



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
POR BOMBEO, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PALOPÓ,
DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

Byron Giovanni Morales Gerónimo

Asesorado por: Inga. Christa Classon de Pinto

Guatemala, enero de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
POR BOMBEO, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PALOPÓ,
DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

BYRON GIOVANNY MORALES GERÓNIMO

ASESORADO POR: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ENERO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|-------------------|--------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| VOCAL I | Inga. Glenda Patricia García Soria |
| VOCAL II | Inga. Alba Maritza Guerrero de López |
| VOCAL III | Ing. Miguel Angel Dávila Calderón |
| VOCAL IV | Br. Jose Milton De León Bran |
| VOCAL V | Br. Isaac Sultán Mejía |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------------|----------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| EXAMINADOR | Ing. Christa Classon de Pinto |
| EXAMINADOR | Ing. Juan Merck Cos |
| EXAMINADOR | Ing. Luis Sandoval Mendoza |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PALOPÓ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 11 de septiembre de 2007.

Byron Giovanni Morales Gerónimo

ACTO QUE DEDICO A:

Dios: Al Todopoderoso, por darme la inteligencia, perseverancia y aliento de seguir adelante a pesar de las adversidades que la vida me ha dado.

Mi esposa: **Mayra Elizabeth Cano Mendizábal**

Que me apoyó en las buenas y las malas, debido a ese apoyo tengo el privilegio de ser un profesional. Gracias por tu amor y comprensión.

Mi hija: **Diana Giomaeli Morales Cano,**

Regalo que Dios me dio, el amor que llevo siempre en mi corazón y motivo de querer superarme día a día.

Mis padres : Marco Antonio Morales Fuentes
Emerita Gerónimo Rodríguez

Mis hermanos: **Marco Antonio, Luis Octavio, Edder Saúl, Hugo Estuardo**

Con cariño y aprecio.

A mis sobrinos: **Ericsson, Oliver, Alessandro, Geovani, Aylin**

Que sí se puede y que lo más importante es creer en uno mismo.

AGRADECIMIENTOS A:

Mi Dios, por darme la esposa idónea.

Mi amada esposa, por su comprensión y apoyo en todo momento, por eso y muchas cosas más se hizo realidad este sueño.

La Facultad de Ingeniería, por darme ese privilegio ser un miembro más y tener ese privilegio de ser un profesional del ramo.

La Universidad de San Carlos de Guatemala.

Y muy especialmente, a todas las personas que me brindaron su ayuda y el apoyo desinteresado en la realización del EPS y del Trabajo de Graduación.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-------------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | V |
| LISTA DE SÍMBOLOS | VII |
| GLOSARIO | IX |
| RESUMEN | XIII |
| OBJETIVOS | XV |
| INTRODUCCIÓN | XVII |
| | |
| 1. FASE DE INVESTIGACIÓN | 1 |
| | |
| 1.1 Monografía del municipio de Santa Catarina Palopó..... | 1 |
| 1.1.1 Aspectos físicos | 1 |
| 1.1.1.1 Localización y ubicación | 2 |
| 1.1.1.2 Límites y colindancias..... | 2 |
| 1.1.1.3 Clima | 2 |
| 1.1.1.5 Población e idioma | 4 |
| 1.1.1.8 Suelo y topografía | 4 |
| 1.1.2 Aspectos de infraestructura..... | 4 |
| 1.1.2.1 Vías de acceso | 4 |
| 1.1.2.1 Servicios públicos..... | 4 |
| 1.1.3 Aspectos socioeconómicos | 6 |
| 1.1.3.1 Producción agrícola..... | 6 |
| 1.1.3.2 Producción pecuaria | 7 |
| 1.1.3.3 Producción artesanal | 8 |
| 1.2 Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio..... | 8 |
| 1.1.2.1 Descripción de las necesidades..... | 8 |
| 1.1.2.2 Priorización de las necesidades..... | 9 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 2. | SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL | 11 |
| 2.1 | Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, municipio de Santa Catarina Palopó | 11 |
| 2.1.1 | Descripción del proyecto..... | 11 |
| 2.1.2 | Localización de fuentes de abastecimiento | 12 |
| 2.1.3 | Aforo de las fuentes | 12 |
| 2.1.4 | Calidad del agua | 12 |
| 2.1.4.1 | Análisis físico-químico | 13 |
| 2.1.4.2 | Análisis bacteriológico | 13 |
| 2.1.5 | Levantamiento topográfico..... | 13 |
| 2.1.5.1 | Planimetría | 14 |
| 2.1.5.2 | Altimetría | 14 |
| 2.1.6 | Parámetros y criterios de diseño..... | 15 |
| 2.1.6.1 | Período de diseño | 15 |
| 2.1.6.2 | Tasa de crecimiento poblacional | 15 |
| 2.1.6.3 | Estimación de la población de diseño | 15 |
| 2.1.6.4 | Dotación | 16 |
| 2.1.6.5 | Caudal medio diario..... | 17 |
| 2.1.6.6 | Caudal máximo diario..... | 18 |
| 2.1.6.7 | Caudal máximo horario..... | 19 |
| 2.1.6.8 | Caudal de bombeo | 21 |
| 2.1.6.9 | Captación | 23 |
| 2.1.6.10 | Estaciones de bombeo | 25 |
| 2.1.6.11 | Línea de impulsión | 26 |
| 2.1.6.12 | Línea de conducción | 27 |
| 2.1.6.13 | Tanque de distribución | 28 |
| 2.1.6.14 | Red de distribución | 31 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 2.1.7 | Diseño de los componentes del sistema..... | 32 |
| 2.1.7.1 | Sistema de bombeo..... | 33 |
| 2.1.7.1.1 | Línea de impulsión..... | 33 |
| 2.1.7.1.2 | Verificación del golpe de ariete..... | 37 |
| 2.1.7.1.3 | Potencia de la bomba | 39 |
| 2.1.7.1.4 | Especificaciones del equipo de bombeo..... | 40 |
| 2.1.7.2 | Tanque de distribución | 40 |
| 2.1.7.3 | Línea de conducción por gravedad hacia tanque existente | 65 |
| 2.1.7.4 | Red de distribución..... | 67 |
| 2.1.7.5 | Sistema de desinfección..... | 70 |
| 2.1.7.6 | Obras hidráulicas..... | 72 |
| 2.1.8 | Programa de operación y mantenimiento..... | 73 |
| 2.1.9 | Cronograma de ejecución físico-financiero | 80 |
| 2.1.10 | Propuesta de tarifa | 80 |
| 2.1.11 | Evaluación de impacto ambiental..... | 82 |
| 2.1.12 | Planos y detalles | 85 |
| 2.1.13 | Presupuesto | 85 |
| 2.1.14 | Evaluación socioeconómica | 86 |
| 2.1.14.1 | Valor presente neto | 86 |
| 2.1.14.2 | Tasa interna de retorno | 89 |
| | CONCLUSIONES..... | 91 |
| | RECOMENDACIONES..... | 93 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 95 |
| | APÉNDICES..... | 97 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|----|---|----|
| 1 | Croquis del municipio de Santa Catarina Palopó..... | 1 |
| 2 | Población de acuerdo a edades | 3 |
| 3 | Población de acuerdo a género..... | 3 |
| 4 | Tasa de escolaridad | 6 |
| 5 | Toma lacustre con tubo | 23 |
| 6 | Toma con rejilla sumergida..... | 24 |
| 7 | Línea de gradiente hidráulica de la línea de impulsión..... | 35 |
| 8 | Corte de tanque..... | 42 |
| 9 | Patrón de agrietamiento (tanque vacío) | 44 |
| 10 | Patrón de agrietamiento (tanque lleno) | 44 |
| 11 | Perfil de condiciones de carga (tanque vacío)..... | 45 |
| 12 | Perfil de condiciones de carga (tanque lleno)..... | 49 |
| 13 | Planta del tanque de almacenamiento | 53 |
| 14 | Diagrama de momento último en losa | 55 |
| 15 | Área tributaria sobre vigas..... | 58 |
| 16 | Área tributaria sobre columna..... | 63 |
| 17 | Esquema de ingresos y egresos durante periodo de diseño | 88 |

TABLAS

| | | |
|------|---|-----|
| I | Centros educativos del municipio | 5 |
| II | Bases generales de diseño..... | 65 |
| III | Impacto ambiental etapa de operación | 83 |
| IV | Libreta topográfica de la línea de conducción | 97 |
| V | Libreta topográfica de la red de distribución | 98 |
| VI | Presupuesto desglosado | 110 |
| VII | Memoria de cálculo hidráulico | 135 |
| VIII | Cronograma físico | 144 |
| IX | Cronograma financiero | 145 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|---------------|---|
| ACI | Instituto Americano del Concreto |
| C | Coeficiente de rugosidad |
| cm | Centímetro |
| D | Diámetro |
| Dot | Dotación |
| FHM | Factor de hora máxima |
| FDM | Factor de día máximo |
| h | Hora |
| Hab | Habitante |
| Hf | Pérdida de carga |
| HG | Hierro Galvanizado |
| INFOM | Instituto de Fomento Municipal |
| AECI | Agencia española de cooperación internacional |
| km | Kilómetro |
| L | Litros |
| m | Metro |
| mca | Metros columna de agua |
| mm | Milímetros |
| MSNM | Metros sobre el nivel del mar |
| N | Período de diseño |
| PVC | Cloruro de polivinilo (material de tubo plástico) |
| Q | Caudal |
| Qmd | Caudal máximo diario |
| Qmh | Caudal máximo horario |
| S | Segundo |
| UNEPAR | Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales |

GLOSARIO

| | |
|---------------------|---|
| Accesorios | Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como codos, nipples, coplas, tees, válvulas, etc. |
| Acueducto | Es toda aquella obra destinada al transporte de agua entre dos o más puntos. Esta obra incluye al medio físico, a través del cual el fluido será transportado (tuberías, canales, etc.) como a todas las obras adicionales necesarias para lograr un funcionamiento adecuado de la instalación (Estaciones de Bombeo, Válvulas de todo tipo, Compuertas, Reservas, Transmisión de energía, etc.). |
| Aeróbico | Condición en la cual hay presencia de oxígeno. |
| Aforo | Operación que consiste en medir el caudal de una fuente. |
| Agua potable | Es aquella sanitariamente segura, además de ser inodora, incolora y agradable a los sentidos. |
| Anaeróbico | Condición en la cual no se encuentra presencia de oxígeno. |
| Azimut | Ángulo horizontal referido a un norte magnético o arbitrario, su rango va desde 0° a 360°. |

| | |
|-----------------------------|--|
| Banco de marca | Punto en la altimetría cuya altura se conoce y se utilizará para determinar alturas siguientes. |
| Bases de diseño | Son las bases técnicas adaptadas para el diseño del proyecto. |
| Captación | Estructura que permite recoger y entubar las aguas de la fuente abastecedora. |
| Carga dinámica | Es la suma de las cargas de velocidad ($V^2/2g$) y de presión. |
| Carga estática | Es la diferencia de alturas que existe entre la superficie libre de una fuente de abastecimiento y un punto determinado del acueducto. Se expresa en metros columna de agua (m.c.a.) |
| Caudal | Es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, en un determinado punto de observación, en un instante dado. |
| Conexión domiciliar | Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda, hasta la candela. |
| Cota de terreno | Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado. |
| Densidad de vivienda | Relación existente entre el número de viviendas por unidad de área. |

| | |
|-------------------------|---|
| Desinfección | Eliminación de bacterias patógenas que existen en el agua mediante procesos químicos. |
| Dotación | Es la cantidad de agua necesaria para consumo de una persona por día. |
| Especificaciones | Son normas generales y técnicas de construcción con disposiciones especiales o cualquier otro documento que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto. |
| Nivelación | Es un procedimiento de campo que se realiza para determinar las elevaciones en puntos determinados. |
| Pérdida de carga | Es el cambio que experimenta la presión, dentro de la tubería, por motivo de la fricción. |
| Perfil | Delineación de la superficie de la tierra, según su latitud y altura, referidas a puntos de control. |
| Topografía | Es el arte de representar un terreno en un plano, con su forma, dimensiones y relieve. |
| Tramo inicial | Primer tramo a diseñar o construir en un drenaje. |

RESUMEN

El municipio de Santa Catarina Palopó se ubica en el occidente del país, en el departamento de Sololá, a 153 km de la capital y a 13 km de la cabecera municipal, colinda al norte con San Andrés Semetabaj, al este con San Antonio Palopó, al sur con el lago de Atitán, al oeste con Panajachel, su extensión territorial es de 8 km², altitud de 1585 m sobre el nivel del mar, latitud de 14°45'22" y longitud de 91°08'06".

El sistema de abastecimiento de agua potable consiste en dos bombas sumergibles de 50 HP con motores sumergibles de 50 HP 460v 3 fases capaces de hacer trabajar correctamente a las bombas de agua, equipo de seguridad como tableros de control y válvulas, línea de bombeo de 377.6 m con tubería HG tipo mediano, el cual alimentará el tanque de distribución a construir, tanque de distribución de 200 m³, línea de conducción hacia tanque existente de 1092 m, con tubería de PVC de 5" y de 4" 160 PSI, 1 clorador para el tratamiento del agua en tanque de distribución, línea de distribución de 5,100 m con tubería de PVC de diámetros y presiones diferentes, 670 unidades de conexiones domiciliarias.

El trabajo de graduación detalla la monografía y un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio; en la segunda fase denominada Servicio Técnico Profesional, contiene el desarrollo del diseño hidráulico de los sistemas de abastecimiento de agua potable dicho proyecto fue seleccionado con base al diagnóstico practicado conjuntamente con autoridades municipales, COCODES e .INFOM-AECI.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, para el municipio de Santa Catarina Palopó, departamento de Sololá.

Específicos

1. Desarrollar una investigación de tipo monográfica y un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Santa Catarina Palopó, departamento de Sololá.
2. Capacitar a los miembros de los COCODES del municipio de Santa Catarina Palopó, respecto a la operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable y establecer un sistema tarifario que permita cubrir los costos de administración, operación y mantenimiento.
3. Crear un sistema más salubre de potabilización de agua del lago del Atitlán.

INTRODUCCIÓN

En el municipio de Santa Catarina Palopó, existe una problemática que afecta a la población entera, el agua potable, este problema surge a consecuencia de las lluvias ocasionadas por la tormenta Stan, dicha tormenta destruyó en cierto porcentaje el sistema de abastecimiento de agua, la línea de conducción conectada a un tanque existente se abastecían de los nacimientos de una finca denominada Santa Victoria que se encuentra en jurisdicción del municipio de Panajachel. La municipalidad trató de reestablecer el servicio invirtiendo en nuevas cajas de captación y haciendo lo posible para reparar el sistema existente, sin embargo el caudal ha disminuido considerablemente, debido a los cambios sufridos por el manto freático.

El problema se manifiesta cuando los vecinos del municipio de Santa Catarina necesitan hacer uso del vital líquido y el servicio no satisface sus necesidades teniendo que recurrir a tomar agua del lago de Atitlán.

Es por ello que este trabajo de graduación tiene como objetivo primordial el diseño del proyecto: **SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PALOPÓ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

En todo proceso de transformación encaminado a mejorar el nivel de vida de los habitantes de determinada región, juegan un papel importante las políticas de desarrollo, que tienen por objeto promover un cambio positivo en el modo de vida de los pueblos.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía del municipio de Santa Catarina Palopó

1.1.1 Aspectos físicos

1.1.1.1 Localización y ubicación

El municipio de Santa Catarina Palopó se ubica en el occidente del país, en el departamento de Sololá, a 153 km de la capital y a 13 km de la cabecera municipal, colinda al norte con San Andrés Semetabaj, al este con San Antonio Palopó, al sur con el lago de Atitlán, al oeste con Panajachel, su extensión territorial es de 8 km², altitud de 1585 m sobre el nivel del mar, latitud de 14°43'22" y longitud de 91°08'06".



Fuente: IGN hoja 1960 II

Figura 1. Mapa cartográfico del municipio de Santa Catarina Palopó.

1.1.1.2 Límites y colindancias

Colinda al norte con San Andrés Semetabaj, limita al este con San Antonio Palopó, al sur con el lago de Atitán, al oeste con Panajachel.

1.1.1.3 Clima

Según datos del Instituto Nacional de Sismología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), a través de la estación climatológica mas cercana “El Tablón” localizada en el municipio del Tablón, departamento de Sololá se ha establecido que para el año 2007, el promedio anual de temperatura máxima fue de 21.10 grados centígrados y el promedio anual de temperatura mínima fue de 8.93 grados centígrados.

El clima es subtropical, semi-frio, con una temperatura media anual de 20° C, y una precipitación pluvial de 1500 a 2500 mm.

1.1.1.4 Población e idioma

Actualmente, el municipio se compone de 670 viviendas, haciendo un total de 4020 habitantes, con un promedio de 6 personas/vivienda

La mayoría de habitantes pertenecen a la etnia Quiche Cackchiquel con un 94% de población indígena y un 6% ladinos, esta población fue muy castigada durante la época de lo años 80 situación que provocó el atraso social y económico.

A continuación se ilustran dos gráficas en las que se muestra los datos de la población del municipio de Santa Catarina Palopó, departamento de Sololá

Figura 2. Población de acuerdo a edades

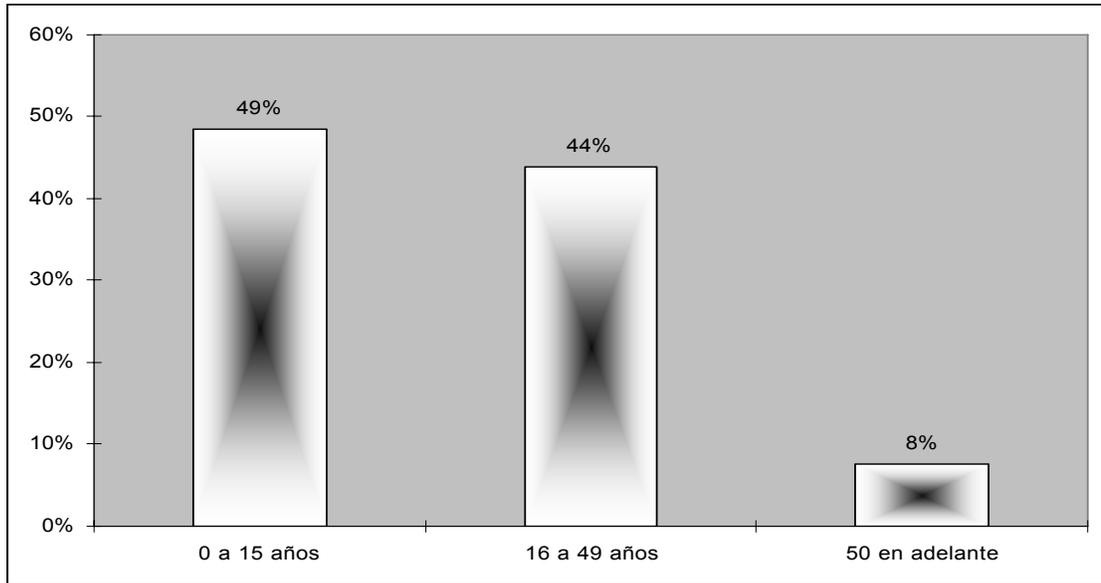
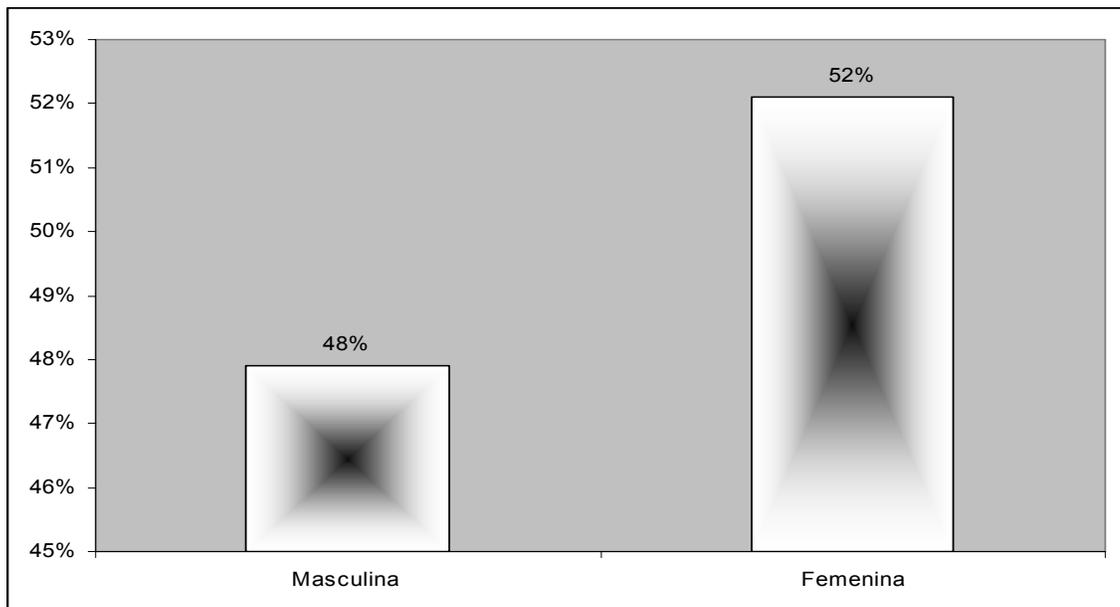


Figura 3. Población de acuerdo a género



1.1.1.5 Suelo y topografía

La pendiente alrededor del lago es de 0% a 5% y se incrementa entre 32% a 45% y más. Los suelos son profundos de textura mediana, bien drenados, de color pardo o café. El potencial de estos suelos es propicio para hortalizas, flores, maíz, cebolla, avena, con poca exigencia café, frutas exóticas entre estas mangostán, litchi, persimón, kiwi, y kamistel

1.1.2 Aspectos de infraestructura

1.1.2.1 Vías de acceso

Desde la cabecera departamental se puede llegar a Santa Catarina Palopó, con un recorrido de 13 kilómetros vía Panajachel, por carretera asfaltada, y desde la ciudad capital un recorrido de 153 kilómetros.

1.1.2.1 Servicios públicos

Energía eléctrica: De las 670 viviendas 620 (92%) disponen de este servicio y 50 (8%) no cuentan con este servicio; en cuanto al alumbrado público, solo la cabecera municipal cuenta con este servicio.

Letrinización: 530 viviendas (79%) cuentan con instalación de letrina. Por consiguiente 140 (21%) carecen de dicha instalación.

Agua potable: Debido a los estragos que ocasionó la tormenta Stan al sistema de agua potable, dicho sistema desapareció literalmente, por el momento la municipalidad ha invertido en cajas de captación y reparando cuanto ha sido posible sin embargo el caudal ha disminuido como consecuencia de los cambios sufridos por el manto freático.

Teléfonos: Cuentan con teléfonos públicos y telefonía celular de todas las empresas.

Templos religiosos: La religión predominante ha sido la católica. Las denominaciones evangélicas han crecido en los últimos años con cinco capillas.

Educación: La situación en los servicios educativos se muestra a continuación en la siguiente tabla:

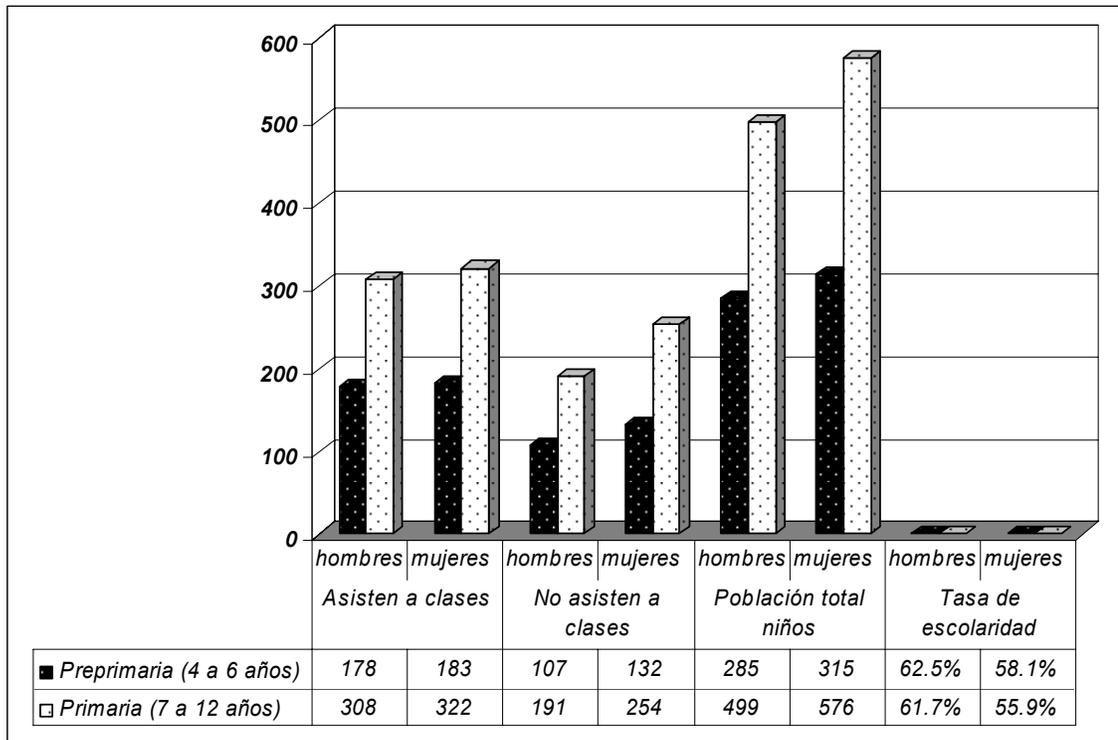
Tabla I Centros educativos del municipio

| NIVEL | SECTOR | AREA | JORNADA | CANTIDAD |
|----------------------|---------------|-------------|----------------|-----------------|
| Preprimaria | Oficial | Urbana | Matutina | 1 |
| Preprimaria | Oficial | Rural | Matutina | 1 |
| Preprimaria | Oficial | Urbana | Vespertina | 1 |
| Preprimaria bilingüe | Oficial | Urbana | Matutina | 1 |
| Preprimaria bilingüe | Oficial | Rural | Matutina | 2 |
| Primaria | Oficial | Urbana | Vespertina | 1 |
| Primaria | Oficial | Urbana | Matutina | 1 |
| Primaria | Oficial | Rural | Matutina | 2 |
| Básicos | Cooperativa | Urbana | Vespertina | 1 |
| | | | Total | 11 |

Fuente: Dirección departamental de educación
Estadísticas de los niveles preprima, primaria y básicos

La tasa neta de escolaridad en el nivel preprimario asciende a un 60.30%; en relación a la población total, según el INE, en lo que respecta a niños 62.5% y niñas 58.1% y en el nivel primario la tasa neta de escolaridad asciende a un 61.70%; y en lo que respecta a niños 61.70% y niñas 55.9%. A continuación se presenta esta información en forma gráfica:

Figura 4. Tasa de escolaridad



1.1.3 Aspecto socioeconómico

1.1.3.1 Producción agrícola

- a) **Maíz:** Las técnicas de producción son tradicionales, en consecuencia, los rendimientos por área cultivada son de poca cuantía. Sobre las base de datos obtenidas la producción promedio es de 8,840 quintales.
- b) **Fríjol:** La misma técnica se reporta una producción media de 1,070 quintales.
- c) **Trigo:** No se reporta ninguna producción
- d) **Frutas:** Se produce especialmente durazno y aguacate en cantidades de 27,594 y 150 quintales respectivamente.

- e) **Hortalizas:** repollo, tomate, cebolla, cilantro. La producción es la siguiente: repollo 800 bultos (24 repollos/bulto); tomate 1,200 quintales; cebolla 3,000 bultos(1300 cebollas/bulto); cilantro 1070 manojos; en menor cuantía se produce arveja china y brócoli.
- f) **Flores:** Se cultiva en poca cuantía.
- g) **Comercialización:** La producción de frijol es destinada para consumo familiar. Las hortalizas son destinadas a la venta, especialmente en el mercado de la cabecera departamental.
- h) **Tecnología Agrícola:** Utilizan fertilizantes y semillas mejoradas.

La población está formada por propietarios de pequeñas parcelas y huertos familiares dedicados a la agricultura y pesca, la producción comercial se compone de café, maíz, y frijol, existen mayor cantidad de cultivos que se comercializan a menor escala que son fuente de ingresos y medio de alimentación para los habitantes de esta población.

1.1.3.2 Producción pecuaria

No se reporta la explotación de especies pecuarias, salvo la crianza de aves de corral en el ámbito doméstico.

Domestico

La actividad pesquera era importante hasta la década de los años 60, pero con la introducción de la lobina negra llamada por los pobladores “Boquerón” se agotaron las especies que eran capturadas con anzuelo o red.

Actualmente existen alrededor de 30 pescadores quienes pescan un promedio de 15 libras diarias. El precio de la libra de pescado es de Q 12.50.

1.1.3.3 Producción artesanal

Para consumo familiar y venta se elaboran güipiles, pantalones, fajas, cintas para el tocado femenino, pulseras, cintas, servilletas, manteles bolsas. Se estima que alrededor de 110 mujeres se dedican a la actividad textil utilizando telar de cintura. En la cabecera municipal hay 16 tiendas con venta de artesanía.

El nivel de ingresos en este municipio es muy bajo de Q18.00 a Q 24.00 diarios, con muy pocas excepciones tienen ingresos adicionales por sus oficios artesanales.

1.2 Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Santa Catarina Palopó

1.2.1 Descripción de las necesidades

A través de una encuesta sanitaria realizada y entrevistas realizadas a las autoridades y líderes de la aldea se determinaron las necesidades que a continuación se puntualizan.

- Reconstrucción del sistema de abastecimiento de agua potable; actualmente el sistema se encuentra con serios daños, debido a los estragos que ocasionó la tormenta Stan. El caudal de las fuentes existentes ha disminuido debido a los cambios del nivel freático.
- Compra de predio para el traslado de personas que perdieron su vivienda.

- Construcción de viviendas básicas, 48 en la cabecera municipal. Y 4 en el caserío Pacamán.
- Construcción de muro de contención en el cauce del río en la cabecera municipal.
- Construcción de la escuela caserío Pacamán.
- Construcción de planta de tratamiento de desechos líquidos en la cabecera municipal.

1.2.2 Priorización de las necesidades

Considerando los criterios, tanto de la alcaldía como de los comités, se enumeran a continuación, según el orden de prioridad asignado.

- Reconstrucción del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Compra de predio para el traslado de personas que perdieron su vivienda.
- Construcción de viviendas básicas, 48 en la cabecera municipal. Y 4 en el caserío Pacamán.
- Construcción de la escuela caserío Pacamán.
- Construcción de muro de contención en el cauce del río en la cabecera municipal.
- Construcción de planta de tratamiento de desechos líquidos en la cabecera municipal.

Se priorizó el proyecto sistema de abastecimiento de agua potable, considerando que dicho proyecto es de emergencia Post Stan. Este proyecto garantizará las condiciones mínimas de salubridad para el correcto desenvolvimiento de la vida diaria de los habitantes en cuestión.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, municipio de Santa Catarina Palopó.

2.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, la fuente de abastecimiento será el lago de Atitlán, de la cual se bombeará agua hacia un tanque de distribución. El tanque de distribución se conectará por medio de una línea de conducción hacia un tanque existente.

Los tanques; tanto el que se construirá como el existente conducirán el agua por gravedad a los usuarios y conexiones domiciliarias este sistema abastecerá a 670 viviendas.

