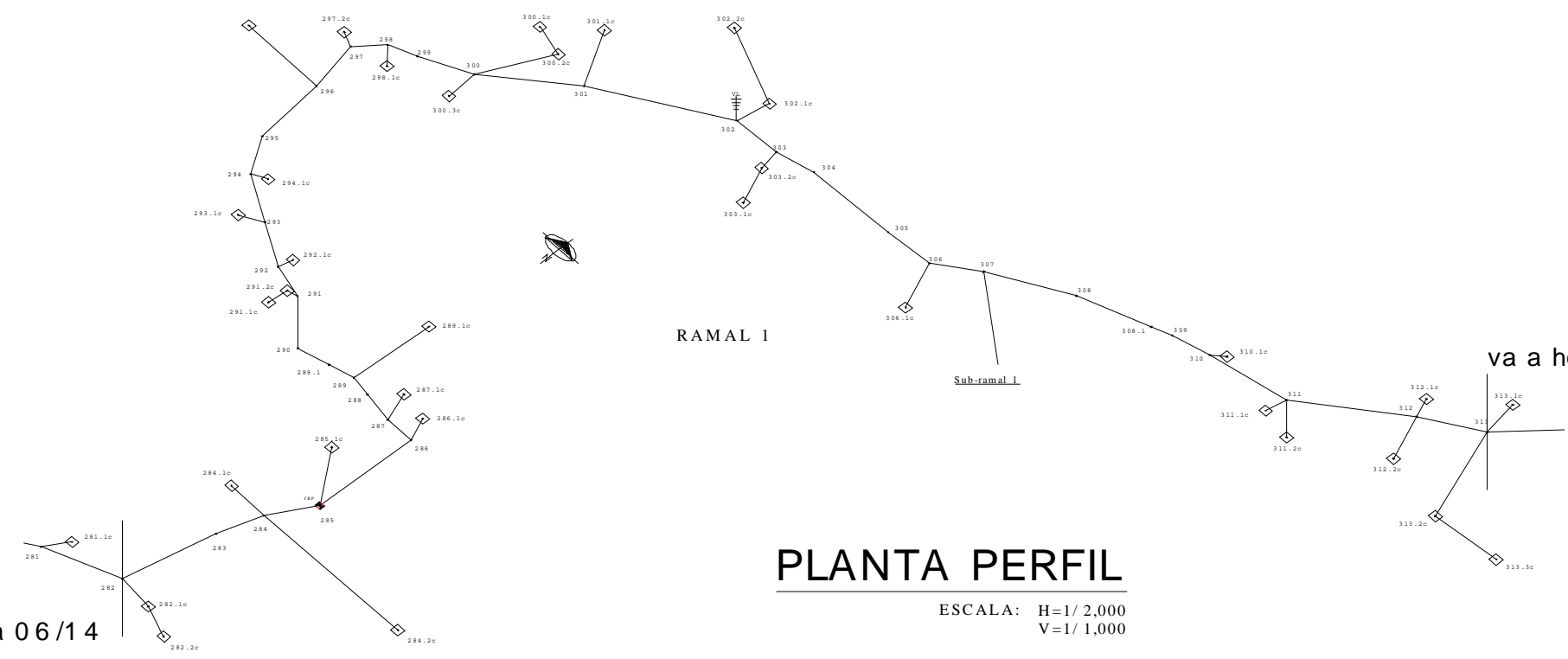


RAMAL 1

va a hoja 07/19

| REFERENCIAS |  |
|-------------|--|
|             | Capacidad                                      |
|             | Tanque de Distribución                         |
|             | Caja no mpe presión                            |
|             | Caja Distribuidora de caudales de 2 vertederos |
|             | Línea Piezométrica                             |
|             | Línea de Distribución                          |
|             | Válvula de Limpieza                            |
|             | Válvula de Limpieza perfil                     |
|             | Válvula de Aire                                |
|             | Válvula de Control para los Ramales            |
|             | Cota Piezométrica                              |
|             | Cota de Terreno                                |
|             | Caudal   |
|             | Quebrada                                       |
|             | Carretera                                      |
|             | Casas  |

| UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA  |          |                                       |                                |
|--|----------|---------------------------------------|--------------------------------|
| EN APOYO A:  |          | MUNICIPALIDAD DE COBÁN, ALTA VERAPAZ. |                                |
| PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA |          |                                       |                                |
| CONTIENE: PLANTA PERFIL  |          |                                       |                                |
| 06/13  | CALCULO: | ABEL GONZÁLEZ                         | ESCALA: H=1/2,000<br>V=1/1,000 |
| 07/14  | APROBÓ:  |                                       | FECHA: MARZO DE 2005           |
|  |          |                                       | DIBUJO: ABEL GONZÁLEZ          |
|  |          |                                       | REVISÓ: Ing. Luis Alfaro       |

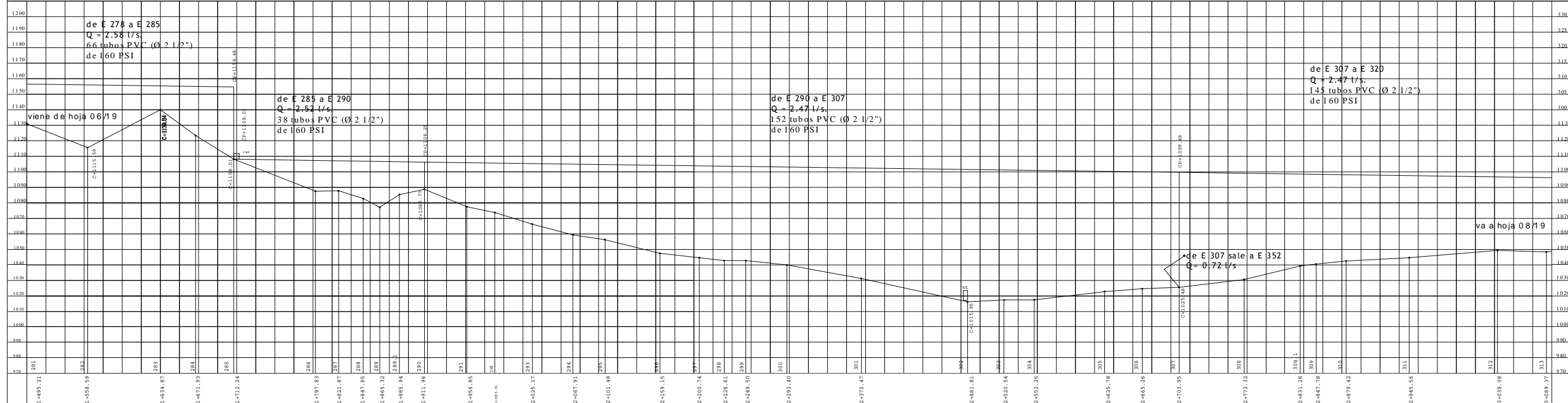


# PLANTA PERFIL

ESCALA: H=1/ 2,000  
V=1/ 1,000

Cotas.

Cotas.



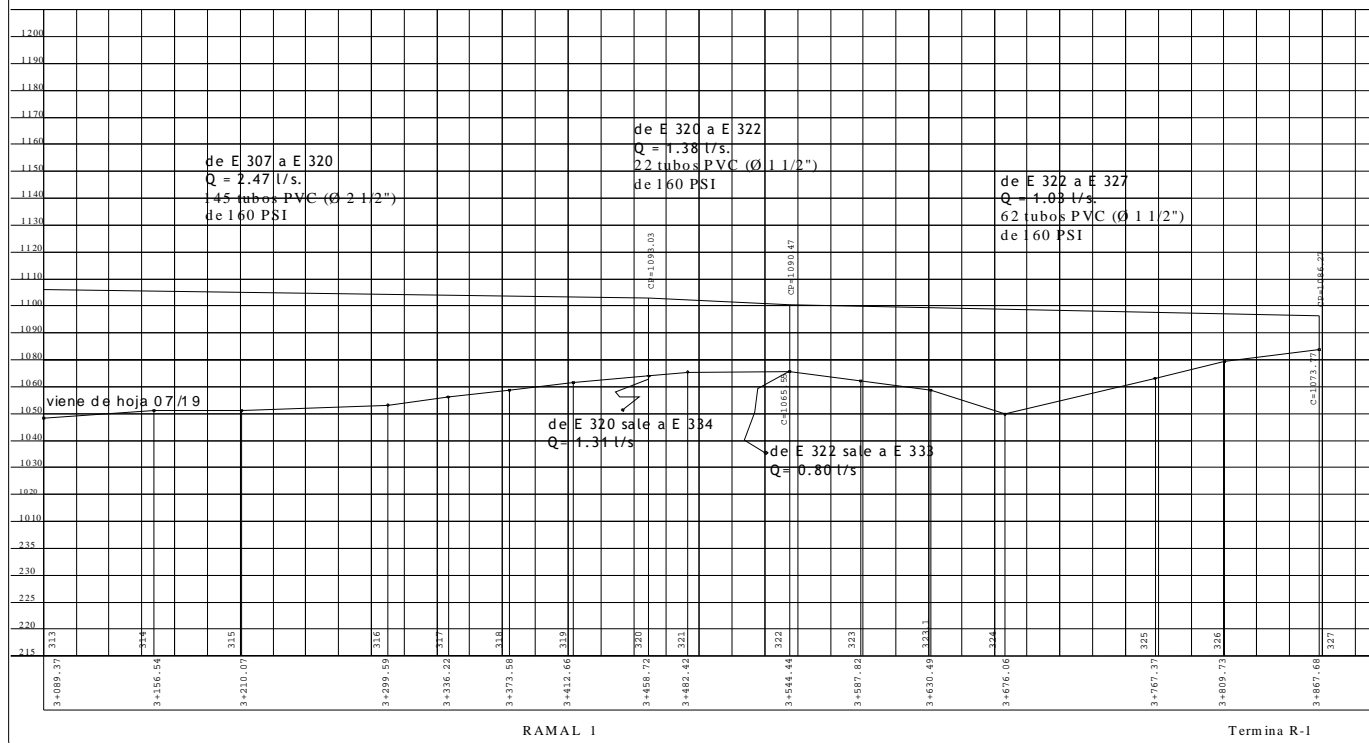
RAMAL 1



## PLANTA PERFIL

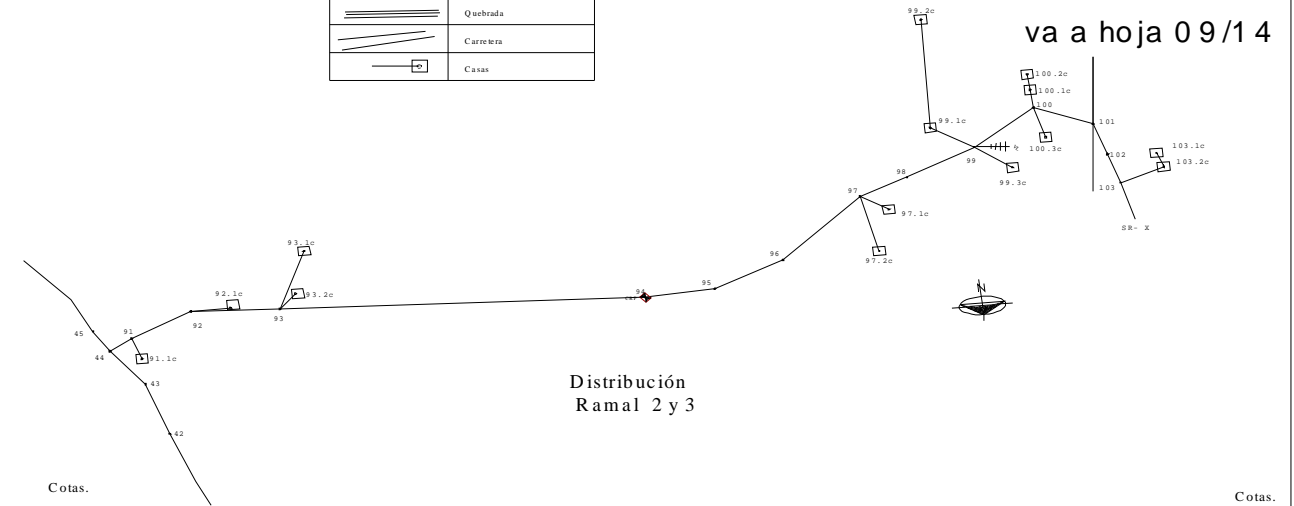
ESCALA: H=1/ 2,000  
V=1/ 1,000

Cotas.

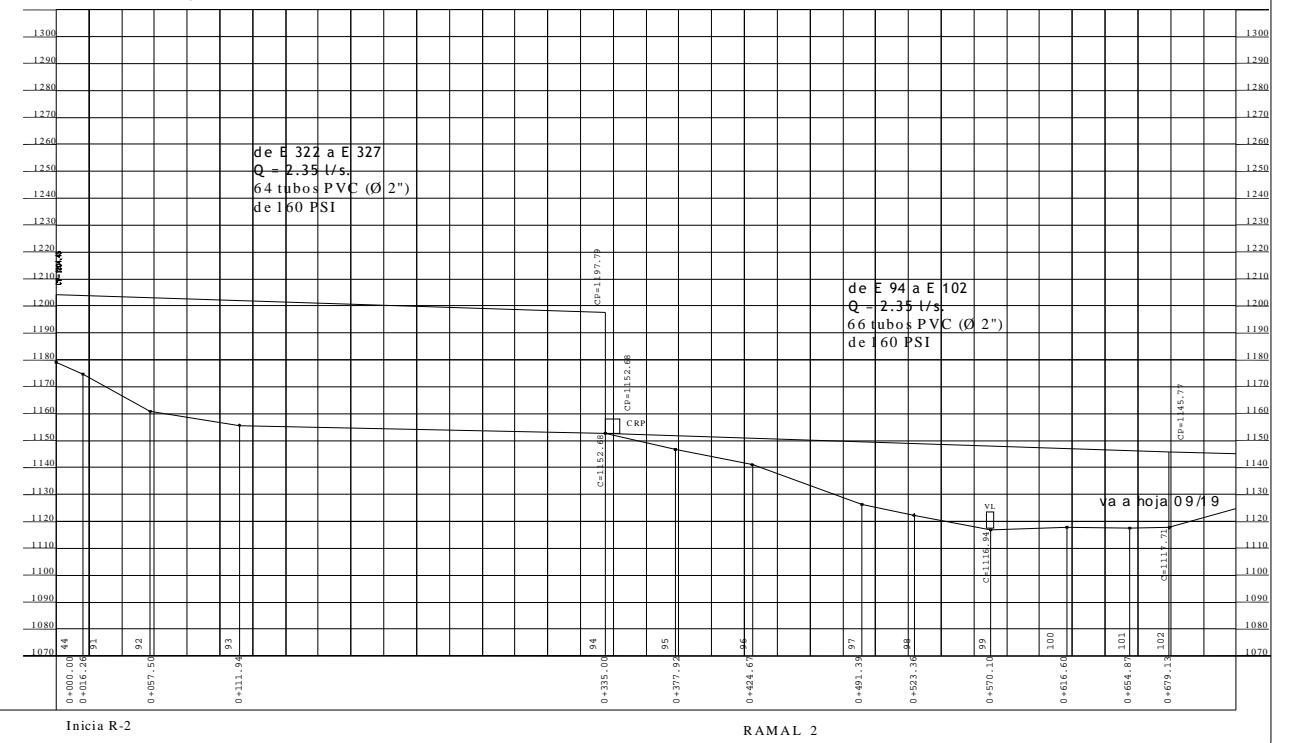


| REFERENCIAS |  |  |                                     |
|-------------|--|--|-------------------------------------|
|             | Capacidad                                      |  | Línea Piezométrica                  |
|             | Tanque de Distribución                         |  | Línea de Distribución               |
|             | Caja rompe presión                             |  | Válvula de Limpieza                 |
|             | Caja Distribuidora de caudales de 2 vertederos |  | Válvula de Limpieza perfil          |
|             |  |  | Válvula de Aire                     |
|             |  |  | Válvula de Control para los Ramales |
|             |  |  | Cota Piezométrica                   |
|             |  |  | Cota de Termino                     |
|             |  |  | Caudal                              |
|             | Quebrada                                       |  |                                     |
|             | Curvatura                                      |  |                                     |
|             | Casas  |  |                                     |

| UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA  |          |  |                                  |
|--|----------|--|----------------------------------|
| EN APOYO A:  |          | MUNICIPALIDAD DE COBÁN,<br>ALTA VERAPAZ. |                                  |
| PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA |          |  |                                  |
| CONTIENE: PLANTA PERFIL  |          |  |                                  |
| 07/13  | CALCULO: | ABEL GONZÁLEZ                            | ESCALA: H=1/ 2,000<br>V=1/ 1,000 |
|  | APROBÓ:  |  | FECHA: MARZO DE 2005             |
| 08/14  |          |  | DIBUJO: ABEL GONZÁLEZ            |
|  |          |  | REVISÓ: Ing. Luis Alfaro         |