Renglones de trabajo según descripción:

1. Equipo de bombeo
2. Línea de bombeo o línea de impulsión con tubería HG 6" (384.00 ml).
3. Bases para tubería HG. (160 unidades).
4. Caseta de controles.
5. Ampliación de línea, transformadores de energía eléctrica.
6. Tanque de distribución (200 m3).
7. Línea de conducción hacia tanque existente (1,092 ml).
8. Cajas para válvulas.
9. Clorador (1 unidad)
10. Línea de distribución (5100.00 ml)
11. Conexiones domiciliarias (670 unidades)

2.1.2 Localización de fuentes de abastecimiento

La fuente de abastecimiento del sistema de agua potable será el lago de Atitlán del que se impulsará agua por medio de un sistema de bombeo hacia tanque de almacenamiento, luego hacia red de distribución.

2.1.3 Aforo de la fuente

En este caso no se hizo aforo, debido a que no aplica por que no es ninguna corriente.

2.1.4 Calidad del agua

El agua potable debe llenar ciertas condiciones, tales como:

- a) Incolora en pequeñas cantidades o ligeramente azulada en grandes masas.
- b) Inodora, insípida y fresca.
- c) Aireada, sin substancias en disolución y sobre todo sin materia orgánica.
- d) Libre de microorganismos que puedan ocasionar enfermedades.

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

2.1.4.1 Análisis fisicoquímico

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.

2.1.4.2 Análisis 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, los cuales deben hacerse periódicamente por seguridad y previsión de cualquier brote de contaminación que pueda causar daños a la salud de la población en general.

2.1.5 Levantamiento topográfico

La topografía para un proyecto de agua potable define el diseño del sistema, ya que tiene por objeto medir las extensiones de terreno, determinar la posición y elevación de puntos situados sobre y bajo la superficie del terreno. Las notas realizadas en la libreta de campo deben ser lo más claras posibles, especificando los problemas que se puedan suscitar en el trayecto de la tubería. Es necesario realizar inspecciones preliminares para formarse un criterio sobre los elementos que serán determinantes en el diseño hidráulico del sistema. Los levantamientos topográficos para acueductos rurales contienen las dos acciones principales de la topografía las cuales son:

- Altimetría y planimetría

La planimetría y altimetría pueden ser de 1er., 2do. y 3er. Esto dependiendo de las características del proyecto y las normas que el diseñador utilice. En la realización de este proyecto se aplicó una topografía de segundo orden; para el levantamiento topográfico se utilizó un teodolito, trípode, estadal, cinta métrica y plomadas. Los trabajos de topografía consistieron en el levantamiento de la línea de conducción por bombeo y gravedad, zona del tanque de almacenamiento, red de distribución áreas de posibles obras.

2.1.5.1 Planimetría

Está definida como el conjunto de trabajos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra, tomando como referencia el norte para su orientación. Tiene como objeto determinar la longitud del proyecto que se va a realizar, localizar los accidentes geográficos y todas aquellas características tanto naturales como no naturales que puedan influir en el diseño del sistema, por ejemplo, calles, edificios, áreas de desarrollo futuro, carreteras, zanjonés, ríos, cerros, etc.

En la medición de planimetría del proyecto se utilizó el método de conservación del azimut.

2.1.5.2 Altimetría

La altimetría se encarga de la medición de la diferencia de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia.

2.1.6 Parámetros y criterios de diseño

2.1.6.1 Período de diseño

Se entiende como período de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, al tiempo comprendido entre la puesta en servicio y el momento en el que sobrepase las condiciones establecidas en el diseño. Con base a las normas establecidas, todas las partes del proyecto fueron diseñadas para un período de 21 años.

2.1.6.2 Tasa de crecimiento poblacional

Según los datos de población del Instituto Nacional de Estadística, obtenido del censo de 2004, además de parámetros utilizados en la Oficina de Planificación Municipal del municipio de Santa Catarina Palopó, se optó por una tasa del 3.00%, tomada en cuenta para estimar la población futura.

2.1.6.3 Estimación de la población de diseño

Para el cálculo de la población futura se utilizó la población total actual de 4,020 habitantes. Para su cálculo utilizaremos el método de crecimiento geométrico según la fórmula siguiente:

$$P_f = P_o * (1 + r/100)^n$$

Donde:

P_f = población futura

r = tasa de crecimiento poblacional (%)

P_o = población actual

n = período de diseño

$$P_o = 4020 \text{ habitantes}$$

$$P_f = \text{¿?}$$

$$r = 3.00\%$$

$$n = 21 \text{ años}$$

Sustituyendo valores:

$$P_f = 4,020 * (1 + 3/100)^{21}$$

$$P_f = 7478 \text{ habitantes}$$

2.1.6.4 Dotación

La dotación corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurren en el sistema de acueducto.

En el caso que no existan datos en el municipio para el diseño de un nuevo sistema de acueducto o la ampliación del sistema de acueducto existente, los cálculos necesarios para estimar la dotación neta deben hacerse teniendo en cuenta los datos de poblaciones similares. Al diseñar se debe tener en cuenta los siguientes aspectos para la elección de las poblaciones similares: temperatura media, hidrología, tamaño de la población, nivel socioeconómico, tamaño del sector comercial y tamaño del sector industrial.

A falta de éstos se tomarán en cuenta los siguientes valores:

- Servicio a base de llenacántaros exclusivamente: 30 – 60 l/h/d.
- Servicio mixto de llenacántaros y conexiones prediales: 60 – 90 l/h/d.
- Servicio conexiones prediales fuera de la vivienda: 60 – 120 l/h/d.
- Servicio de conexión intradomiciliar, con opción a varios grifos por vivienda: 90 – 170 l/h/d.
- Servicio de pozo excavado, con bomba de mano como mínimo 15 l/h/d.

Se estimó una dotación de 110 litros/habitante/día, esta dotación se encuentra en el rango de los valores de las dotaciones recomendadas para acueductos rurales entre 60 litros/habitante/día a 120 litros/habitante/día, según normas de UNEPAR.

2.1.6.5 Caudal medio diario (Q_m)

Es el caudal medio calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación asignada. Corresponde al promedio de los consumos diarios en un período de un año y puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$Q_m = Dot * P_f / 86400$$

Donde:

Q_m = caudal medio en l/s

Dot = Dotación (l/h/d)

P_f = número de habitantes futuros

$$Q_m = ?$$

$$Dot = 110 \text{ l/h/d}$$

$$P_f = 7478.00 \text{ habitantes}$$

Sustituyendo valores:

$$Q_m = \frac{(110 \text{ l/Hab/día})(7478 \text{ Hab})}{86400} = 9.52 \text{ l/s}$$

2.1.6.6 Caudal máximo diario (Q_{md})

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, se calcula multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de consumo máximo diario FDM, este factor varía entre 1.2 a 1.5, para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes, según normas de diseño para acueductos rurales de UNEPAR.

Se recomienda que el diseño hidráulico de la tubería de distribución se realice tomando en cuenta criterios de uso simultaneo vrs factor de hora máxima, seleccionando siempre el valor más alto obtenido de ambos cálculos. Para el efecto se utilizarán las expresiones siguientes:

La ecuación del caudal máximo diario es la siguiente:

$$Q_{md} = Q_m * FDM$$

Donde:

Q_{md} = Caudal máximo diario (l/s)

FDM = Factor de día máximo (adimensional)

Q_m = Caudal medio (l/s)

$Q_{md} = ?$

FDM = 1.2

$Q_m = 9.52$ l/s

Sustituyendo valores:

$$Q_{md} = 9.52 * 1.2 = 11.43 \text{ l / s}$$

2.1.6.7 Caudal máximo horario (Q_{mh})

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. Este consumo se determina por el producto del consumo medio diario por un coeficiente que será de 2.0 a 3.0; para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y 2.0 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes; según normas de acueductos rurales de UNEPAR.

Se recomienda que el diseño hidráulico de la tubería de distribución se realice tomando en cuenta criterios de uso simultaneo vrs factor de hora máxima, seleccionando siempre el valor más alto obtenido de ambos cálculos.

Para el efecto se utilizarán las expresiones siguientes:

Uso simultaneo

$$q = k\sqrt{(n-1)}$$

Donde:

q = caudal de uso simultaneo no menor de 0.20 l/s

k = 0.15 para predial; k = 0.25 para llenácantaros

n = número de conexiones o llenácantaros

La ecuación del caudal máximo horario es la siguiente

$$Q_{mh} = Q_m * FHM$$

Donde:

Q_{mh} = Caudal máximo horario (l/s)

FHM = Factor de hora máxima (adimensional)

Q_m = Caudal medio (l/s)

$$Q_{mh} = ?$$

$$FHM = 2 \quad Q_m = 9.52 \text{ l/s}$$

Sustituyendo valores:

$$Q_{mh} = 9.52 * 2 = 19.04 \text{ l/s}$$

2.1.6.8 Caudal de bombeo (Qb)

El caudal de bombeo depende del período que se adopte, este período deberá estar comprendido entre 8 y 12 horas diarias preferiblemente (de tal forma se pueda preservar la vida útil del equipo). Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Qb = \frac{Q_{md} * 24}{T}$$

Donde: Qb = Caudal de bombeo
 Q_{md} = Caudal máximo diario
 T = Período de bombeo (horas)

La estimación del tiempo o período de bombeo, se deben considerar criterios económicos de consumo, capacidad de la fuente. La capacidad de la estación debe ser el caudal máximo diario Q_{md}, si el bombeo es de 24 horas. Si se bombea menos horas al día la capacidad de la estación debe ser el caudal máximo diario dividido el porcentaje del tiempo de bombeo. Siempre debe bombearse a un tanque de almacenamiento o compensación. Se recomienda períodos de bombeo entre 8 y 12 horas por día para motores Diesel y de 12 a 18 horas por día para motores eléctricos.

Es importante aclarar que el equipo de bombeo es el que debe diseñarse, para un período de 5 a 10 años (ver pág. 20 normas Infom-Unepar), más no el resto de los componentes del sistema; por lo que la tubería de descarga debe diseñarse de tal manera que sea suficiente para abastecer a una población futura de 21 años, como este caso.

$$Qb_{(21años)} = \frac{11.43 \text{ l / s} * 24h}{12h}$$

$$Qb = 22.86 \text{ l / s} \cong 360 \text{ galones / min} \cong 0.02286 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Caudal de bombeo proyectado a 5 años para el equipo de bombeo

Población futura

$$P_f = 4,020 * (1 + 3/100)^5 \quad P_f = 4,660 \text{ habitantes}$$

Caudal medio

$$Q_m = \frac{P_f * \text{dotación}}{86400}$$

$$86400$$

$$Q_m = \frac{4,660 \text{ hab} * 110 \text{ l/h/d}}{86400} \quad Q_m = 5.93 \text{ l/s}$$

$$86400$$

Caudal medio diario

$$Q_{md} = F_{md} * Q_m \quad Q_{md} = 1.2 * 5.93 \text{ l/s} \quad Q_{md} = 7.11 \text{ l/s}$$

Caudal de bombeo

$$Q_b = \frac{Q_{md} * 24}{T} \quad Q_b = \frac{7.11 \text{ l/s} * 24}{12}$$

$$T$$

$$12$$

$$Q_b = 14.23 \text{ l / s}$$

2.1.6.9 Captación

CAPTACIONES DE AGUA EN LAGOS

El agua de los lagos suele presentar, en general, buenas características de calidad, debido a la autodepuración por sedimentación que experimenta durante su largo reposo en ellos. Sin embargo, si el lago es pequeño, poco profundo o sus riberas están densamente pobladas, la captación debe localizarse donde el peligro de contaminación sea mínimo, lo que puede exigir el estudio de las corrientes y de los vientos y especialmente el movimiento de las aguas residuales o residuos industriales que puedan descargarse sobre el lago. Las principales condiciones que debe cumplir una captación lacustre son:

- Situarse en zona de agua no contaminada.
- Situarse a una profundidad no menor de 9 m. a fin de evitar la acción perturbadora del hielo, oleaje, etc. Si es posible, resulta recomendable llegar a los 30 - 40 m., donde pueda obtenerse agua de buena calidad y temperatura constante.
- Situar la abertura de captación a más de 2 m. sobre el nivel del fondo del lago, a fin que el agua captada no arrastre sedimentos.
- La velocidad de entrada del agua debe ser baja para que no se produzcan excesivos arrastres de cuerpos flotantes, sedimentos, hielo, peces, etc. A este respecto, se han empleado con éxito, velocidades de entradas menores de 15 cm. por segundo.

Las captaciones de agua lacustre pueden ser de tres tipos:

1.1. Las captaciones de torre

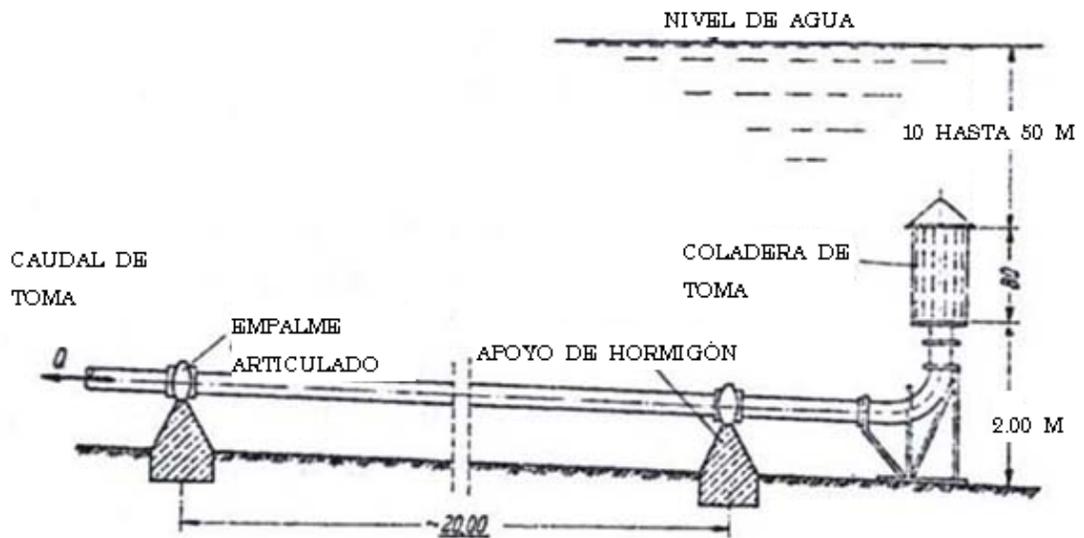
Similares a las ya mencionadas en ríos y a verse para embalses, son especialmente indicadas para aquellos casos en los que la toma está por

encima de los 15 m. bajo el nivel del lago. Por ejemplo, la toma de la ciudad de Chicago, en el lago Michigan, situada a 3000 m. de la ribera y con su captación a 10 m. de profundidad a la que sin embargo su “alta” velocidad de captación (45 cm. /s) origina problemas con los hielos invernales.

1.2. Las tomas de tubo

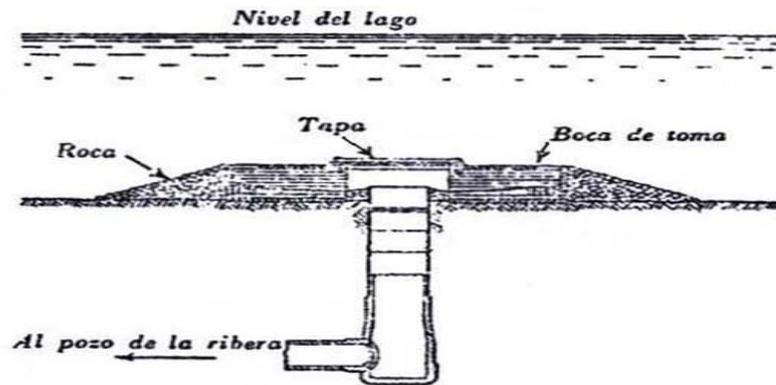
Constituidas por una tubería que termina en un codo de 90° y una alcachofa o filtro de toma, situada por encima de los 2 m sobre el fondo.

Figura 5. Toma lacustre con tubo.



Están constituidas por una rejilla horizontal situada sobre una bancada de escollera que la eleva varios metros sobre el fondo.

Figura 6. Toma con rejilla sumergida.



Normas de diseño para captaciones en lagos, lagunas y embalses

- a) La toma se hará lo más lejos de la orilla que sea posible.
- b) La cota invert de la entrada a la toma no debe estar a menos de 1.50m, del fondo y cuando sea posible a 3.00m, del nivel mínimo de la superficie del agua.

Ver normas generales para diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable de UNEPAR pág. 17 y 18.

2.1.6.10 Estaciones de bombeo

Cuando un acueducto se diseñe por bombeo, deberán considerarse detenidamente diferentes factores:

- a) Que la operación de todo sistema de bombeo en términos generales es más costosa que la de un sistema similar por gravedad.
- b) Que deben considerarse además de las inversiones iniciales los costos de depreciación, mantenimiento y operación del sistema.

- c) Para seleccionar el equipo de bombeo se toma fundamentalmente el caudal de bombeo, el fin del periodo de vida útil del equipo y la altura dinámica total.
- d) Para la selección del tipo de bomba se debe considerar:
- Caudal de bombeo (l/s)
 - Temperatura y turbiedad del agua (° C y UN)
 - Temperatura del lugar (° C)
 - Altura sobre el nivel del mar (m)
 - Presión atmosférica del lugar (m.c.a)
 - Presión de vapor (m.c.a)
- e) La potencia del motor debe ser mayor a la potencia requerida por la bomba en un 10% a 15% lo que permite absorber las pérdidas de disipación de calor.
- f) Se recomienda que para la línea de succión la velocidad de flujo sea menores de 2.5 m/s y la velocidad de rotación debe ser mayor de 3600 rpm.

2.1.6.11 Línea de impulsión

La línea de impulsión se diseñará para conducir el caudal máximo diario durante el tiempo de bombeo adoptado.

En sistemas por bombeo la determinación del diámetro económico es uno de los aspectos más importantes, para determinar este diámetro se puede optar por la fórmula de Bresse, teóricamente el diámetro de una línea de descarga puede ser cualquiera. Si se adopta un diámetro relativamente grande, resultarán pérdidas de carga pequeñas y en consecuencia, la potencia del sistema de bombeo será reducida. Las bombas serán de menor costo; sin embargo, el costo de la tubería de descarga será elevado. Si al contrario, se

establece un diámetro relativamente pequeño, resultarán pérdidas elevadas, exigiendo mayor potencia de las máquinas. El costo de la tubería será bajo y los sistemas de bombas serán costosos, consumiendo más energía.

Existe un diámetro conveniente, para el cual el costo total de las instalaciones es mínimo. La velocidad en las tuberías de descarga generalmente es superior a 0.55 m/s y rara vez sobrepasa 2.4 m/s.

Este límite superior se encuentra comúnmente en instalaciones en que las bombas funcionan sólo algunas horas por día.

La línea de impulsión no puede intersectar en ningún momento ni para ningún caudal la línea piezométrica, en sus condiciones normales de funcionamiento.

2.1.6.12 Línea de conducción

Existen dos tipos de conducciones a superficie libre (canales) o a presión ya sea por bombeo o por gravedad, no es recomendable a superficie libre debido a las dificultades que presenta su mantenimiento y fundamentalmente por las condiciones de riesgo de contaminación a las que se hallaría sometida la conducción y por consiguiente pérdida de calidad sanitaria.

Previamente a iniciar el levantamiento topográfico de las líneas de conducción deberá hacerse un recorrido desde las fuentes hasta las comunidades para hacer una selección preliminar de la localización de las líneas de conducción.

El levantamiento topográfico de estas líneas deberá registrar los obstáculos mas importantes y los que pudieran provocar algún problema en el diseño y construcción y para tales efectos, deberá observarse la siguiente norma: cuando las distancias sean uniformes, sin accidentes intermedios como zanjones o montículos, las distancias entre puntos de nivelación dependerá de la pendiente longitudinal y se tomaran los siguientes parámetros:

| Pendiente longitudinal Línea de conducción | Distancia horizontal mínima entre puntos de nivelación |
|---|---|
| Menor de 5% | 20.00 metros |
| Entre 5% y 20% | 10.00 metros |
| Mayor de 20% | 5.00 metros |

La velocidad para conducciones son las siguientes:

Mínima = 0.40 m/seg. y Máxima = 3.00 m/seg.

Para distribución: Mínima = 0.60 m/seg y Máxima = 3.00 m/seg.

2.1.6.13 Tanque de distribución

Se deben considerar detenidamente diferentes factores y condiciones generales:

- a) El tanque debe estar localizado en terrenos no susceptibles de deslizamientos o inundaciones.
- b) Deben tomarse las medidas de seguridad necesarias como cercos, vías de acceso restringidas y vigilancia, para evitar el acceso de personas a excepción de las encargadas de la operación y/o mantenimiento.
- c) Si el tanque es enterrado o semienterrado, debe estar alejado de cualquier fuente de contaminación, tales como pozos sépticos, depósitos de basuras,

- letrinas, alcantarillas, gallineros, etc. y debe cubrirse con losa de concreto reforzada, provista de boca de inspección y reparación. La cubierta debe tener una pendiente mínima de un 2%, con el fin de evitar encharcamientos.
- d) El material del tanque debe resistir los empujes hidrostáticos, así como las fuerzas causadas por el empuje de tierra y desplazamiento, en el caso de tanques enterrados o semienterrados, cuando el tanque se encuentre desocupado.
 - e) En todos los casos debe dejarse un borde libre entre nivel máximo y losa con el fin de permitir la ventilación. Se recomienda un borde de 0.30 m como mínimo.
 - f) La entrada de agua debe ser dotada de un sistema de cierre manual o automático que pueda maniobrarse desde la parte externa del tanque.
 - g) De ser posible, la entrada al tanque debe estar por la parte superior, especialmente cuando la alimentación se realice por bombeo.
 - h) Cuando la entrada se encuentre por debajo del nivel del agua, la tubería de alimentación debe estar dotada de un dispositivo de cierre, con el fin de impedir la pérdida de agua en caso de que ocurra una disminución de presión o falla en la tubería alimentadora.
 - i) La salida de agua del tanque debe ser independiente de la entrada y deben evitarse zonas sin flujo en el tanque.
 - j) La salida debe colocarse opuesta a la entrada, para lograr un mayor tiempo de detención del agua en el tanque.
 - k) El diámetro de la tubería de salida depende del diámetro de la tubería matriz de distribución o de la tubería de conducción.
 - l) El sistema de salida debe minimizar las pérdidas de energía, evitando superar un valor de 0.50 m en la línea piezométrica.
 - m) La tubería de salida tiene que tener pichacha y estar instalada a 0.10 m sobre el nivel del piso.

- n) La salida de agua debe ser dotada de un sistema de cierre manual o automático que pueda maniobrarse desde la parte externa del tanque.
- o) Todo tanque debe tener un sistema de rebalse, con el fin de evacuar los posibles caudales de exceso. El rebose debe descargar por medio de una tubería, vertedero o canal en una cámara independiente tan próxima al tanque como sea posible, y de allí debe ser evacuado a la tubería de descarga.
- p) El tanque debe estar provisto de un sistema indicador de nivel y de cierre en la entrada, que disminuya la posibilidad de rebalse.
- q) Debe colocarse una tubería de desagüe sobre el fondo que permita el vaciado del tanque. El piso debe tener una ligera pendiente hacia la tubería de desagüe.
- r) El tanque debe proveer el caudal máximo horario (QMH), teniendo en cuenta la variación del consumo que se entrega a la zona que está abasteciendo.
- s) Las variaciones de consumo pueden ser establecidas utilizando la suma de variaciones horarias de consumo de una población, con iguales características a la localidad, cuando se dispone de una curva aplicada al caso estudiado. De lo contrario, el volumen de compensación en sistemas por gravedad se adoptará del 25% al 40% del consumo medio diario y en sistemas por bombeo de 40% al 65% se recomienda en bombeo como mínimo un 40% del caudal medio diario.
- t) Los materiales de las tuberías de conducciones se deben seleccionar teniendo en cuenta la resistencia contra la corrosión y la agresividad del suelo, tipo de uniones y necesidad de anclaje, la resistencia a los esfuerzos mecánicos producidos por las cargas, tanto internas como externas, las características de comportamiento hidráulico del proyecto, incluyendo las presiones de trabajo máximas y mínimas, las presiones, causadas por golpe de ariete y las condiciones económicas del proyecto.

2.1.6.14 Red de distribución

Para el diseño de redes de distribución se deben considerar los siguientes criterios:

- a) La red de distribución se deberá diseñar para el caudal máximo horario.
- b) Identificar las zonas a servir y de expansión de la población.
- c) Realizar el levantamiento topográfico incluyendo detalles sobre la ubicación de construcciones domiciliarias, públicas, comerciales e industriales; así también anchos de vías, áreas de equipamiento y áreas de inestabilidad geológica y otros peligros potenciales.
- d) Para el análisis hidráulico del sistema de distribución se podrá utilizar el método de Hardy Cross o cualquier otro método racional.
- e) Para el cálculo hidráulico de las tuberías se utilizará fórmulas racionales. En el caso de aplicarse la fórmula de Hazen William se utilizarán los coeficientes de fricción establecidos a continuación: HG 100 PVC 140.
- f) El diámetro a utilizarse será aquel que asegure el caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red. Los diámetros nominales mínimos serán: 44.55 (1 ½ ") mm en redes principales, 30.35 (1") en ramales y 15mm (1/2") en conexiones domiciliarias.
- g) En todos los casos las tuberías de agua potable deben ir por encima del alcantarillado de aguas negras a una distancia de 1,00 m horizontalmente y 0,30 m verticalmente. No se permite por ningún motivo el contacto de las tuberías de agua potable con líneas de gas, poliductos, teléfonos, cables u otras.
- h) En cuanto a la presión del agua, debe ser suficiente para que el agua pueda llegar a todas las instalaciones de las viviendas más alejadas del sistema.
- i) La velocidad mínima en ningún caso será menor de 0,3 m/s y deberá garantizar la autolimpieza del sistema. En general se recomienda un rango de velocidad de 0,3 –3,00 m/s. Preferiblemente no mayor de 1.5 m/s,

solamente en longitudes cortas de tramos finales se puede permitir hasta un máximo de 5 m/s.

- j) En la red de distribución la presión estática, debe mantenerse entre 10 y 40 mca, ya que a mayores presiones fallan los empaques de válvulas y grifería; aunque en muchas regiones donde se ubican las comunidades, la topografía es irregular y se hace difícil mantener este rango, por lo que se podría considerar en casos extremos una presión dinámica mínima de 6 mca, partiendo del criterio que en una población rural, es difícil que se construyan edificios de altura considerable.
- k) El número de válvulas será el mínimo que permita una adecuada sectorización y garantice el buen funcionamiento de la red. Las válvulas permitirán realizar las maniobras de reparación del sistema de distribución de agua sin perjudicar el normal funcionamiento de otros sectores.

2.1.7 Diseño de los componentes del sistema

Para determinar las pérdidas de carga en la tubería, se recurre a la fórmula de Hazen Williams, la cual está expresada por:

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

Donde:

H_f = pérdida de carga en (m)

D = diámetro interno en (pulgadas)

C = coeficiente de fricción interno (Para HG (C=100), y para PVC (C=150))

D = diámetro interno (pulgadas)

L = longitud de diseño (m)

Q = caudal (l/s)

2.1.7.1 Sistema de bombeo

2.1.7.1.1 Línea de impulsión

Diámetro

Un procedimiento para la selección del diámetro es usando la fórmula de Bresse para bombeo discontinuo:

$$D = K * X * \sqrt[4]{Qb}$$

Donde:

D = Diámetro interior (m)

K = 1.3

X= No. de horas de bombeo

24

Qb = Caudal de bombeo obtenido de la demanda horaria por persona, del análisis del la población y del número de horas de bombeo por día (m³/s)

Utilizando los criterios y parámetros obtenidos en la sección 2.1.6.8:

Caudal de bombeo (Qb) = 22.86 l/s = 0.02286 m³/s

No. de horas de bombeo = 12

K = 1.30

$$D = 1.3 * (12/24)^{1/4} * \sqrt[4]{(0.02286)} = 0.165m \cong 6.5 \text{ pulg}$$

Determinando un D, se escogen dos (2) diámetros comerciales en torno al valor de Bresse. Estos diámetros son 6" y 8" respectivamente.

Velocidad del flujo

La velocidad del fluido se determina con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{1.974 * Q}{D^2}$$

Donde:

Q = Caudal de bombeo en l/s.

D = Diámetro en pulgadas.

Entonces:

$$\text{Velocidad para diámetro de 6"} \quad V_{6"} = \frac{1.974 * 22.86}{6^2} \quad V_{6"} = 1.25m / s$$

$$\text{Velocidad para diámetro de 8"} \quad V_{8"} = \frac{1.974 * 22.86}{8^2} \quad V_{8"} = 0.71m / s$$

Por economía se opta por el diámetro de 6", ya que reduce los costos de adquisición y cumple con la condición de velocidad.

Carga dinámica total

La carga dinámica total es la diferencia de cota entre el nivel cero del agua y la altura en la cual terminará el diseño, se calcula de la siguiente manera:

$$H_t = H_g + H_{f_{total}} + P_s$$

Donde:

H_t = Altura dinámica total en el sistema de bombeo

H_{f_{total}} = Pérdida de carga (totales), causado por la resistencia del flujo al agua debido a la rugosidad de la tubería y componentes como codos y válvulas.

P_s = Presión de llegada al reservorio (se recomienda 2 m).

H_g = Altura geométrica, esto es la diferencia de nivel; (altura estática total)

$$H_g = H_s + H_d$$

H_s = Altura de aspiración o succión, esto es, altura del eje de la bomba sobre el nivel inferior.

H_d = Altura de descarga, o sea, la altura del nivel superior con relación al eje de la bomba.

H_f = pérdida por fricción

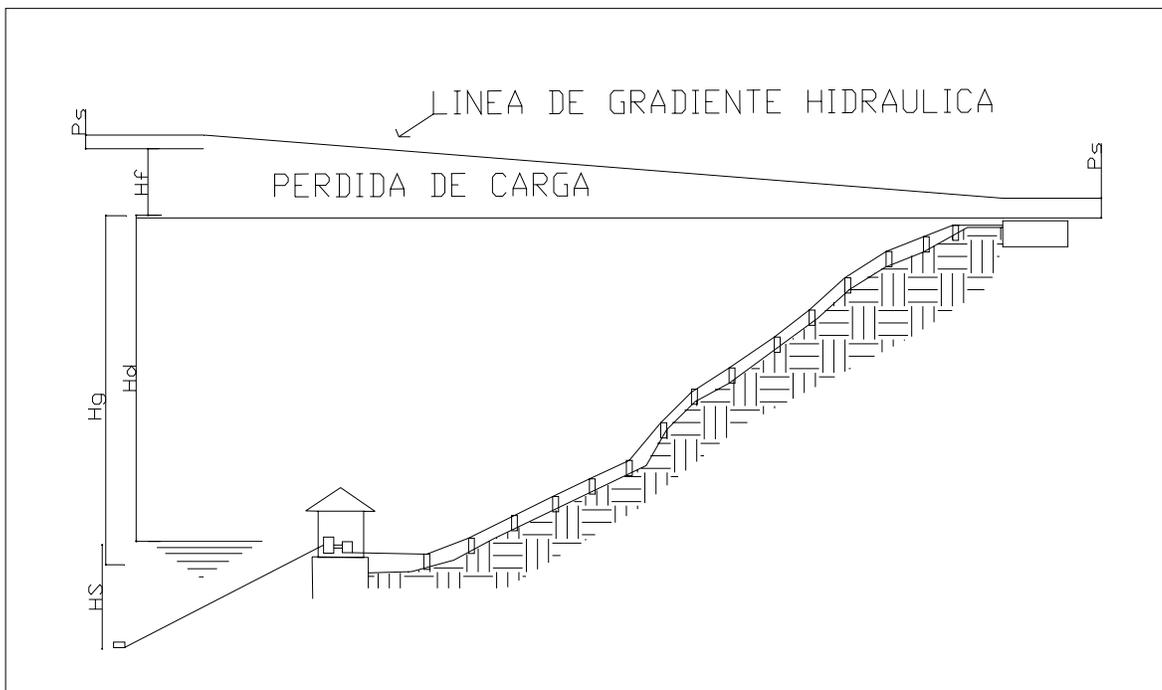
H_m = pérdidas menores en (codos, válvulas etc.)

H_v = pérdidas por velocidad

$$H_{f_{total}} = H_f + H_m + H_v$$

P_s = Presión de llegada al reservorio (se recomienda 2 m).

Figura 7. Línea de gradiente hidráulica de la línea de impulsión



Los datos del tramo de la línea de impulsión son los siguientes:

$E - 0A$ = Caminamiento $0 + 000.00$

Cota 90.00 m

$E - 21$ = Caminamiento $0 + 383.75$

Cota 271.37 m

$Q_b = 22.86\text{ l/s}$

Coefficiente hidráulico(HG) = 100

Cálculo de la carga dinámica total

Altura de succión: $H_s = 7\text{ m}$ (Profundidad en base a análisis de la calidad del agua y el lecho lacustre)

Altura de descarga

$H_d = \text{cota de salida} - \text{cota de llegada} = 271.37\text{ m} - 100\text{ m} = 171.37\text{ m}$

Altura estática total $H_g = H_s + H_d$ $H_g = 7\text{ m} + 171.37\text{ m}$ $H_g = 181.37\text{ m}$

Pérdida por fricción en tubería:

Se calcula por medio de la ecuación de Hazen Williams.

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

Datos: $L = 383.75\text{ m}$ $Q_b = 22.86\text{ l/s}$ $C=100$ (HG) $D=5''$

$$H_f = \frac{1743.811 * 383.75 * 22.86^{1.85}}{100^{1.85} * 6^{4.87}} = 7.08\text{ m}$$

Pérdida por fricciones totales

$$H_{f_{total}} = H_f + (0.10 * H_f) + \frac{(V)^2}{2 * g}$$

Velocidad:

$$V = \frac{1.974 * Q_b}{D_i^2}$$

$$V = \frac{1.974 * 22.86\text{ l/s}}{(6.10\text{ pul})^2} \quad V = 1.22\text{ m/s}$$

$H_{f_{total}}$ = Por fricción + pérdidas menores (10% hf) + pérdidas por velocidad

$$Hf_{total} = 7.08m + (0.10 * 7.08m) + \frac{(1.22m / s)^2}{2 * 9.81m / s^2}$$

$$Hf_{total} = 7.87m$$

Entonces carga dinámica total es:

$$Ht = Hg + Hf_{total} + Ps$$

$$Hf_{total} = 181.37m + 7.87m + 2 = 191.25m$$

Cota piezometrica:

$$Cp2 = Hftotal + Ps + Ct$$

$$Cp2 = 7.87m + 2m + 271.371 m = 281.241 m = 627 pies = 650 pies$$

2.1.7.1.2 Verificación del golpe de ariete

Al cerrar instantáneamente el equipo de bombeo, la compresión del agua en la tubería comienza en el punto de cierre, transmitiéndose arriba una velocidad de propagación de oscilación determinada por la expresión:

$$\alpha = \frac{1420}{\sqrt{1 + \left(\frac{K}{E} * \frac{Di}{e} \right)}}$$

Donde:

α = Velocidad de propagación de la onda (m/s)

Di = Diámetro interior de la tubería (mm)

e = Espesor de la tubería HG (mm)

K = Módulo de elasticidad del agua (2.07X10⁴kg/cm²)

E = Módulo del material que compone la tubería (kg/cm²)

$$E_{pvc} = 3.00X10^4 \quad \underline{E_{HG} = 2.10X10^6} \quad E_{HF} = 1.02X10^6$$

Datos: $D_i = 128.00 \text{ mm}$ $e = 6.60 \text{ mm}$
 $K = 2.07 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$

$$\alpha = \frac{1420}{\sqrt{1 + \left(\frac{2.07 \times 10^4}{2.1 \times 10^6} * \frac{128.00}{6.60} \right)}} \quad \alpha = 1301.07 \text{ m / s}$$

Tiempo de cierre o propagación:

El tiempo de propagación de la onda (ida y vuelta) es conocido como tiempo crítico y se expresa como:

$$T_c = \frac{2 * L}{\alpha}$$

Donde: $T_c =$ tiempo crítico de la onda en cierre instantáneo (s)

$L =$ Longitud de la tubería donde transita la onda (m).

$$T_c = \frac{2 * 383.75 \text{ m}}{1276.86 \text{ m / s}} = 0.6 \text{ s}$$

En el diseño de la línea de conducción se debe considerar la sobre-presión que se genera por el golpe de ariete como medida de seguridad por una posible desconexión en el fluido eléctrico que alimenta al motor de la bomba.

Sobrepresión

La sobre-presión por este efecto se calcula para un cierre instantáneo, es decir un tiempo mayor al tiempo crítico regulado por la válvula de control y se expresa como:

$$\Delta P = \frac{\alpha * V}{g} \quad \Delta P = \frac{1301.07m / s * 1.22m / s}{9.81m / s^2}$$

$$\Delta P = 161.80m$$

Caso Crítico: (Presión Máxima)

$$P_{\text{máx}} = Hg + \Delta P = 181.37m + 161.80m$$

$$P_{\text{máx}} = 343.17m$$

La tubería se elige considerando el espesor y el material del que está compuesta para soportar dicha presión máxima con el diámetro calculado.

2.1.7.1.3 Potencia de la bomba

La potencia para hacer trabajar eficientemente una bomba depende del caudal de bombeo, de la altura dinámica total y de la eficiencia de la bomba. La potencia de la bomba se puede determinar a través de la siguiente expresión:

$$POT = \frac{Q_b \times CDT}{76 \times ef}$$

Donde: POT = potencia de la bomba Q_b = caudal de bombeo (m³/seg.)

CDT = carga dinámica total (m)

ef = eficiencia de la bomba + eficiencia del motor en %

76 = constante para transformar lt. – m./seg. a HP

$$POT = \frac{14.23 \text{ l/s} \times 191.25}{76 \times 0.70}$$

$$76 \times 0.70$$

$$POT = 50 \text{ HP}$$

En consecuencia, para el presente proyecto se utilizarán dos bombas sumergibles de 50 HP para que se alternen una con la otra.

2.1.7.1.4 Especificaciones del equipo de bombeo

Dos bombas sumergibles de 50 HP y dos motores sumergibles de 50 HP 460 V 3F, accionados eléctricamente para bombear 362.34 GPM contra 627 CDT en tubería de 6 pulg.

Las bombas deberán ser instaladas a una profundidad de 23 pies del nivel del lago y una longitud a orilla de crecida mínima de 43 mts.

2.1.7.2 Tanque de distribución

Cálculo del volumen

$$Vol = \frac{Qmd * \%almacenamiento * 86400}{1000}$$

$$Vol = \frac{Qmd * 40\% * 86400}{1000}$$

Donde:

Vol. = Volumen del tanque

Qmd = Caudal medio diario

En este proyecto se tomó un almacenamiento del 40% del caudal máximo diario.

$$Vol = \frac{11.43 * 0.40 * 86400}{1000} \quad Vol = 395m^3$$

Capacidad real = 395 m.³

El tanque a diseñar será de concreto reforzado y semienterrado con un volumen de 200 m³ en este caso se diseñara con el volumen descrito ya que existe un tanque de concreto armado con las siguientes dimensiones 8mX8mX2.7m (Vol=173 m³) que suple el volumen real que se necesita.

Diseño estructural del tanque

DATOS:

| | | |
|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| Peso específico del suelo | $\delta_s = 1.70$ ton/m ² | $f_c = 281$ kg/cm ² |
| Peso específico del concreto | $\delta_c = 2.40$ ton/m ³ | $f_y = 2810$ kg/cm ² |
| Ángulo de fricción | $\phi = 30.00$ Grados | |
| Coefficiente de fricción | $\mu = 0.40$ | |
| Peso específico del agua | $\delta_a = 1.00$ ton/m ³ | |
| Valor soporte del suelo | $V_s = 20.00$ ton/m ² | |

Predimensionamiento del muro:

Según Parker-Ambrose, en lo muros estructurales la relación de esbeltez no debe ser mayor de 25.

En este caso:

$$\frac{H_m}{E_m} = 25$$

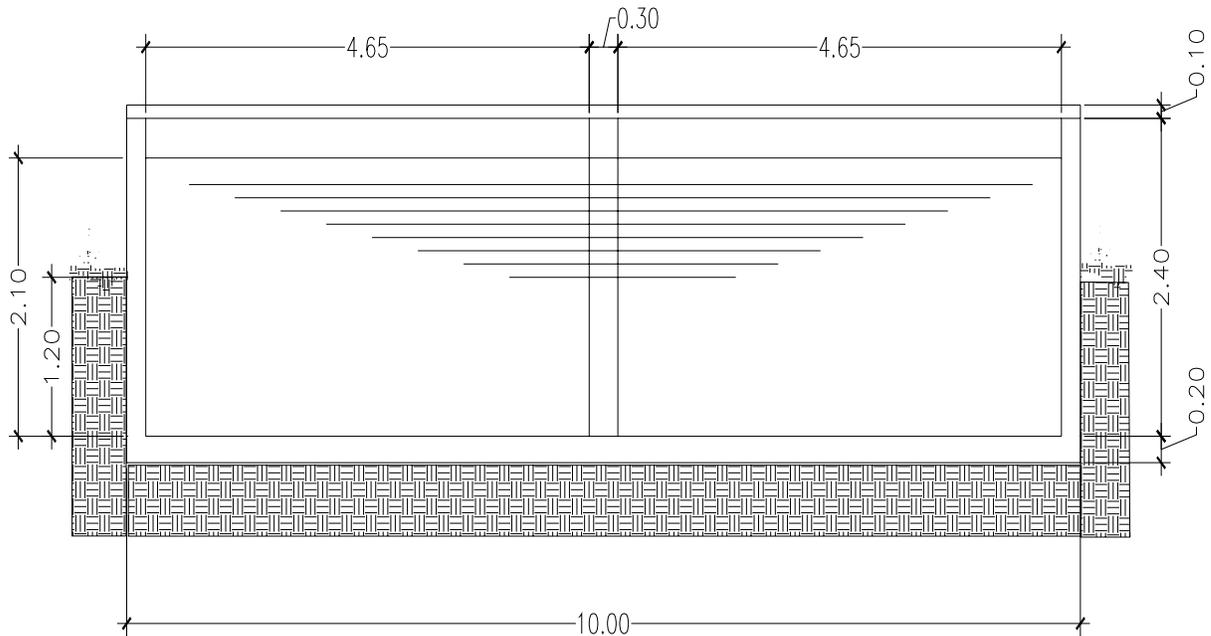
donde: H_m = Altura de muro sin apoyo E_m = Espesor de muro

Si $H_m = 2.40$ m

$$\text{entonces: } \frac{2.40m}{E_m} = 25 \quad E_m = 0.096m \cong 0.10m$$

Por lo tanto, los muros deben tener un espesor de 10 cms como factor de seguridad en mi diseño el muro tendrá un espesor de 20 cms.

Figura 8. Corte de tanque



Peso propio del tanque:

Muros

$$W_{muros} = L * H * Em * \delta c$$

$$W_{muros} = 4(9.60m * 2.40m * 0.20m) * 2.4ton / m^3$$

$$W_{muros} = 44.24ton$$

Columnas

$$W_{columnas} = L * area * \delta c$$

$$W_{columnas} = 5col(2.40m * 0.30m * 0.30m) * 2.4ton / m^3$$

$$W_{columnas} = 2.59ton$$

Losa de fondo

$$W_{losa} = A_{losa} * t_{fondo} * \delta c$$

$$W_{losa1} = (10m * 10m * 0.20m * 2.4ton / m^3)$$

$$W_{losa1} = 48ton$$

Losa superior

$$W_{losa2} = A_{losa} * t_{superior} * \delta c$$

$$W_{losa2} = (10m * 10m * 0.10m * 2.4ton / m^3)$$

$$W_{losa2} = 24ton$$

Vigas

$$W_{viga} = A_{viga} * L_{viga} * \delta c$$

$$W_{viga} = 5vigas(0.30m * 0.30 * 5m * 2.4ton / m^3)$$

$$W_{viga} = 5.40ton$$

Peso del agua

$$W_{agua} = H_{agua} * Ancho_{agua} * L_{agua} * \delta_{agua}$$

$$W_{agua} = 2.10m * 9.60m * 9.60m * 1.0ton / m^3$$

$$W_{agua} = 193.54ton$$

$$W_{total} = 44.24 ton + 2.59 ton + 48 ton + 24 ton + 5.40 ton + 193.54 ton$$

$$W_{total} = 317.80 ton$$

Por lo tanto, la presión sobre el suelo es:

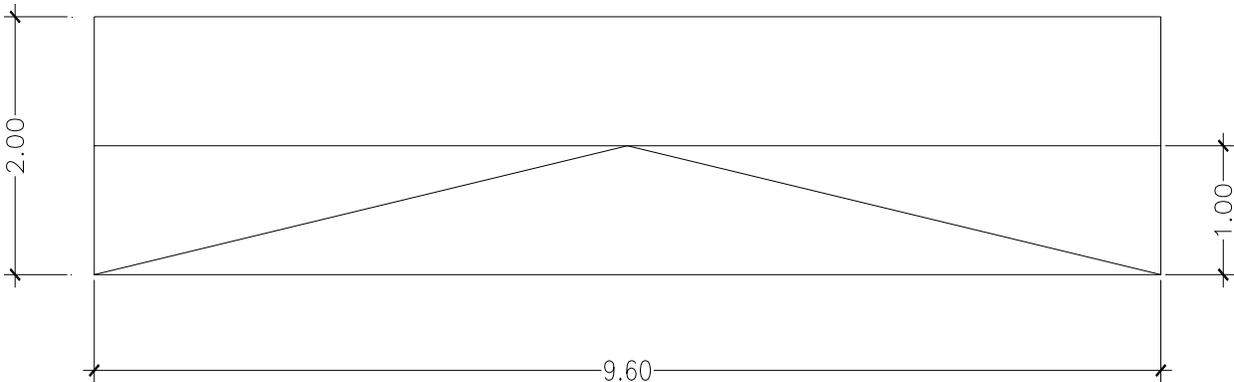
$$P_{suelo} = \frac{317.80ton}{10m * 10m} = 3.178ton / m^2$$

$$\underline{P_{suelo} = 3.20 ton/m^2}$$

Diseño de los muros exteriores

Cuando el tanque está vacío, se somete a una presión que le ejerce el suelo en su mitad inferior, por lo que el patrón de agrietamiento se muestra a continuación:

Figura 9. Patrón de agrietamiento (tanque esta vacío)



Cuando el tanque está lleno la presión de suelo se equilibra con la del agua, quedando la mitad superior del muro sometida a la carga provocada por el agua, por lo que el patrón de agrietamiento es el siguiente:

Figura 10. Patrón de agrietamiento cuando el tanque esta lleno.

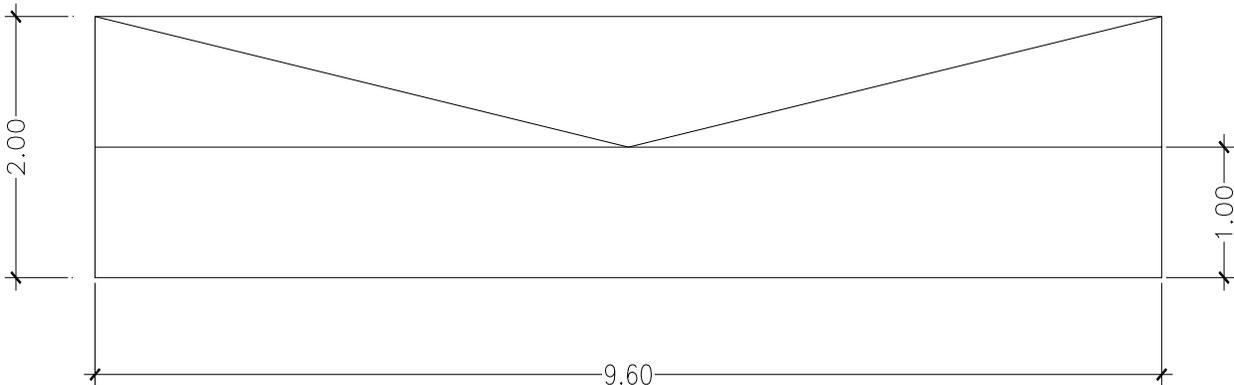
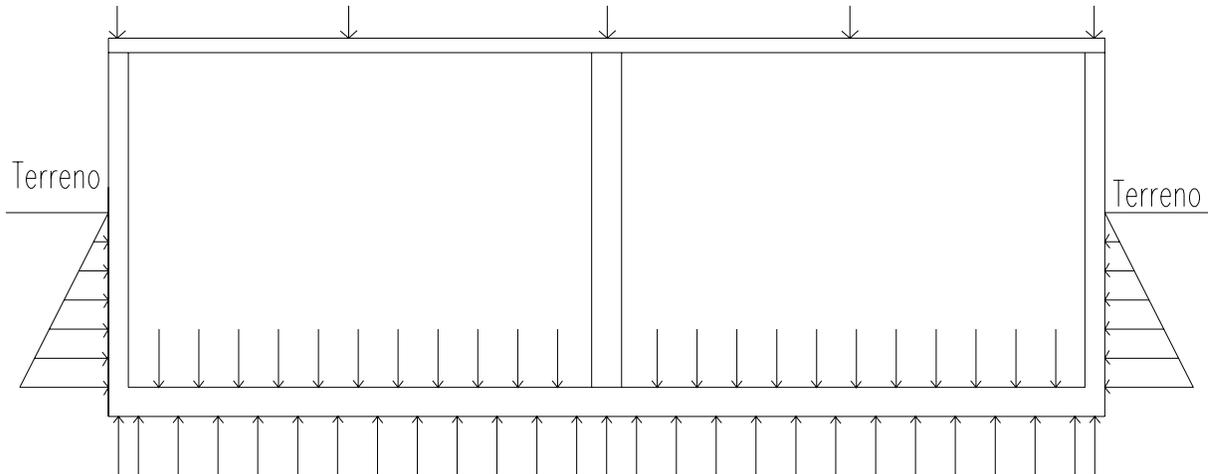


Figura 11. Perfil de condiciones de carga (tanque vacío)



Parte inferior del muro sometida a la carga del suelo (tanque vacío)

Datos:

Altura del muro: $h = 3.94$ pies (1.20 m)

f_y = resistencia del acero f'_c = resistencia del concreto

$$f'_c = 3000 \text{ lb / pul}^2 \quad (210 \text{ kg / cm}^2)$$

$$f_y = 40000 \text{ lb / pul}^2 \quad (2800 \text{ kg / cm}^2)$$

Peso unitario de suelo retenido

$$W_{\text{suelo}} = 110 \text{ lb/pie}^3$$

El suelo es una mezcla de arena y grava con una cantidad relativamente moderada de partículas finas de limo.

Presión total del suelo en una franja de 1 pie:

$$W_{\text{suelo}} = 0.286 \frac{Wh^2}{2}$$

$$W_{\text{suelo}} = 0.286 \frac{110 \text{ lb / pie}^3 * (3.94 \text{ pies})^2}{2}$$

$$W_{suelo} = 244.19 \text{ Lb} = 110.76 \text{ kg}$$

Esta fuerza actúa a 1/3 de la altura entonces:

$$h/3 = 3.94 \text{ pies}/3 = 1.31 \text{ pies} = 0.40 \text{ m}$$

Momento flexionante máximo:

Este momento se localiza a 0.58h de la parte superior del muro es decir
 $0.58 * 3.94 \text{ pies} = 2.28 \text{ pies} = 0.695 \text{ m}$.

Magnitud del momento:

$$M = 0.128 * w * h$$

$$M = 0.128 * 244.19 \text{ Lb} * 3.94 \text{ pies} \quad M = 123.15 \text{ Lb} - \text{pies}$$

Momento último:

$$Mu = 1.7M$$

$$Mu = 1.7 * 123.15 \text{ lb} - \text{pie}$$

$$Mu = 209.35 \text{ lb} - \text{pie}$$

Resistencia teórica a momento requerido:

$$M = \frac{Mu}{\phi}$$

$$M = \frac{209.35 \text{ lb} - \text{pie}}{0.90}$$

$$M = 232.62 \text{ lb} - \text{pie} \quad M = 32.15 \text{ kg} - \text{m}$$

Área gruesa:

El espesor de muro es de $E_m = 7.87 \text{ pul} = 0.20 \text{ m}$

$$A_g = 7.87 \text{ pul} * 12 \text{ pul}$$

$$A_g = 94.44 \text{ pul}^2$$

Si se considera tentativamente como relación de refuerzo la $\rho_{\min} = 0.0015$ se tiene:

$$A_s = \rho_{\min} * A_g$$

$$A_s = 0.0015 * 94.44 \text{ pul}^2$$

$$A_s = 0.142 \text{ pul}^2$$

con una simple regla de tres encontramos el espaciamiento entre varillas utilizando hierro de No. 3

$$0.142 \text{ pul}^2 \leftrightarrow 12$$

$$0.11 \text{ pul}^2 \leftrightarrow X$$

$$X = 9.29 \text{ pul} = 0.23\text{m} = 0.20\text{m}$$

El espaciamiento entre varillas será provisto a cada 20 cm.

Fuerza de tensión interna:

$$T = A_s * f_y$$

$$T = 0.142 \text{ pul}^2 * 40000 \text{ lb / pul}^2$$

$$T = 5666.4 \text{ lb}$$

Igualando tensión y compresión se tiene la siguiente ecuación:

$$C = T \quad \therefore \quad 0.85 * f'_c * b * a = 5666.40 \text{ lb}$$

Donde b = franja unitaria

Despejando "a" que es el peralte del bloque rectangular de refuerzo.:

$$a = \frac{5666.40 \text{ lb}}{0.85 * f'_c * b} \qquad a = \frac{5666.40 \text{ lb}}{0.85 * 3000 \text{ lb / pul}^2 * 12 \text{ pul}}$$

$$a = 0.18 \text{ pul} = 0.45 \text{ cm}$$

Resistencia teórica a momento de la franja del muro a 12 pulgadas:

$$M = T(d - \frac{a}{2}) \quad d = \text{espesor de muro - recubrimiento}$$

Donde $d = 7.87 \text{ pulg} - 1 \text{ pul} = 6.87 \text{ pulg} = 0.175 \text{ m}$

$$M = 5666.40 \text{ lb}(6.87 - \frac{0.18 \text{ pul}}{2})$$

$$M = 39,438.15 \text{ lb} - \text{pulg}$$

$$M = 3,286.51 \text{ lb} - \text{pie} \quad M = 454.37 \text{ kg} - \text{m}$$

Dado que esta resistencia es mayor que la resistencia teórica a momento requerido 232.62 lb-pie, se acepta el refuerzo de varillas No. 3 a cada 0.20 m.

Según el código ACI el refuerzo horizontal debe ser como mínimo 0.0025 veces el área de la sección reforzada del muro.

$$A_{st} = 0.0025 * E_m * \text{franja}$$

$$A_{st} = 0.0025 * 7.87 \text{ pul} * 12 \text{ pul} \quad A_{st} = 0.24 \text{ pul}^2$$

$$0.24 \text{ pul}^2 \leftrightarrow 12$$

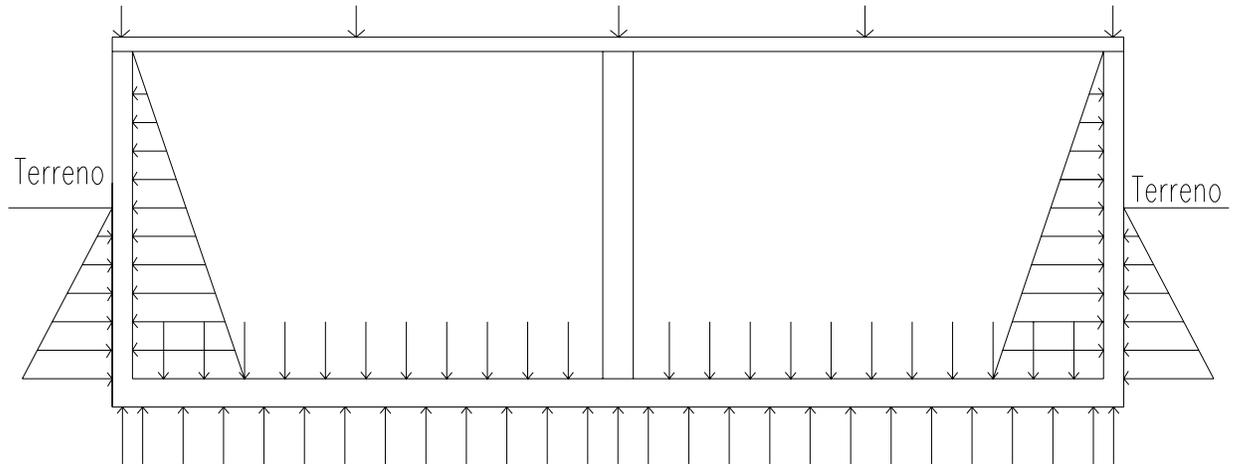
$$0.11 \text{ pul}^2 \leftrightarrow X$$

$$X = 5.5 \text{ pulg} = 0.14 \text{ m} = 0.15 \text{ m}$$

El espaciamiento entre varillas será provisto a cada 15 cm.

Para un mejor manejo de medidas en obra se colocará toda la armadura a cada 15 cms.

Figura 12. Perfil de condiciones de carga (tanque lleno)



Parte superior del muro sometida a la carga del agua- (tanque lleno)

Datos:

Altura del muro: $h = 3.61$ pies (1.10 m)

$f'c = 3000 \text{ lb / pul}^2$ (210kg / cm^2)

$f_y = 40000 \text{ lb / pul}^2$ (2800kg / cm^2)

Peso agua retenida = W_{agua}

$W_{\text{agua}} = 60.6021 \text{ lb/pie}^3 = 0.97 \text{ ton/m}^3$

Presión total del suelo en una franja de 1 pie:

$$W_{\text{suelo}} = 0.286 \frac{Wh^2}{2} \quad W = W_{\text{agua}}$$

$$W_{\text{suelo}} = 0.286 \frac{60.6021 \text{ lb / pie}^3 * (3.61 \text{ pies})^2}{2}$$

$$W_{\text{suelo}} = 112.87 \text{ Lb} = 51.20 \text{ kg}$$

Esta fuerza actúa a 1/3 de la altura entonces:

$$h/3 = 3.61 \text{ pies}/3 = 1.20 \text{ pies} = 0.36 \text{ m}$$

Momento flexionante máximo:

Este momento se localiza a 0.58h de la parte superior del muro es decir
 $0.58 * 3.61 \text{ pies} = 2.09 \text{ pies} = 0.64 \text{ m}$.

Magnitud del momento:

$$M = 0.128 * w * h$$

$$M = 0.128 * 112.87 \text{ Lb} * 3.61 \text{ pies} \quad M = 52.15 \text{ Lb} - \text{pies}$$

Momento último:

$$Mu = 1.7M \quad Mu = \text{momento último}$$

$$Mu = 1.7 * 52.17 \text{ lb} - \text{pie}$$

$$Mu = 88.66 \text{ lb} - \text{pie}$$

Resistencia teórica a momento requerido:

$$M = \frac{Mu}{\phi}$$

$$M = \frac{88.66 \text{ lb} - \text{pie}}{0.90}$$

$$M = 98.51 \text{ lb} - \text{pie}$$

Área gruesa considerando una franja de 12 pulg:

El espesor de muro es de $E_m = 7.87 \text{ pul} = 0.20 \text{ m}$

$$A_g = 7.87 \text{ pul} * 12 \text{ pul}$$

$$A_g = 94.44 \text{ pul}^2$$

Si se considera tentativamente como relación de refuerzo la

$$\rho_{\min} = 0.0015 \text{ se tiene:}$$

$$A_s = \rho_{\min} * A_g$$

$$A_s = 0.0015 * 94.44 \text{ pul}^2$$

$$A_s = 0.142 \text{ pul}^2$$

Con una simple regla de tres encontramos el espaciamiento entre varillas utilizando hierro de No. 3

$$\begin{aligned} 0.142 \text{ pul}^2 &\leftrightarrow 12 \\ 0.11 \text{ pul}^2 &\leftrightarrow X \end{aligned} \quad X = 9.29 \text{ pul} \text{ lg} = 0.23\text{m} = 0.20\text{m}$$

El espaciamiento entre varillas será provisto a cada 20 cm.

Fuerza de tensión interna:

$$\begin{aligned} T &= A_s * f_y \\ T &= 0.142 \text{ pul}^2 * 40000 \text{ lb} / \text{pul}^2 \\ T &= 5666.4 \text{ lb} \end{aligned}$$

Igualando tensión y compresión se tiene la siguiente ecuación:

$$C = T \quad \therefore \quad 0.85 * f'_c * b * a = 5666.40 \text{ lb}$$

Despejando “a” que es el peralte del bloque rectangular de refuerzo.:

$$a = \frac{5666.40 \text{ lb}}{0.85 * f'_c * b} \quad a = \frac{5666.40 \text{ lb}}{0.85 * 3000\text{lb} / \text{pul}^2 * 12 \text{ pul}}$$

$$a = 0.18 \text{ pul} = 0.45 \text{ cm}$$

Resistencia teórica a momento de la franja del muro a 12 pulgadas:

$$M = T(d - \frac{a}{2}) \quad d = \text{espesor de muro - recubrimiento}$$

Donde d = 7.87 pulg – 1pulg = 6.87 pulg = 0.175 m

$$M = 5666.40 \text{ lb}(6.87 - \frac{0.18 \text{ pul}}{2})$$

$$M = 39,438.15 \text{ lb} - \text{pul}$$

$$M = 3,286.51 \text{ lb} - \text{pie} \quad M = 454.37 \text{ kg} - \text{m}$$

Dado que esta resistencia es mayor que la resistencia teórica a momento requerido 98.51 lb-pie, se acepta el refuerzo de varillas No. 3 a cada 0.20 m.