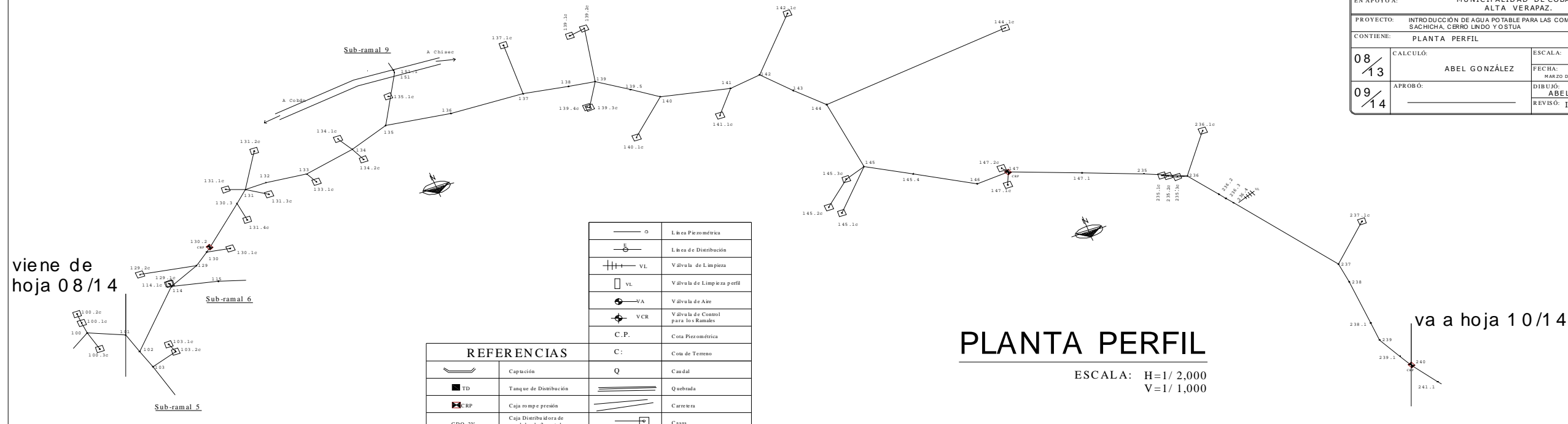


Cotas.





|  |   |
|--|---|
| <b>UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> |   |
| EN APOYO A:                                | MUNICIPALIDAD DE COBÁN,<br>ALTA VERAPAZ.  |
| PROYECTO:                                  | INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE<br>SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA |
| CONTIENE:                                  | PLANTA PERFIL   |
| 08/13                                      | CALCULO: ABEL GONZÁLEZ  |
| 09/14                                      | APROBÓ: _____   |
|  | ESCALA: H=1/2,000<br>V=1/1,000  |
|  | FECHA: MARZO DE 2009  |
|  | DIBUJÓ: ABEL GONZÁLEZ   |
|  | REVISÓ: Ing. Luis Alfaro  |

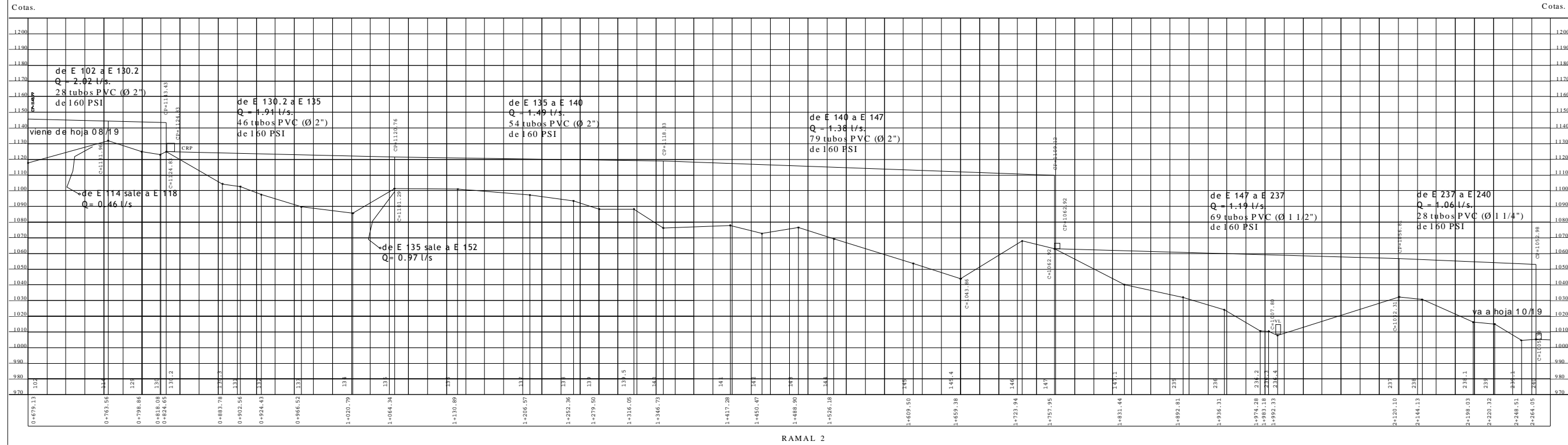


viene de  
hoja 08/14

va a hoja 10/14

| REFERENCIAS |   |
|-------------|---|
|             | Linea Paramétrica                             |
|             | Linea de Distribución                         |
|             | Válvula de Limpieza                           |
|             | Válvula de Limpieza perfil                    |
|             | Válvula de Aire                               |
|             | Válvula de Control para los Ramales           |
|             | Cota Piezométrica                             |
|             | Cota de Terreno                               |
|             | Capacidad                                     |
|             | Tanque de Distribución                        |
|             | Caja rompe presión                            |
|             | Caja Distribuidora de caudales de 2 viviendas |
|             | Quedada                                       |
|             | Carretera                                     |
|             | Casas   |

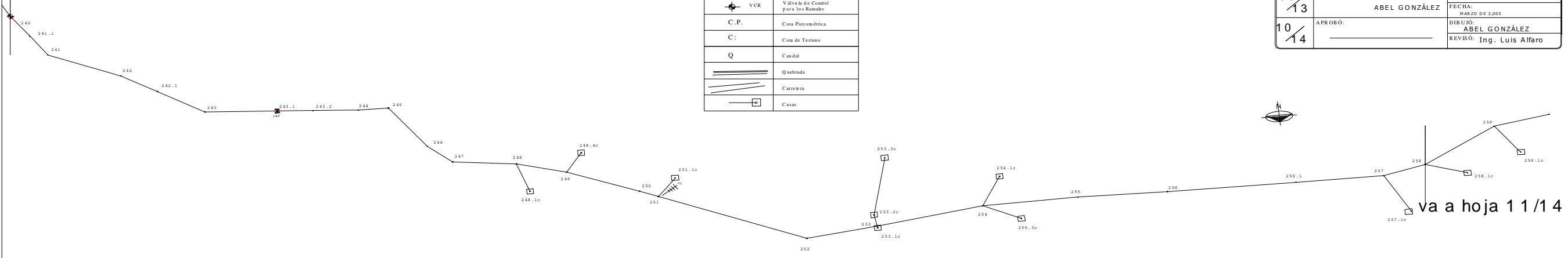
**PLANTA PERFIL**  
ESCALA: H=1/2,000  
V=1/1,000



viene de hoja 09/14

| REFERENCIAS |   |  |                                   |
|-------------|---|--|-----------------------------------|
|             | Capacitación                                  |  | Línea Piezométrica                |
|             | Taq de Distribución                           |  | Línea de Distribución             |
|             | Caja rompe presión                            |  | Válvula de Limpieza               |
|             | Caja Distribuidora de caudales de 2 viviendas |  | Válvula de Limpieza perfil        |
|             |   |  | Válvula de Aire                   |
|             |   |  | Válvula de Control para los Ramos |
|             |   |  | Cota Piezométrica                 |
|             |   |  | Cota de Terreno                   |
|             |   |  | Caudal                            |
|             |   |  | Quebrada                          |
|             |   |  | Carretera                         |
|             |   |  | Casas                             |

|   |                        |                                |                          |
|---|------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE CERRO LINDO - SACHICHA - OSTUA |                        |                                |                          |
| PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE COBÁN, ALTA VERAPAZ.                    |                        |                                |                          |
| UBICACIÓN: CERRO LINDO - SACHICHA - OSTUA                             |                        |                                |                          |
| CONTIENE: PLANTA PERFIL   |                        |                                |                          |
| 09/13   | CÁLCULO: ABEL GONZÁLEZ | ESCALA: H=1/2,000<br>V=1/1,000 | FECHA: MARZO DE 2005     |
| 10/14   | APROBÓ: _____          | DIBUJÓ: ABEL GONZÁLEZ          | REVISÓ: Ing. Luis Alfaro |



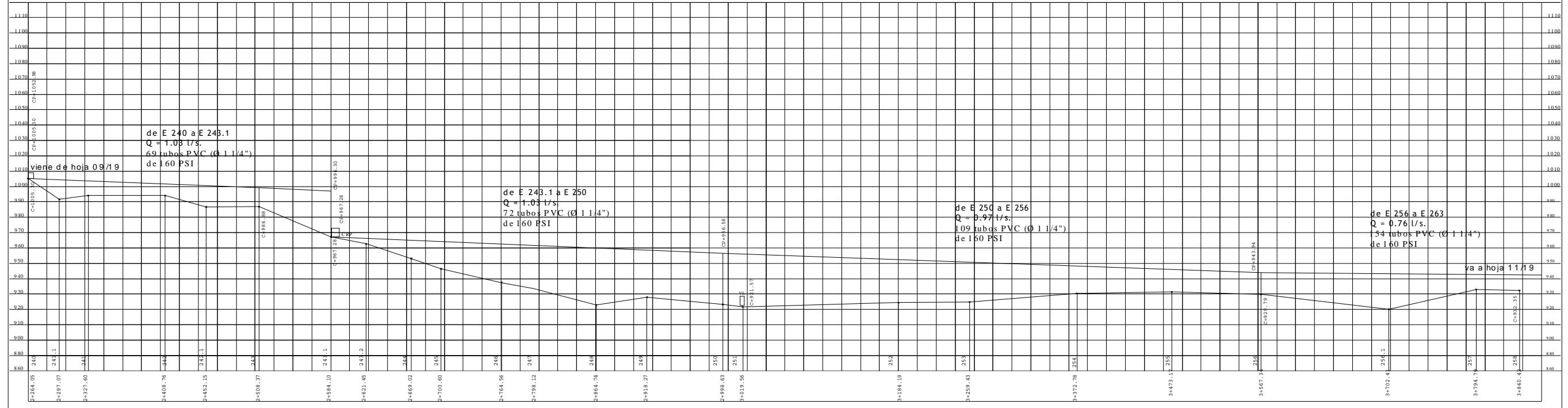
va a hoja 11/14

# PLANTA PERFIL

ESCALA: H=1/2,000  
V=1/1,000

Cotas.

Cotas.



de E 240 a E 243.1  
Q = 1.03 l/s.  
69 tubos PVC (Ø 1 1/4")  
de 160 PSI

de E 243.1 a E 250  
Q = 1.03 l/s.  
72 tubos PVC (Ø 1 1/4")  
de 160 PSI

de E 250 a E 256  
Q = 0.97 l/s.  
109 tubos PVC (Ø 1 1/4")  
de 160 PSI

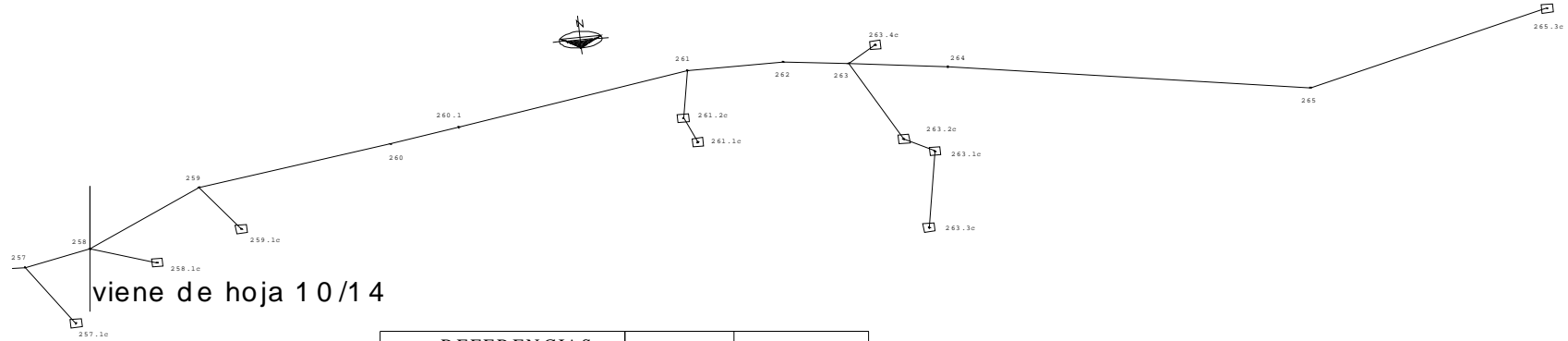
de E 256 a E 263  
Q = 0.76 l/s.  
154 tubos PVC (Ø 1 1/4")  
de 160 PSI