Según el código ACI el refuerzo horizontal debe ser como mínimo 0.0025 veces el área de la sección reforzada del muro.

$$A_{st} = 0.0025 * Em * franja$$

$$A_{st} = 0.0025 * 7.87 \text{ pul} * 12 \text{ pul} \quad A_{st} = 0.24 \text{ pul}^2$$

$$0.24 \text{ pul}^2 \leftrightarrow 12$$

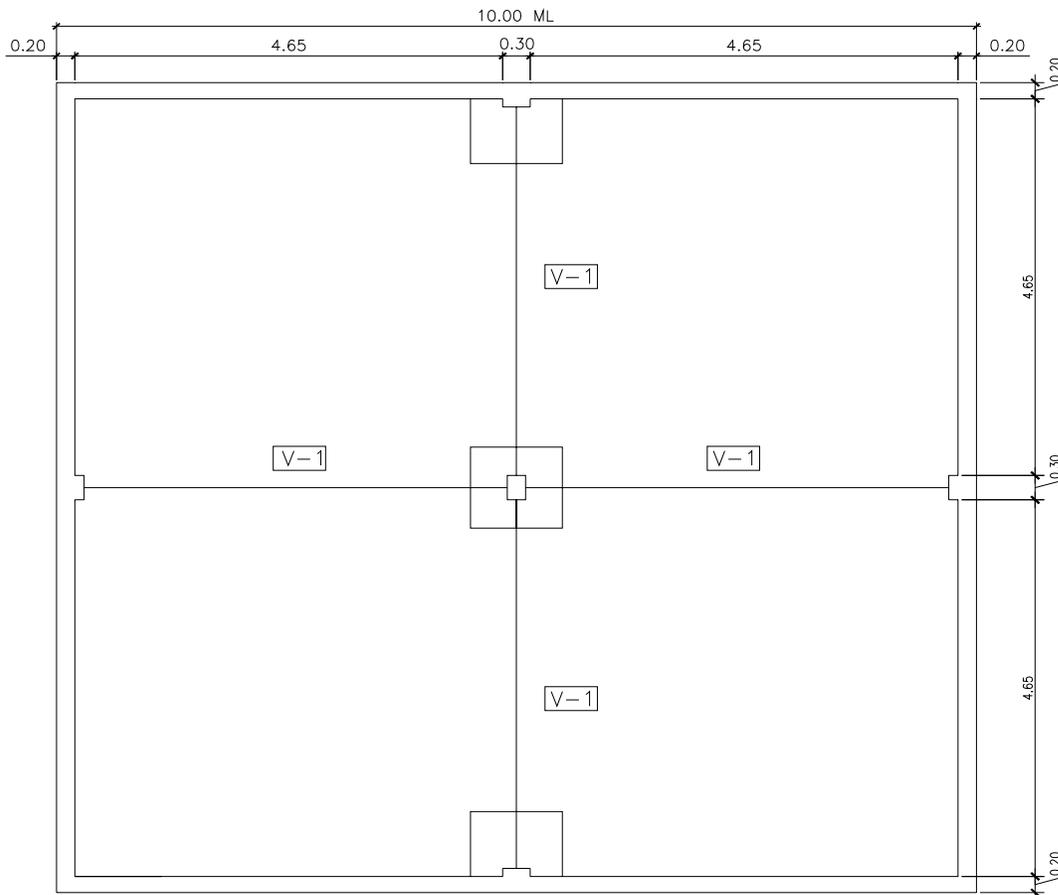
$$0.11 \text{ pul}^2 \leftrightarrow X$$

$$X = 5.5 \text{ pul} = 0.14\text{m} = 0.15\text{m}$$

El espaciamiento entre varillas será provisto a cada 15 cm.

Para un mejor manejo de medidas en obra se colocará toda la armadura a cada 15 cms.

Figura 13. Planta del tanque de almacenamiento



Diseño de la losa

Cálculo de espesor de losa:

$$t = \frac{\text{Perímetro}}{180} = \frac{9.30m}{180} = 0.05m \quad t = \text{espesor de losa} \quad \text{Se adopta} \quad t = 0.10m$$

$$m = \frac{a}{b} = \frac{4.65}{4.65} = 1.00 > 0.5 \Rightarrow \quad \text{Losa en 2 sentidos}$$

Cálculo del peso propio de la losa:

$$Wm = \gamma_c \times t + S.C$$

$$Wm = 2400 \text{ kg / m}^3 \times 0.10 \text{ m} + 89 = 329 \text{ Kg / m}^2$$

Integración de cargas últimas:

$$CU = 1.7 CV + 1.4 CM$$

Debido a que esta losa servirá solo de cubierta se asumirá una $Cv = 80 \text{ kg/m}^2$

$$CVu = 1.7(80 \text{ Kg / m}^2) = 136.00 \text{ Kg / m}^2$$

$$CMu = 1.4(329 \text{ kg / m}^2) = 460.60 \text{ Kg / m}^2$$

$$CU = 1.7(80 \text{ Kg / m}^2) + 1.4(329 \text{ kg / m}^2) = 596.60 \text{ Kg / m}^2$$

El cálculo de momentos se realiza, según el método 3 del ACI:

a = Lado corto b= Lado largo

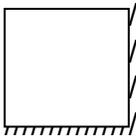
Ma = Es el momento generado en el lado mas corto de la losa.

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

Ca,dl = Factor de momentos de carga muerta.

Ca,ll = Factor de momentos de carga viva

Losa 1 = Losa 2 = Losa 3 = losa 4



m = 1 Caso 4

$$Ma^- = Ca_- * CU * a^2$$

$$Ma^- = 0.050 * 596.60 \text{ kg / m}^2 * (4.65 \text{ m})^2$$

$$Ma^- = 645.00 \text{ kg} - \text{m / m}$$

$$Ma^+ = Ca, ll_{(viva)} * CVu * a^2 + Ca, dl_{(muerta)} * CMu * a^2$$

$$Ma^+ = 0.032 * 136 \text{ kg / m}^2 * (4.65 \text{ m})^2 + 0.027 * 460.60 \text{ kg / m}^2 * (4.65 \text{ m})^2$$

$$Ma^+ = 363.00 \text{ kg} - \text{m / m}$$

$$Mb^- = Cb_- * CU * b^2$$

$$Mb^- = 0.05 * 596.60 \text{ kg / m}^2 * (4.65 \text{ m})^2$$

$$Mb^- = 645.00 \text{ kg} - \text{m / m}$$

$$Mb^+ = Cb, ll_{(viva)} * CVu * b^2 + Cb, dl_{(muerta)} * CMu * b^2$$

$$Mb^+ = 0.032 * 136 \text{ kg / m}^2 * (4.65\text{m})^2 + 0.027 * 460.60\text{kg / m}^2 * (4.65\text{m})^2$$

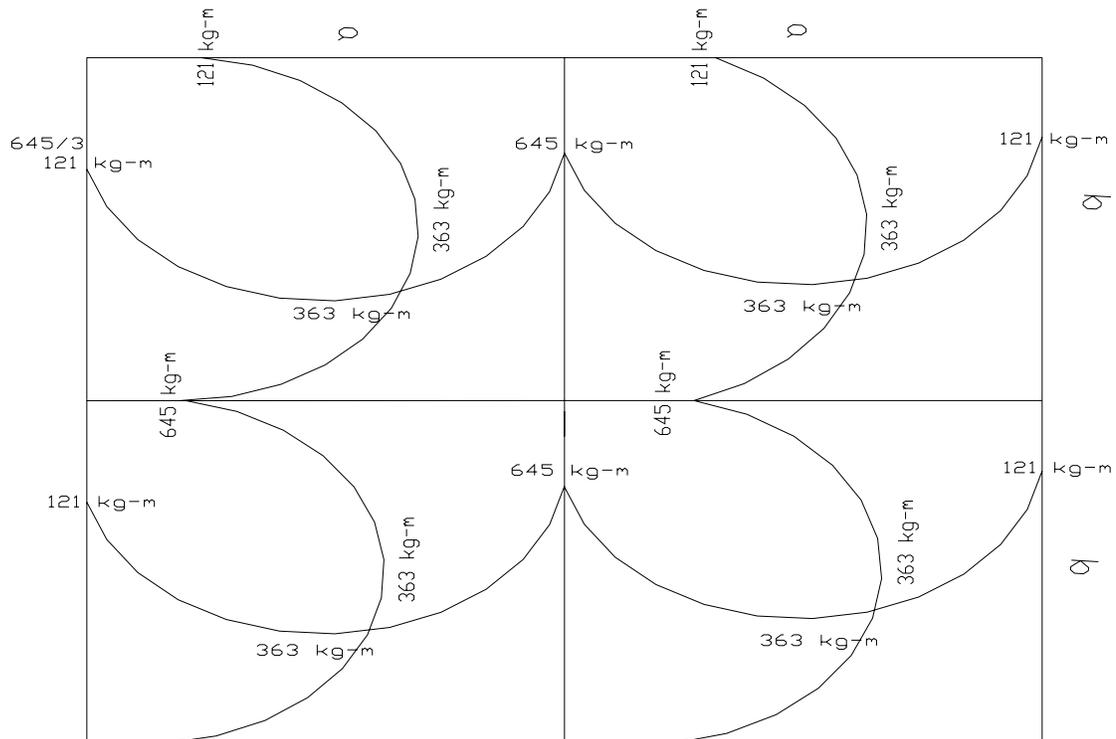
$$Mb^+ = 363.00 \text{ kg - m / m}$$

$$Ma^- = 645.00 \text{ kg - m} \quad Ma^+ = 363.00 \text{ kg - m}$$

$$Mb^- = 645.00 \text{ kg - m} \quad Mb^+ = 363.00 \text{ kg - m}$$

Calculando momentos en los extremos discontinuos de las losas como 1/3 de los momentos al centro del claro, y balanceando los momentos en la unión de las tres losas, el diagrama de momentos, queda así:

Figura 14. Diagrama de momento último en losa



Cálculo de peralte de losa

$$d = t - Rec - \frac{\phi}{2} = 10 - 2 - 0.5 = 7.5 \text{ cm}$$

d = peralte de losa t = espesor de losa

Cálculo del refuerzo requerido con los siguientes datos

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2 \qquad f'y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$$

$$b = 100 \text{ cm} \qquad d = 7.5 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ min}} = 40\% A_s \times b \times d = 0.40 \left(\frac{14.1}{2810} \right) \times 100 \times 7.5 = 1.51 \text{ cm}^2$$

$$S_{\text{max}} = 3 t = 3 (0.10) = 0.30 \text{ cm}$$

Armado para $A_{s \text{ min}}$ usando varillas No. 3

$$1.51 \text{ cm}^2 \quad - \quad 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \quad - \quad X \quad \Rightarrow \quad S = 0.47 \text{ cm} \rangle S_{\text{max}}$$

Usar No. 3 @ 0.30 m

Calculando $A_{s \text{ min}}$ con $S = 0.30 \text{ cm}$

$$A_{s \text{ min}} \quad - \quad 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \quad - \quad 30 \text{ cm} \quad \Rightarrow \quad A_{s \text{ min}} = 2.36 \text{ cm}^2$$

Momento que resiste el acero mínimo

$$M_{A_{s \text{ min}}} = 436.55 \text{ Kg} - m$$

Calculando A_s para momentos mayores al momento que resiste $A_{s_{min}}$

En este caso, las losas por ser simétricas los momentos contiguos positivos son semejantes, por lo tanto, se calcula el área de acero para el único momento mayor.

$$M = 645 \text{ Kg} - m$$

$$A_{s_{requerido}} = \left(b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - \frac{M_u \times b}{0.003825 \times f'c}} \right) \times \frac{0.85 \times f'c}{f_y}$$

$$A_{s_{requerido}} = \left(100 \times 7.5 - \sqrt{(100 \times 7.5)^2 - \frac{645 \times 100}{0.003825 \times 210}} \right) \times \frac{0.85 \times 210}{2810}$$

$$A_{s_{requerido}} = 3.50 \text{ cm}^2$$

$$3.50 \text{ cm}^2 \quad - \quad 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \quad - \quad X \quad \Rightarrow \quad S = 0.20 \text{ m}$$

$$\Rightarrow A_s = 3.50 \text{ cm}^2 \quad \text{Usar No. 3 @ 0.20m}$$

Para momentos menores al $M_{As_{min}}$ Usar No. 3 @ 0.30m

$$A_{stemp} = 0.002 \times 100 \times 10 = 2 \text{ cm}^2 \quad \text{Usar No. 3 @ 0.30m}$$

Diseño de viga de soporte de losas:

Debido a la forma geométrica del tanque de distribución fue necesario incorporar en su estructura cuatro (4) vigas que servirán de soporte a las losas. En la figura 15 se detalla el área tributaria sobre las vigas y el muro, luego integrando cargas y haciendo el respectivo análisis estructural sobre las vigas se obtuvieron los siguientes datos:

Datos:

b = 20cm

Carga viva = 80 kg/m²

f_c = 2810 Kg/cm²

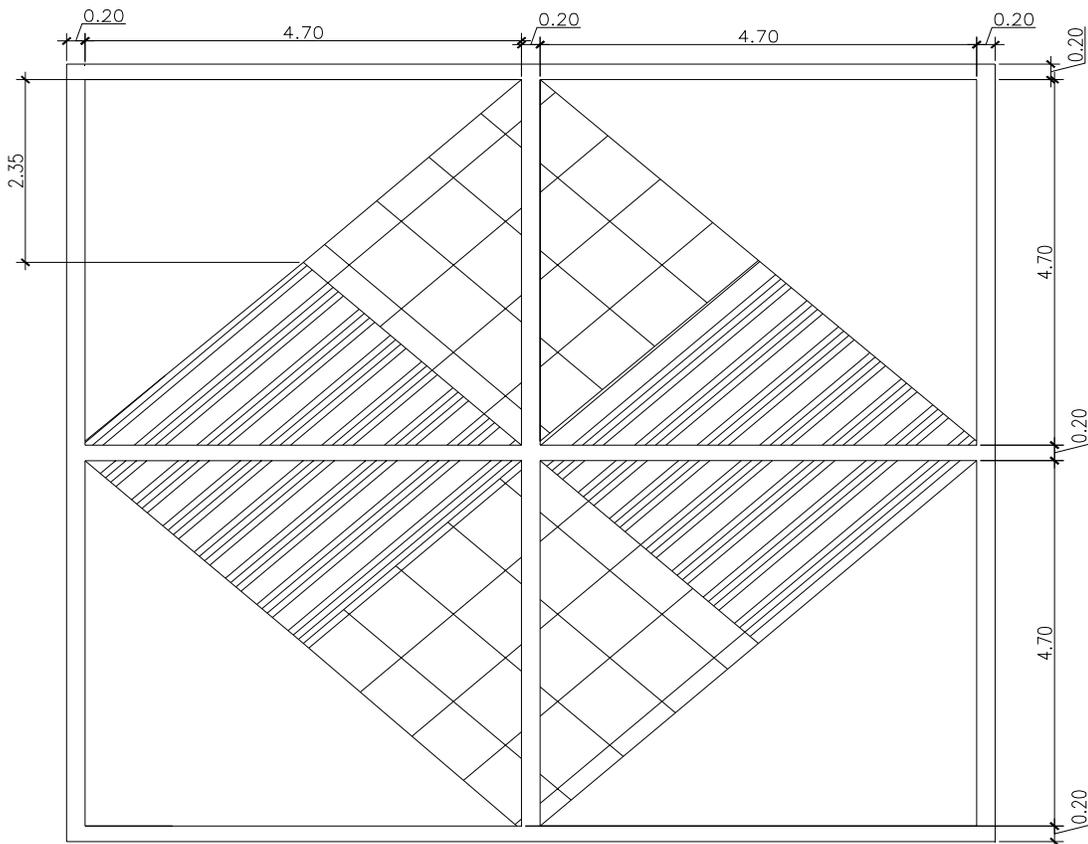
d = 36cm

L = 4.45m

S.C = 89 Kg/m²

r = 4cm

Figura 15. Área tributaria sobre vigas



Cálculo de momentos

$$\text{Área tributaria} = \left(\frac{1}{2} * 4.70 \text{ m} * 2.35 \text{ m} \right) * 2 = 11.05 \text{ m}^2$$

$$W_{\text{VIGA}} = \text{Peso viga} = 2400 \text{ kg} / \text{m}^3 * 0.20 \text{ m} * 0.4 \text{ m} = 192 \text{ kg} / \text{m}$$

$$W_{CV} = \frac{Cv * area}{L_{viga}} = \frac{80Kg / m^2 * 11.05m^2}{4.65m} = 190.11kg / m$$

$$W_{CM} = \frac{CM * area}{L_{viga}} = \frac{329Kg / m^2 * 11.05m^2}{4.65m} = 781.81kg / m$$

$$Wu = 1.7W_{CV} + 1.4(W_{CM} + W_{VIGA})$$

$$Wu = 1.7(190.11kg / m + 1.4(781.81 + 192kg / m)) = 1686.52kg / m$$

$$M^{(+)} = \frac{Wu * L^2}{24} = \frac{1686.52kg / m^2 * 4.65^2}{24} = 1519.5kg / m^2$$

$$M^{(-)} = \frac{Wu * L^2}{12} = \frac{1686.52kg / m^2 * 4.65^2}{12} = 3038.90kg / m^2$$

$$\text{Chequeando } \left(\frac{h}{b}\right) \text{ donde } 1.5 \leq \left(\frac{h}{b}\right) \leq 3 \Rightarrow \left(\frac{40}{20}\right) = 2.00 \quad \checkmark$$

Límites de acero: antes de diseñar el acero longitudinal en la viga, se calculan los límites dentro de los cuales debe estar éste, según los criterios siguientes:

Fórmulas:

$$As_{\min} = \rho_{\min} * bd \quad \text{donde} \quad \rho_{\min} = \frac{14.1}{fy}$$

$$As_{\max} = \rho_{\max} * bd \quad \text{donde} \quad \rho_{\max} = \varphi * \rho_{bal} \quad \text{y} \quad \rho_{bal} = \frac{0.003 * Es * 0.85^2 * f'c}{fy * (fy + 0.003 * Es)}$$

$\varphi = 0.5$ en zona sísmica; $\varphi = 0.75$ en zona no sísmica

$$\text{Solución: } As_{\min} = \frac{14.1}{2810} * 20 * 36 = 3.61cm^2$$

$$As_{\max} = 0.5 * \frac{0.85^2 * 210 * 6090}{2810 * (2810 + 6090)} * 20 * 36 = 13.30cm^2$$

$$\text{Donde } As_{\min} \leq As_{requerido} \leq As_{\max}$$

Acero longitudinal: Por medio de los momentos dados se procede a calcular las áreas de acero con la fórmula:

$$A_s = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

Sustituyendo datos:

$$A_s(M^-) = \left[20 * 36 - \sqrt{(20 * 36)^2 - \frac{3038.9 * 20}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2810} = 3.47 \text{ cm}^2$$

Luego de calcular el A_s , se procede a colocar varillas de acero de tal forma que el área de ellas supla lo solicitado en los cálculos de A_s ; esto se hace tomando en cuenta los siguientes requisitos sísmicos:

AS_{MIN} para M₍₋₎: En la cama superior, donde actúan momentos negativos, se debe colocar, como mínimo, dos o más varillas corridas de acero, tomando el mayor de los siguientes valores:

$$A_{s \text{ min}} = \rho_{\text{min}} * bd = 3.61 \text{ cm}^2 \Rightarrow 2 \text{ varillas mínimo No. 4} = 2.54 \text{ cm}^2$$

$$A_{S \text{ MIN}}; 33\% \text{ del } A_S \text{ calculada para el } M_{(-)} \Rightarrow 0.33 * (0) = 0 \text{ cm}^2$$

$$\text{Para éste caso usar 3 No. 4} \Rightarrow 3 * (1.27) = 3.81 \text{ } \} A_{s \text{ min}} = 3.61 \text{ cm}^2 \checkmark$$

Se puede observar que la cama superior, el $A_{s \text{ min}}$ son dos varillas No. 4 con un área de 2.54 cm^2 , que son los valores mas altos. El resto del acero, se coloca como bastones usando la fórmula siguiente:

$$A_{s(\text{bastón})} = A_{s \text{ total}} - A_{s \text{ min corrido}}$$

Sustituyendo datos:

$$A_{S(riel)} = 3.61 - 2.54 = 1.07 \text{ cm}^2$$

Usar 2 No 3 como bastón

$$\Rightarrow 2 * (0.71) = 1.42 \text{ cm}^2 = A_{S(bastón)} \quad \checkmark$$

AS_{MIN} para M (+): en la cama inferior, donde actúan momentos positivos, se debe colocar, como mínimo, dos o más varillas corridas de acero, tomando el mayor de los siguientes valores:

$$A_{S \text{ min}} = \rho_{\text{min}} * bd = 3.61 \text{ cm}^2 \Rightarrow 2 \text{ varillas No. 4} = 2.54 \text{ cm}^2$$

AS_{MIN}: 50% del AS calculada para el M (+)

$$A_{S \text{ MIN}}: 50\% \text{ del AS calculada para el M (-)} \Rightarrow 0.50 * (0) = 0 \text{ cm}^2$$

El mismo procedimiento que se hizo en la cama superior se hace para la cama inferior, el $A_{S \text{ min}}$ son dos varillas No. 4 con un área de 2.54 cm^2 , que son los valores mas altos. El resto del acero, se coloca como rieles usando la formula siguiente:

$$A_{S(riel)} = A_{S \text{ total}} - A_{S \text{ min corrido}}$$

Sustituyendo datos:

$$A_{S(riel)} = 3.61 - 2.54 = 1.07 \text{ cm}^2$$

Usar 2 No 3 como riel

$$\Rightarrow 2 * (0.71) = 1.42 \text{ cm}^2 = A_{S(riel)} \quad \checkmark$$

Acero transversal (estribos): los objetivos de colocar acero transversal son: por armado, para mantener el refuerzo longitudinal en la posición deseada, y para contrarrestar los esfuerzos de corte; esto último en caso de que la sección de concreto no fuera suficiente para cumplir esta función. El procedimiento a seguir es el siguiente:

Cálculo del corte resistente:

$$V_R = 0.85 \cdot 0.53 (f_c)^{1/2} b d$$

$$V_R = 0.85 \cdot 0.53 (210)^{1/2} 20 \cdot 36 = 4700.4 \text{ Kg.}$$

Cálculo del corte resistente:

$$V_u = W_u \cdot L / 2$$

$$V_u = 1686.52 \text{ Kg/m} \cdot 4.65 \text{ m} / 2 \quad V_u = 3921.16 \text{ kg}$$

- **Comparar corte resistente con corte último:**

Si $V_R \geq V_u$ la viga necesita estribos sólo por armado

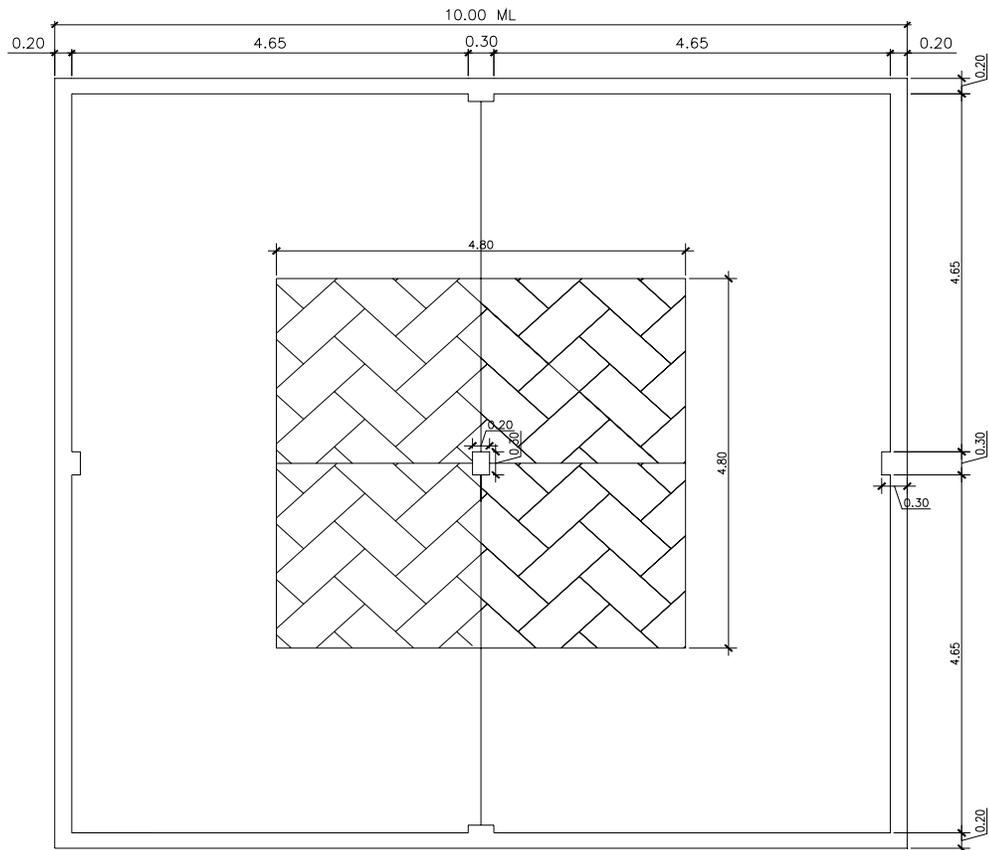
Si $V_R < V_u$ se diseñan estribos por corte

Para este caso **$V_R > V_u$ (4700.40 > 3921.16)** necesita estribos sólo por armado

$$\Rightarrow S_{\max} = \frac{d}{2} = \frac{36}{2} = 18.00 \text{ cm} \quad \text{Usar No. 2 @ 15cm}$$

Diseño de columna

Figura 16. Área tributaria sobre columna



Datos:

$$W_{losa} = 2400\text{kg/m}^3 * 4.80\text{m} * 0.10\text{m} = 1,152 \text{ kg / m}$$

$$P_{viga1} = 2400\text{kg/m}^3 * 0.20\text{m} * 0.40\text{m} = 192\text{kg / m}$$

$$P_{viga2} = 2400\text{kg/m}^3 * 0.20\text{m} * 0.40\text{m} = \underline{192\text{kg / m}}$$

$$W_{total} = 1,152 \text{ kg/m} + 2 * 192\text{kg / m} = 1536 \text{ kg / m}$$

En este caso l esta es la carga muerta y se multiplica por 1.4

$$P_u = 1.4(1,536 \text{ kg / m} * 4.80\text{m}) = 10,321.92 \text{ kg}$$

El Código ACI 10.3.5 establece una limitación adicional en la resistencia de columnas con el fin de compensar excentricidades accidentales de cargas no tratadas en el análisis. Debido a esto se toma 0.85 para columnas con espiral y 0.80 para columnas con estribos.

$$P_u = 0.80((0.85 * f'_c(A_g - A_s)) + A_s * f_y) \quad A_s = \lambda * b d = 0.02 * A_g$$

$$10,321.91 \text{ kg} = 0.80((0.85 * 281(A_g - 0.02A_g)) + 4200 * 0.02A_g)$$

$$12,902.40 \text{ kg} = (234.07A_g + 84 A_g)$$

$$12,902.40 \text{ kg} = 318.07A_g$$

$$A_g = 40.56 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0.02 * 40.56 \text{ cm}^2 = 0.81 \text{ cm}^2 / 4 = 0.20 \text{ cm}^2$$

En este caso se analizaron las cargas que lleva la columna, el A_g es demasiado pequeña y según el ACI el A_g mínima es de 25cm*25cm por lo tanto se armará la columna de la siguiente manera:

$$A_g = 20 \text{ cm} * 30 \text{ cm}$$

$$A_s = 6 \text{ No.6} = 4(2.85 \text{ cm}^2) = 11.40 \text{ cm}^2$$

Diseño de estribos suponiendo barras No. 2

S = espaciamiento entre varilla θ = diámetro de varilla

$$S = 48\theta_{\text{varilla transversal}} = 16 * 3 / 8 = 18 \text{ pul} = 45 \text{ cm}$$

$$S = 16\theta_{\text{varilla longitudinal}} = 16 * 2 / 8 = 4 \text{ pul} = 10 \text{ cm}$$

$$S_{\text{min}} = 14" = 35 \text{ cm}$$

El refuerzo transversal No. 3 @ 15 cm.

2.1.7.3 Línea conducción por gravedad hacia tanque existente

Tabla II Bases generales de diseño

| Tipo de sistema | (Gravedad) |
|--------------------------------------|-------------------|
| No. De conexiones | 670 |
| Población actual | 4020 habitantes |
| Población futura | 7478 habitantes |
| Viviendas actuales | 670 |
| Período de diseño: | 21 años |
| Tasa de crecimiento: | 3% |
| Dotación | 110 l/h/d |
| Caudal medio | 9.52 l/s |
| Caudal de día máximo (conducción) | 11.43 l/s |
| Caudal de hora máxima (distribución) | 19.04 l/s |
| Caudal de bombeo | 22.86 l/s |
| Factor día máximo | 1.2 |
| Factor hora máximo | 2 |
| Coefficiente hidráulico | 150 y 100 |
| Factor de almacenamiento | 40% |

Datos:

$$L = 1092.95 \text{ m} \quad Q = 22.86 \text{ l/s}$$

Carga disponible

$$CT_{\text{salida}} - CT_{\text{llegada}} = 272.047 \text{ m} - 236.98 \text{ m} = 35.06 \text{ m} - 5\text{m} = 30.06 \text{ m} = H_{\text{max}}$$

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

Cálculo de diámetro y cantidad de tubos:

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{(1743.811) * (L) * (Q)^{1.85}}{(C)^{1.85} * (H_f)}} = \frac{1743.811 * 1092.95\text{m} * (22.86 \text{ l/s})^{1.85}}{150^{1.85} * 30.06}$$

$$D = 4.74'' \begin{cases} \rightarrow D = 4'' = \varphi_{int} = 4.154'' \\ \rightarrow D = 5'' = \varphi_{int} = 5.135'' \end{cases}$$

Si $\varphi_{int} = 5.135''$

$$H_{f1} = \frac{(1743.811) * (L) * (Q)^{1.85}}{(C)^{1.85} * (D)^{4.87}} = \frac{(1743.811) * (1092.95m) * (22.86l / s)^{1.85}}{(150)^{1.85} * (5.135)^{4.87}}$$

$$H_{f1} = 20.34m$$

Si $\varphi_{int} = 4.154''$

$$H_{f2} = \frac{(1743.811) * (L) * (Q)^{1.85}}{(C)^{1.85} * (D)^{4.87}} = \frac{(1743.811) * (1092.95m) * (22.86l / s)^{1.85}}{(150)^{1.85} * (4.154)^{4.87}}$$

$$H_{f2} = 57.11m$$

$$L2 = \left(\frac{H_{max} - H_{f1}}{H_{f2} - H_{f1}} \right) * L_{max} = \left(\frac{30.06m - 20.34m}{57.11m - 20.34m} \right) * 1092.95m \quad L2 = 288.92m$$

$$L2 = 288.92m / 6m = 48 \text{ tubos} \quad L2 = 48 \text{ tubos} * 6 = 288m$$

$$L1 = 1092.95 - 288 m = 804.95 m$$

$$L1 = 804.95 / 6 = 134 \text{ tubos}$$

Pérdidas reales

$$H_{f1} = \frac{(1743.811) * (L) * (Q)^{1.85}}{(C)^{1.85} * (D)^{4.87}} = \frac{(1743.811) * (805m) * (22.86l / s)^{1.85}}{(150)^{1.85} * (5.135)^{4.87}} = 14.98m$$

$$H_{f2} = \frac{(1743.811) * (L) * (Q)^{1.85}}{(C)^{1.85} * (D)^{4.87}} = \frac{(1743.811) * (288m) * (22.86l / s)^{1.85}}{(150)^{1.85} * (4.154)^{4.87}} = 15.05m$$

Cota piezométrica:

$$CP1 = COTA_{inicial} - H_{f1}$$

$$CP1 = 271.00 - 14.98m = 256.02m$$

$$CP2 = COTA_{inicial} - Hf2$$

$$CP2 = 256.02 - 15.05m = 240.97m$$

Velocidad:

$$V4'' = \frac{1.974Q}{(\varphi_{int})^2} = \frac{1.974 * 22.86l / s}{(4.154'')^2} = 2.61m / s$$

$$V5'' = \frac{1.974Q}{(\varphi_{int})^2} = \frac{1.974 * 22.86l / s}{(5.135'')^2} = 1.71m / s$$

$0.40 \text{ m / s} \leq V \leq 3 \text{ m / s}$

En este caso la velocidad cumple.

2.1.7.4 Red de distribución

El diseño hidráulico se realizó con redes abiertas, cerradas y combinadas debido a la ubicación de las viviendas, en este caso la red fue analizada utilizando el programa de Epanet por ser una herramienta muy útil para el diseño de redes de distribución.

Para el cálculo de los caudales se puede disponer de los siguientes métodos:

Método de Densidad Poblacional

Este método considera la población por área de influencia de cada nudo. Para la aplicación de este método se deberá definir la población en cada sector del área del proyecto.

El caudal por nudo será:

$$Q_i = Q_p * P_i$$

Donde el caudal unitario poblacional se calcula por:

$$Q_p = Q_t / P_t$$

Donde:

Q_p : Caudal unitario poblacional (L/s/hab)

Q_t : Caudal total o caudal máximo horario para la totalidad de la población (L/s)

Q_i : Caudal en el nudo "i" (L/s)

P_t : Población total del proyecto (hab)

P_i : población del área de influencia del nudo "i" (hab)

En el anexo 5 se presenta la tabla de los cálculos, a continuación se presenta el cálculo del tramo de tubería entre las estaciones E-10 y E-60, que corresponden al ramal 1.

E- 10 CTo. = 941.75 m

E- 60 CTf. = 940.66 m

Diferencia de cotas = 1.09 m

Distancia horizontal = 47.44 m

Caudal de distribución (Q_d) = 19.04 lt./seg.

Viviendas entre E-10 –E-60 = 10 viviendas actuales

Total de conexiones futuras = 1246

Factor de gasto (FG) = Q_d / número de viviendas

Factor de gasto (FG) = 19.04 l/s / 670 viviendas = 0.028

Caudal del tramo = FG x viviendas en el tramo

Gasto en el nodo E- 10 = 0.028 x 10 = 0.28 lt./seg.

En este caso el caudal de distribución es 19.04 l/s a este caudal se le resta el gasto en el nodo E-10, 19.04 l/s -0.284 l/s = 18.76 l/s y se distribuyen los caudales en cada tramo en esta ocasión, Epanet analiza los ramales que

parten en este caso la E-10 para distribuir los caudales, en el tramo E-10 a E-60

$Q = 11.07$ l/s y en el tramo de la E-10 a E-13 $Q = 7.69$ l/s.

Para determinar el diámetro de la tubería: E-10 a E-60

$$Q = 11.07 \text{ lt./seg.}$$

$$L = 47.44 \text{ m}$$

$$C = 150$$

Aplicando la fórmula de Hazen & Williams, se obtiene un $D = 6$ pulg.

Para verificar la velocidad:

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

$$V = 1.974 \times 11.07 / 6.115^2 = 0.58 \text{ m./seg.}$$

Los límites recomendados son $0.3 \text{ m./seg.} \leq V \leq 3 \text{ m./seg.}$ Por lo que el diámetro, sí cumple.

Para la cota piezométrica inicial:

$CP_o = CP_f$ de la estación anterior E-10

$$CP_o = 999.60 \text{ m.}$$

Para la cota piezométrica final:

$$CP_f = C_{po} - H_f$$

$$CP_f = 999.60 - 0.10$$

$$CP_f = 999.50 \text{ m.}$$

Para la presión hidrodinámica:

$$PH_d = CP_f - CT_f$$

$$PH_d = 999.50 - 940.66$$

$$PH_d = 58.84 \text{ m.c.a.}$$

Para la presión hidrostática:

$$PHs = CPf - CTf$$

$$PHs = 999.60 - 940.66$$

$$PHs = 58.94 \text{ m.c.a.}$$

Los resultados completos del cálculo hidráulico del proyecto de agua del municipio de Santa Catarina Palopó se encuentran en el apéndice D.

2.1.7.5 Sistema de desinfección

Para este sistema se propone usar tabletas de hipoclorito de calcio $Ca(ClO_2)$ con no menos del 65% de ingredientes activos y con las siguientes dimensiones para cada tableta: diámetro de 3 1/8", alto 1 1/4" y un peso de 300 gramos.

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

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

La caja para el hipoclorador tiene como finalidad protegerlo y deberá tener una tapadera de registro con pasador y candado.

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

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

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

Donde:

Q = caudal de agua conducida, (22.86 L/s) = 1371.60 L/min

DC = demanda de cloro, 0.2 mg/L

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

$$FC = 1371.60 \text{ L/min} \times 2 \text{ PPM} \times 0.06 = 164.59 \text{ gr/hr}$$

$$\mathbf{FC = 164.59 \text{ gr/hr.}}$$

Se hace la conversión a litros/min, obteniéndose los siguientes resultados: FC = 382.60 litros/min. Luego, se procede a calcular el tiempo que se necesita para llenar un recipiente de un litro utilizando la siguiente fórmula:

$$t = 60/SC$$

Donde:

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

SC = flujo de solución de cloro

$t = 60/382.60 = 0.16$ seg, que es el tiempo en que un recipiente de un litro debe de llenarse completamente. El flujo de cloro del hipoclorador es de 164.59 gr/hr, entonces la cantidad de tabletas que se consumirán en un mes son:

$164.59 \text{ g/hr} \times 24\text{hr/1día} \times 30 \text{ días/1 mes} = 118,080 \text{ gr/mes}$

$118,080 \text{ gr/mes} \times 1 \text{ tableta/300 gr} = 394 \text{ tab/mes}$

Total = 394 tabletas/mes

2.1.7.6 Obras hidráulicas

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 únicamente y exclusivamente en la línea de conducción, ya que en la red de distribución, los grifos realizan esta función.

Estas válvulas se componen básicamente por una tee 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 los sólidos acumulados. La ubicación de las válvulas de limpieza se detalla en los planos constructivos. Estos se pueden ver en los planos constructivos del apéndice F.

Válvulas de aire

Las líneas por gravedad tienen tendencias a acumular aire en los puntos altos. Cuando se tienen presiones altas, el aire tiende a disolverse y continúa en la tubería hasta que es expulsado, pero en los puntos altos de relativa baja presión, el aire no se disuelve creando bolsas que reducen el área útil de la tubería. La acumulación de aire en los puntos altos provoca una reducción del área de flujo del agua y consecuentemente se produce un aumento de las pérdidas y una disminución del caudal. A fin de prevenir este fenómeno debe utilizarse válvulas que ubicadas en todos los puntos altos permitirán la expulsión de aire y la circulación del caudal deseado.

Conexiones domiciliarias

Se colocará conexiones domiciliarias para abastecer del vital líquido a las viviendas colocando la tubería a los beneficiados hasta su vivienda donde se colocarán las válvulas pertinentes y un contador de agua para el cual deberá hacer los trabajos de excavación, colocación de tubería y relleno compactado para garantizar la buena colocación de la misma.

2.1.8 Programa de operación y mantenimiento

Esta etapa es de suma importancia y debe considerarse prioritaria, ya que ningún sistema de agua potable puede funcionar por sí mismo, ni funcionar de manera adecuada si se opera de manera inadecuada; por otra parte su mantenimiento es indispensable. Por tal razón, se pretende que exista un comité capaz de resolver de manera inmediata la mayoría de los problemas técnicos, operativos y administrativos, que se presenten durante el servicio del sistema de agua potable.

MANEJO Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO

a. MANEJO Y MANTENIMIENTO DE LA CASETA DE BOMBEO

Esta se le dará mantenimiento en lo siguiente.

- ✓ Puerta de Acceso

Se le dará mantenimiento a cada seis meses de la siguiente manera:

Reparación de chapa de sujeción engrasado de bisagras pintado en su totalidad , eliminando residuos de pintura existente con espátula o con lija para metal, después de eliminar todos los residuos y polvo se procederá a pintar con dos manos de pintura anticorrosivo color teja y una mano final de pintura de aceite color negro.

MATERIALES DE MANTENIMIENTO

| MATERIAL | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIOUNITARIO |
|----------------------------------|----------|--------|----------------|
| Espátula de metal de 2" de ancho | 1 | UNIDAD | 7.00 |
| Brocha de 3 " | 1 | UNIDAD | 6.00 |
| Lija para metal | 3 | PLIEGO | 21.00 |
| Pintura anticorrosivo | ½ | GAL | 50.00 |
| Pintura de aceite color negro | ¼ | GAL | 40.00 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | 124.00 |

- ✓ Pintura de su interior y exterior

Se le dará mantenimiento a los muros piso y losa de la caseta de bombeo con dos manos de pintura de látex a un período de seis meses.

MATERIALES DE MANTENIMIENTO.

| MATERIAL | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO |
|-------------------------------|----------|--------|-----------------|
| Brocha de 3 “ | 1 | UNIDAD | 6.00 |
| Pintura de látex color blanco | 1 | GAL | 180.00 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | 186.00 |

b. MANEJO Y MANTENIMIENTO DE RAK DE MANDO DE BOMBA.

Este se le dará un mantenimiento trimestral en especial a los fusibles de los encendidos automáticos los cuales serán cambiados aunque estos estén funcionando a cabalidad ya que la falta de uno de ellos hará que el motor de la bomba se funda, ya que estos funcionan con corriente homogénea y no fluctuante.

MATERIALES DE MANTENIMIENTO

| MATERIAL | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO |
|--|----------|--------|-----------------|
| Juego de fusibles para rak de mando bomba trifásica 440v | 12 | UNIDAD | 350.00 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | 350.00 |

c. MANEJO Y MANTENIMIENTO DE MOTOR Y BOMBA

El manejo del motor de la bomba se hará de la siguiente manera:

La lubricada de bushing se hará trimestralmente con lubricante DALO500

MATERIALES DE MANTENIMIENTO

| MATERIAL | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO |
|---------------------|----------|--------|-----------------|
| Lubricante DELO 500 | 1 | POMO | 30.00 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | 30.00 |

MANEJO Y MANTENIMIENTO DE LAS OBRAS DE ARTE

a. MANEJO Y MANTENIMIENTO DE TANQUES DE DISTRIBUCIÓN

El mantenimiento primordial para los tanques de distribución es evitar que le crezcan algas en su interior y para ello se tiene que desinfectar periódicamente cada seis meses con una mezcla de hipoclorito de sodio y agua en proporción de 1/50 respectivamente. Y se aplicará en las paredes del tanque cuando este vacío y se llenará posteriormente para vaciarlo en su totalidad por medio del desfogue del drenaje.

b. MANEJO Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA CLORADOR

El sistema clorador será manejado por el fontanero y se debe cambiar la pastilla de hipoclorito a cada mes lo cual demanda que sean verificadas a cada quince días su evolución de solución, según el sistema que se este manejando en el hipoclorador.

MATERIALES DE MANTENIMIENTO

| MATERIAL | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO |
|--------------------------|----------|--------|-----------------|
| Hipoclorito en líquido | 1 | GAL | 250 |
| Pastillas de hipoclorito | 1 | 1 | 150 |
| Tambo de 54 galones | 1 | UNIDAD | 125 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | 525.00 |

MANEJO Y MANTENIMIENTO DE TUBERÍA DE CONDUCCIÓN

a. MANEJO Y MANTENIMIENTO DE TUBERÍA HG TIPO LIVIANO

Este tipo de tubería recibe un mantenimiento muy esporádico, ya que por el material de hechura es muy resistente pero eso no indica que se pueda dañar por deslaves o movimientos telúricos muy fuertes, si existiera fugas respecto a este tipo de tubería el fontanero las reparará ya sea por medio de acoples de Hg. o permatex en pomo para fugas leves.

b. MANEJO Y MANTENIMIENTO DE PILOTES DE SUJECCIÓN DE TUBERÍA

Estos se tienen que verificar que funcionen a cabalidad sobre todo en la sujeción de la tubería ya que si no funcionan a óptimas condiciones hacen que la tubería sufra daños en el sistema por la presión y vibraciones que producen los golpes de ariete en este tipo de tubería.

MATERIALES DE MANTENIMIENTO

| MATERIAL | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO |
|---------------------|----------|--------|-----------------|
| Permatex | 1 | pomo | 50.00 |
| TOTAL DE MATERIALES | | | 50.00 |

MANEJO Y MANTENIMIENTO DE TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN

a. MANEJO Y MANTENIMIENTO DE TUBERÍA PVC

Para el mantenimiento de este tipo de tubería es bueno que el fontanero tenga conocimientos de donde están ubicadas las llaves y válvulas para ubicarse más fácil y así poder hacer y reparar los daños del sistema con eficiencia y rapidez

MANEJO Y MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS DE AIRE Y LIMPIEZA

a. MANEJO Y MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS DE AIRE

El único mantenimiento para las válvulas de aire es la limpieza periódica abriendo la llave de drenado haciendo correr un poco del caudal por un lapso de 15.00 segundos esto hace que la burbuja de presión se libere puede hacerse a cada tres meses.

b. MANEJO Y MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS DE LIMPIEZA

Las válvulas de limpieza como su nombre lo indican el mantenimiento es sacar todo los materiales residuales que existen en ellas y esto puede ser trimestralmente con el afán de evitar que al saturarse de impurezas puedan ocasionar taponamientos en la tubería de conducción.

MANEJO Y MANTENIMIENTO DE CONEXIONES DOMICILIARES

a. MANEJO Y MANTENIMIENTO DE CONEXIONES DOMICILIARES

Las conexiones domiciliars a partir del contador para adentro de las propiedades privada el fontanero municipal no tiene ninguna beligerancia ha cerca de esto y del contador para atrás el es responsable del buen funcionamiento de todos los accesorios.

b. **MANEJO Y MANTENIMIENTO DE CONTADORES DE AGUA.**

Los contadores deben de recibir un mantenimiento a cada diez años, ya que estos por la forma de ser manufacturados tienen un tiempo de vida de 20 años o tiempo de diseño del proyecto y su mantenimiento es mínimo.

c. **GASTOS Y RESPONSABILIDADES**

Todos los gastos anteriormente descritos son absorbidos por la municipalidad y el salario del fontanero residente debe cubrirlo también dicha entidad.

2.1.9 Cronograma de ejecución físico y financiero

Estos cronogramas nos sirven para hacer una comparación en campo de los avances del proyecto y el flujo de capital utilizado en determinada fecha. (Ver anexo 6).

2.1.10 Propuesta de tarifa

Un sistema de agua potable no es solamente la fase de construcción, se le debe dar una operación y un mantenimiento adecuado, para garantizar la sostenibilidad del mismo durante el período para el que a sido diseñado. Esto implica que es necesario contar con recursos suficientes para operar el sistema, darle un mantenimiento preventivo y cuando así lo amerita también correctivo; dichos recursos sólo pueden obtenerse a través del pago mensual de una tarifa que cada una de las viviendas deberá cancelar.

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

a) Cálculo de la energía

El motor a utilizar es sumergible de 50 HP.

Lo que equivale a 37.280 KW.

De donde se obtiene:

Tiempo de servicio al inicio: 12 horas

Población a servir al inicio: 4,020 habitantes

Total de conexiones al inicio del proyecto: 670

Consumo diario de energía= 37.28 kWatts*(12 horas)= 447.36 kWh.

Costo del consumo diario= 298.24 kWh*(1.03)= Q 307.19

Costo del consumo mensual= 30*(Q 307.19)= **Q 9215.62/mes.**

b) Cantidad de cloro

Tomando el caudal de bombeo y el hipoclorito de calcio al 65 % se tiene:

$$394 \text{ tabletas} = 118,200 \text{ gramos} = 260 \text{ libras}$$

El hipoclorito de calcio se adquiere en tambos plásticos de 150 tabletas

Costo de 100 libra de hipoclorito de calcio (CH) = Q 950.00

Costo mensual de la cloración =260 libras*(Q9.50/libra) = **Q 2,470/mes.**

c) Costo de operación y mantenimiento.

| | | |
|--------------------------|----------|------------------|
| 1 fontanero = | Q | 800.00 |
| 1 guardián = | Q | 800.00 |
| 1 operador = | Q | 600.00 |
| Materiales del sistema = | Q | 308.00 |
| | Q | 2,508.00 |
| MONTO TOTAL = | Q | 14,193.62 |

d) Tarifa por vivienda mensual.

$$TARIFA = \frac{Q15,120.62}{670viviendas} \qquad \qquad \qquad \text{TARIFA} = \text{Q } 21.20/\text{mes.}$$

2.1.11 Evaluación de impacto ambiental

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

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

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

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

a) Tabla III. Impacto ambiental, etapa de operación

| ETAPA DE OPERACIÓN | | |
|---|---|--|
| ACTIVIDADES | IMPACTOS NEGATIVOS | MEDIDAS DE MITIGACIÓN |
| Comprobación de caudales; presiones; funcionamiento de tubería, obras y accesorios. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Disminución del área boscosa de la cuenca. ➤ Contaminación del Lago de Atitlán por la población que tiene que recurrir a este para lavar ropa y trastos. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Reforestar el área de la cuenca y vigilar las actividades efectuadas en la cuenca, principalmente aguas arriba de la captación. ➤ Circular el área de la captación, para evitar el ingreso de animales y que sirva de disuasor para las personas. ➤ Motivar y capacitar a la población en el manejo de la conservación de las fuentes de agua. ➤ Conservación del ambiente. ➤ Incentivar la organización de las comunidades para que vigilen que el manejo integral de la cuenca y la conservación del recurso hídrico sea adecuado. |
| | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Malestar de los usuarios. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Asegurar que los caudales y presiones de diseño son los que recibe la población. |

| | | |
|--|---|--|
| Calidad del agua | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Malestar de los usuarios. ➤ Amenaza a la salud por déficit en calidad del producto. ➤ Incrementos en los gastos de salud. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Potabilizar el agua de manera de que sea apta para el consumo humano. ➤ Establecimiento de un programa de vigencia de la calidad del agua. |
| Continuidad del servicio | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Amenaza a la salud por déficit en cantidad de intercepciones del servicio. ➤ Malestar de los usuarios. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Garantizar que habrá suficiente cantidad de agua y que el servicio será continuo. ➤ Establecer un programa de prestación de servicio a fin de garantizar la continuidad. Cuando es inevitable la interrupción del servicio o bien se presta por determinadas horas o días, es imprescindible el establecimiento de un programa de gestión social. |
| Reparación y mantenimiento de tuberías, accesorios, obras y equipos. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Malestar de los usuarios por la interrupción del servicio. Incremento en los gastos | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Capacitación continua a los operarios del sistema. ➤ Pago de tarifa. |

2.1.12 Planos y detalles

Los planos constructivos para el sistema de abastecimiento de agua potable se presentan en el anexo 7; están conformados por: planta de conjunto, planta y perfil de línea de conducción y red de distribución, tanque de captación y unificadora de caudal, paso zanjón y detalle de anclaje de tubería a la intemperie, detalles generales y estructurales de tanque de distribución, detalle de hipoclorador + toma domiciliar.

2.1.13 Presupuesto

Existen varias formas de realizar un presupuesto, que varían de acuerdo al uso que se le dé. Para éste proyecto, se elaboró un presupuesto desglosado por renglones de trabajo:

Desglose del proyecto por renglones de trabajo: aquí se separan cada uno de los componentes por unidades de ejecución y se enumeran por renglones, se trata de ordenarlos según la secuencia lógica de ejecución.

Cuantificación de los renglones de trabajo: ya desglosado el proyecto, se procede a asignarle a cada renglón una unidad de medida, luego se calculan todas las cantidades de trabajo de cada renglón.

Precio unitario: el precio por unidad de medida o unidad de pago se saca por medio de la integración del costo directo y el costo indirecto, para calcular cada uno de estos costos se hizo lo siguiente:

- **Costo directo:** en este costo se incluyeron los precios de los materiales y mano de obra necesaria en cada unidad de ejecución, precios que fueron tomados de los que imperan en el lugar de ejecución del proyecto.
- **Costo indirecto:** el costo indirecto se valorizó como un porcentaje del costo directo, porcentaje que se basa en la experiencia en obras similares, y cuyo valor oscila entre el 30% y el 45% según del renglón considerado.

Costo total por renglón: el costo total de cada renglón se obtiene al multiplicar los valores obtenidos en los incisos anteriores, es decir, se multiplica la cantidad de trabajo por el precio unitario en cada renglón.

Costo total del proyecto: para este costo se hace la sumatoria de todos los costos totales por renglones del proyecto.

El resultado del proceso descrito anteriormente, aparece de forma sintetizado en el apéndice C tabla VI.

2.1.14 Evaluación socio-económica

2.1.14.1 Valor presente neto

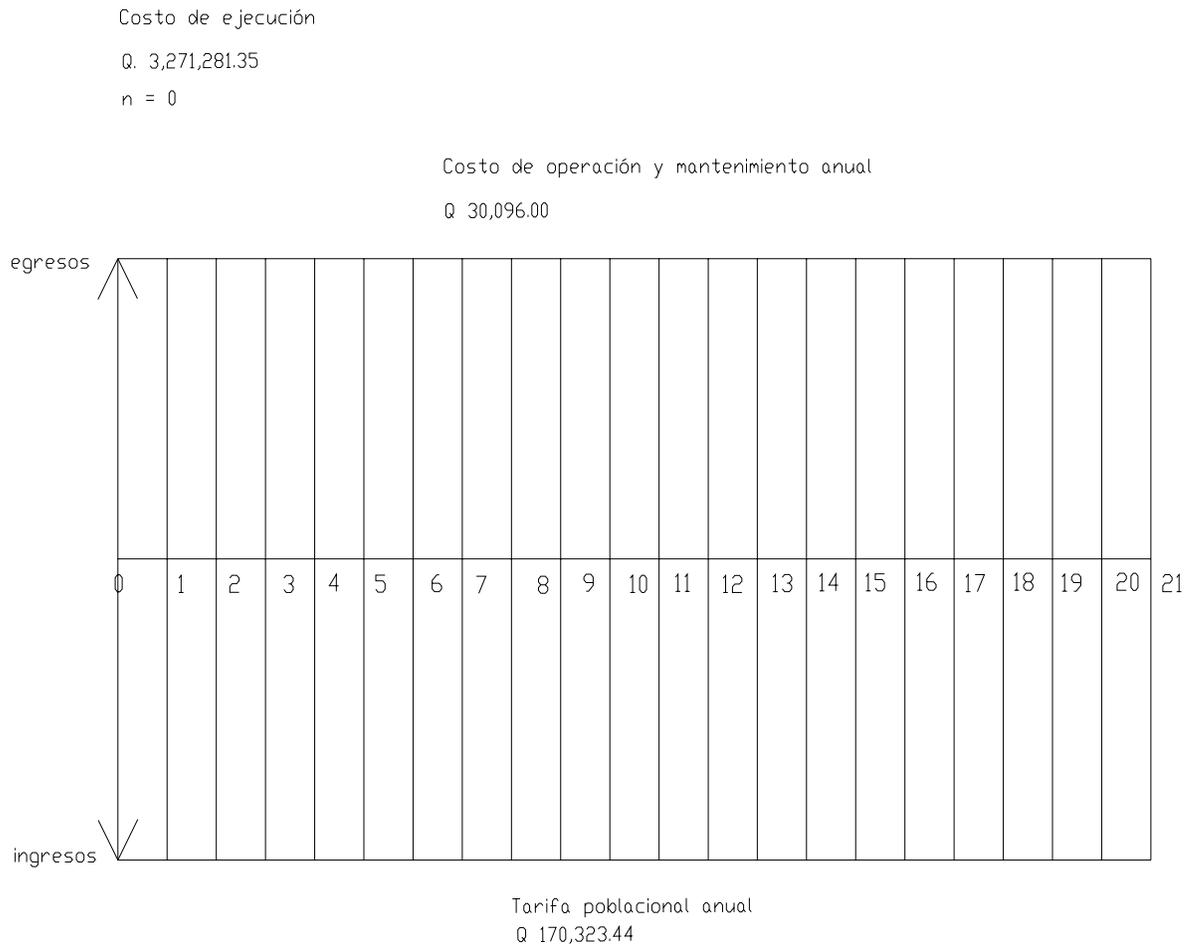
En general, los proyectos de sistemas de abastecimiento de agua potable tienen un gran componente social, el cual da el proyecto un enfoque para el análisis de su evaluación en este sentido; deben entonces considerarse los efectos indirectos y de valorización social, de beneficio y costo que conlleva su instalación y manejo. Sin embargo, una evaluación económica del proyecto ofrece indicadores de viabilidad para su realización.

La cooperación española (INFOM-AECI) tiene contemplado invertir el costo total que genere el proyecto que son 3,271,281.35 en la ejecución del proyecto para el Municipio de Santa Catarina Palopó. Se pedirá un aporte mensual por vivienda de Q 21.20. Suponiendo una tasa del 13% al final de los 20 años de vida útil, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto. La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos y financieros es de utilidad para conocer la rentabilidad que generarán. Para ello se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno, que se describen a continuación.

| OPERACIÓN | RESULTADO |
|------------------------------------|------------------|
| Costo Inicial | Q 3,271,281.34 |
| Monto de operación y mantenimiento | |
| Q 2,508*12 meses | Q 30,096.00 |
| Tarifa poblacional anual | |
| Q 14,193.62/mes*12 meses | Q 170,323.44 |
| Vida útil, en años. 20 años | |

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

Figura 17. Esquema de ingresos y egresos durante el período de diseño



$$VPN = - 30,096.00(1 + 0.13)^{20} + 170,323.44(1 + 0.13)^{20}$$

$$VPN = 1,615,853.10$$

Como el valor presente neto calculado es mayor que cero, el proyecto es rentable en este caso no se pretende recuperar lo invertido en el costo del proyecto.

Con la tarifa propuesta, el proyecto podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento que se necesitan durante el período de funcionamiento.

2.1.15 Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno trata de considerar un número en particular que resuma los meritos de un proyecto. Dicho número no depende de la tasa de interés que rige el mercado de capitales. Por eso es que se llama tasa interna de rentabilidad; el número es interno o inherente al proyecto y no depende de nada excepto de los flujos de caja del proyecto.

Una inversión es aceptable si su tasa interna de retorno excede al rendimiento requerido. De lo contrario, la inversión no es provechosa.

Cuando se desconoce el valor de la tasa de descuento, se establece que el Valor Presente Neto, es igual a cero, ya que cuando ocurre es indiferente aceptar o no la inversión. La tasa interna de retorno de una inversión es la tasa de rendimiento requerida, que produce como resultado un valor presente neto de cero cuando se le utiliza como tasa de descuento.

Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, éste se determina de la siguiente manera:

Costo = Inversión inicial – VPN

Costo = Q 3,271,281.83 – Q 1,615,853.10 = Q 1,655,428.25

Beneficio = No. de habitantes beneficiados (a futuro)

Costo/beneficio = Q 1,655,428.25 / 7478 habitantes = Q 221.37/hab.

Las instituciones de inversión social, toman las decisiones con base al valor anteriormente obtenido y las disposiciones económicas que posean.

De lo anterior se concluye que el proyecto, podrá ser considerado favorablemente por cualquiera de las instituciones que trabajan actualmente con la municipalidad.

CONCLUSIONES

1. La construcción del proyecto de agua potable del Municipio de Santa Catarina Palopó, beneficiará a 670 familias con el vital líquido en cantidad suficiente y de mejor calidad, elevando la calidad de vida de los habitantes de esta aldea, durante los próximos 21 años.
2. De acuerdo al resultado del análisis efectuado a la muestra de agua por parte del Instituto de Fomento Municipal, debe asegurarse la potabilidad del agua aplicándole un tratamiento de desinfección, razón por la cual dentro del diseño se incorporó un sistema clorificador.
3. A través del Ejercicio Profesional Supervisado, se adquiere cierta experiencia debido a que se conocen muchos de los problemas que afrontan las comunidades y el papel que juega la política en los problemas de estas, en este caso se pudo conocer los problemas que afronta el municipio de Santa Catarina Palopó, Departamento de Sololá.
4. La ejecución de los proyectos es ambientalmente viable, siempre que se cumplan con las medidas de mitigación aquí propuestas y las establecidas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales; pues con ellas, su realización serán satisfactorios, sin afectar su entorno.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad y a la Cooperación Española (Infom-Aeci)

1. Dar prioridad a la ejecución del proyecto propuesto, debido a que son de necesidad primaria para la salud y bienestar de la población.
2. Implementar programas de capacitaciones hacia la población, sobre la importancia de los árboles y las consecuencias de la tala de éstos en las áreas cercanas a los nacimientos de agua.
3. Asegurar la implementación de operación y mantenimiento preventivo y correctivo incorporado en ambos proyectos, ya que éstas inciden en la duración y buen funcionamiento para el período que fueron diseñados.
4. Corroborar, fehacientemente, que todos los materiales a utilizar cumplan con las especificaciones de resistencia mínima que se indican en los planos adjuntos, teniendo mayor cuidado en cuanto a la resistencia de la tubería de PVC.
5. Evitar contaminar el Lago de Atitlán en el transcurso de ejecución del proyecto, con materiales sobrantes de la obra como por ejemplo, basura ripio etc, para no dar una mala imagen a este lugar turístico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hernán Cortés U. **Diseño de tanque semienterrado** para el municipio de Palín, departamento de Escuintla. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 2007.
2. David Roberto Ruano Téllez. **Diseño de la introducción de agua, Drenaje sanitario y pavimento rígido** del caserío de “Zaculeu “ del municipio de la Libertad Petén, Guatemala 2004.
3. Nilson, Arthur H. y George Winter. **Diseño de estructuras de concreto**. 12^a ed. México: Editorial McGraw-Hill, 1999.
4. UNEPAR, **Cartilla para la operación y mantenimiento de acueductos rurales, Guatemala**: Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales, 1980.
5. UNEPAR, **Normas de diseño de abastecimiento de agua potable en zonas rurales**. Guatemala, 1991.
6. ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL PARA LAS MIGRACIONES MISION GUATEMALA, **Diagnostico del municipio de Santa Catarina Palopó, departamento de Sololá, Centro América**, 1997.
7. AMANCO, CATÁLOGO TÉCNICO. **Consideraciones de diseño para instalaciones con tubería de P.V.C**, 2007.