RAMAL 2

va a hoja 11/19

viene de hoja 09/19

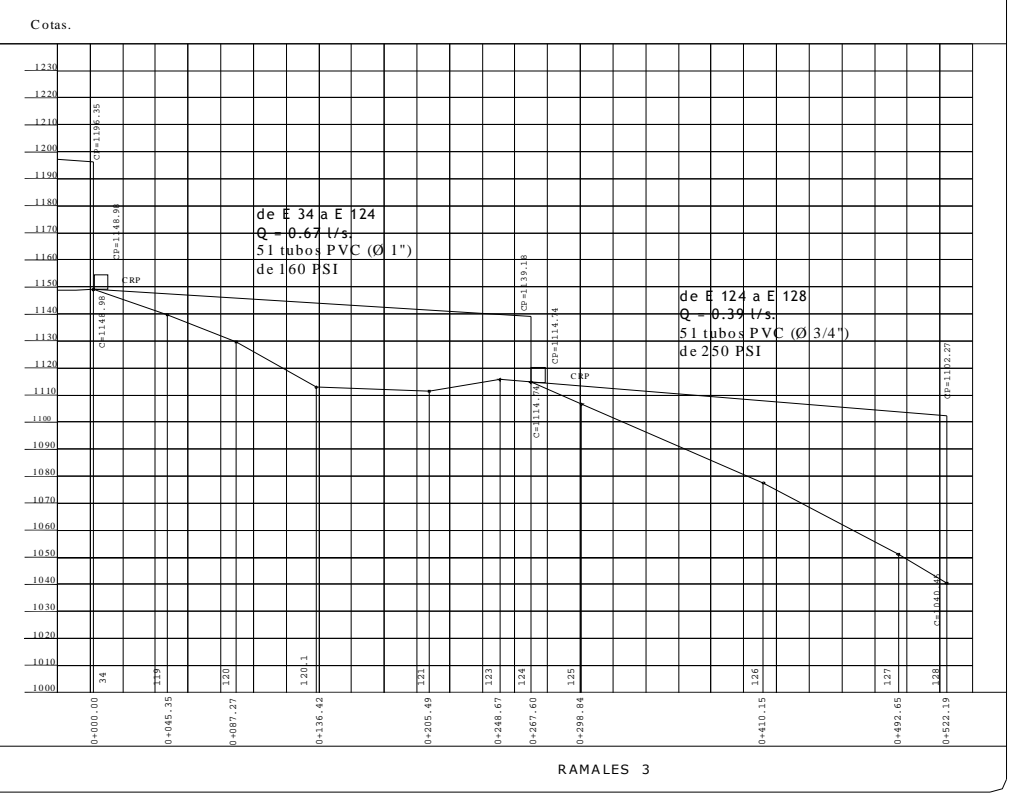
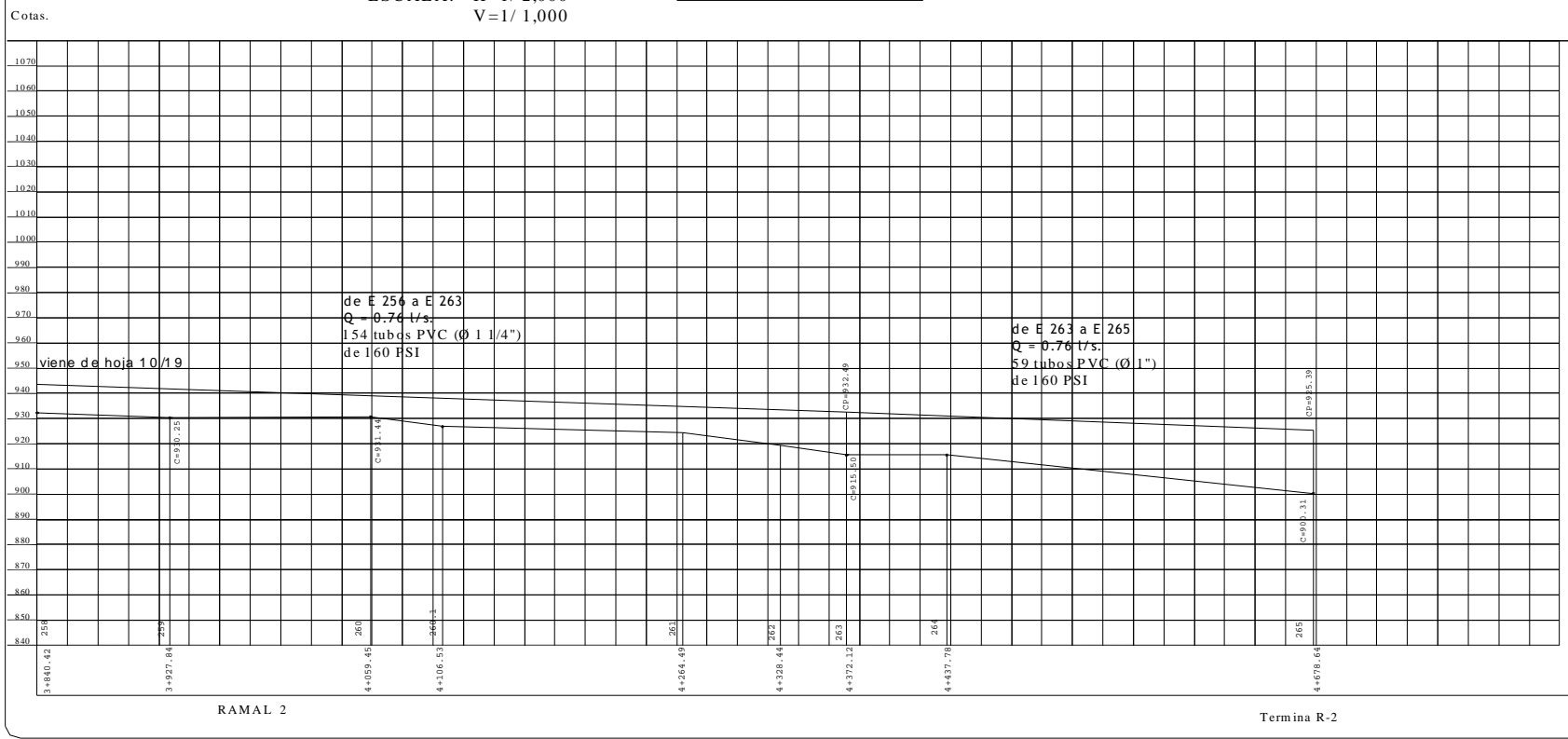
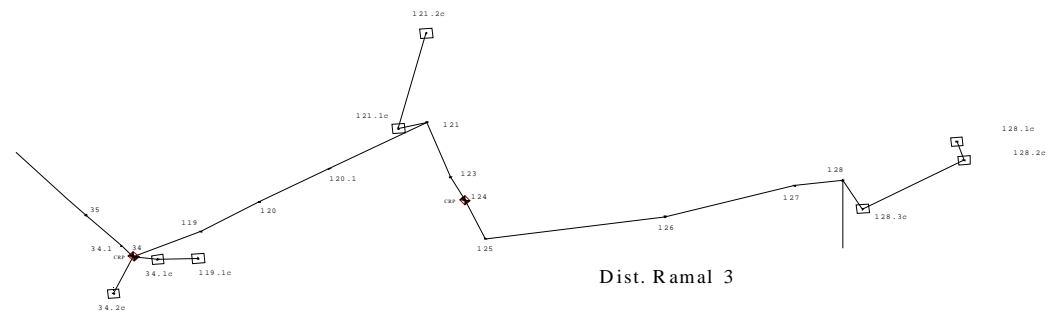
|                                     |   |                        |
|-------------------------------------|---|------------------------|
| UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA |   |                        |
| EN APOYO A:                         | MUNICIPALIDAD DE COBÁN,<br>ALTA VERAPAZ   |                        |
| PROYECTO:                           | INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE<br>SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA |                        |
| CONTIENE:                           | PLANTA PERFIL   |                        |
| 0<br>13                             | CALCULÓ:  | ABEL GONZÁLEZ          |
|                                     | APROBÓ:   |                        |
| 1<br>14                             | ESCALA:   | H=1/2,000<br>V=1/1,000 |
|                                     | FECHA:  | MARZO DE 2005          |
|                                     | DIBUJÓ:   | ABEL GONZÁLEZ          |
|                                     | REVISÓ:   | Ing. Luis Alfaro       |



| REFERENCIAS |  |  |                                     |
|-------------|--|--|-------------------------------------|
|             | Capación                                       |  | Línea Piezométrica                  |
|             | Tanque de Distribución                         |  | Válvula de Limpieza                 |
|             | Caja no mp e presión                           |  | Válvula de Limpieza perfil          |
|             | Caja Distribuidora de caudales de 2 vertederos |  | Válvula de Ate                      |
|             |  |  | Válvula de Control para los Ramales |
|             |  |  | Cota Piezométrica                   |
|             |  |  | Cota de Termino                     |
|             |  |  | Caudal                              |
|             |  |  | Quebrada                            |
|             |  |  | Carretera                           |
|             |  |  | Casa                                |

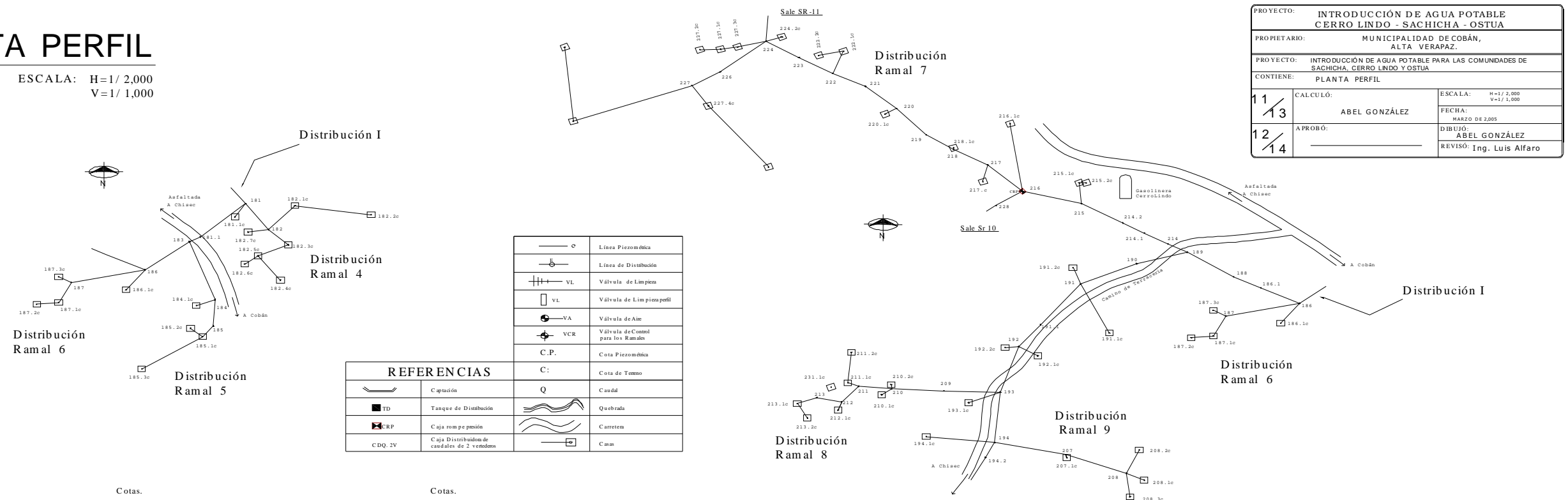
# PLANTA PERFIL

ESCALA: H=1/2,000  
V=1/1,000



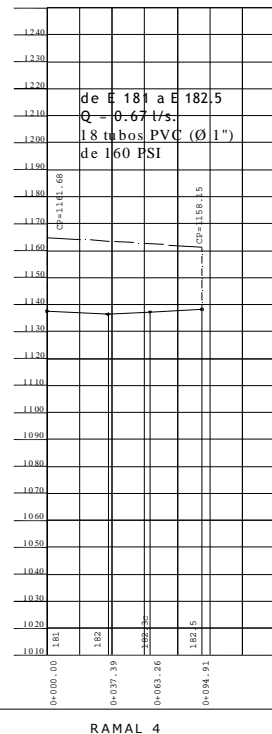
# PLANTA PERFIL

ESCALA: H=1/2,000  
V=1/1,000

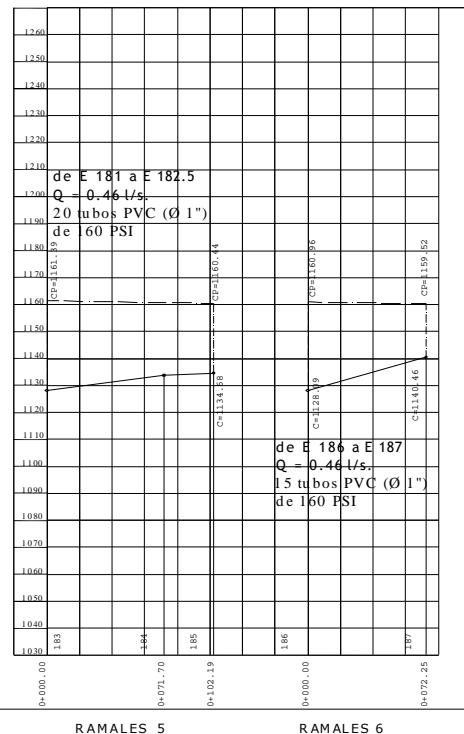


|  |                        |
|--|------------------------|
| PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE CERRO LINDO - SACHICHA - OSTUA                        |                        |
| PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE COBÁN, ALTA VERAPAZ.   |                        |
| PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA |                        |
| CONTIENE: PLANTA PERFIL  |                        |
| 11/13  | CALCULO: ABEL GONZÁLEZ |
| 12/14  | APROBÓ: _____          |
| ESCALA: H=1/2,000<br>V=1/1,000   |                        |
| FECHA: MARZO DE 2005   |                        |
| DIBUJÓ: ABEL GONZÁLEZ  |                        |
| REVISÓ: Ing. Luis Alfaro   |                        |

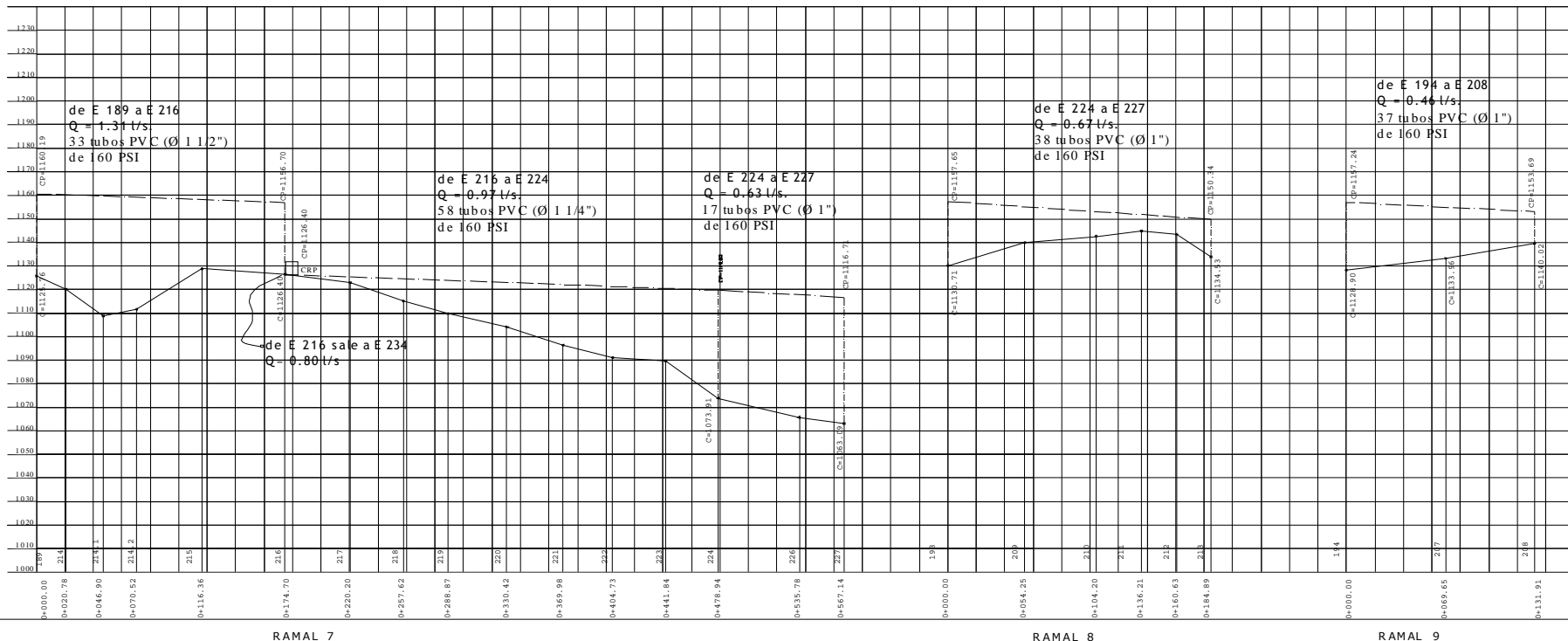
Cotas.