APÉNDICES

APÉNDICE A TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO

APÉNDICE B RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LABORATORIO

APÉNDICE C PRESUPUESTO

APÉNDICE D MEMORIA DE CÁLCULO HIDRÁULICO

APÉNDICE E CRONOGRAMA FÍSICO Y FINANCIERO

APÉNDICE F PLANOS

APÉNDICE A
TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO

Tabla IV Línea de conducción

| E | P.O. | AZIMUT | | | DISTANCIA HORIZONTAL | DISTANCIA ACUMULADA | COORDENADAS TOTALES | | COTA |
|----|------|--------|----|-------|----------------------|---------------------|---------------------|--------|--------|
| | | G | M | S | | | X | Y | |
| 0 | BM | | | | | | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 0 | 1 | 227 | 57 | 21.98 | 10 | 10.00 | -7.43 | -6.70 | 100.00 |
| 1 | 2 | 227 | 57 | 21.98 | 21.18 | 31.18 | -23.16 | -20.88 | 128.38 |
| 2 | 3 | 239 | 47 | 58.95 | 11.76 | 42.94 | -33.32 | -26.80 | 133.54 |
| 3 | 4 | 212 | 44 | 30.81 | 7.38 | 50.32 | -37.31 | -33.00 | 139.66 |
| 4 | 5 | 248 | 3 | 0.04 | 20.97 | 71.29 | -56.76 | -40.84 | 155.65 |
| 5 | 6 | 240 | 7 | 29.29 | 18.87 | 90.16 | -73.12 | -50.24 | 163.28 |
| 6 | 7 | 216 | 5 | 2.04 | 8.25 | 98.41 | -77.98 | -56.91 | 166.70 |
| 7 | 8 | 280 | 48 | 12.99 | 27.02 | 125.43 | -104.52 | -51.84 | 170.08 |
| 8 | 9 | 265 | 36 | 27.98 | 16.57 | 142.00 | -121.04 | -53.11 | 172.17 |
| 9 | 10 | 273 | 57 | 37.17 | 7.69 | 149.69 | -128.72 | -52.58 | 173.68 |
| 10 | 11 | 286 | 54 | 42.72 | 13.28 | 162.97 | -141.42 | -48.72 | 176.70 |
| 11 | 12 | 302 | 36 | 41.03 | 14.71 | 177.68 | -153.81 | -40.79 | 180.03 |
| 12 | 13 | 268 | 23 | 50.64 | 7.18 | 184.86 | -160.99 | -40.99 | 181.73 |
| 13 | 14 | 279 | 4 | 27.34 | 4.57 | 189.43 | -165.50 | -40.27 | 182.91 |
| 14 | 15 | 234 | 11 | 20.23 | 16.11 | 205.54 | -178.57 | -49.70 | 187.48 |
| 15 | 16 | 257 | 36 | 7.52 | 6.31 | 211.85 | -184.73 | -51.05 | 188.18 |
| 16 | 17 | 256 | 59 | 30.96 | 6.78 | 218.63 | -191.34 | -52.58 | 187.96 |
| 17 | 18 | 256 | 59 | 30.96 | 9.44 | 228.07 | -200.53 | -54.70 | 197.53 |
| 18 | 19 | 256 | 59 | 30.96 | 26.15 | 254.22 | -226.01 | -60.59 | 211.75 |
| 19 | 20 | 256 | 59 | 30.96 | 67.48 | 321.70 | -291.76 | -75.78 | 255.76 |
| 20 | 21 | 256 | 59 | 30.96 | 21.06 | 342.76 | -312.28 | -80.52 | 271.37 |
| 21 | 22 | 290 | 56 | 59.7 | 18.4 | 361.16 | -329.46 | -73.94 | 272.05 |
| 22 | 23 | 14 | 30 | 50.25 | 2.4 | 363.56 | -328.86 | -71.62 | 276.25 |

Tabla V Red de distribución

| EST. | P.O | AZIMUT | | | DISTANCIA HORIZONTAL | DISTANCIA ACUMULADA | COORD. TOTALES | | COTA |
|------|-----|--------|----|----|-------------------------|------------------------|----------------|---------|----------|
| | | G | M | S | | | Y | X | |
| | 0 | | | | | 0+000.000 | 0.000 | 0.000 | 1000.000 |
| | 1 | 55° | 50 | 35 | 21.096 | 0+021.096 | 11.845 | 17.457 | 995.650 |
| 1 | 2 | 97° | 0 | 45 | 44.351 | 0+065.447 | 6.430 | 61.476 | 994.509 |
| 2 | 3 | 91° | 48 | 35 | 10.386 | 0+075.833 | 6.102 | 71.857 | 993.768 |
| 3 | 4 | 178° | 33 | 40 | 11.000 | 0+086.833 | -4.895 | 72.133 | 988.647 |
| 4 | 5 | 89 | 51 | 5 | 29.061 | 0+115.894 | -4.819 | 101.194 | 997.289 |
| 5 | 6 | 184 | 10 | 10 | 21.322 | 0+137.216 | -26.085 | 99.644 | 985.051 |
| 6 | 7 | 187 | 51 | 55 | 43.256 | 0+180.472 | -68.934 | 93.725 | 966.253 |
| 7 | 8 | 189 | 33 | 0 | 21.802 | 0+202.274 | -90.434 | 90.107 | 959.626 |
| 8 | 9 | 188 | 66 | 25 | 20.370 | 0+222.644 | -110.547 | 86.883 | 948.680 |
| 9 | 10 | 200 | 41 | 30 | 9.939 | 0+232.583 | -119.845 | 83.372 | 941.747 |
| 10 | 11 | 93 | 54 | 20 | 13.584 | 0+246.167 | -120.770 | 96.924 | 944.314 |
| | 10 | | | | | 0+232.583 | -119.845 | 83.372 | 941.747 |
| 10 | 12 | 275 | 1 | 5 | 19.381 | 0+251.964 | -118.150 | 64.065 | 939.374 |
| 12 | 13 | 278 | 36 | 45 | 9.840 | 0+261.804 | -116.676 | 54.336 | 938.477 |
| 13 | 14 | 172 | 30 | 25 | 29.425 | 0+291.229 | -145.850 | 58.173 | 930.210 |
| | 13 | | | | | 0+261.804 | -116.676 | 54.336 | 938.477 |
| 13 | 15 | 257 | 62 | 30 | 11.099 | 0+272.903 | -118.976 | 43.478 | 941.442 |
| 15 | 16 | 247 | 34 | 30 | 6.955 | 0+279.858 | -121.629 | 37.049 | 944.491 |
| 16 | 17 | 226 | 8 | 20 | 7.896 | 0+287.754 | -127.100 | 31.355 | 947.718 |
| 17 | 18 | 283 | 45 | 5 | 19.037 | 0+306.791 | -122.575 | 12.864 | 952.900 |
| 18 | 19 | 331 | 12 | 15 | 14.000 | 0+320.791 | -110.306 | 6.120 | 957.149 |
| 19 | 20 | 284 | 19 | 5 | 19.902 | 0+340.693 | -105.384 | -13.163 | 955.467 |
| 20 | 21 | 3 | 41 | 15 | 9.460 | 0+350.153 | -95.944 | -12.555 | 959.107 |
| 21 | 22 | 284 | 49 | 35 | 20.969 | 0+371.122 | -90.578 | -32.826 | 960.771 |
| 22 | 23 | 321 | 37 | 55 | 29.896 | 0+401.018 | -67.138 | -51.383 | 962.842 |
| | 14 | | | | | 0+291.229 | -145.850 | 58.173 | 930.210 |
| 14 | 24 | 240 | 14 | 25 | 5.921 | 0+297.150 | -148.789 | 53.033 | 938.978 |
| 24 | 25 | 208 | 17 | 10 | 18.587 | 0+315.737 | -165.156 | 44.225 | 925.192 |
| 25 | 26 | 207 | 41 | 5 | 34.142 | 0+349.879 | -195.390 | 28.362 | 922.526 |
| | 25 | | | | | 0+315.737 | -165.156 | 44.225 | 925.192 |
| 25 | 27 | 138 | 40 | 35 | 25.077 | 0+340.814 | -183.989 | 60.784 | 924.740 |
| | 14 | | | | | 0+291.229 | -145.850 | 58.173 | 930.210 |
| 14 | 28 | 96 | 17 | 0 | 13.845 | 0+305.074 | -147.365 | 71.935 | 926.643 |
| 28 | 29 | 163 | 20 | 35 | 13.972 | 0+319.046 | -160.751 | 75.940 | 923.800 |
| 29 | 30 | 118 | 16 | 30 | 13.681 | 0+332.727 | -167.231 | 87.988 | 921.852 |
| 30 | 31 | 68 | 50 | 5 | 19.320 | 0+352.047 | -160.256 | 106.005 | 923.805 |
| | 30 | | | | | 0+332.727 | -167.231 | 87.988 | 921.852 |
| 30 | 32 | 198 | 5 | 55 | 6.787 | 0+339.514 | -173.683 | 85.880 | 920.579 |
| 32 | 33 | 156 | 20 | 20 | 9.372 | 0+348.886 | -182.267 | 89.641 | 918.781 |

| EST. | P.O | AZIMUT | | | DISTANCIA HORIZONTAL | DISTANCIA ACUMULADA | COORD. TOTALES | | COTA |
|------|-----|--------|----|----|-------------------------|------------------------|----------------|---------|---------|
| | | G | M | S | | | Y | X | |
| 33 | 34 | 205 | 45 | 45 | 17.637 | 0+366.523 | -198.151 | 81.975 | 915.857 |
| 34 | 35 | 193 | 56 | 10 | 49.619 | 0+416.142 | -246.309 | 70.025 | 909.493 |
| 35 | 36 | 111 | 2 | 45 | 42.970 | 0+459.112 | -261.740 | 110.129 | 911.351 |
| | 35 | | | | | 0+416.142 | -246.309 | 70.025 | 909.493 |
| 35 | 37 | 283 | 54 | 30 | 25.442 | 0+441.584 | -240.194 | 45.329 | 908.702 |
| | 35 | | | | | 0+416.142 | -246.309 | 70.025 | 909.493 |
| 35 | 38 | 284 | 58 | 15 | 65.904 | 0+482.046 | -229.284 | 6.358 | 907.995 |
| | 35 | | | | | 0+416.142 | -246.309 | 70.025 | 909.493 |
| 35 | 39 | 283 | 56 | 15 | 124.995 | 0+541.137 | -216.202 | -51.290 | 910.585 |
| | 37 | | | | | 0+441.584 | -240.194 | 45.329 | 908.702 |
| 37 | 40 | 206 | 54 | 0 | 179.38 | 0+620.964 | -400.164 | -35.829 | 896.520 |
| | 26 | | | | | 0+349.879 | -195.390 | 28.362 | 922.526 |
| 26 | 41 | 272 | 52 | 15 | 7.180 | 0+357.059 | -195.030 | 21.191 | 923.269 |
| 41 | 42 | 187 | 29 | 55 | 26.857 | 0+383.916 | -221.657 | 17.686 | 912.961 |
| | 39 | | | | | 0+541.137 | -216.202 | -51.290 | 910.585 |
| 39 | 43 | 15 | 28 | 30 | 15.960 | 0+557.097 | -200.821 | -47.031 | 912.420 |
| | 39 | | | | | 0+541.137 | -216.202 | -51.290 | 910.585 |
| 39 | 44 | 273 | 45 | 25 | 47.390 | 0+604.487 | -197.716 | -94.320 | 916.748 |
| | 43 | | | | | 0+557.097 | -200.821 | -47.031 | 912.420 |
| 43 | 45 | 102 | 23 | 15 | 3.582 | 0+560.679 | -201.589 | -43.533 | 912.329 |
| 45 | 46 | 21 | 16 | 45 | 16.041 | 0+576.720 | -186.642 | -37.711 | 914.941 |
| 46 | 47 | 104 | 35 | 0 | 5.578 | 0+582.298 | -188.047 | -32.313 | 915.374 |
| 47 | 48 | 100 | 18 | 35 | 16.783 | 0+599.081 | -191.050 | -15.801 | 914.442 |
| | 47 | | | | | 0+582.298 | -188.047 | -32.313 | 915.374 |
| 47 | 49 | 27 | 36 | 15 | 36.975 | 0+619.273 | -155.280 | -15.180 | 928.280 |
| | 47 | | | | | 0+582.298 | -188.047 | -32.313 | 915.374 |
| 47 | 50 | 18 | 55 | 55 | 41.313 | 0+623.611 | -148.968 | -18.909 | 929.771 |
| 50 | 51 | 318 | 13 | 30 | 8.938 | 0+632.549 | -142.303 | -24.864 | 930.889 |
| 51 | 52 | 238 | 40 | 35 | 17.173 | 0+649.722 | -151.231 | -39.534 | 934.757 |
| 52 | 53 | 4 | 28 | 5 | 21.250 | 0+670.972 | -130.045 | -37.878 | 941.101 |
| | 52 | | | | | 0+649.722 | -151.231 | -39.534 | 934.757 |
| 52 | 54 | 249 | 48 | 5 | 24.623 | 0+695.595 | -138.547 | -60.987 | 937.903 |
| | 48 | | | | | 0+599.081 | -191.050 | -15.801 | 914.442 |
| 48 | 55 | 93 | 4 | 15 | 22.939 | 0+622.020 | -192.279 | 7.105 | 914.057 |
| 55 | 56 | 2 | 0 | 25 | 14.563 | 0+636.583 | -177.725 | 7.615 | 921.917 |
| | 55 | | | | | 0+622.020 | -192.279 | 7.105 | 914.057 |
| 55 | 57 | 177 | 52 | 20 | 10.075 | 0+646.658 | -202.347 | 7.479 | 911.207 |
| 57 | 58 | 113 | 44 | 25 | 13.420 | 0+660.078 | -207.750 | 19.764 | 909.920 |

| EST. | P.O | AZIMUT | | | DISTANCIA HORIZONTAL | DISTANCIA ACUMULADA | COORD. TOTALES | | COTA |
|------|-----|--------|----|----|-------------------------|------------------------|----------------|---------|---------|
| | | G | M | S | | | Y | X | |
| | 11 | | | | | 0+246.167 | -120.770 | 96.924 | 944.314 |
| 11 | 59 | 77 | 19 | 45 | 20.447 | 0+266.614 | -116.285 | 116.873 | 938.659 |
| 11 | 60 | 77 | 31 | 25 | 29.539 | 0+275.706 | -114.389 | 125.765 | 940.655 |
| 11 | 61 | 57 | 50 | 15 | 37.993 | 0+284.160 | -100.546 | 129.087 | 944.273 |
| 11 | 62 | 63 | 54 | 80 | 43.843 | 0+290.010 | -101.497 | 136.304 | 947.415 |
| | 60 | | | | | 0+275.706 | -114.389 | 125.765 | 940.655 |
| 60 | 63 | 93 | 19 | 25 | 21.157 | 0+296.863 | -115.615 | 146.887 | 942.495 |
| 63 | 64 | 14 | 28 | 45 | 23.876 | 0+320.739 | -92.497 | 152.856 | 952.996 |
| | 63 | | | | | 0+296.863 | -115.615 | 146.887 | 942.495 |
| 63 | 65 | 108 | 43 | 55 | 16.244 | 0+313.107 | -120.832 | 162.270 | 938.781 |
| 65 | 66 | 145 | 38 | 0 | 12.471 | 0+325.578 | -131.126 | 169.310 | 937.734 |
| 66 | 67 | 243 | 27 | 30 | 17.443 | 0+343.021 | -138.920 | 153.705 | 935.029 |
| | 66 | | | | | 0+325.578 | -131.126 | 169.310 | 937.734 |
| 66 | 68 | 118 | 56 | 55 | 21.971 | 0+347.549 | -141.760 | 188.536 | 937.654 |
| 68 | 69 | 38 | 48 | 40 | 3.781 | 0+351.330 | -138.814 | 190.906 | 938.483 |
| | 68 | | | | | 0+347.549 | -141.760 | 188.536 | 937.654 |
| 68 | 70 | 104 | 9 | 80 | 22.000 | 0+369.549 | -147.147 | 209.866 | 937.729 |
| | 68 | | | | | 0+347.549 | -141.760 | 188.536 | 937.654 |
| 68 | 71 | 114 | 35 | 10 | 25.899 | 0+373.448 | -152.536 | 212.087 | 938.424 |
| | 68 | | | | | 0+347.549 | -141.760 | 188.536 | 937.654 |
| 68 | 72 | 130 | 16 | 45 | 38.498 | 0+386.047 | -166.650 | 217.906 | 943.209 |
| 72 | 73 | 80 | 11 | 15 | 5.963 | 0+392.010 | -165.633 | 223.782 | 944.980 |
| | 72 | | | | | 0+386.047 | -166.650 | 217.906 | 943.209 |
| 72 | 74 | 80 | 21 | 5 | 11.404 | 0+397.451 | -164.738 | 229.149 | 946.817 |
| | 72 | | | | | 0+386.047 | -166.650 | 217.906 | 943.209 |
| 72 | 75 | 70 | 7 | 45 | 12.476 | 0+398.523 | -162.409 | 229.639 | 947.654 |
| | 72 | | | | | 0+386.047 | -166.650 | 217.906 | 943.209 |
| 72 | 76 | 69 | 10 | 5 | 15.188 | 0+401.235 | -161.248 | 232.101 | 948.806 |
| | 67 | | | | | 0+343.021 | -138.920 | 153.705 | 935.029 |
| 67 | 77 | 263 | 41 | 25 | 27.241 | 0+370.262 | -141.914 | 126.629 | 930.722 |
| | 67 | | | | | 0+343.021 | -138.920 | 153.705 | 935.029 |
| 67 | 78 | 247 | 33 | 0 | 40.434 | 0+383.455 | -154.361 | 116.336 | 928.087 |
| 78 | 79 | 272 | 32 | 40 | 12.000 | 0+395.455 | -153.828 | 104.348 | 924.626 |
| | 36 | | | | | 0+459.112 | -261.740 | 110.129 | 911.351 |
| 36 | 55 | 23 | 7 | 25 | 36.920 | 0+496.032 | -227.787 | 124.628 | 914.220 |
| | 36 | | | | | 0+459.112 | -261.740 | 110.129 | 911.351 |
| 36 | 56 | 129 | 35 | 50 | 21.819 | 0+480.931 | -275.647 | 126.941 | 921.917 |
| | 36 | | | | | 0+459.112 | -261.740 | 110.129 | 911.351 |

| EST. | P.O | AZIMUT | | | DISTANCIA HORIZONTAL | DISTANCIA ACUMULADA | COORD. TOTALES | | COTA |
|------|-----|--------|----|----|-------------------------|------------------------|----------------|---------|----------|
| | | G | M | S | | | Y | X | |
| 36 | 57 | 138 | 13 | 5 | 45.910 | 0+505.022 | -295.975 | 140.719 | 911.207 |
| 57 | 58 | 301 | 11 | 5 | 10.336 | 0+515.358 | -290.623 | 131.876 | 909.920 |
| | 57 | | | | | 0+505.022 | -295.975 | 140.719 | 911.207 |
| 57 | 59A | 162 | 20 | 0 | 39.301 | 0+544.323 | -333.422 | 152.646 | 908.350 |
| | 57 | | | | | 0+505.022 | -295.975 | 140.719 | 911.207 |
| 57 | 60 | 165 | 7 | 20 | 53.632 | 0+558.654 | -347.809 | 154.489 | 908.606 |
| | 57 | | | | | 0+505.022 | -295.975 | 140.719 | 911.207 |
| 57 | 61 | 167 | 4 | 25 | 73.995 | 0+579.017 | -368.095 | 157.271 | 909.855 |
| | 59A | | | | | 0+544.323 | -333.422 | 152.646 | 908.350 |
| 59A | 62 | 243 | 28 | 20 | 93.685 | 0+638.008 | -375.265 | 68.824 | 903.366 |
| 62 | 63 | 239 | 12 | 55 | 45.781 | 0+683.789 | -398.696 | 29.494 | 901.217 |
| 63 | A | 304 | 51 | 30 | 58.610 | 0+742.399 | -365.198 | -18.600 | 898.643 |
| 63 | B | 135 | 15 | 0 | 50.000 | 0+733.789 | -434.206 | 64.694 | 900.852 |
| 63 | 64 | 317 | 3 | 55 | 5.773 | 0+689.562 | -394.470 | 25.561 | 901.354 |
| 64 | 65 | 56 | 48 | 20 | 10.946 | 0+700.508 | -388.477 | 34.721 | 901.610 |
| | 62 | | | | | 0+638.008 | -375.265 | 68.824 | 903.366 |
| 62 | 66 | 254 | 47 | 5 | 27.971 | 0+665.979 | -382.606 | 41.833 | 903.394 |
| 62 | 67 | 309 | 31 | 50 | 15.441 | 0+653.449 | -365.437 | 56.914 | 902.956 |
| 62 | 68 | 6 | 5 | 55 | 23.586 | 0+661.594 | -351.812 | 71.330 | 904.414 |
| | 61 | | | | | 0+579.017 | -368.095 | 157.271 | 909.855 |
| 61 | 69 | 146 | 30 | 35 | 41.924 | 0+620.941 | -403.058 | 180.405 | 912.778 |
| 69 | 70 | 97 | 23 | 45 | 61.977 | 0+682.918 | -411.036 | 241.866 | 914.527 |
| 70 | 71 | 314 | 18 | 35 | 19.102 | 0+702.020 | -397.693 | 228.197 | 919.079 |
| 70 | 72 | 316 | 27 | 25 | 25.355 | 0+708.273 | -392.658 | 224.399 | 921.194 |
| 70 | 73 | 116 | 36 | 30 | 40.305 | 0+723.223 | -429.088 | 277.902 | 913.868 |
| 73 | 74 | 210 | 23 | 5 | 41.268 | 0+764.491 | -464.688 | 257.029 | 921.053 |
| | 71 | | | | | 0+702.020 | -397.693 | 228.197 | 919.079 |
| 71 | 75 | 63 | 39 | 30 | 36.877 | 0+738.897 | -381.330 | 261.245 | 925.823 |
| 75 | 76 | 52 | 12 | 25 | 15.839 | 0+754.736 | -371.623 | 273.761 | 928.734 |
| 75 | 77 | 82 | 49 | 45 | 11.879 | 0+750.776 | -379.847 | 273.031 | 927.637 |
| | 76 | | | | | 0+754.736 | -371.623 | 273.761 | 928.734 |
| 76 | 78 | 58 | 5 | 30 | 19.367 | 0+774.103 | -361.387 | 290.202 | 933.339 |
| 78 | 79 | 42 | 1 | 55 | 13.926 | 0+788.029 | -351.043 | 299.526 | 937.519 |
| 79 | 80 | 112 | 15 | 45 | 6.978 | 0+795.007 | -353.686 | 305.984 | 937.217 |
| 80 | 81 | 80 | 49 | 20 | 4.399 | 0+799.406 | -352.985 | 310.327 | 940.427 |
| 81 | 82 | 335 | 50 | 0 | 17.537 | 0+816.943 | -336.985 | 303.147 | 943.326 |
| 81 | 83 | 135 | 28 | 0 | 6.795 | 0+823.738 | -357.829 | 315.092 | 940.395 |
| 83 | 84 | 70 | 59 | 10 | 350.000 | 1+173.738 | -243.800 | 645.996 | 1050.923 |
| 83 | 85 | 89 | 7 | 20 | 13.393 | 0+837.131 | -357.623 | 328.483 | 937.947 |
| 85 | 86 | 101 | 17 | 50 | 18.984 | 0+856.115 | -361.342 | 347.100 | 934.567 |
| 86 | 87 | 139 | 40 | 40 | 21.595 | 0+877.710 | -377.807 | 361.073 | 935.172 |
| 86 | 88 | 159 | 34 | 55 | 29.975 | 0+886.090 | -389.434 | 357.557 | 935.989 |
| 88 | 89 | 183 | 4 | 55 | 45.836 | 0+931.926 | -435.204 | 355.093 | 937.372 |

| EST. | P.O | AZIMUT | | | DISTANCIA HORIZONTAL | DISTANCIA ACUMULADA | COORD. TOTALES | | COTA |
|------|------|--------|----|----|-------------------------|------------------------|----------------|---------|---------|
| | | G | M | S | | | Y | X | |
| 88 | 90 | 188 | 18 | 20 | 61.584 | 0+947.674 | -450.372 | 348.661 | 938.992 |
| | 82 | | | | | 0+816.943 | -336.985 | 303.147 | 943.326 |
| 82 | 91 | 329 | 43 | 45 | 28.958 | 0+845.901 | -311.975 | 288.550 | 941.937 |
| 91 | 92 | 88 | 58 | 0 | 39.173 | 0+885.074 | -311.269 | 327.716 | 955.232 |
| 91 | 93 | 339 | 17 | 35 | 32.390 | 0+878.291 | -281.678 | 277.097 | 943.991 |
| 91 | 94 | 244 | 30 | 5 | 28.103 | 0+874.004 | -324.073 | 263.184 | 936.296 |
| 94 | 95 | 321 | 27 | 45 | 12.026 | 0+886.030 | -314.666 | 255.691 | 935.301 |
| 95 | 96 | 250 | 7 | 50 | 19.248 | 0+905.278 | -321.208 | 237.589 | 931.651 |
| 95 | 97 | 242 | 58 | 5 | 12.099 | 0+898.129 | -326.707 | 226.812 | 928.732 |
| 96 | 98 | 241 | 55 | 20 | 16.000 | 0+921.278 | -328.739 | 223.472 | 927.635 |
| 98 | 99 | 236 | 55 | 15 | 8.216 | 0+929.494 | -333.223 | 216.588 | 924.729 |
| 98 | 100 | 313 | 55 | 15 | 5.077 | 0+926.355 | -325.217 | 219.815 | 927.216 |
| 100 | 101 | 311 | 8 | 20 | 21.272 | 0+947.627 | -311.223 | 203.795 | 924.281 |
| 101 | 102 | 340 | 22 | 10 | 17.385 | 0+965.012 | -294.848 | 197.955 | 921.418 |
| 101 | 103 | 217 | 17 | 50 | 12.112 | 0+959.739 | -320.858 | 196.456 | 921.704 |
| 103 | 104 | 245 | 51 | 0 | 10.022 | 0+969.761 | -324.958 | 187.311 | 920.620 |
| 104 | 105 | 305 | 12 | 5 | 5.729 | 0+975.490 | -321.656 | 182.630 | 919.658 |
| 105 | 106 | 319 | 7 | 20 | 13.917 | 0+989.407 | -311.133 | 173.522 | 918.563 |
| 105 | 107 | 169 | 36 | 45 | 11.556 | 0+987.046 | -333.022 | 184.713 | 917.673 |
| 105 | 108 | 224 | 55 | 30 | 22.827 | 0+998.317 | -337.818 | 166.510 | 914.364 |
| 105 | 109 | 239 | 20 | 5 | 19.983 | 0+995.473 | -331.848 | 165.441 | 913.229 |
| 105 | 110 | 245 | 38 | 10 | 25.316 | 1+000.806 | -332.099 | 159.568 | 911.008 |
| 105 | 111 | 165 | 56 | 35 | 33.993 | 1+009.483 | -354.631 | 190.886 | 919.665 |
| 111 | 112 | 147 | 19 | 25 | 11.994 | 1+021.477 | -364.727 | 197.362 | 920.987 |
| 112 | 113 | 77 | 24 | 20 | 15.750 | 1+037.227 | -361.292 | 212.733 | 922.517 |
| 113 | 114 | 334 | 25 | 5 | 12.128 | 1+049.355 | -350.353 | 207.496 | 922.286 |
| 113 | 115 | 7 | 18 | 25 | 21.329 | 1+058.556 | -340.137 | 215.445 | 924.000 |
| | 97 | | | | | 0+898.129 | -326.707 | 226.812 | 928.732 |
| 97 | 116 | 138 | 27 | 50 | 16.998 | 0+915.127 | -339.431 | 238.083 | 928.540 |
| | 106 | | | | | 0+989.407 | -311.133 | 173.522 | 918.563 |
| 106 | 117 | 359 | 41 | 25 | 8.969 | 0+998.376 | -302.164 | 173.473 | 916.056 |
| 106 | 118 | 277 | 36 | 40 | 1.750 | 0+991.157 | -310.901 | 171.787 | 915.379 |
| 106 | 119 | 266 | 54 | 45 | 8.586 | 0+997.993 | -311.595 | 164.948 | 913.409 |
| 106 | 120 | 227 | 37 | 40 | 18.829 | 1+008.236 | -323.823 | 159.611 | 911.498 |
| | 117 | | | | | 0+998.376 | -302.164 | 173.473 | 916.056 |
| 117 | 121 | 48 | 17 | 10 | 13.198 | 1+011.574 | -293.382 | 183.325 | 917.467 |
| 121 | 122 | 68 | 15 | 30 | 12.187 | 1+023.761 | -288.868 | 194.645 | 920.138 |
| 121 | 123 | 65 | 18 | 10 | 31.523 | 1+043.097 | -280.211 | 211.965 | 925.051 |
| 121 | 124 | 328 | 21 | 0 | 15.333 | 1+026.907 | -280.330 | 175.280 | 916.105 |
| 121 | 124A | 315 | 2 | 0 | 25.982 | 1+037.556 | -274.999 | 164.964 | 914.446 |
| 121 | 125 | 313 | 42 | 55 | 37.889 | 1+049.463 | -267.198 | 155.940 | 913.181 |
| 121 | 126 | 304 | 16 | 25 | 41.735 | 1+053.309 | -269.879 | 148.837 | 912.805 |
| 126 | 127 | 325 | 22 | 20 | 13.829 | 1+067.138 | -258.500 | 140.979 | 911.293 |
| 126 | 128 | 327 | 55 | 30 | 17.967 | 1+071.276 | -254.655 | 139.296 | 911.041 |
| 126 | 129 | 329 | 31 | 55 | 24.969 | 1+078.278 | -248.358 | 136.176 | 912.146 |
| 128 | 130 | 243 | 45 | 35 | 12.136 | 1+083.412 | -260.021 | 128.411 | 910.326 |

| EST. | P.O | AZIMUT | | | DISTANCIA HORIZONTAL | DISTANCIA ACUMULADA | COORD. TOTALES | | COTA |
|------|------|--------|----|----|-------------------------|------------------------|----------------|---------|---------|
| | | G | M | S | | | Y | X | |
| | 129 | | | | | 1+078.278 | -248.358 | 136.176 | 912.146 |
| 129 | 131 | 51 | 23 | 15 | 9.910 | 1+088.188 | -242.174 | 143.920 | 913.695 |
| 131 | 132 | 25 | 8 | 45 | 7.906 | 1+096.094 | -235.017 | 147.279 | 914.491 |
| 132 | 133 | 170 | 30 | 25 | 16.975 | 1+113.069 | -251.760 | 150.079 | 914.726 |
| 132 | 134 | 53 | 58 | 45 | 12.678 | 1+108.772 | -227.561 | 157.533 | 917.527 |
| | 133 | | | | | 1+113.069 | -251.760 | 150.079 | 914.762 |
| 133 | 135 | 150 | 30 | 25 | 20.000 | 1+133.069 | -269.168 | 159.925 | 915.474 |
| | 134 | | | | | 1+108.772 | -227.561 | 157.533 | 917.527 |
| 134 | 135 | 51 | 26 | 55 | 13.307 | 1+122.079 | -219.268 | 167.940 | 921.946 |
| 135 | 136 | 205 | 48 | 50 | 6.915 | 1+128.994 | -225.493 | 164.929 | 922.171 |
| 136 | 137 | 182 | 8 | 25 | 13.600 | 1+142.594 | -239.084 | 164.421 | 920.860 |
| | 135 | | | | | 1+122.079 | -219.268 | 167.940 | 921.946 |
| 135 | 138 | 38 | 11 | 0 | 12.598 | 1+134.677 | -209.366 | 175.728 | 924.390 |
| 135 | 139 | 357 | 29 | 45 | 15.942 | 1+138.021 | -203.341 | 167.244 | 921.577 |
| 135 | 140 | 330 | 8 | 55 | 15.347 | 1+137.426 | -205.957 | 160.301 | 919.973 |
| 140 | 141 | 320 | 2 | 30 | 8.773 | 1+146.199 | -199.233 | 154.667 | 919.621 |
| 141 | 142 | 242 | 34 | 10 | 10.001 | 1+156.200 | -203.840 | 145.790 | 917.703 |
| 142 | 143 | 251 | 39 | 35 | 15.634 | 1+171.834 | -208.759 | 130.950 | 914.935 |
| 143 | 144 | 206 | 43 | 40 | 4.977 | 1+176.811 | -213.205 | 128.712 | 914.140 |
| 144 | 145 | 243 | 31 | 55 | 5.587 | 1+182.398 | -215.695 | 123.711 | 913.855 |
| | 139 | | | | | 1+138.021 | -203.341 | 167.244 | 921.577 |
| 139 | 146 | 331 | 57 | 25 | 12.959 | 1+150.980 | -191.904 | 161.151 | 921.428 |
| 146 | 147 | 320 | 25 | 30 | 7.984 | 1+158.964 | -185.750 | 156.065 | 921.570 |
| 147 | 148 | 34 | 22 | 0 | 1.620 | 1+160.584 | -184.413 | 156.979 | 921.757 |
| 148 | 149 | 310 | 46 | 10 | 9.943 | 1+170.527 | -177.920 | 149.449 | 921.417 |
| 149 | 150 | 324 | 4 | 55 | 11.998 | 1+182.525 | -168.203 | 142.410 | 921.853 |
| 150 | 151 | 300 | 3 | 50 | 13.795 | 1+196.320 | -161.292 | 130.471 | 920.241 |
| 151 | 152 | 219 | 55 | 50 | 11.926 | 1+208.246 | -170.437 | 122.817 | 917.519 |
| 152 | 153 | 248 | 37 | 40 | 12.629 | 1+220.875 | -175.040 | 111.056 | 916.338 |
| 153 | 154 | 273 | 29 | 0 | 7.725 | 1+228.600 | -174.570 | 103.345 | 915.504 |
| 154 | 155 | 236 | 5 | 50 | 9.059 | 1+237.659 | -179.623 | 95.826 | 914.362 |
| 154 | 156 | 241 | 9 | 25 | 5.992 | 1+234.592 | -177.461 | 98.097 | 913.976 |
| 156 | 157 | 224 | 40 | 25 | 10.134 | 1+244.726 | -184.667 | 90.972 | 912.420 |
| 156 | 158 | 256 | 7 | 30 | 10.250 | 1+244.842 | -179.919 | 88.146 | 912.401 |
| | 155 | | | | | 1+237.659 | -179.623 | 95.826 | 914.362 |
| 155 | 159 | 114 | 55 | 45 | 11.957 | 1+249.616 | -184.663 | 106.669 | 914.759 |
| 159 | 160 | 142 | 37 | 0 | 3.576 | 1+253.192 | -187.505 | 108.841 | 914.958 |
| 160 | 161 | 52 | 54 | 15 | 4.945 | 1+258.137 | -184.522 | 112.785 | 915.020 |
| 161 | 161A | 142 | 54 | 15 | 12.800 | 1+270.937 | -194.732 | 120.505 | 915.595 |
| | 138 | | | | | 1+134.677 | -209.366 | 175.728 | 924.390 |
| 138 | 162 | 59 | 54 | 50 | 15.219 | 1+149.896 | -201.736 | 188.897 | 929.879 |
| 162 | 163 | 172 | 23 | 15 | 6.602 | 1+156.498 | -208.280 | 189.771 | 932.364 |
| 162 | 164 | 171 | 15 | 55 | 21.972 | 1+171.868 | -223.454 | 192.233 | 933.447 |
| 162 | 165 | 1 | 57 | 25 | 5.963 | 1+155.859 | -195.777 | 189.100 | 931.464 |
| 165 | 166 | 20 | 33 | 50 | 9.882 | 1+165.741 | -186.525 | 192.571 | 933.786 |
| 166 | 167 | 241 | 42 | 55 | 4.800 | 1+170.541 | -188.799 | 188.344 | 934.588 |

| EST. | P.O | AZIMUT | | | DISTANCIA HORIZONTAL | DISTANCIA ACUMULADA | COORD. TOTALES | | COTA |
|------|-----|--------|----|----|-------------------------|------------------------|----------------|---------|---------|
| | | G | M | S | | | Y | X | |
| 167 | 168 | 54 | 45 | 25 | 8.942 | 1+179.483 | -183.639 | 195.647 | 935.220 |
| 167 | 169 | 111 | 13 | 25 | 11.827 | 1+182.368 | -193.081 | 199.369 | 933.610 |
| 167 | 170 | 110 | 3 | 30 | 13.274 | 1+183.815 | -193.352 | 200.813 | 938.444 |
| 167 | 171 | 99 | 56 | 45 | 17.309 | 1+187.850 | -191.789 | 205.393 | 940.490 |
| 167 | 172 | 128 | 19 | 20 | 23.693 | 1+194.234 | -203.491 | 206.932 | 940.833 |
| 172 | 173 | 148 | 24 | 35 | 15.594 | 1+209.828 | -216.774 | 215.101 | 941.432 |
| 173 | 174 | 64 | 55 | 0 | 21.250 | 1+231.078 | -207.765 | 234.347 | 946.356 |
| 173 | 175 | 64 | 59 | 20 | 25.929 | 1+235.757 | -205.811 | 238.599 | 947.635 |
| 173 | 176 | 65 | 26 | 45 | 30.513 | 1+240.341 | -204.094 | 242.855 | 949.101 |
| 173 | 177 | 64 | 33 | 0 | 38.704 | 1+248.532 | -200.142 | 250.049 | 951.590 |
| 173 | 178 | 158 | 29 | 45 | 14.511 | 1+224.339 | -230.275 | 220.420 | 939.200 |
| 173 | 179 | 159 | 2 | 45 | 4.565 | 1+214.393 | -221.037 | 216.734 | 939.555 |
| 179 | 180 | 248 | 46 | 45 | 24.011 | 1+238.404 | -229.728 | 194.351 | 933.380 |
| 180 | 181 | 157 | 57 | 40 | 11.844 | 1+250.248 | -240.707 | 198.795 | 932.449 |
| 180 | 182 | 172 | 38 | 20 | 15.514 | 1+253.918 | -245.114 | 196.339 | 931.262 |
| 180 | 183 | 171 | 56 | 0 | 31.410 | 1+269.814 | -260.827 | 198.758 | 927.302 |
| 183 | 184 | 150 | 25 | 25 | 21.710 | 1+291.524 | -279.708 | 209.474 | 925.297 |
| 184 | 185 | 66 | 1 | 5 | 11.636 | 1+303.160 | -274.979 | 220.106 | 928.506 |
| 184 | 123 | 223 | 15 | 0 | 7.400 | 1+298.924 | -285.098 | 204.404 | 923.093 |
| 184 | 186 | 213 | 49 | 10 | 2.985 | 1+294.509 | -282.188 | 207.813 | 925.337 |
| | 185 | | | | | 1+303.160 | -274.979 | 220.106 | 928.506 |
| 185 | 187 | 164 | 2 | 25 | 24.750 | 1+327.910 | -298.775 | 226.911 | 932.478 |
| 185 | 188 | 82 | 10 | 25 | 10.347 | 1+313.507 | -273.570 | 230.356 | 932.190 |
| 188 | 189 | 69 | 57 | 50 | 15.334 | 1+328.841 | -268.316 | 244.762 | 936.630 |
| 189 | 190 | 45 | 48 | 15 | 3.995 | 1+332.836 | -265.531 | 247.626 | 937.497 |
| 190 | 191 | 96 | 10 | 5 | 11.029 | 1+343.865 | -266.716 | 258.592 | 941.302 |
| 191 | 193 | 161 | 11 | 5 | 23.750 | 1+367.615 | -289.197 | 266.251 | 942.950 |
| 191 | 192 | 79 | 43 | 35 | 28.897 | 1+372.762 | -261.563 | 287.025 | 950.183 |
| 191 | 193 | 89 | 22 | 30 | 7.926 | 1+351.791 | -266.630 | 266.517 | 942.910 |
| 191 | 194 | 63 | 6 | 0 | 20.596 | 1+364.461 | -257.398 | 276.959 | 947.620 |
| 191 | 195 | 59 | 43 | 25 | 8.810 | 1+352.675 | -262.275 | 266.200 | 943.437 |
| 191 | 196 | 354 | 18 | 50 | 24.667 | 1+368.532 | -242.171 | 256.148 | 944.974 |
| 191 | 197 | 341 | 31 | 5 | 36.870 | 1+380.735 | -231.748 | 246.904 | 947.698 |
| | 181 | | | | | 1+250.248 | -240.707 | 198.795 | 932.449 |
| 181 | 198 | 82 | 13 | 55 | 10.772 | 1+261.020 | -239.251 | 209.468 | 934.373 |
| 198 | 199 | 152 | 13 | 55 | 10.000 | 1+271.020 | -248.099 | 214.127 | 934.373 |
| | 197 | | | | | 1+380.735 | -231.748 | 246.904 | 947.698 |
| 197 | 200 | 331 | 53 | 40 | 27.978 | 1+408.713 | -207.069 | 233.723 | 946.992 |
| | 42 | | | | | 0+383.916 | -221.657 | 17.686 | 912.961 |
| 42 | 42A | 106 | 16 | 45 | 15.274 | 0+399.190 | -225.939 | 32.348 | 912.306 |
| 42A | 42B | 30 | 6 | 40 | 18.039 | 0+417.229 | -210.334 | 41.398 | 917.554 |
| 42B | 42C | 57 | 48 | 5 | 2.490 | 0+419.719 | -209.007 | 43.505 | 918.356 |
| 42C | 42D | 8 | 41 | 10 | 11.940 | 0+431.659 | -197.204 | 45.308 | 920.055 |

| EST. | P.O | AZIMUT | | | DISTANCIA HORIZONTAL | DISTANCIA ACUMULADA | COORD. TOTALES | | COTA |
|------|-----|--------|----|----|-------------------------|------------------------|----------------|---------|----------|
| | | G | M | S | | | Y | X | |
| 42D | 42E | 77 | 21 | 45 | 9.533 | 0+441.192 | -195.119 | 54.610 | 920.363 |
| 42D | 42F | 68 | 54 | 20 | 11.776 | 0+443.435 | -192.966 | 56.295 | 922.384 |
| 42F | 42G | 81 | 25 | 25 | 15.320 | 0+458.755 | -190.681 | 71.444 | 921.108 |
| | 73 | | | | | 0+392.010 | -165.633 | 223.782 | 944.980 |
| 73 | 201 | 184 | 23 | 25 | 20.297 | 0+412.307 | -185.871 | 222.228 | 947.753 |
| | 76 | | | | | 0+401.235 | -161.248 | 232.101 | 948.806 |
| 76 | 202 | 158 | 40 | 10 | 24.648 | 0+425.883 | -184.208 | 241.067 | 955.396 |
| 202 | 203 | 119 | 28 | 20 | 11.368 | 0+437.251 | -189.801 | 250.964 | 957.340 |
| 202 | 204 | 93 | 38 | 45 | 12.486 | 0+438.369 | -185.002 | 253.528 | 959.682 |
| 202 | 205 | 128 | 18 | 10 | 22.693 | 0+448.576 | -198.274 | 258.875 | 957.373 |
| 205 | 206 | 232 | 13 | 40 | 23.027 | 0+471.603 | -212.378 | 240.673 | 950.416 |
| 205 | 207 | 55 | 4 | 55 | 6.738 | 0+455.314 | -194.417 | 264.400 | 959.641 |
| 207 | 208 | 54 | 17 | 40 | 9.102 | 0+464.416 | -189.105 | 271.791 | 962.820 |
| 208 | 209 | 84 | 15 | 5 | 13.450 | 0+477.866 | -187.757 | 285.174 | 966.541 |
| 208 | 210 | 23 | 36 | 15 | 17.076 | 0+481.492 | -173.457 | 278.629 | 968.883 |
| 208 | 211 | 3 | 13 | 40 | 24.026 | 0+488.442 | -165.117 | 273.144 | 968.607 |
| 211 | 212 | 57 | 37 | 30 | 50.467 | 0+538.909 | -138.094 | 315.767 | 986.027 |
| 212 | 213 | 352 | 52 | 40 | 31.984 | 0+570.893 | -106.356 | 311.801 | 986.532 |
| 212 | 214 | 114 | 44 | 0 | 34.257 | 0+573.166 | -152.427 | 346.881 | 992.863 |
| 212 | 215 | 54 | 58 | 10 | 40.114 | 0+579.023 | -115.068 | 348.614 | 1001.903 |
| 215 | 216 | 59 | 59 | 5 | 30.357 | 0+609.380 | -99.882 | 374.900 | 1013.204 |
| 216 | 217 | 133 | 43 | 15 | 66.326 | 0+675.706 | -145.723 | 422.834 | 1024.422 |
| 217 | 218 | 57 | 55 | 5 | 2.470 | 0+678.176 | -144.411 | 424.927 | 1025.190 |
| 218 | 219 | 123 | 5 | 45 | 34.861 | 0+713.037 | -163.447 | 454.132 | 1022.376 |
| 219 | 220 | 221 | 3 | 55 | 5.255 | 0+718.292 | -167.409 | 450.680 | 1021.450 |
| 219 | 221 | 153 | 3 | 35 | 15.998 | 0+729.035 | -177.709 | 461.380 | 1021.018 |
| 219 | 222 | 149 | 53 | 0 | 38.867 | 0+751.904 | -197.067 | 473.634 | 1018.819 |
| 222 | 226 | 123 | 6 | 40 | 92.924 | 0+844.828 | -247.828 | 551.469 | 1045.041 |
| 222 | 227 | 125 | 36 | 35 | 10.458 | 0+762.362 | -203.156 | 482.137 | 1015.283 |
| 222 | 228 | 154 | 32 | 55 | 8.023 | 0+759.927 | -204.311 | 477.082 | 1013.699 |
| 228 | 229 | 260 | 19 | 5 | 9.426 | 0+769.353 | -205.897 | 467.790 | 1012.178 |
| 229 | 230 | 233 | 12 | 20 | 18.991 | 0+788.344 | -217.271 | 452.583 | 1009.427 |
| 230 | 231 | 240 | 24 | 10 | 30.683 | 0+819.027 | -232.425 | 425.903 | 1001.112 |
| 231 | 232 | 278 | 35 | 30 | 15.701 | 0+834.728 | -230.080 | 410.378 | 997.102 |
| | 92 | | | | | 0+885.074 | -311.269 | 327.716 | 955.232 |
| 92 | 233 | 142 | 37 | 35 | 13.685 | 0+898.759 | -322.144 | 336.023 | 958.279 |
| 233 | 234 | 101 | 15 | 25 | 13.676 | 0+912.435 | -324.814 | 349.436 | 960.828 |
| 234 | 235 | 84 | 36 | 50 | 18.457 | 0+930.892 | -323.081 | 367.812 | 963.905 |
| 235 | 236 | 64 | 17 | 5 | 9.882 | 0+940.774 | -318.793 | 376.715 | 966.849 |
| 236 | 237 | 78 | 48 | 40 | 30.833 | 0+971.607 | -312.811 | 406.962 | 973.272 |
| 237 | 238 | 12 | 30 | 50 | 24.380 | 0+995.987 | -289.010 | 412.244 | 981.831 |
| 238 | 239 | 9 | 17 | 15 | 35.781 | 1+031.768 | -253.698 | 418.019 | 991.817 |
| 239 | 240 | 353 | 32 | 50 | 15.433 | 1+047.201 | -238.363 | 416.285 | 995.636 |
| 240 | 241 | 58 | 6 | 45 | 25.235 | 1+072.436 | -225.032 | 437.711 | 1002.966 |
| | 232 | | | | | 0+834.728 | -230.080 | 410.378 | 997.102 |
| 232 | 241 | 198 | 28 | 5 | 25.303 | 0+860.031 | -254.080 | 402.363 | 991.458 |

| EST. | P.O | AZIMUT | | | DISTANCIA HORIZONTAL | DISTANCIA ACUMULADA | COORD. TOTALES | | COTA |
|------|-----|--------|----|----|-------------------------|------------------------|----------------|---------|---------|
| | | G | M | S | | | Y | X | |
| 232 | 242 | 314 | 52 | 55 | 26.197 | 0+860.925 | -211.594 | 391.816 | 991.070 |
| 242 | 243 | 273 | 58 | 5 | 13.984 | 0+874.909 | -210.626 | 377.866 | 993.388 |
| 243 | 244 | 246 | 46 | 5 | 10.104 | 0+885.013 | -214.612 | 368.581 | 990.386 |
| 243 | 245 | 275 | 2 | 45 | 18.862 | 0+893.771 | -208.967 | 359.077 | 987.960 |
| 245 | 246 | 251 | 1 | 25 | 16.824 | 0+910.595 | -214.438 | 343.167 | 982.429 |
| 246 | 247 | 266 | 51 | 5 | 10.912 | 0+921.507 | -215.037 | 332.272 | 979.641 |
| 247 | 248 | 314 | 35 | 30 | 18.711 | 0+940.218 | -201.901 | 318.947 | 978.306 |
| 248 | 249 | 285 | 57 | 45 | 24.808 | 0+965.026 | -195.079 | 295.096 | 977.008 |
| 249 | 209 | 298 | 27 | 25 | 17.380 | 0+982.406 | -186.797 | 279.816 | 974.010 |
| | 206 | | | | | 0+471.603 | -212.378 | 240.673 | 950.416 |
| 206 | 250 | 147 | 2 | 10 | 9.997 | 0+481.600 | -220.766 | 246.113 | 951.246 |
| 250 | 251 | 93 | 16 | 15 | 20.747 | 0+502.347 | -221.949 | 266.826 | 954.826 |
| 251 | 252 | 110 | 33 | 15 | 19.905 | 0+522.252 | -228.938 | 285.464 | 957.057 |
| 252 | 253 | 38 | 27 | 50 | 9.736 | 0+531.988 | -221.315 | 291.520 | 959.665 |
| 253 | 254 | 130 | 53 | 30 | 9.921 | 0+541.909 | -227.809 | 299.020 | 959.577 |
| 253 | 255 | 128 | 1 | 30 | 21.951 | 0+553.939 | -234.837 | 308.812 | 960.904 |
| 253 | 256 | 113 | 47 | 45 | 25.347 | 0+557.335 | -231.542 | 314.712 | 962.534 |
| 253 | 257 | 103 | 1 | 10 | 36.118 | 0+568.106 | -229.451 | 326.710 | 967.909 |
| 253 | 258 | 134 | 31 | 40 | 13.915 | 0+545.903 | -231.073 | 301.440 | 959.079 |
| 253 | 259 | 157 | 20 | 50 | 15.550 | 0+547.538 | -235.665 | 297.509 | 957.882 |
| 259 | 260 | 149 | 0 | 30 | 35.938 | 0+583.476 | -266.473 | 316.014 | 960.055 |
| 260 | 261 | 161 | 10 | 25 | 15.000 | 0+598.476 | -280.670 | 320.855 | 959.058 |
| 260 | 262 | 240 | 56 | 25 | 17.828 | 0+601.304 | -275.132 | 300.430 | 954.322 |
| 260 | 263 | 59 | 24 | 20 | 6.547 | 0+590.023 | -263.140 | 321.650 | 962.767 |
| 260 | 24 | 57 | 3 | 45 | 13.977 | 0+597.453 | -258.873 | 327.744 | 964.826 |

APÉNDICE B
RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LABORATORIO



INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA
MUESTRA No. 462-07

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (1)

| | |
|---|---------------------------------------|
| Interesado: BYRON GIOVANNY MORALES J. | |
| Punto de muestreo: A 41 m de la orilla y 7 m de profundidad | Fecha de captación: 26-08-2007 |
| Fuente: Lago Atitlán | Hora de captación: 17:30 |
| Municipio: Santa Catarina Palopó | Fecha de recepción: 27-08-2007 |
| Departamento: Sololá | Hora de recepción: 08:00 |
| Responsable de captación: Byron Giovanni Morales J. (Persona ajena al Laboratorio INFOM) | |

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

RESULTADOS

| ITEM | PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS | UNIDADES | *LMA | *LMP | RESULTADO |
|------|-----------------------------|------------------------------------|---------------|---------------|-----------------------|
| 1 | Color aparente | Unidades Pt-Co | 5.0 | 35.0 | 2.5 |
| 2 | Hierro total | mg/L Fe | 0.100 | 1.000 | 0.13 |
| 3 | Manganeso total | mg/L Mn | 0.050 | 0.500 | ND |
| 4 | Nitrato | mg/L NO ₃ ⁻ | Nsc | 10 | 6.0 |
| 5 | Nitrato | mg/L NO ₂ ⁻ | Nsc | 1 | <0.01 |
| 6 | Sulfato | mg/L SO ₄ ²⁻ | 100.000 | 250.000 | 36 |
| 7 | Turbiedad | UNT | 5.0 | 15.0 | 1.3 |
| 8 | Cloruro | mg/L Cl ⁻ | 100.000 | 250.000 | 22 |
| 9 | Dureza total | mg/L CaCO ₃ | 100.000 | 500.000 | 150 |
| 10 | Calcio | mg/L Ca | 75.000 | 150.000 | 37 |
| 11 | Magnesio | mg/L Mg | 50.000 | 100.000 | 13 |
| 12 | Conductividad | µS/cm | 100 | 750 | 470 |
| 13 | pH | Unidades pH | 7.0 - 7.5 | 6.5 - 8.5 | 8.5 |
| 14 | Temperatura | °C | 15.0 - 25.0 | 34.0 | 22 |
| 15 | Olor a temperatura ambiente | Organoléptico | No rechazable | No rechazable | Rechazable |
| ITEM | PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS | UNIDADES | LMA | LMP | RESULTADO |
| 16 | <i>Escherichia coli</i> | NMP/100 mL | Nsc | Nsc | 300 |
| 17 | Coliformes totales | NMP/100 mL | Nsc | < 2 | 3.0 x 10 ³ |
| 18 | Conteo aeróbico en placa | UFC/mL | Nsc | Nsc | > 65000 |

* LMA = límite máximo aceptable LMP = límite máximo permisible ND = No detectado Nsc = no se contempla en la norma

OBSERVACIONES

- Los límites máximos aceptables y permisibles corresponden a la Norma COGUANOR para agua potable NGO 29001 (Ac. Gubernativo No. 986-1999) publicada en el Diario de Centro América el 4 de febrero de 2000. Los parámetros analizados corresponden a los establecidos en el numeral E2, inciso 5.4 de dicha norma.
- El responsable de la captación no informó sobre los resultados de temperatura y pH in situ, por lo tanto, los resultados de dichos parámetros corresponden a los medidos en el laboratorio.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, el Olor presente en la muestra de agua NO CUMPLE con los requerimientos fisicoquímicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, el agua de la muestra NO CUMPLE con los requerimientos bacteriológicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001.



Mirna Gómez
Mirna Gómez
 Ingeniera Química, Col. 914
 Supervisora de Físicoquímico

William Estrada Vargas
William Estrada Vargas
 Químico Biólogo, Col. 2244
 Supervisor de Bacteriología



APÉNDICE C
PRESUPUESTO

| TABLA VI PRESUPUESTO DESGLOSADO | | | | | |
|---|----------------------------|-----------------|---------------|------------------------|------------------|
| SISTEMA DE ABASTECIMIENTO AGUA POTABLE POR BOMBEO, | | | | | |
| MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PALOPÓ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ | | | | | |
| BODEGA | | 1 | Unidad | | |
| No | Descripción | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
| | MATERIALES | | | | |
| 1 | Lamina de 12" | 30.00 | Unidad | Q80.00 | Q2,400.00 |
| 2 | Madera tabla 1"X10"X9' | 2.00 | Doc | Q350.00 | Q700.00 |
| 3 | Madera Paral 3"X2"X9' | 3.00 | Doc | Q300.00 | Q900.00 |
| 4 | Clavos | 20.00 | Lb | Q6.00 | Q120.00 |
| 5 | Alambre | 20.00 | Lb | Q6.00 | Q120.00 |
| | MANO DE OBRA | | | | |
| 1 | Mano de Obra Calificada | 1.00 | Unidad | Q400.00 | Q400.00 |
| 2 | Mano de obra No Calificada | 1.00 | Unidad | Q100.00 | Q100.00 |
| | MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | |
| | COMBUSTIBLE | | | | |
| | FLETE | | | | |
| 1 | Viaje de Camion (16 KM) | 1.00 | Unidad | Q200.00 | Q200.00 |
| | SUB TOTAL | | | | Q4,940.00 |

**PRELIMINARES
REPLANTEO
TOPOGRAFICO**

| | | 1 | GLOBAL | | |
|-----------|------------------------------|-----------------|---------------|------------------------|-------------------|
| No | Descripción | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
| | MATERIALES | | | | |
| 1 | Estacas | 300.00 | Unidad | Q2.00 | Q600.00 |
| 2 | Pintura en spray | 15.00 | Unidad | Q30.00 | Q450.00 |
| 3 | Clavos | 20.00 | Lb | Q6.00 | Q120.00 |
| | MANO DE OBRA | | | | |
| 1 | Mano de Obra Calificada | 11.00 | Dias | Q500.00 | Q5,500.00 |
| 2 | Mano de obra No Calificada | 11.00 | Dias | Q200.00 | Q2,200.00 |
| | MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | |
| 1 | Teodolito | 11.00 | Dias | Q200.00 | Q2,200.00 |
| 2 | Equipo de Medicion | 11.00 | Dias | Q100.00 | Q1,100.00 |
| | COMBUSTIBLE | | | | |
| 1 | Viaje para llevar Topografos | 2.00 | Viajes | Q500.00 | Q1,000.00 |
| | SUB TOTAL | | | | Q13,170.00 |

| EXCABACION | | 328 | M3 | | |
|----------------------------|-----------------------|----------|--------|-----------------|-------------------|
| No | Descripción | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
| MATERIALES | | | | | |
| 1 | Excavación | 328.00 | m3 | Q60.00 | Q19,680.00 |
| 2 | Relleno | 328.00 | m3 | Q35.00 | Q11,480.00 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | | |
| 1 | Palas | 30.00 | Unidad | Q60.00 | Q1,800.00 |
| 2 | Piochas | 30.00 | Unidad | Q65.00 | Q1,950.00 |
| 3 | Compactadota | 60.00 | Dias | Q350.00 | Q21,000.00 |
| COMBUSTIBLE | | | | | |
| 1 | Gasolina Tipo Regular | 120.00 | Gal | Q32.50 | Q3,900.00 |
| SUB TOTAL | | | | | Q59,810.00 |

| EQUIPO DE BOMBEO | | 1.00 | M2 | | |
|-------------------|--|----------|--------|-----------------|-------------|
| No | Descripción | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
| MATERIALES | | | | | |
| 1 | Bomba sumergible de 50 hp | 2.00 | Unidad | Q91,950.00 | Q183,900.00 |
| 2 | Motor sumergible 50 hp 460 V 3F | 2.00 | Unidad | Q45,600.00 | Q91,200.00 |
| 3 | Interruptor de seguridad 3x70 amp/440v | 2.00 | Unidad | Q800.00 | Q1,600.00 |
| 6 | Tierra Fisica trifasica | 1.00 | Unidad | Q1,800.00 | Q1,800.00 |
| 7 | Selector on/off piloto | 1.00 | Unidad | Q293.00 | Q293.00 |
| 8 | Guarda nil Electroodos | 1.00 | Unidad | Q2,500.00 | Q2,500.00 |
| 9 | Electroodos inoxidables | 2.00 | Unidad | Q560.00 | Q1,120.00 |
| 10 | Cable Sumergible 6/3 doble forro | 600.00 | Pie | Q50.00 | Q30,000.00 |
| 11 | Cable Portaelectroodos 14/2 | 600.00 | Pie | Q17.00 | Q10,200.00 |
| 12 | Empalme vulcanizado y amarres | 2.00 | Unidad | Q360.00 | Q720.00 |
| 13 | Accesorios de <instalacion en caseta | 1.00 | Unidad | Q530.00 | Q530.00 |
| 14 | Linea de aire con Kit de medicion de nivel | 350.00 | Pie | Q28.50 | Q9,975.00 |
| 15 | Tubo galvanizado de 4" Tipo Mediano | 6.00 | Unidad | Q1,800.00 | Q10,800.00 |
| 16 | Sello sanitario de 8"x4" | 1.00 | Unidad | Q544.00 | Q544.00 |
| 17 | Collarin de Soporte 4" | 1.00 | Unidad | Q650.00 | Q650.00 |
| 18 | Valvula de cheque de 4" | 1.00 | Unidad | Q2,500.00 | Q2,500.00 |
| 19 | Manifold de descarga de 4" universal | 1.00 | Unidad | Q1,400.00 | Q1,400.00 |

| | | | | | |
|---|----------------------------|------|---------|------------|--------------------|
| | MANO DE OBRA | | | | |
| 1 | Mano de Obra Calificada | 1.00 | Sistema | Q12,500.00 | Q12,500.00 |
| 2 | Mano de obra No Calificada | 1.00 | Sistema | Q9,800.00 | Q9,800.00 |
| | MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | |
| 1 | Polipasto de 3 ton | 3.00 | Días | Q250.00 | Q750.00 |
| | COMBUSTIBLE | | | | |
| | FLETE | | | | |
| | SUB TOTAL | | | | Q372,782.00 |

| | | | | | |
|--|----------------------------|-----------------|---------------|------------------------|-------------------|
| ANCLAJE DE TUBERIA Y BOMBAS BASES | | 162.00 | Unidad | | |
| No | Descripción | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
| | MATERIALES | | | | |
| 1 | Cemento gris tipo Pórtland | 316.00 | Sacos | Q58.00 | Q18,328.00 |
| 2 | Arena de rio | 22.00 | m3 | Q190.00 | Q4,180.00 |
| 3 | Piedrin Triturado | 22.00 | m3 | Q200.00 | Q4,400.00 |
| 6 | Acero No.3 | 28.00 | Varilla | Q25.00 | Q700.00 |
| 7 | Madera tipo Tabla | 7.00 | Doc | Q350.00 | Q2,450.00 |
| 8 | Madera tipo Paral | 1.00 | Doc | Q350.00 | Q350.00 |
| 9 | Clavos | 75.00 | Lb | Q6.00 | Q450.00 |
| 10 | Alambre | 200.00 | Lb | Q6.00 | Q1,200.00 |
| | MANO DE OBRA | | | | |
| 1 | Mano de Obra Calificada | 162.00 | Unidad | Q55.00 | Q8,910.00 |
| 2 | Mano de obra No Calificada | 162.00 | Unidad | Q12.00 | Q1,944.00 |
| | MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | |
| | COMBUSTIBLE | | | | |
| | FLETE | | | | |
| | SUB TOTAL | | | | Q42,912.00 |

| CASETA DE CONTROLES | | 1.00 | M2 | | |
|----------------------------|----------------------------|-----------------|---------------|------------------------|------------------|
| No | Descripción | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
| | MATERIALES | | | | |
| 1 | Cemento gris tipo Pórtland | 25.00 | Sacos | Q58.00 | Q1,450.00 |
| 2 | Arena de rio | 1.00 | m3 | Q190.00 | Q190.00 |
| 3 | Piedrin Triturado | 1.00 | m3 | Q200.00 | Q200.00 |
| 4 | Acero No.3 | 20.00 | varilla | Q25.00 | Q500.00 |
| 5 | Acero No.2 | 13.00 | varilla | Q14.00 | Q182.00 |
| 6 | Block de 0.15*0.20*0.40 | 200.00 | Unidad | Q5.00 | Q1,000.00 |
| 7 | Madera tipo Tabla | 2.00 | doc | Q350.00 | Q700.00 |
| 8 | Focos y Plafoneras | 2.00 | Unidad | Q45.00 | Q90.00 |
| 9 | Tomacorriente | 1.00 | Unidad | Q20.00 | Q20.00 |
| 10 | Alambre twg | 9.00 | ml | Q3.50 | Q31.50 |
| 11 | Madera tipo Paral | 2.00 | doc | Q350.00 | Q700.00 |
| 12 | Puerta de Metal | 1.00 | Unidad | Q1,200.00 | Q1,200.00 |
| 13 | Clavos | 5.00 | lb | Q6.00 | Q30.00 |
| 14 | Alambre | 10.00 | lb | Q6.00 | Q60.00 |
| | MANO DE OBRA | | | | |
| 1 | Mano de Obra Calificada | 1.00 | M2 | Q450.00 | Q450.00 |
| 2 | Mano de obra No Calificada | 1.00 | M2 | Q150.00 | Q150.00 |
| | MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | |
| 1 | Mescladora de concreto | 1.00 | dias | Q350.00 | Q350.00 |
| | COMBUSTIBLE | | | | |
| 1 | Gasolina tipo Regular | 2.00 | gal | Q32.50 | Q65.00 |
| | FLETE | | | | |
| | SUB TOTAL | | | | Q7,368.50 |

| CASETA DE MOTORES | | 2.80 | M2 | | |
|--------------------------|----------------------------|-----------------|---------------|------------------------|------------------|
| No | Descripción | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
| | MATERIALES | | | | |
| 1 | Cemento gris tipo Pórtland | 35.00 | Sacos | Q58.00 | Q2,030.00 |
| 2 | Arena de rio | 2.00 | m3 | Q190.00 | Q380.00 |
| 3 | Piedrin Triturado | 2.00 | m3 | Q200.00 | Q400.00 |
| 4 | Acero No.3 | 25.00 | varilla | Q25.00 | Q625.00 |
| 5 | Acero No.2 | 18.00 | varilla | Q14.00 | Q252.00 |
| 6 | Focos y Plafoneras | 2.00 | Unidad | Q45.00 | Q90.00 |
| 7 | Tomacorriente | 1.00 | Unidad | Q20.00 | Q20.00 |
| 8 | Alambre twg cal 12 | 9.00 | ml | Q3.50 | Q31.50 |
| 9 | Block de 0.15*0.20*0.40 | 100.00 | Unidad | Q5.00 | Q500.00 |
| 10 | Madera tipo Tabla | 2.00 | doc | Q350.00 | Q700.00 |
| 11 | Madera tipo Paral | 2.00 | doc | Q350.00 | Q700.00 |
| 12 | Puerta de Metal | 1.00 | Unidad | Q1,000.00 | Q1,000.00 |
| 13 | Clavos | 5.00 | lb | Q6.00 | Q30.00 |
| 14 | Alambre | 10.00 | lb | Q6.00 | Q60.00 |
| | MANO DE OBRA | | | | |
| 1 | Mano de Obra Calificada | 1.00 | M2 | Q450.00 | Q450.00 |
| 2 | Mano de obra No Calificada | 1.00 | M2 | Q150.00 | Q150.00 |
| | MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | |
| 1 | Mescladora de concreto | 1.00 | dias | Q350.00 | Q350.00 |
| | COMBUSTIBLE | | | | |
| 1 | Gasolina tipo Regular | 2.00 | gal | Q32.50 | Q65.00 |
| | FLETE | | | | |
| | SUB TOTAL | | | | Q7,833.50 |

| INSTALACION ELECTRICA TRIFASICA | | 1.00 | Unidad | | |
|--|--|-----------------|---------------|------------------------|--------------------|
| No | Descripción | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
| | MATERIALES | | | | |
| 1 | Transformador de 35 kva 220/440 autoprotegido | 2.00 | Unidad | Q25,000.00 | Q50,000.00 |
| 2 | Poste de Concreto Pretensado 35' | 3.00 | Unidad | Q3,900.00 | Q11,700.00 |
| 3 | Tierra Fisica trifasica | 1.00 | Unidad | Q1,800.00 | Q1,800.00 |
| 4 | Ancla tipo Cruz | 3.00 | Unidad | Q560.00 | Q1,680.00 |
| 5 | Cable cal No. 1/0 | 200.00 | Unidad | Q45.00 | Q9,000.00 |
| 6 | roeles de ceramica | 9.00 | Unidad | Q60.00 | Q540.00 |
| 7 | Pernos preajustables 1/0 | 15.00 | Unidad | Q25.00 | Q375.00 |
| 8 | bentonita y carbon | 8.00 | bolsa | Q125.00 | Q1,000.00 |
| 9 | Pletinas de Acero | 3.00 | Unidad | Q1,800.00 | Q5,400.00 |
| | MANO DE OBRA | | | | |
| 1 | Mano de Obra Calificada | 1.00 | Sistema | Q15,200.00 | Q15,200.00 |
| 2 | Mano de obra No Calificada | 1.00 | Sistema | Q8,300.00 | Q8,300.00 |
| | MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | |
| 1 | Polipasto de 3 ton | 9.00 | dias | Q250.00 | Q2,250.00 |
| 2 | Retroescabadora | 20.00 | horas | Q320.00 | Q6,400.00 |
| | COMBUSTIBLE | | | | |
| | FLETE | | | | |
| | SUB TOTAL | | | | Q113,645.00 |