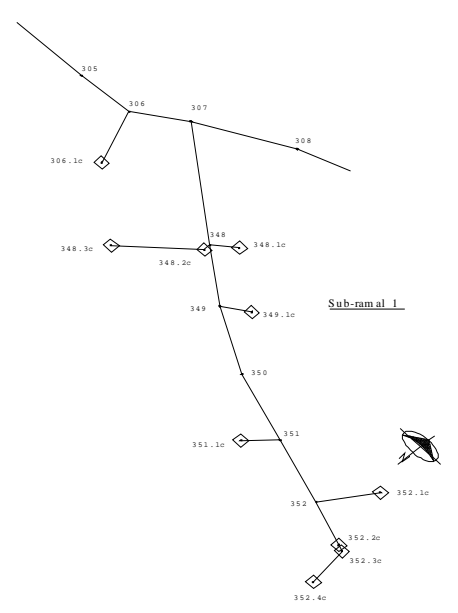


Cotas.

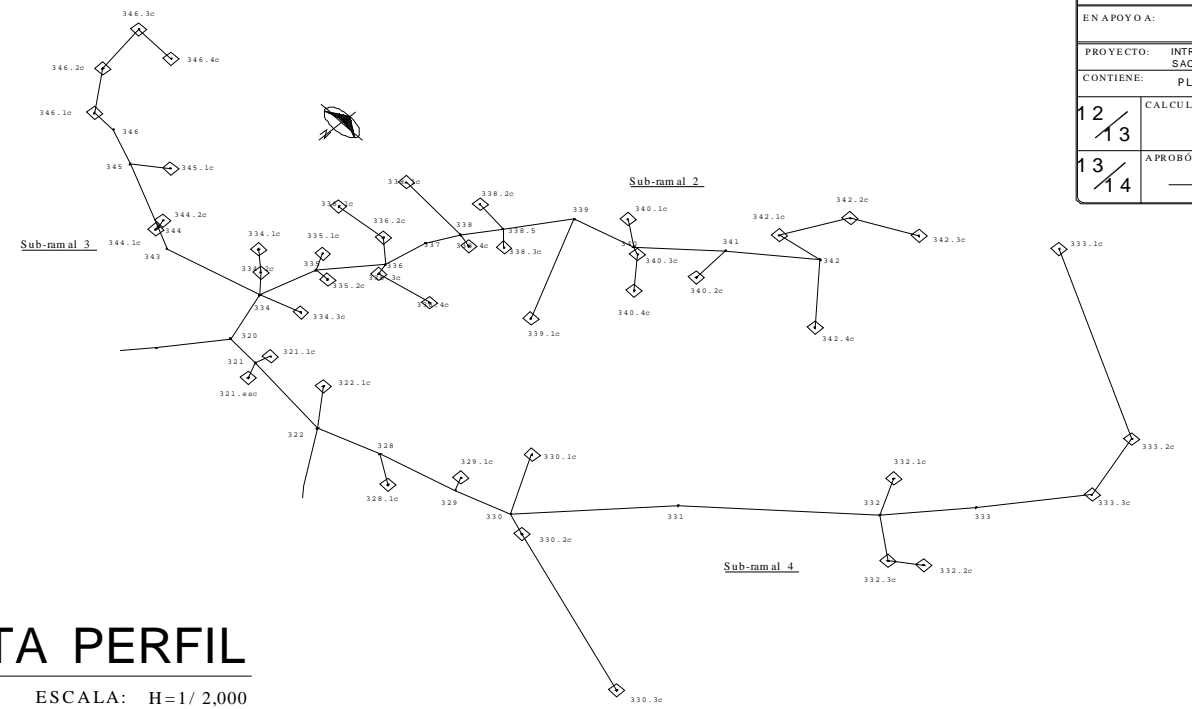


Cotas.





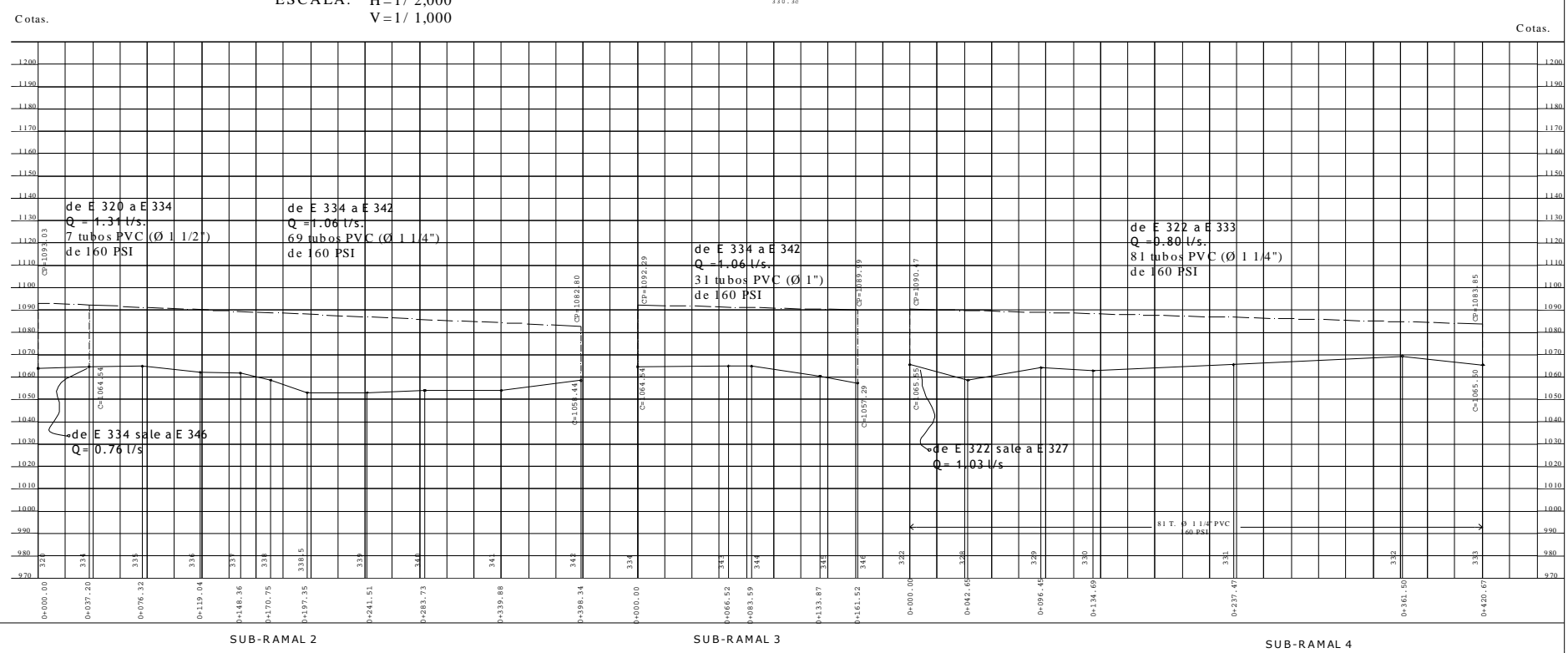
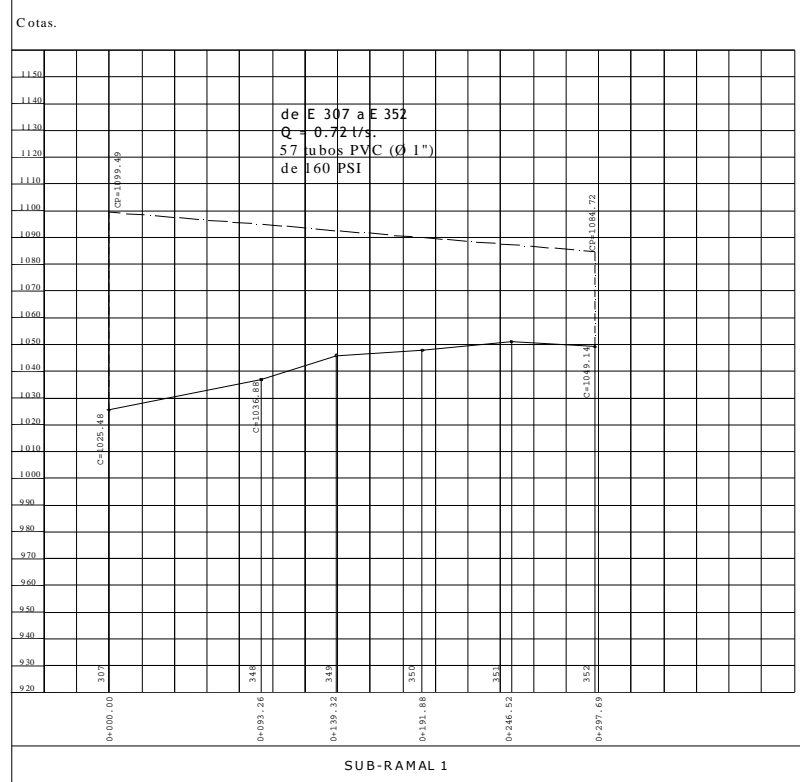
| REFERENCIAS |  |
|-------------|--|
|             | Captación                                    |
|             | Tanque de Distribución                       |
|             | Caja rompe presión                           |
|             | Caja Distribuidora de caudales de 2 vrnadoms |
|             | Línea Piezométrica                           |
|             | Línea de Distribución                        |
|             | Válvula de Limpio                            |
|             | Válvula de Limpio perfil                     |
|             | Válvula de Aire                              |
|             | Válvula de Control para los Ramales          |
|             | Cota Piezométrica                            |
|             | Cota de Terreno                              |
|             | Caudal                                       |
|             | Quebrada                                     |
|             | Carretera                                    |
|             | Casa   |



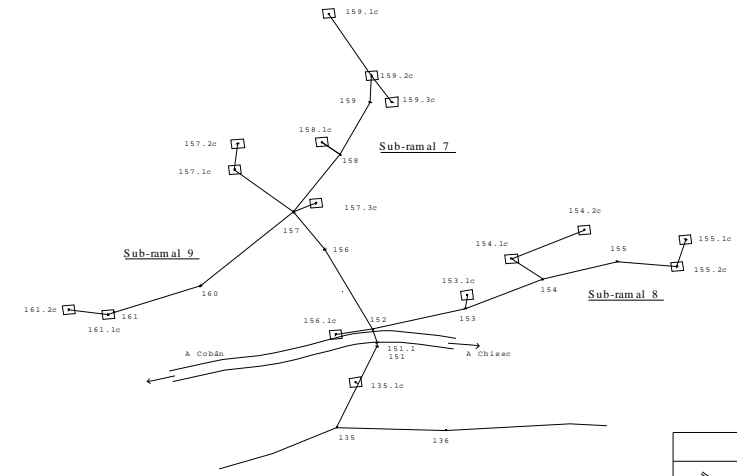
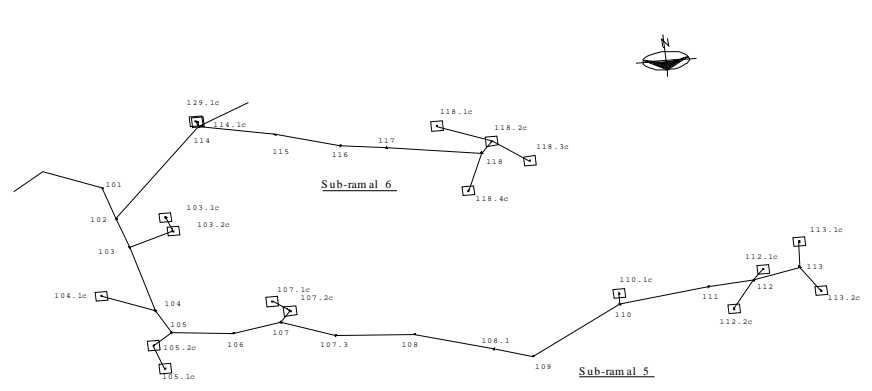
|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA |   |
| EN APOYO A:                         | MUNICIPALIDAD DE COBÁN,<br>ALTA VERAPAZ.  |
| PROYECTO:                           | INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE<br>SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA |
| CONTIENE:                           | PLANTA PERFIL   |
| 12/13<br>13/14                      | CALCULO: ABEL GONZÁLEZ  |
|                                     | ESCALA: H=1/2,000<br>V=1/1,000  |
|                                     | FECHA: MARZO DE 2005  |
|                                     | DIBUJO: ABEL GONZÁLEZ   |
|                                     | REVISÓ: Ing. Luis Alfaro  |

# PLANTA PERFIL

ESCALA: H=1/2,000  
V=1/1,000



|                                     |   |                                |
|-------------------------------------|---|--------------------------------|
| UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA |   |                                |
| EN APOYO A:                         | MUNICIPALIDAD DE COBÁN,<br>ALTA VERAPAZ.  |                                |
| PROYECTO:                           | INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE<br>SACHICHA, CERRO LINDO Y OSTUA |                                |
| CONTIENE:                           | PLANTA PERFIL   |                                |
| 13/13                               | CALCULÓ:<br>ABEL GONZÁLEZ   | ESCALA: H=1/2,000<br>V=1/1,000 |
| 14/14                               | A PROBÓ:  | FECHA:<br>MARZO DE 2005        |
|                                     |   | DIBUJÓ:<br>ABEL GONZÁLEZ       |
|                                     |   | REVISÓ: Ing. Luis Alfaro       |

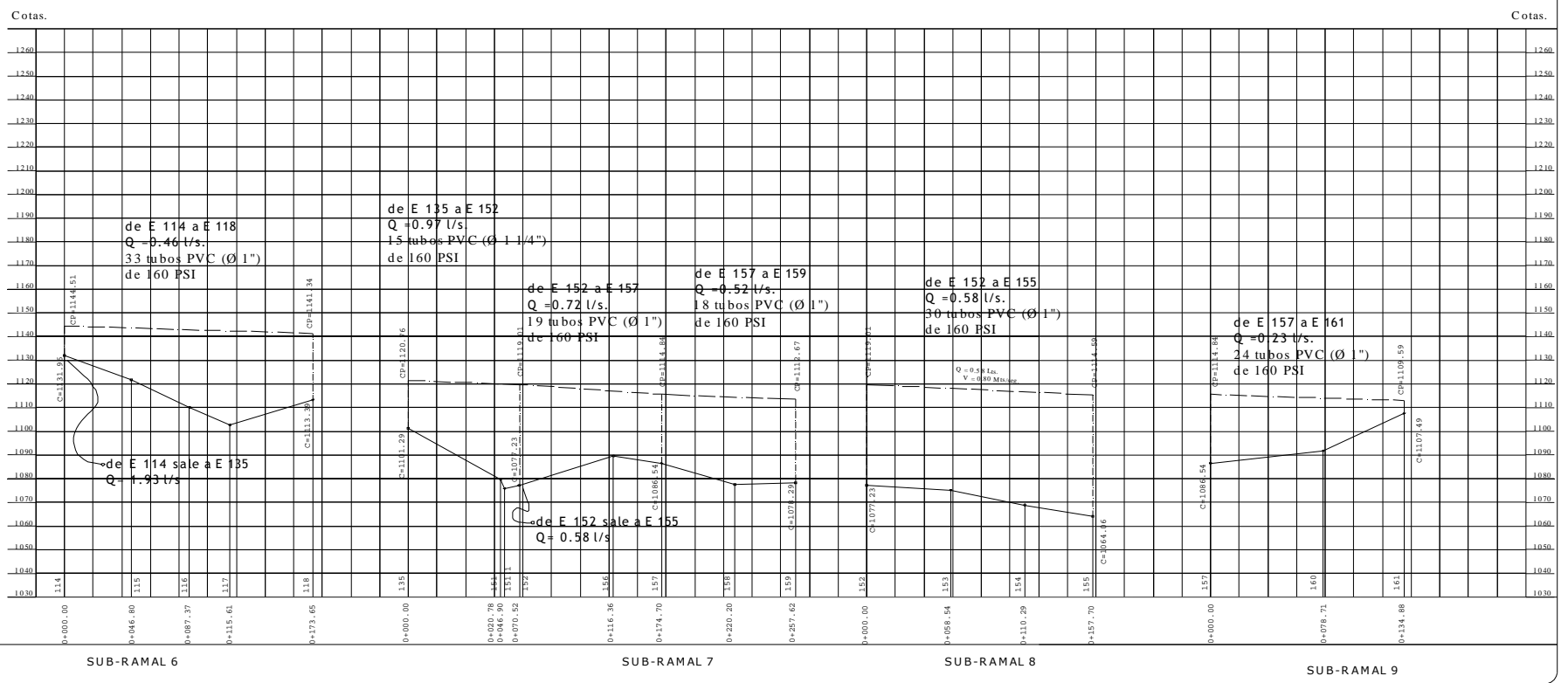
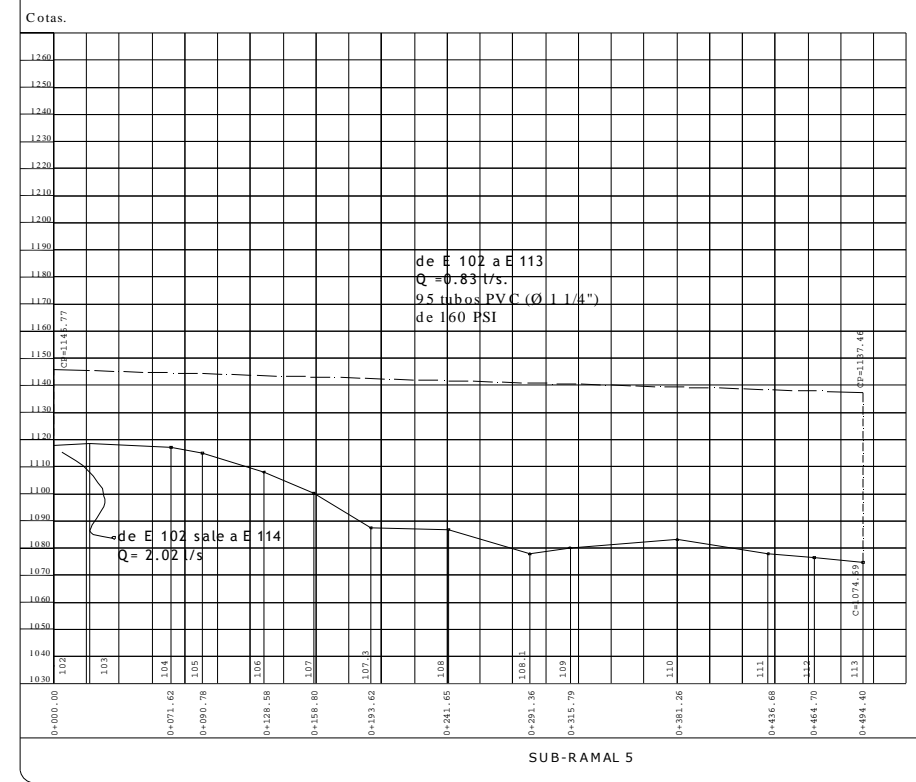


# PLANTA PERFIL

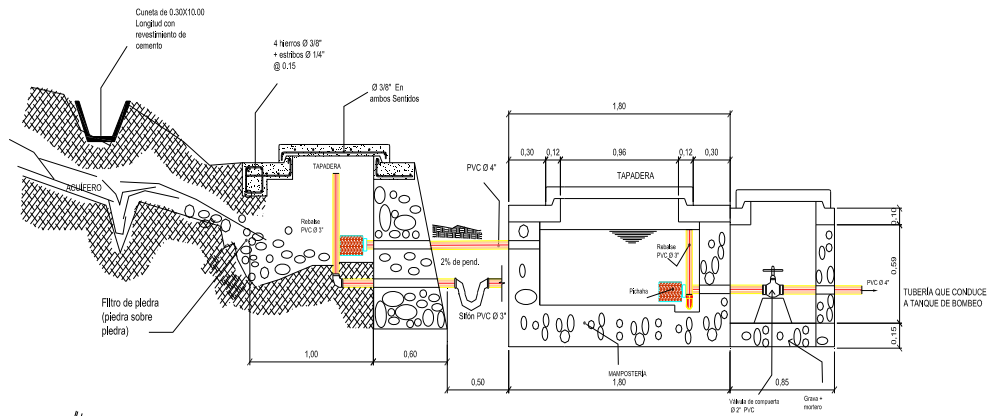
ESCALA: H=1/2,000  
V=1/1,000

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
|  | Línea Piezométrica                  |
|  | Línea de Distribución               |
|  | Válvula de Limpieza                 |
|  | Válvula de Limpieza perfil          |
|  | Válvula de Aire                     |
|  | Válvula de Control para los Ramales |
|  | Cota Piezométrica                   |
|  | Cota de Terreno                     |

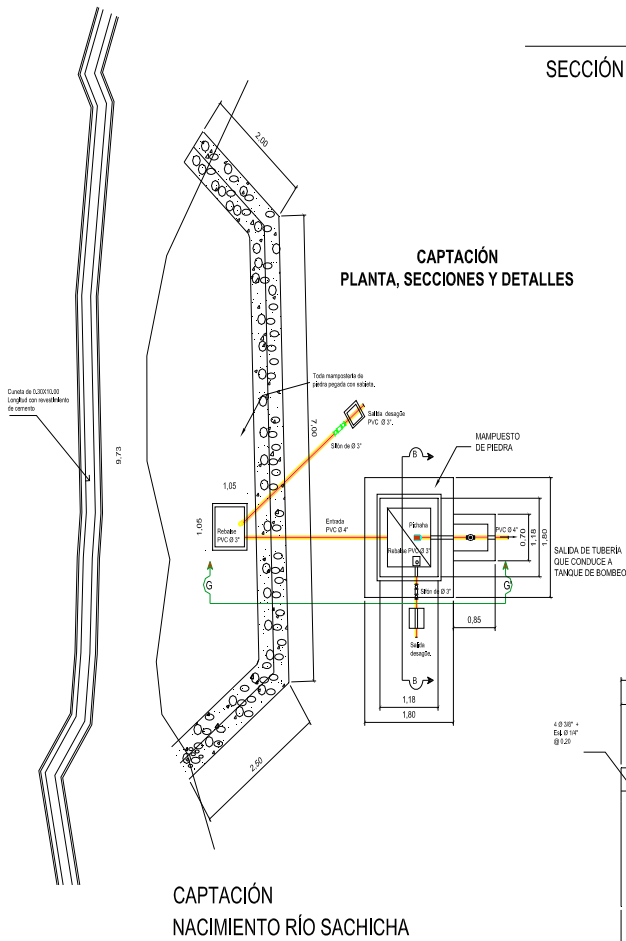
| REFERENCIAS |  |
|-------------|--|
|             | Captación                                    |
|             | Tanque de Distribución                       |
|             | Caja rompe presión                           |
|             | Caja Distribución de caudales de 2 venederos |
|             | Caudal                                       |
|             | Cuchera                                      |
|             | Carretera                                    |
|             | Cauca  |



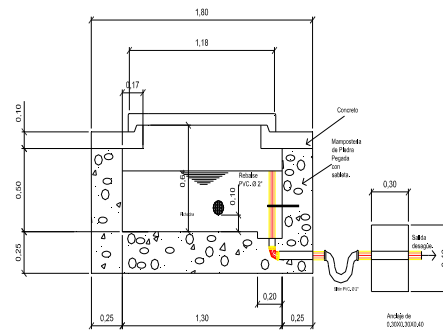
# **DETALLES GENERALES**



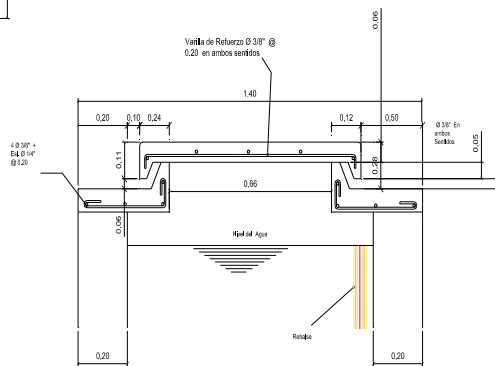
SECCIÓN G-G'



CAPTACIÓN  
NACIMIENTO RÍO SACHICHA



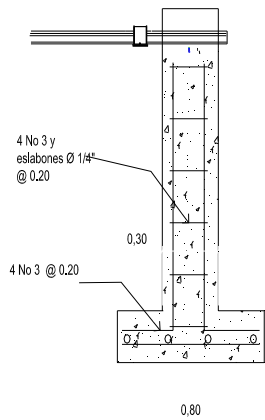
SECCIÓN B-B



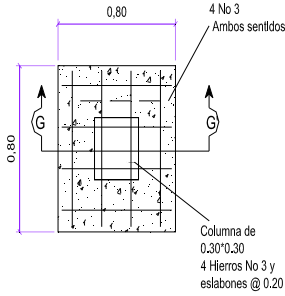
DETALLE DE TAPADERA

|                               |                             |  |
|-------------------------------|-----------------------------|--|
| <b>DETALLES<br/>GENERALES</b> | Escala: sin escala          | Proyecto:<br>RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES<br>DE SACHICHA, OSTUA Y CERRO LINDO, COBÁN, A.V.<br><br>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA |
|                               | Fecha: mayo del 2,005       |  |
|                               | Diseño: Abel González       |  |
|                               | Municipalidad de Cobán A.V. |  |

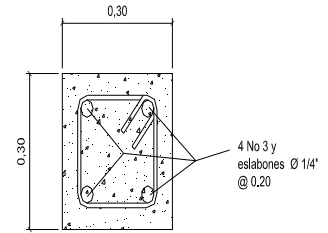




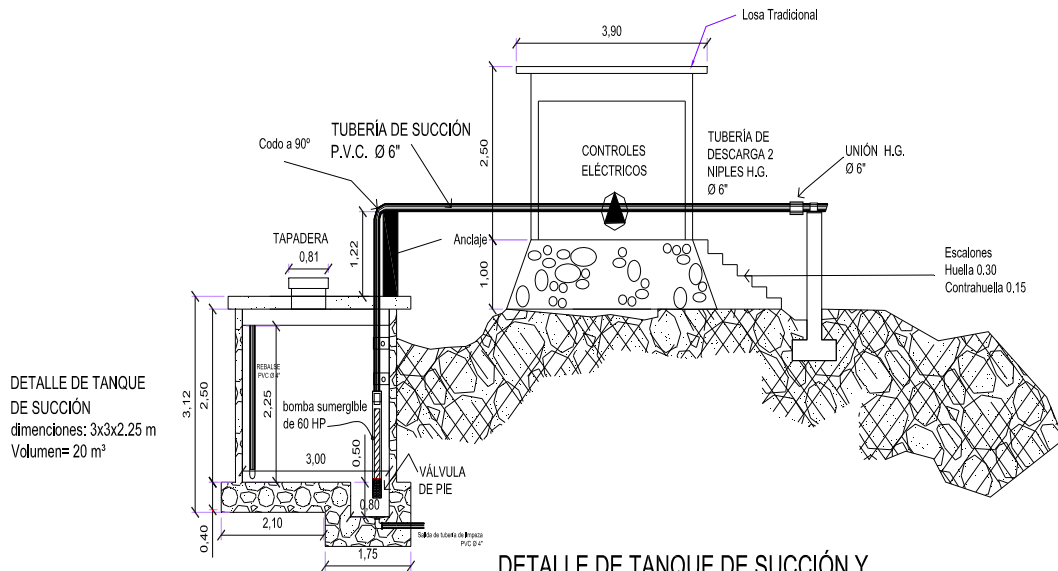
ANCLAJE DE TUBERÍA H.G.  
SECCIÓN G-G'



PLANTA DE ZAPATA

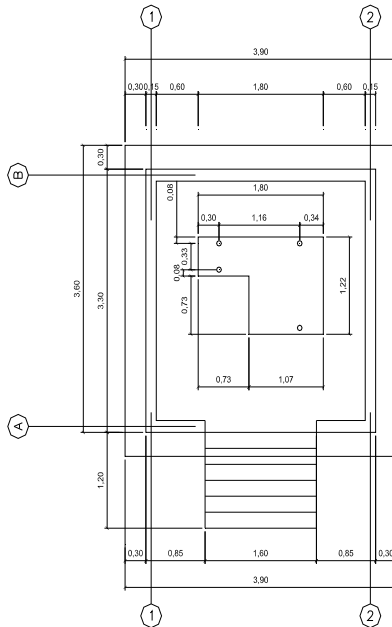


DETALLE DE COLUMNA

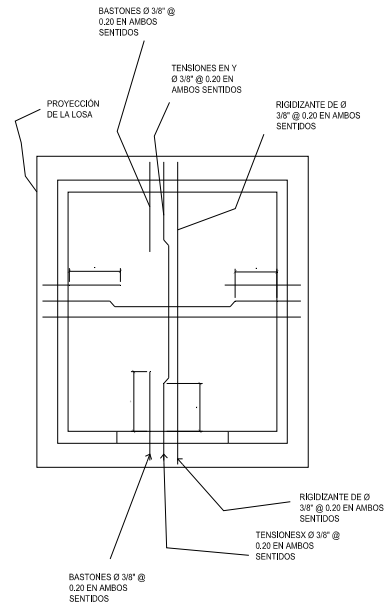


DETALLE DE TANQUE DE SUCCIÓN Y  
CASETA DE CONTROL ELÉCTRICO.

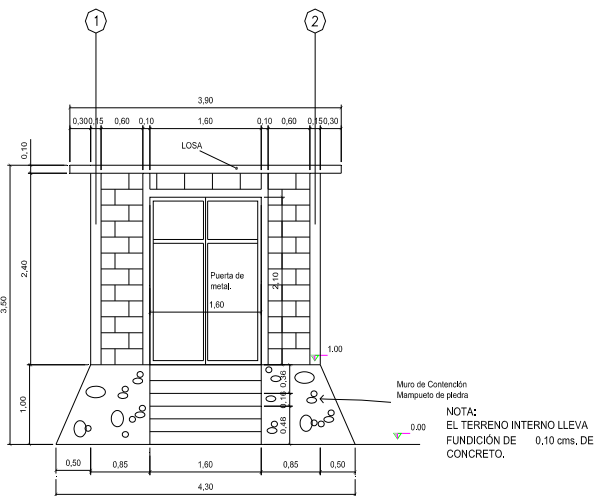
|                               |                             |  |
|-------------------------------|-----------------------------|--|
| <b>DETALLES<br/>GENERALES</b> | Escala: sin escala          | Proyecto: RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE SACHICHA, OSTUA Y CERRO LINDO, COBÁN, A.V. |
|                               | Fecha: mayo del 2,005       |  |
|                               | Diseño: Abel González       |  |
|                               | Municipalidad de Cobán A.V. | UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA   |



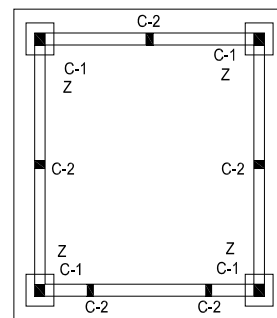
PLANTA ACOTADA  
CASETA DE BOMBEO



PLANTA ESTRUCTURAL DE TECHO  
CASETA DE BOMBEO

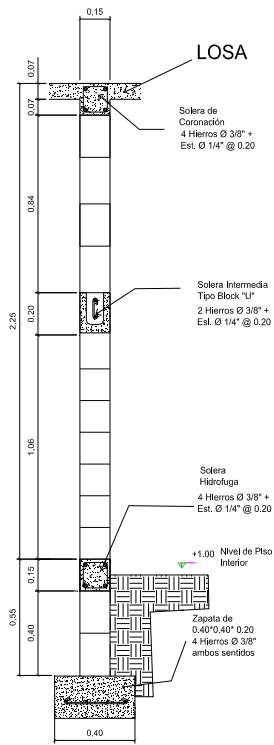


ELEVACIÓN FRONTAL  
CASETA DE BOMBEO

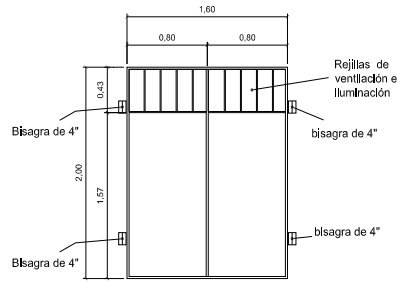


PLANTA DE CIMIENTACIÓN  
CASETA DE BOMBEO

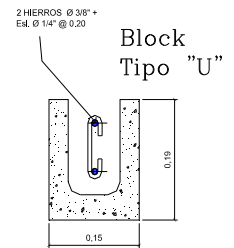
|                               |                             |  |
|-------------------------------|-----------------------------|--|
| <b>DETALLES<br/>GENERALES</b> | Escala: sin escala          | Proyecto:  |
|                               | Fecha: mayo del 2,005       | RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE SACHICHA, OSTUA Y CERRO LINDO, COBÁN, A.V. |
|                               | Diseño: Abel González       | UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA   |
|                               | Municipalidad de Cobán A.V. |  |



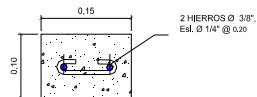
Detalle de Muro Típico



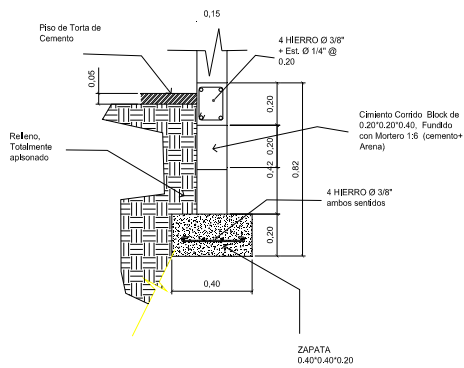
Puerta metálica



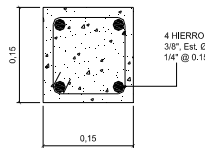
Solera Intermedia



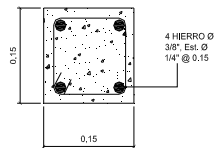
COLUMNA T - 2



Tronco de Columna + Zapata

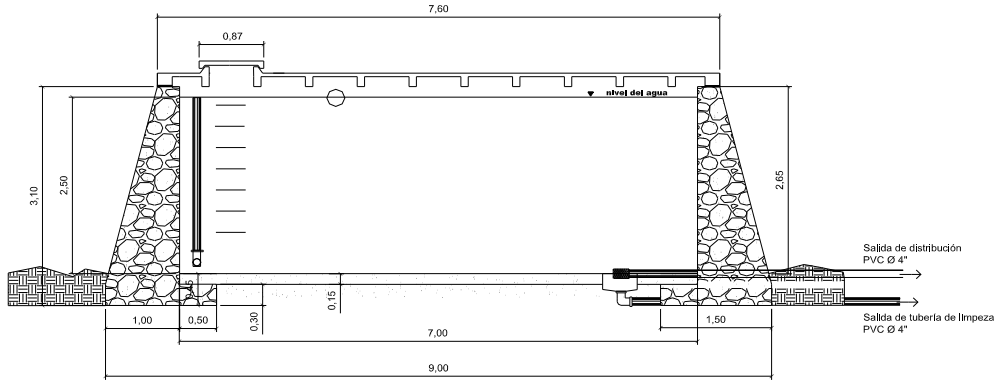


COLUMNA T - 1

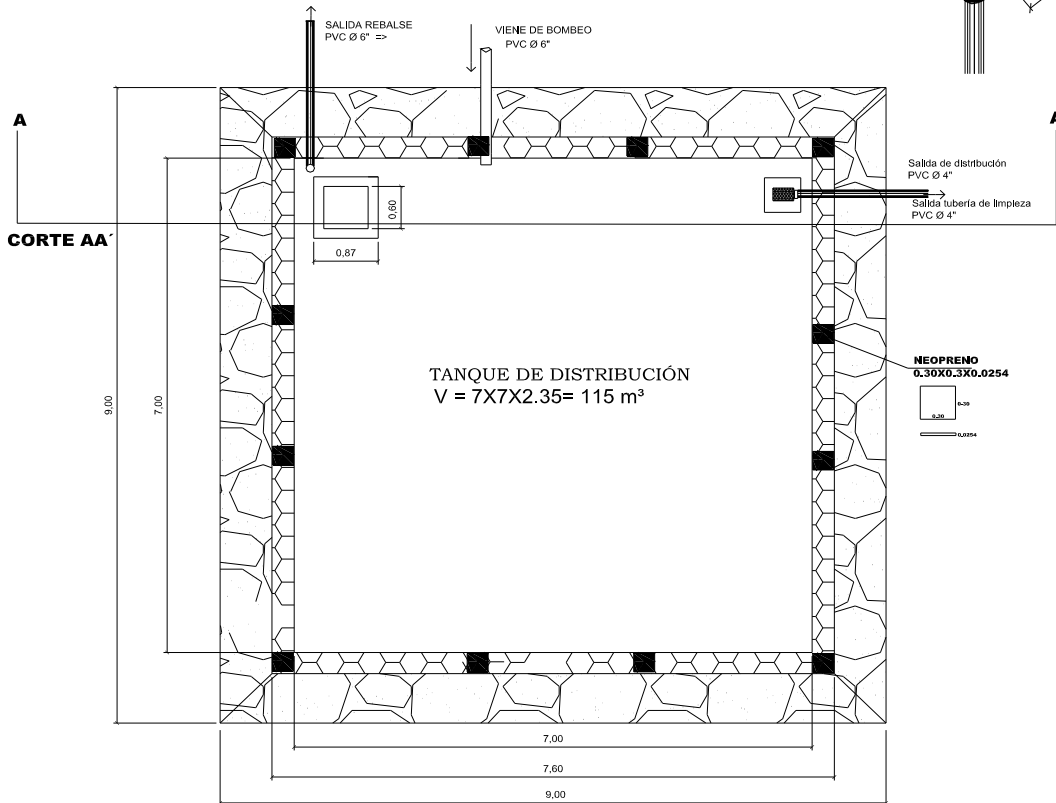
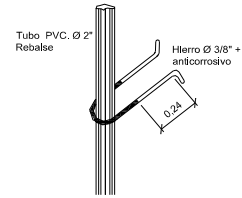


SOLERA DE HUMEDAD

|                           |                             |  |
|---------------------------|-----------------------------|--|
| <b>DETALLES GENERALES</b> | Escala: sin escala          | Proyecto: RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE SACHICHA, OSTUA Y CERRO LINDO, COBÁN, A.V. |
|                           | Fecha: mayo del 2,005       |  |
|                           | Diseño: Abel González       |  |
|                           | Municipalidad de Cobán A.V. | UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA   |



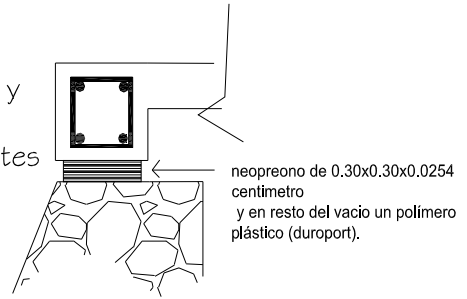
**CORTE AA' TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 7X7X2.35=115 m<sup>3</sup>**



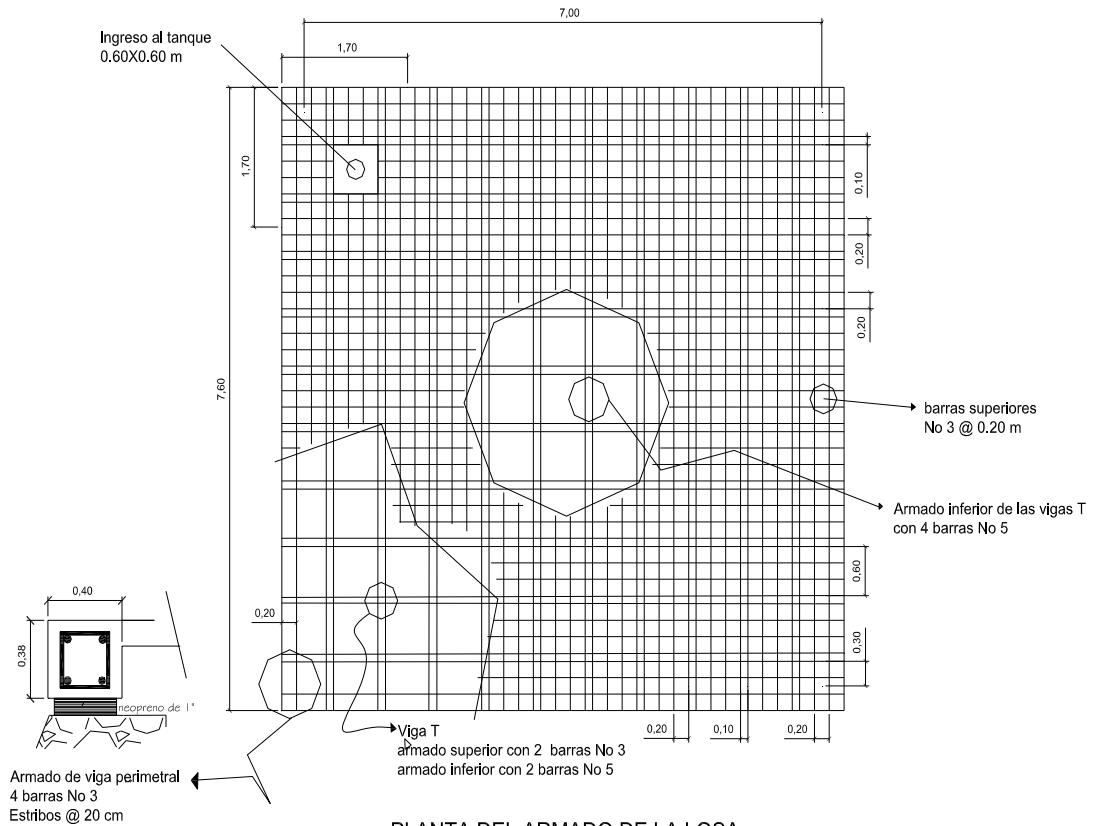
**PLANTA MUROS TANQUE DE DISTRIBUCIÓN**

|                               |                             |  |
|-------------------------------|-----------------------------|--|
| <b>DETALLES<br/>GENERALES</b> | Escala: sin escala          | Proyecto: RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE SACHICHA, OSTUA Y CERRO LINDO, COBÁN, A.V. |
|                               | Fecha: mayo del 2,005       |  |
|                               | Diseño: Abel González       |  |
|                               | Municipalidad de Cobán A.V. | UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA   |

La losa debe ser simplemente apoyada y separada del muro con neopreno en puntos claves y en los espacios restantes con duroport o un material similar.



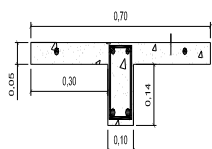
neopreno de 0.30x0.30x0.0254 centimetro y en resto del vacio un polimero plástico (duroport).



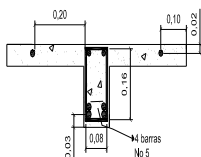
PLANTA DEL ARMADO DE LA LOSA NERVURADA Y SIMPLEMENTE APOYADA

|                               |                             |   |
|-------------------------------|-----------------------------|---|
| <b>DETALLES<br/>GENERALES</b> | Escala: sin escala          | Proyecto:<br>RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE SACHICHA, OSTUA Y CERRO LINDO, COBÁN, A.V. |
|                               | Fecha: mayo del 2,005       |   |
|                               | Diseño: Abel González       | UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  |
|                               | Municipalidad de Cobán A.V. |   |

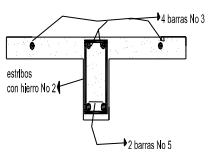
CORTE AA' VIGA T  
derecha hasta L/5



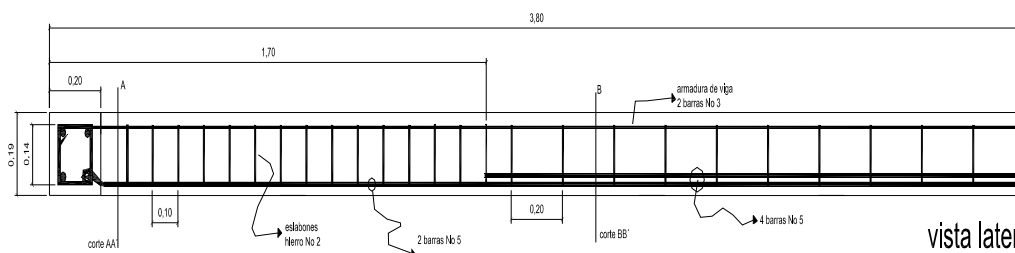
CORTE BB' VIGA T  
centro



VIGA T  
izquierda hasta L/5

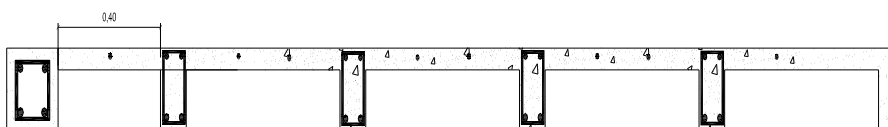


cortes de la viga T



vista lateral viga T

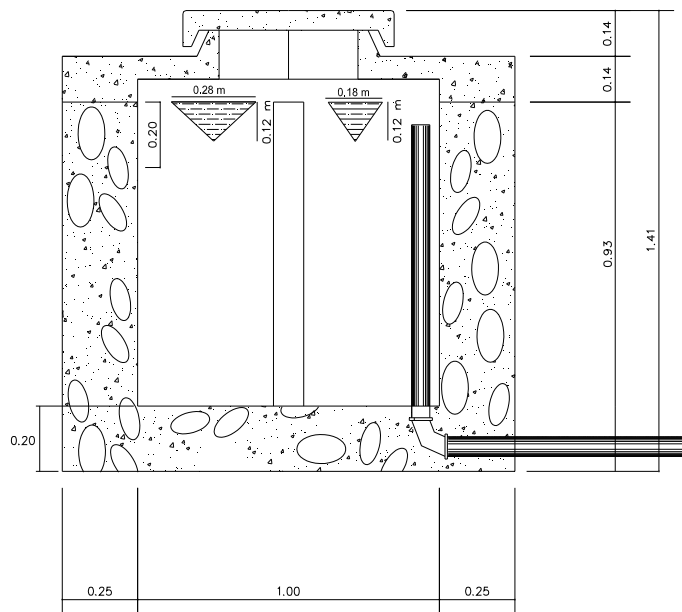
escala: 1/10



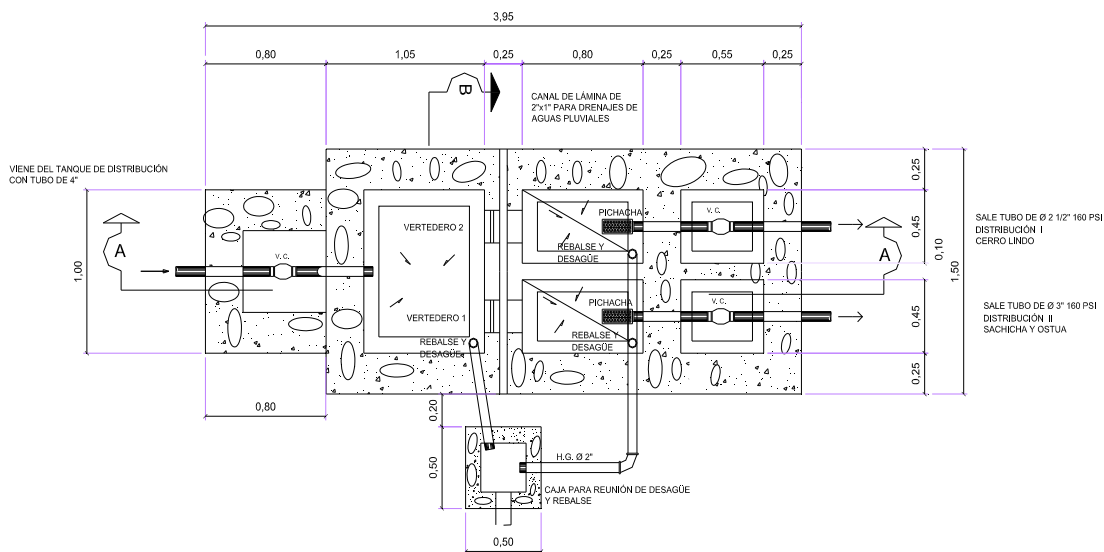
Vista y armado de vigas T para losa nervurada  
Dibujo de la mitad de una viga debido a que sus lados son iguales

escala: 1/10

|                               |                             |  |
|-------------------------------|-----------------------------|--|
| <b>DETALLES<br/>GENERALES</b> | Escala: sin escala          | Proyecto:  |
|                               | Fecha: mayo del 2,005       | RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE SACHICHA, OSTUA Y CERRO LINDO, COBÁN, A.V. |
|                               | Diseño: Abel González       | UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA   |
|                               | Municipalidad de Cobán A.V. |  |

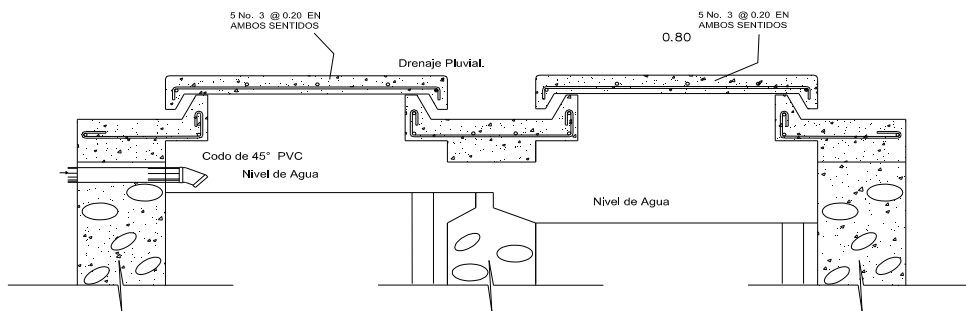
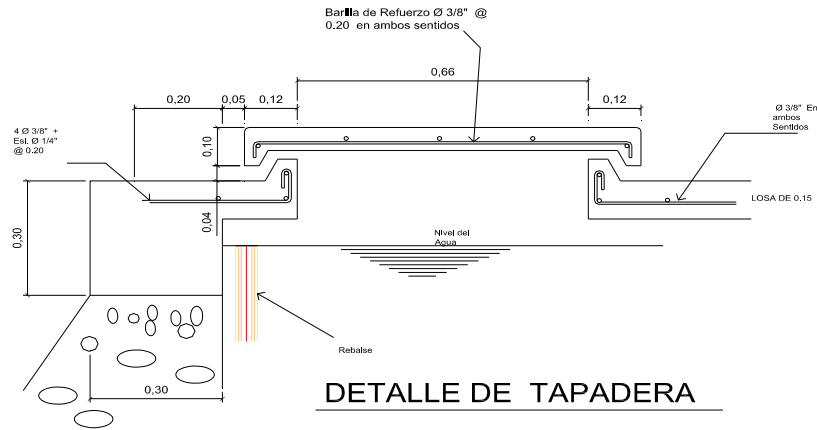


**SECCIÓN B - B**

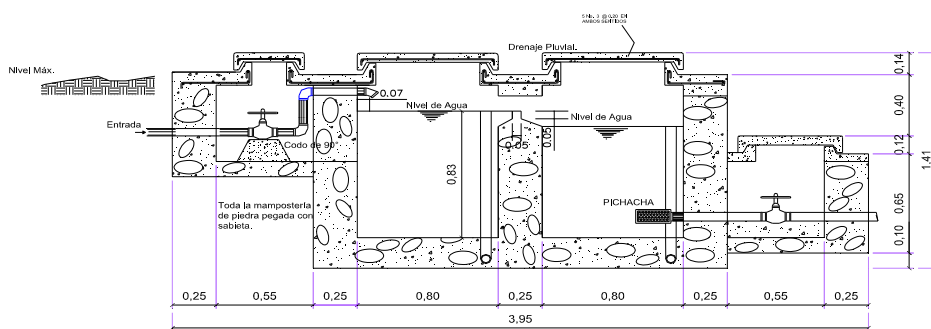


**PLANTA DOS VERTEDEROS**

|                               |                             |  |
|-------------------------------|-----------------------------|--|
| <b>DETALLES<br/>GENERALES</b> | Escala: sin escala          | Proyecto: RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE SACHICHA, OSTUA Y CERRO LINDO, COBÁN, A.V. |
|                               | Fecha: mayo del 2,005       |  |
|                               | Diseño: Abel González       |  |
|                               | Municipalidad de Cobán A.V. | UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA   |

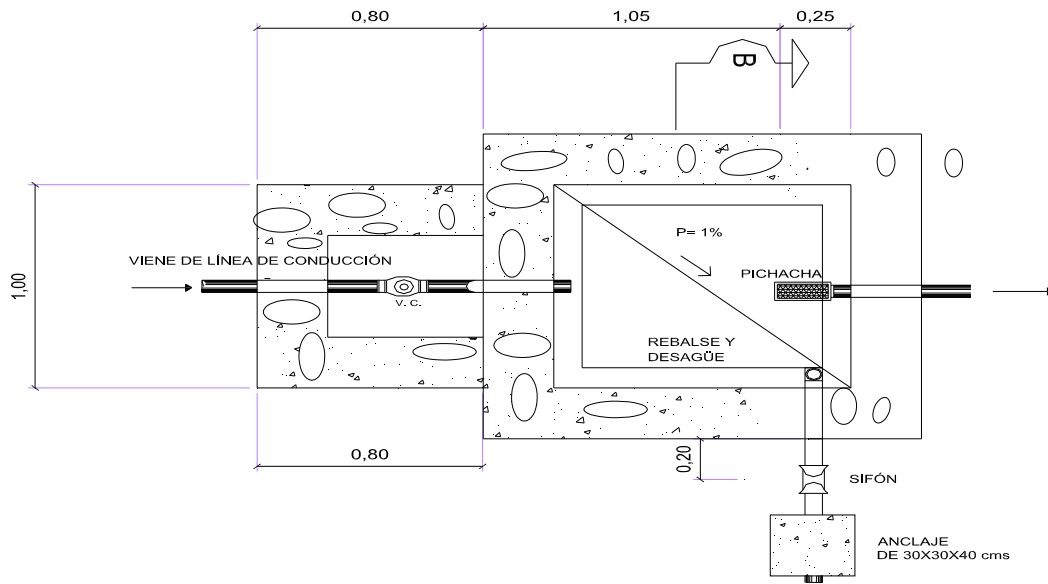


ESCALA: 1:12,5

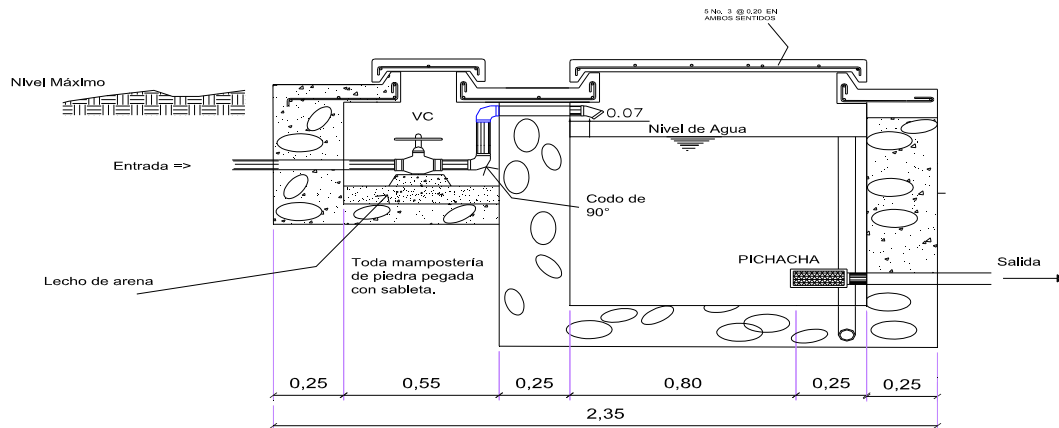


|                               |                             |  |
|-------------------------------|-----------------------------|--|
| <b>DETALLES<br/>GENERALES</b> | Escala: sin escala          | Proyecto:<br>RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES<br>DE SACHICHA, OSTUA Y CERRO LINDO, COBÁN, A.V. |
|                               | Fecha: mayo del 2,005       |  |
|                               | Diseño: Abel González       | UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA   |
|                               | Municipalidad de Cobán A.V. |  |



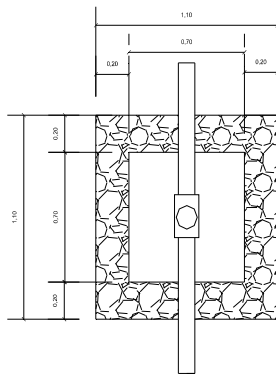


## PLANTA CAJA ROMPEPRESIÓN

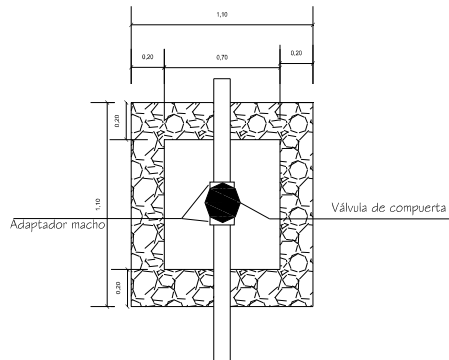


## ELEVACIÓN CAJA ROMPEPRESIÓN

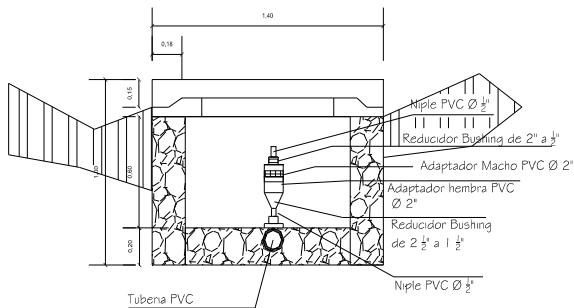
|                               |                             |  |
|-------------------------------|-----------------------------|--|
| <b>DETALLES<br/>GENERALES</b> | Escala: sin escala          | Proyecto:<br>RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES<br>DE SACHICHA, OSTUA Y CERRO LINDO, COBÁN, A.V.<br><br>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA |
|                               | Fecha: mayo del 2,005       |  |
|                               | Diseño: Abel González       |  |
|                               | Municipalidad de Cobán A.V. |  |



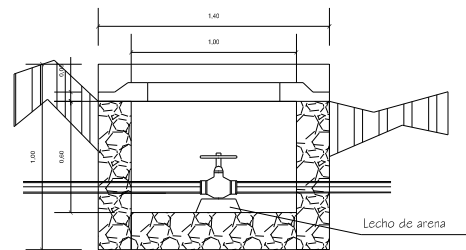
**Planta**  
**VÁLVULA DE AIRE**



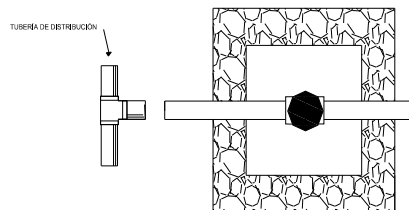
**Planta**  
**VÁLVULA DE LIMPIEZA**



**Elevación**  
**VÁLVULA DE AIRE**



**Elevación**  
**VÁLVULA DE LIMPIEZA**

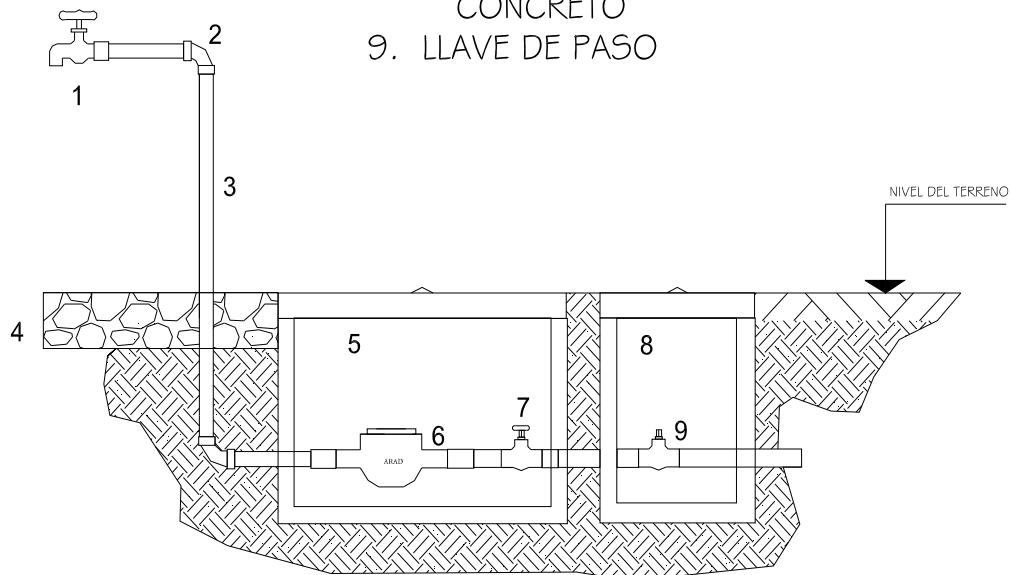


**Planta**  
**conexión tipo**

|                               |                             |  |
|-------------------------------|-----------------------------|--|
| <b>DETALLES<br/>GENERALES</b> | Escala: sin escala          | Proyecto:<br>RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES<br>DE SACHICHA, OSTUA Y CERRO LINDO, COBÁN, A.V. |
|                               | Fecha: mayo del 2,005       |  |
|                               | Diseño: Abel González       | UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA   |
|                               | Municipalidad de Cobán A.V. |  |

## COMPONENTES DE UNA CONEXIÓN PREDIAL, RURAL

1. LLAVE DE CHORRO
2. CODOS DE 90°
3. NIPLES GALVANIZADOS
4. PLANCHA DE CONCRETO
5. CAJA DE CONCRETO
6. CONTADOR DE AGUA
7. LLAVE DE GLOBO
8. CAJA P/LLAVE DE PASO DE CONCRETO
9. LLAVE DE PASO



## CONEXIÓN PREDIAL TÍPICA

SIN ESCALA

|                               |                             |  |
|-------------------------------|-----------------------------|--|
| <b>DETALLES<br/>GENERALES</b> | Escales: sin escala         | Proyecto:  |
|                               | Fecha: mayo del 2,005       | RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE SACHICHA, OSTUA Y CERRO LINDO, COBÁN, A.V. |
|                               | Diseño: Abel González       | UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA   |
|                               | Municipalidad de Cobán A.V. |  |

## CONCLUSIONES

- Debido a que el agua que se va a consumir, es de muy buenas características, los costos de operación y mantenimiento del sistema no se elevarán, ya que, el consumo de cloro será mínimo.
- Considerando la magnitud del proyecto, se estima que los gastos en operación y mantenimiento serán cubiertos sin ningún tipo de problema, debido a que el número de población a servir es, considerablemente, grande.
- El daño ecológico que se causará al área a utilizar será mínimo debido a que los trabajos de zanjeo ocupan un máximo de 0.60 centímetros de ancho, lo cual no afecta, considerablemente, a la flora del lugar.

## RECOMENDACIONES

- Reforestar en lo posible el área cercana al nacimiento para evitar la erosión del suelo y poder mantener las características físicas del lugar.
- Corroborar, fehacientemente, que todos los materiales a utilizar cumplan con las especificaciones de resistencia mínima que se indica en los planos adjuntos, teniendo mayor cuidado en cuanto a la resistencia de la tubería de hierro galvanizado y tubería de PVC.
- Evitar en su mayor grado posible la tala inconsciente e inmoderada de árboles y tomar medidas y acciones de reforestación para evitar erosiones y degeneración del suelo.
- Tomar en cuenta las especificaciones y recomendaciones técnicas para una buena operación y un buen mantenimiento del equipo de bombeo, en general.

## BIBLIOGRAFÍA

- INFOM. Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales. Segunda Revisión. Guatemala. s.e. 1,997. 66 pp.
- Cameros Marroquín, Leonel Orlando. **Estudio para introducción de agua potable a las aldeas El Chile, La Laguna y Guaranda, Gualán, Zacapa.** Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1,998. 88 pp.
- Archila Estrada, Walfre Donald. **Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Pie de la Cuesta, del municipio de San Pedro Pinula, departamento de Jalapa.** Trabajo de graduación de Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2,002. 95 pp.

ANEXOS

## ANEXO 1



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

| EXAMEN BACTERIOLOGICO   |                                   |   |                                   |
|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| O.T. No. 18756  |                                   | INF. No. A-192629                       |                                   |
| INTERESADO  | <u>Facultad de Ingeniería EPS</u> | PROYECTO:                               | <u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u> |
| MUESTRA RECOLECTADA POR   | <u>Abel Gonzalez</u>              | DEPENDENCIA:                            | <u>U S A C</u>                    |
| LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:   | <u>Cobán</u>                      | FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:            | <u>2005-05-15; 14 h 00 min.</u>   |
| FUENTE:   | <u>Río Sachicha</u>               | FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: | <u>2005-05-16; 09 h 50 min.</u>   |
| MUNICIPIO:  | <u>Cobán</u>                      | CONDICIONES DE TRANSPORTE:              | <u>Sin refrigeración</u>          |
| DEPARTAMENTO:   | <u>Alta Verapaz</u>               |   |                                   |
| SABOR:  | <u>-----</u>                      | SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN                | <u>No hay</u>                     |
| ASPECTO:  | <u>claro</u>                      | CLORO RESIDUAL                          | <u>----</u>                       |
| OLOR:   | <u>Aromático</u>                  |   |                                   |
| INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)  |                                   |   |                                   |
| PRUEBAS NORMALES  | PRUEBA PRESUNTIVA                 | PRUEBA CONFIRMATIVA                     |                                   |
|   |                                   | FORMACION DE GAS                        |                                   |
| CANTIDAD SEMBRADA   | FORMACIÓN 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 GÉRMESES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>  |                                   | > 1 600                                 | 14                                |
| <p><b>TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 19<sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.</b></p> <p><b>CONCLUSION</b> 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.</p> <p>Guatemala, 2005-05-30</p> |                                   |   |                                   |
| Vo.Bo.<br><br>Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz<br>DIRECTOR CI / USAC   |                                   | <br><br>                                |                                   |



## ANEXO 2



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

| O.T. No. 18756                              |  |                        |  | ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO            |  |                           |  | INF. No. 21953                                    |  |        |                 |
|---|--|------------------------|--|--|--|---------------------------|--|---|--|--------|-----------------|
| INTERESADO:                                 |  | Facultad de Ingeniería |  | PROYECTO:                                    |  | CONTROL DE CALIDAD        |  |   |  |        |                 |
| RECOLECTADA POR:                            |  | Abel Gonzalez          |  | DEPENDENCIA:                                 |  | U.S.A.C.                  |  |   |  |        |                 |
| LUGAR DE RECOLECCIÓN:                       |  | Cobán,                 |  | FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:                 |  | 2005-05-15; 14 h 00 min.  |  |   |  |        |                 |
| FUENTE:                                     |  | Rio Sachicha           |  | FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO       |  | 2005-05-16; 09 h 50 min.  |  |   |  |        |                 |
| MUNICIPIO:                                  |  | Cobán                  |  | CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:                    |  | Sin refrigeración         |  |   |  |        |                 |
| DEPARTAMENTO:                               |  | Alta Verapaz           |  |  |  |                           |  |   |  |        |                 |
| RESULTADOS                                  |  |                        |  |  |  |                           |  |   |  |        |                 |
| 1. ASPECTO:                                 |  | Claro                  |  | 4. OLOR:                                     |  | Aromático                 |  | 7. TEMPERATURA:<br>(En el momento de recolección) |  | 20 ° C |                 |
| 2. COLOR:                                   |  | 01,00 Unidades         |  | 5. SABOR:                                    |  | -----                     |  | 8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA                         |  |        | 249,00 µmhos/cm |
| 3. TURBIEDAD:                               |  | 00,61 UNT              |  | 6. pH :                                      |  | 07,20 unidades            |  |   |  |        |                 |
| SUSTANCIAS                                  |  | mg/L                   |  | SUSTANCIAS                                   |  | mg/L                      |  | SUSTANCIAS  |  | mg/L   |                 |
| 1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )              |  | 00,11                  |  | 6. CLORUROS (Cl)                             |  | 05,00                     |  | 11. SOLIDOS TOTALES                               |  | 248,00 |                 |
| 2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) |  | 00,0099                |  | 7. FLUORUROS ( F <sup>-</sup> )              |  | 00,06                     |  | 12. SOLIDOS VOLÁTILES                             |  | 12,00  |                 |
| 3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) |  | 03,30                  |  | 8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) |  | 08,00                     |  | 13. SOLIDOS FIJOS                                 |  | 236,00 |                 |
| 4. CLORO RESIDUAL                           |  | ----                   |  | 9. HIERRO TOTAL (Fe)                         |  | 00,01                     |  | 14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN                         |  | 02,00  |                 |
| 5. MANGANESO (Mn)                           |  | ----                   |  | 10. DUREZA TOTAL                             |  | 140,00                    |  | 15. SOLIDOS DISUELTOS                             |  | 132,00 |                 |
| ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)                 |  |                        |  |  |  |                           |  |   |  |        |                 |
| HIDROXIDOS<br>mg/L                          |  | CARBONATOS<br>mg/L     |  | BICARBONATOS<br>mg/L                         |  | ALCALINIDAD TOTAL<br>mg/L |  |   |  |        |                 |
| 00,00                                       |  | 00,00                  |  | 126,00                                       |  | 126,00                    |  |   |  |        |                 |

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


**OBSERVACIONES:** Desde el punto de vista de la calidad física: OLOR aromático. Desde el punto de vista de la calidad química los resultados obtenidos en el análisis realizado cumplen con las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud par fuentes de agua.

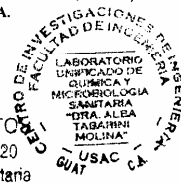
**TÉCNICA** "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 20<sup>TH</sup> EDITION 2000, NORMA COGUANOR NGO 4 010 ( SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES ) Y 29001 ( AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2005-05-30

Vo.Bo.   
 Ing. Francisco Javier Quiroz de la Cruz  
 DIRECTOR CII/USAC



  
 ZENON MUÑOZ SANTOS  
 Ing. Químico Col. No. 420  
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria



### ANEXO 3

#### CLORACIÓN DEL AGUA DESTINADA A LA BEBIDA

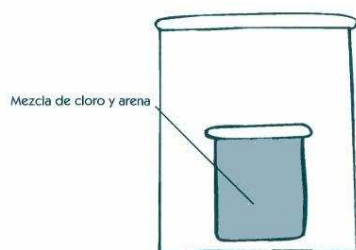
Cantidad de las distintas lejías comerciales a partir de hipoclorito sódico (que incluyen la leyenda «Apta para la desinfección del agua de bebida») que, según su concentración inicial a la salida de fábrica (dato que figura en los envases), es preciso añadir al agua destinada a la bebida o higiene personal:

| CONCENTRACIÓN INICIAL DE LA LEJÍA | CANTIDAD DE AGUA A DEPURAR |           |            |              |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------|------------|--------------|
|                                   | 2 litros                   | 10 litros | 100 litros | 1.000 litros |
| (cloro libre o activo/litro)      | 2 litros                   | 10 litros | 100 litros | 1.000 litros |
| 0,2% (20 gr. cloro/litro lejía)   | 6 gotas                    | 30 gotas  | 15 cc.     | 150 cc.      |
| 0,5% (50 gr. cloro/litro lejía)   | 2 gotas                    | 12 gotas  | 6 cc.      | 60 cc.       |
| 0,8% (80 gr. cloro/litro lejía)   | 1 gota                     | 7 gotas   | 3,5 cc.    | 35 cc.       |
| 1% (100 gr. cloro/litro lejía)    | 1 gota                     | 6 gotas   | 3 cc.      | 30 cc.       |

## ANEXO 4

### CONSTRUCCIÓN DE UN HIPOCLORADOR

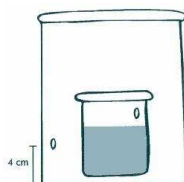
1. Colocar un recipiente que contenga 1 kg de cloro y 2 kg de arena lavada de río en el interior de otro recipiente más grande.



2. Al recipiente pequeño hacerle un orificio de 1 cm de diámetro a unos 3 cm por encima de la mezcla de arena y cloro.
3. Al recipiente grande adecuar una cubierta bien sellada y hacerle un orificio de 1 cm a unos 4 cm por encima del fondo del recipiente.



4. Este comparador se utiliza para desinfectar un pozo o cualquier otro sistema de abastecimiento de agua con un gasto de 500 litros/día, durante tres semanas.



## ANEXO 5



**HIDROTECNIA** S.A.

AVENIDA LA CASTELLANA 39-36, ZONA B GUATEMALA C.A.  
www.aguaentines.com



**STA-RITE**  
SISTEMAS DE BOMBEO PARA AGUA



TELÉFONOS PBX: 2472-1212 • 2384-8400 FAX: 2472-1013  
E-mail: ventas@hidrotecnia.net

- P -

Página 1 de 3

Anteproyecto: 61316 Parto: A

Guatemala, 03-03-2005

Señores: TESORERIA MUNICIPALIDAD DE COBAN

Atención a: ABEL GONZALEZ

Dirección: 7 CALLE 1-11 ZONA 1

Teléfono: 79514118

Fax: 79521565

Anteproyecto SUMINISTRO EQUIPO SUMERGIBLE PARA PRODUCIR 200 GPM A 780 PIES DE CDT PARA PROYECTO SACHICHA, COBAN, ALTA VERAPAZ

### Equipo y Artículos Estimados

|    |   |           |
|----|---|-----------|
| 1  | 6T50 -200 BOMBA SUMERGIBLE BERKELEY 20 ETAPAS | 38,926.00 |
| 1  | MOTOR SUMERGIBLE FRANKLIN 60HP 460V 3F V04    | 31,673.00 |
| 1  | COLLARIN SOPORTE 4" H.F.                      | 392.00    |
| 1  | SELLO SANITARIO 8"X4"                         | 248.00    |
| 1  | 2671SB CHEQUE SIMMONS DE 4" H.F.              | 1,848.00  |
| 40 | PIE DE CABLE SUMERGIBLE # 2/3                 | 1,263.20  |
| 40 | PIE DE CABLE SUMERGIBLE # 14/2                | 114.40    |
| 1  | 1003981 SWITCH FLOTE SJE LH PUMPMASER         | 200.85    |
| 1  | GABINETE METAL T-3 28X20X8                    | 1,015.00  |
| 2  | FLIP-ON 2 X 6 P/MANDO LG                      | 344.00    |
| 1  | FLIP-ON 3 X 150 AMP SQUARE-D 600 V            | 3,238.00  |
| 1  | BASE FLIP-ON TRIPLE S-D                       | 249.80    |
| 1  | F-120 460V ARRANCADOR FURNAS 16HF35AH         | 4,073.00  |
| 3  | K87 ELEMENTO TERMICO FURNAS                   | 228.00    |
| 1  | MONITOR DE VOLTAJE DIGITAL WAGNER 3F 70-650V  | 1,470.00  |
| 1  | 2864604000 SUBTROL FRANKLIN COMPLETO 460V     | 5,502.00  |
| 1  | 152040933 INSERTO DE POTENCIA 60 HP 460 V     | 90.00     |
| 1  | TRANSFORMADOR SECO 100VA                      | 693.00    |
| 1  | SELECTOR 3 POSICIONES SIEMNS                  | 226.00    |
| 1  | LUZ PILOTO SIEMENS (S.D.)110/ 220V            | 173.00    |
| 1  | RELOJ 24 HORAS/230/220 VOLTIOS                | 382.00    |
| 1  | AG8503GC PARARRAYOS 600V G.E.                 | 608.00    |



Controlos y Motores Eléctricos



Bombas de Acero Inoxidable



Dosificadores



Motobombas Diesel y Gasolina



Bombas de Aplicaciones Especiales



Sistemas de Riego



PUMPS AND PUMPS ONLY SINCE 1877  
Turbinas Verticales



**HIDROTECNIA S.A.**

AVENIDA LA CASTELLANA 39-36, ZONA 8 GUATEMALA C.A.  
www.aguainlinea.com



**STA-RITE**  
SISTEMAS DE BOMBEO PARA AGU.



TELEFONOS PBX. 2472-1212 • 2384-8400 FAX: 2472-10  
E-mail: ventas@hidrotecnia.net

- P -

Página 2 de 3

Anteproyecto: 61316 Parte: A

Subtotal Q 92,957.25

**Rubro "B": Mano de Obra y Artículos Estimados**

|                                     |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|
| TEE, NIPLE, TAPON Y U. U. HG. DE 4" | 1,980.00                 |
| EMPALME VULCANIZADO Y AMARRES       | 275.00                   |
| FUNDA DE ENFRIAMIENTO               | 925.00                   |
| ARTÍCULOS VARIOS Y MISCELANEOS      | 2,530.00                 |
| MANO DE OBRA POR INSTALACION        | 5,050.00                 |
| <b>Subtotal Rubro "B" Q</b>         | <b><u>10,760.00</u></b>  |
| <b>TOTAL Q</b>                      | <b><u>103,717.25</u></b> |



\* Controles y Motores Eléctricos



\* Bombas de Acero Inoxidable

**PULSAFEEDER**

\* Dosificadores



\* Motobombas Diesel y Gasolina

**SHURLO**

\* Bombas de Aplicaciones

**AZUD**

\* Sistemas de Riego



\* PUMPS AND PUMPS ONLY SINCE 187  
\* Turbinas Verticales