TANQUE

ZAPATAS

| | | 9.00 | Unidad | 1.00X1.00X0.25 | |
|-----------|-------------------------------|-----------------|---------------|------------------------|------------------|
| No | Descripción | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
| | MATERIALES | | | | |
| 1 | Cemento gris tipo Pórtland | 30.00 | Sacos | Q58.00 | Q1,740.00 |
| 2 | Arena de rio | 2.00 | m3 | Q190.00 | Q380.00 |
| 3 | Piedrin Triturado | 2.00 | m3 | Q160.00 | Q320.00 |
| 5 | Acero No.4 | 27.00 | varilla | Q50.00 | Q1,350.00 |
| 6 | Madera Tipo Tabla | 3.00 | doc | Q350.00 | Q1,050.00 |
| 7 | Clavos | 30.00 | lb | Q6.00 | Q180.00 |
| 8 | Alambre | 50.00 | lb | Q6.00 | Q300.00 |
| | MANO DE OBRA | | | | |
| 1 | Mano de Obra Calificada | 9.00 | Unidad | Q170.00 | Q1,530.00 |
| 2 | Mano de obra No calif. | 9.00 | Unidad | Q75.00 | Q675.00 |

| MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | | |
|----------------------------|------------------------|------|-----|---------|------------------|
| 1 | Mezcladora de Concreto | 3.00 | Dia | Q350.00 | Q1,050.00 |
| COMBUSTIBLE | | | | | |
| 1 | Gasolina tipo Regular | 6.00 | Gal | Q35.50 | Q213.00 |
| FLETE | | | | | |
| SUB TOTAL | | | | | Q8,788.00 |

LEVANTADO MURO 120.00 M2

| No | Descripción | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
|----------------------------|--|----------|-----------|-----------------|--------------------|
| MATERIALES | | | | | |
| 1 | Cemento gris tipo Pórtland | 360.00 | Sacos | Q58.00 | Q20,880.00 |
| 2 | Arena de rio | 21.00 | m3 | Q190.00 | Q3,990.00 |
| 3 | Piedrin | 21.00 | m3 | Q170.00 | Q3,570.00 |
| 5 | Acero No. 3 | 780.00 | varillas | Q25.00 | Q19,500.00 |
| 6 | Madera tabla 1"X10"X9' | 21.00 | Doc | Q350.00 | Q7,350.00 |
| 8 | Madera Paral 3"X2"X9' | 16.00 | Doc | Q300.00 | Q4,800.00 |
| 9 | Clavos | 110.00 | Lb | Q6.00 | Q660.00 |
| 10 | Alambre | 320.00 | Lb | Q6.00 | Q1,920.00 |
| 11 | Escalera tipo marinero (Ø No.4 + poliducto) | 12.00 | escalones | Q38.00 | Q456.00 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| 1 | Mano de Obra Calificada | 120.00 | m2 | Q650.00 | Q78,000.00 |
| 2 | Mano de obra No Calificada | 120.00 | m2 | Q200.00 | Q24,000.00 |
| MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | | Q0.00 |
| 2 | Mezcladora de Concreto | 16.00 | días | Q350.00 | Q5,600.00 |
| COMBUSTIBLE | | | | | |
| 1 | Gasolina tipo Regular | 32.00 | dias | Q32.50 | Q1,040.00 |
| FLETE | | | | | |
| SUB TOTAL | | | | | Q171,766.00 |

| COLUMNAS | | 14.50 | MI | | |
|-----------------|----------------------------|-----------------|---------------|------------------------|-------------------|
| No | Descripción | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
| | MATERIALES | | | | |
| 1 | Cemento gris tipo Pórtland | 12.00 | Sacos | Q58.00 | Q696.00 |
| 2 | Arena de rio | 1.00 | m3 | Q190.00 | Q190.00 |
| 3 | Piedrin Triturado | 1.00 | m3 | Q200.00 | Q200.00 |
| 4 | Acero No.6 | 16.00 | varilla | Q300.00 | Q4,800.00 |
| 6 | Acero No.3 | 18.00 | varilla | Q25.00 | Q450.00 |
| 7 | Madera tabla 1"X10"X9' | 15.00 | Doc | Q350.00 | Q5,250.00 |
| 8 | Madera Paral 3"X2"X9' | 10.00 | Doc | Q350.00 | Q3,500.00 |
| 9 | Clavos | 50.00 | Lb | Q6.00 | Q300.00 |
| 10 | Alambre | 100.00 | Lb | Q6.00 | Q600.00 |
| | MANO DE OBRA | | | | |
| 1 | Mano de Obra Calificada | 14.50 | MI | Q150.00 | Q2,175.00 |
| 2 | Mano de obra No Calificada | 14.50 | MI | Q50.00 | Q725.00 |
| | MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | |
| 1 | Mescladora de concreto | 5.00 | días | Q350.00 | Q1,750.00 |
| | COMBUSTIBLE | | | | |
| 1 | Gasolina tipo Regular | 10.00 | Gal | Q32.50 | Q325.00 |
| | FLETE | | | | |
| | SUB TOTAL | | | | Q20,961.00 |

| VIGA | | 20.00 | MI | | |
|-------------|----------------------------|-----------------|---------------|------------------------|------------------|
| No | Descripción | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
| | MATERIALES | | | | |
| 1 | Cemento gris tipo Pórtland | 24.00 | Sacos | Q58.00 | Q1,392.00 |
| 2 | Arena de rio | 2.00 | m3 | Q190.00 | Q380.00 |
| 3 | Piedrin Triturado | 2.00 | m3 | Q200.00 | Q400.00 |
| 4 | Acero No.6 | 24.00 | varilla | Q350.00 | Q8,400.00 |
| 6 | Acero No.3 | 26.00 | varilla | Q25.00 | Q650.00 |
| 9 | Clavos | 50.00 | Lb | Q6.00 | Q300.00 |
| 10 | Alambre | 75.00 | Lb | Q6.00 | Q450.00 |
| | MANO DE OBRA | | | | |
| 1 | Mano de Obra Calificada | 20.00 | MI | Q150.00 | Q3,000.00 |
| 2 | Mano de obra No Calificada | 20.00 | MI | Q70.00 | Q1,400.00 |

| | | | | | |
|---|----------------------------|------|------|---------|-------------------|
| | MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | |
| 1 | Mescladora de concreto | 2.00 | dias | Q350.00 | Q700.00 |
| | COMBUSTIBLE | | | | |
| 1 | Gasolina tipo Regular | 4.00 | gal | Q32.50 | Q130.00 |
| | FLETE | | | | |
| | SUB TOTAL | | | | Q17,202.00 |

| LOSA SUPERIOR, DE CIMENTACION Y TAPADERAS DE TANQUE | | | 200.00 | M2 | |
|---|----------------------------|----------|---------|-----------------|--------------------|
| No | Descripción | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
| | MATERIALES | | | | |
| 1 | Cemento gris tipo Pórtland | 242.00 | Sacos | Q58.00 | Q14,036.00 |
| 2 | Arena de rio | 16.00 | m3 | Q190.00 | Q3,040.00 |
| 3 | Piedrin Triturado | 16.00 | m3 | Q200.00 | Q3,200.00 |
| 6 | Acero No.3 | 663.00 | varilla | Q25.00 | Q16,575.00 |
| 7 | Madera tipo Tabla | 70.00 | doc | Q350.00 | Q24,500.00 |
| 8 | Madera tipo Paral | 30.00 | doc | Q350.00 | Q10,500.00 |
| 9 | Clavos | 120.00 | lb | Q6.00 | Q720.00 |
| 10 | Alambre | 253.00 | lb | Q6.00 | Q1,518.00 |
| | MANO DE OBRA | | | | |
| 1 | Mano de Obra Calificada | 200.00 | M2 | Q110.00 | Q22,000.00 |
| 2 | Mano de obra No Calificada | 200.00 | M2 | Q35.00 | Q7,000.00 |
| | MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | |
| 1 | Mescladora de concreto | 4.00 | dias | Q350.00 | Q1,400.00 |
| | COMBUSTIBLE | | | | |
| 1 | Gasolina tipo Regular | 8.00 | gal | Q32.50 | Q260.00 |
| | FLETE | | | | |
| | SUB TOTAL | | | | Q104,749.00 |

| INSTALACION TUBERIA TOTAL PROYECTO | | 1,141.00 | Unidad | | |
|---|------------------------------|-----------------|---------------|------------------------|------------------|
| No | Descripción | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
| | MATERIALES | | | | |
| 1 | Tuberia HG Ø 6" Tipo Liviano | 64.00 | Unidad | Q2,250.00 | Q144,000.00 |
| 2 | Union HG 6" | 65.00 | Unidad | Q653.20 | Q42,458.00 |
| 4 | Tuberia PVC Ø 8" 160 PSI | 44.00 | Unidad | Q2,018.22 | Q88,801.68 |
| | Tuberia PVC Ø 6" 160 PSI | 12.00 | Unidad | Q1,196.96 | Q14,363.52 |
| 5 | Tuberia PVC Ø 5" 160 PSI | 134.00 | Unidad | Q706.52 | Q94,673.68 |
| 6 | Tuberia PVC Ø 4" 160 PSI | 108.00 | Unidad | Q694.53 | Q75,009.24 |
| 7 | Tuberia PVC Ø 2" 160 PSI | 130.00 | Unidad | Q193.34 | Q25,134.20 |
| 8 | Tuberia PVC Ø 1 1/2" 160 PSI | 333.00 | Unidad | Q123.77 | Q41,215.41 |
| 9 | Tuberia PVC Ø 1" 160 PSI | 251.00 | Unidad | Q58.90 | Q14,783.90 |
| 13 | Codo 90 grados 8" | 3.00 | Unidad | Q1,311.48 | Q3,934.44 |
| 14 | Tee Ø 8" | 1.00 | Unidad | Q891.00 | Q891.00 |
| 14 | Codo 45 grados 8" | 3.00 | Unidad | Q1,205.12 | Q3,615.36 |
| 15 | Codo 90 grados 6" | 1.00 | Unidad | Q405.93 | Q405.93 |
| 16 | Codo 45 grados 6" | 2.00 | Unidad | Q512.75 | Q1,025.50 |
| 16 | Tee Ø 6" | 1.00 | Unidad | Q798.99 | Q798.99 |
| 17 | Codo 90 grados 4" | 2.00 | Unidad | Q88.96 | Q177.92 |
| 18 | Tee Ø 4" | 2.00 | Unidad | Q137.64 | Q275.28 |
| 19 | Codo 45 grados 4" | 17.00 | Unidad | Q113.85 | Q1,935.45 |
| 10 | Codo 90 grados 3" | 6.00 | Unidad | Q79.80 | Q478.80 |
| 20 | Codo 90 grados 2" | 2.00 | Unidad | Q14.37 | Q28.74 |
| 21 | Tee Ø 2" | 7.00 | Unidad | Q15.37 | Q107.59 |
| 22 | Codo 45 grados 2" | 2.00 | Unidad | Q15.75 | Q31.50 |
| 20 | Codo 90 grados 1 1/2" | 15.00 | Unidad | Q9.26 | Q138.90 |
| 21 | Tee Ø 1 1/2" | 17.00 | Unidad | Q12.98 | Q220.66 |
| 22 | Codo 45 grados 1 1/2" | 54.00 | Unidad | Q13.21 | Q713.34 |
| 20 | Codo 90 grados 1" | 16.00 | Unidad | Q6.54 | Q104.64 |
| 21 | Tee Ø 1" | 20.00 | Unidad | Q6.31 | Q126.20 |
| 22 | Codo 45 grados 1" | 21.00 | Unidad | Q7.00 | Q147.00 |
| 23 | Reducidor bush 8" a 6" | 1.00 | Unidad | Q863.14 | Q863.14 |
| 24 | Reducidor bush 5" a 4" | 1.00 | Unidad | Q166.26 | Q166.26 |
| 25 | Reducidor bushing 6" a 4" | 1.00 | Unidad | Q245.64 | Q245.64 |
| 26 | Reducidor bushing 4" a 2" | 2.00 | Unidad | Q79.94 | Q159.88 |
| 27 | Reducidor bushing 2" a 1/2" | 7.00 | Unidad | Q10.63 | Q74.41 |

| | | | | | |
|-----------|-------------------------------------|-----------------|---------------|------------------------|--------------------|
| 28 | Reductor bushing 1 1/2" a 1" | 14.00 | Unidad | Q6.31 | Q88.34 |
| 29 | Reductor bush 2" a 1" | 5.00 | Unidad | Q10.63 | Q53.15 |
| 30 | Naipes | 100.00 | lb | Q3.00 | Q300.00 |
| 31 | Solvente | 10.00 | gal | Q120.00 | Q1,200.00 |
| 32 | Permatex | 20.00 | pomo | Q75.00 | Q1,500.00 |
| 33 | Pegamento para PVC | 15.00 | gal | Q210.00 | Q3,150.00 |
| | MANO DE OBRA | | | | |
| 1 | Mano de Obra Calificada | 1,271.00 | Unidad | Q120.00 | Q152,520.00 |
| 2 | Mano de obra No Calificada | 1,271.00 | Unidad | Q50.00 | Q63,550.00 |
| | MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | |
| 1 | Compactadora | 60.00 | dia | Q350.00 | Q21,000.00 |
| 3 | Sierra de Mano | 20.00 | Unidad | Q50.00 | Q1,000.00 |
| | COMBUSTIBLE | | | | |
| 1 | Gasolina Tipo Regular | 120.00 | gal | Q32.50 | Q3,900.00 |
| | FLETE | | | | |
| 1 | TRANSPORTE DE TUBERIA (190 KM) | 15.00 | viajes | Q850.00 | Q12,750.00 |
| | SUB TOTAL | | | | Q818,117.69 |
| | | | | | |
| | RECUBRIMIENTO DE TUBERIA | 1,644.00 | ML | | |
| No | Descripción | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
| | MATERIALES | | | | |
| 1 | Cemento gris tipo Pórtland | 600.00 | Sacos | Q58.00 | Q34,800.00 |
| 2 | Arena de rio | 39.00 | m3 | Q190.00 | Q7,410.00 |
| 3 | Piedrin Triturado | 39.00 | m3 | Q200.00 | Q7,800.00 |
| 7 | Madera tipo Tabla | 15.00 | doc | Q350.00 | Q5,250.00 |
| 9 | Clavos | 200.00 | lb | Q6.00 | Q1,200.00 |
| 10 | Alambre | 200.00 | lb | Q6.00 | Q1,200.00 |
| | MANO DE OBRA | | | | |
| 1 | Mano de Obra Calificada | 1,644.00 | ML | Q30.00 | Q49,320.00 |
| 2 | Mano de obra No Calificada | 1,644.00 | ML | Q5.00 | Q8,220.00 |
| | MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | |
| 1 | Mescladora de concreto | 15.00 | días | Q350.00 | Q5,250.00 |
| | COMBUSTIBLE | | | | |
| 1 | Gasolina tipo Regular | 30.00 | gal | Q32.50 | Q975.00 |
| | SUB TOTAL | | | | Q121,425.00 |
| | | | | | |

| CAJA DE VALVULAS | | 22.00 | Unidad | | |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------|---------------|------------------------|-------------------|
| No | Descripción | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
| | MATERIALES | | | | |
| 1 | Valvula de Compuerta 6" | 1.00 | Unidad | Q3,348.40 | Q3,348.40 |
| 2 | Valvula de Compuerta 4" | 2.00 | Unidad | Q885.32 | Q1,770.64 |
| 3 | Valvula de Compuerta 2" | 1.00 | Unidad | Q241.59 | Q241.59 |
| 4 | Valvula de Compuerta 1 1/2" | 10.00 | Unidad | Q188.53 | Q1,885.30 |
| 5 | Valvula de Compuerta 1" | 8.00 | Unidad | Q97.89 | Q783.12 |
| 0 | Adaptadores macho 6" | 2.00 | Unidad | Q287.07 | Q574.14 |
| 1 | Adaptadores macho 4" | 4.00 | Unidad | Q54.87 | Q219.48 |
| 2 | Adaptadores macho 2" | 2.00 | Unidad | Q10.23 | Q20.46 |
| 3 | Adaptadores macho 1 1/2" | 20.00 | Unidad | Q6.97 | Q139.40 |
| 4 | Adaptadores macho 1" | 16.00 | Unidad | Q5.14 | Q82.24 |
| 5 | Valvula de Limpieza 4" | 4.00 | Unidad | Q450.00 | Q1,800.00 |
| 6 | Valvula de Aire 4" | 2.00 | Unidad | Q460.00 | Q920.00 |
| 7 | Adaptadores Macho ¾ | 4.00 | Unidad | Q8.00 | Q32.00 |
| 8 | Cemento | 30.00 | bolsa | Q58.00 | Q1,740.00 |
| 9 | Arena de Rio | 3.00 | m3 | Q190.00 | Q570.00 |
| 10 | Piedrin | 3.00 | m3 | Q200.00 | Q600.00 |
| 11 | Hierro No. 3 | 60.00 | varilla | Q25.00 | Q1,500.00 |
| 12 | Alambre de Amarre | 30.00 | lb | Q6.00 | Q180.00 |
| 13 | Clavo 3 | 30.00 | lb | Q6.00 | Q180.00 |
| 14 | Madera Tipo Tabla | 3.00 | doc | Q350.00 | Q1,050.00 |
| 15 | Madera Tipo Paral | 2.00 | doc | Q300.00 | Q600.00 |
| 16 | Permatex | 10.00 | pomo | Q50.00 | Q500.00 |
| 17 | Candados | 13.00 | Unidad | Q75.00 | Q975.00 |
| | MANO DE OBRA | | | | |
| 1 | Mano de Obra Calificada | 13.00 | Unidad | Q350.00 | Q4,550.00 |
| 2 | Mano de obra No Calificada | 13.00 | Unidad | Q50.00 | Q650.00 |
| | MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | |
| | COMBUSTIBLE | | | | |
| | FLETE | | | | |
| | SUB TOTAL | | | | Q19,792.73 |

| CLORIFICADOR | | 1.00 | unidad | | |
|---------------------|----------------------------|-----------------|---------------|------------------------|------------------|
| No | Descripción | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
| | MATERIALES | | | | |
| 1 | Sistema Corificador | 1.00 | Unidad | Q4,850.00 | Q4,850.00 |
| | MANO DE OBRA | | | | |
| 1 | Mano de Obra Calificada | 1.00 | Sistema | Q2,100.00 | Q2,100.00 |
| 2 | Mano de obra No Calificada | 1.00 | Sistema | Q500.00 | Q500.00 |
| | MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | |
| | COMBUSTIBLE | | | | |
| | FLETE | | | | |
| | SUB TOTAL | | | | Q7,450.00 |

| CONEXIONES DOMICILIARES | | 670 | Unidad | | |
|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------|------------------------|------------------|
| No | Descripción | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
| | MATERIALES | | | | |
| 1 | Tuberia PVC de Ø 3/4" | 5,099.00 | Unidad | Q37.85 | Q192,997.15 |
| 2 | Codo PVC de Ø 3/4" | 2,680.00 | Unidad | Q5.00 | Q13,400.00 |
| 3 | Te reductora de 8"a ¾ | 7.00 | Unidad | Q892.86 | Q6,250.02 |
| 4 | Te reductora de 6"a ¾ | 16.00 | Unidad | Q257.34 | Q4,117.44 |
| 5 | Te reductora de 4"a ¾ | 53.00 | Unidad | Q83.14 | Q4,406.42 |
| 6 | Te reductora de 2"a ¾ | 126.00 | Unidad | Q31.87 | Q4,015.62 |
| 7 | Te reductora de 1 1/2"a ¾ | 359.00 | Unidad | Q6.31 | Q2,265.29 |
| 8 | Te reductora de 1"a ¾ | 109.00 | Unidad | Q3.65 | Q397.85 |
| 9 | Adaptador Macho de Ø 3/4" | 2,680.00 | Unidad | Q5.00 | Q13,400.00 |
| 10 | Llave de Compuerta de Ø 3/4" | 670.00 | Unidad | Q35.00 | Q23,450.00 |
| 11 | Llave de Paso de Ø 3/4" | 670.00 | Unidad | Q40.00 | Q26,800.00 |
| 12 | Chorro de Bronce | 670.00 | Unidad | Q27.00 | Q18,090.00 |
| 13 | Caja de Concreto para Contador | 670.00 | Unidad | Q70.00 | Q46,900.00 |
| 14 | Contador de Agua 3/4" | 670.00 | Unidad | Q275.00 | Q184,250.00 |
| 15 | Solvente | 20.00 | Gal | Q120.00 | Q2,400.00 |
| 16 | Pegamento para PVC | 16.00 | Gal | Q210.00 | Q3,360.00 |
| 17 | Naípe | 30.00 | lb | Q2.00 | Q60.00 |
| | MANO DE OBRA | | | | |
| 1 | Mano de obra Calificada | 670.00 | Unidad | Q80.00 | Q53,600.00 |
| 2 | Mano de obra No calif. | 670.00 | Unidad | Q25.00 | Q16,750.00 |

| | | | | | |
|---|----------------------------|-------|--------|--------|--------------------|
| | MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | |
| 1 | Sierra de mano | 60.00 | Unidad | Q50.00 | Q3,000.00 |
| | COMBUSTIBLE | | | | |
| | FLETE | | | | |
| | SUB TOTAL | | | | Q619,909.79 |

| LLENACANTAROS | | 2.00 | Unidad | | |
|----------------------|----------------------------|-----------------|---------------|------------------------|------------------|
| No | Descripción | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
| | MATERIALES | | | | |
| 1 | Codo hg de Ø 1/2 | 4.00 | Unidad | Q30.00 | Q120.00 |
| 2 | Niple Hg de Ø 1/2 1.50 mts | 2.00 | Unidad | Q150.00 | Q300.00 |
| 3 | Adaptador Hembra PVC de ½ | 2.00 | Unidad | Q15.00 | Q30.00 |
| 4 | Niple Hg de Ø 1/2 0.30 mts | 2.00 | Unidad | Q45.00 | Q90.00 |
| 5 | Reductor Bushing 3/4 a1/2 | 2.00 | Unidad | Q25.00 | Q50.00 |
| 6 | Copla hg ½ | 4.00 | Unidad | Q15.00 | Q60.00 |
| 7 | Regilla de Metal | 2.00 | Unidad | Q10.00 | Q20.00 |
| 8 | Chorro de bronce de ½ | 2.00 | Unidad | Q35.00 | Q70.00 |
| 9 | Cemento | 12.00 | bolsa | Q49.00 | Q588.00 |
| 10 | Arena de Rio | 2.00 | m3 | Q160.00 | Q320.00 |
| 11 | Piedrin | 2.00 | m3 | Q190.00 | Q380.00 |
| 12 | tubo de PVC 3" 100 psi | 1.00 | varilla | Q80.00 | Q80.00 |
| 13 | Alambre de Amarre | 6.00 | Lb | Q6.00 | Q36.00 |
| 14 | Clavo 3 | 6.00 | Lb | Q6.00 | Q36.00 |
| 15 | Madera Tipo Tabla | 1.00 | doc | Q350.00 | Q350.00 |
| 16 | Madera Tipo Paral | 1.00 | doc | Q300.00 | Q300.00 |
| 17 | Permatex | 1.00 | pomo | Q50.00 | Q50.00 |
| | MANO DE OBRA | | | | |
| 1 | Mano de Obra Calificada | 2.00 | Unidad | Q450.00 | Q900.00 |
| 2 | Mano de obra No Calificada | 2.00 | Unidad | Q125.00 | Q250.00 |
| | MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | |
| | COMBUSTIBLE | | | | |
| | SUB TOTAL | | | | Q4,030.00 |

| RESUMEN GASTOS DIRECTOS | | | | |
|--------------------------------|--|---------------|------------------------|----------------------|
| No | Descripción | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
| 1 | BODEGA | GLOBAL | Q4,940.00 | Q4,940.00 |
| 2 | REPLANTEO TOPOGRAFICO | GLOBAL | Q13,170.00 | Q13,170.00 |
| 3 | EXCABACION | GLOBAL | Q59,810.00 | Q59,810.00 |
| 4 | EQUIPO DE BOMBEO | GLOBAL | Q372,782.00 | Q372,782.00 |
| 5 | ANCLAJE DE TUBERIA Y BOMBAS BASES | GLOBAL | Q42,912.00 | Q42,912.00 |
| 6 | CASETA DE CONTROLES | GLOBAL | Q7,368.50 | Q7,368.50 |
| 7 | CASETA DE MOTORES | GLOBAL | Q7,833.50 | Q7,833.50 |
| 8 | INSTALACION ELECTRICA TRIFASICA | GLOBAL | Q113,645.00 | Q113,645.00 |
| | TANQUE | | | |
| 9 | ZAPATAS | GLOBAL | Q8,788.00 | Q8,788.00 |
| 10 | LEVANTADO MURO | GLOBAL | Q171,766.00 | Q171,766.00 |
| 11 | COLUMNAS | GLOBAL | Q20,961.00 | Q20,961.00 |
| 12 | VIGA | GLOBAL | Q17,202.00 | Q17,202.00 |
| 13 | LOSA SUPERIOR , DE CIMENTACION Y TAPADERAS DE TANQUE | GLOBAL | Q104,749.00 | Q104,749.00 |
| 14 | INSTALACION TUBERIA TOTAL PROYECTO | GLOBAL | Q818,117.69 | Q818,117.69 |
| 15 | RECUBRIMIENTO DE TUBERIA | GLOBAL | Q121,425.00 | Q121,425.00 |
| 16 | CAJA DE VALVULAS | GLOBAL | Q19,017.53 | Q19,017.53 |
| 17 | CLORIFICADOR | GLOBAL | Q7,450.00 | Q7,450.00 |
| 18 | CONEXIONES DOMICILIARES | GLOBAL | Q619,909.79 | Q619,909.79 |
| 19 | LLENACANTAROS | GLOBAL | Q4,030.00 | Q4,030.00 |
| | TOTAL | | | Q2,535,877.01 |

GASTOS INDIRECTOS

| No | Descripción | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
|-----------|------------------------|-----------------|---------------|------------------------|--------------------|
| 1 | UTILIDAD | 1.00 | GLOBAL | Q355,022.78 | Q355,022.78 |
| 2 | SUPERVICION | 1.00 | GLOBAL | Q177,511.39 | Q177,511.39 |
| 3 | GASTOS ADMINISTRATIVOS | 1.00 | GLOBAL | Q202,870.16 | Q202,870.16 |
| | TOTAL | | | | Q735,404.33 |

RESUMEN

| No | Descripción | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Sub-total |
|-----------|-----------------------------|-----------------|---------------|------------------------|----------------------|
| 1 | GASTOS DIRECTOS | 1.00 | GLOBAL | Q2,535,877.01 | Q2,535,877.01 |
| 2 | GASTOS INDIRECTOS | 1.00 | GLOBAL | Q735,404.33 | Q735,404.33 |
| | MONTO TOTAL PROYECTO | | | | Q3,271,281.34 |

TOTAL EN LETRAS:

TRES MILLONES DOSCIENTOS SETENTA Y UN MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y UNO CON 34/100

APÉNDICE D
MEMORIA DE CÁLCULO HIDRÁULICO

Tabla VII Red de distribución

RED DE DISTRIBUCION
MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PALOPÓ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

| RAMAL 1 | | | | | | | | | | PRESIÓN | |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
| | | | | | | | | 1000 | 1000 | | |
| E-0 A E-10 | 232.58 | 255.84 | 7.964 | 150 | 19.04 | 0.59 | 0.40 | 999.60 | 941.75 | 57.85 | 58.25 |
| E-10 A E-60 | 43.13 | 47.44 | 6.115 | 150 | 11.07 | 0.58 | 0.10 | 999.50 | 940.66 | 58.84 | 58.94 |
| E-60 A E-63 | 21.15 | 23.27 | 6.115 | 150 | 10.88 | 0.57 | 0.05 | 999.45 | 942.50 | 56.95 | 57.00 |
| E-63 A E-66 | 28.72 | 31.59 | 4.154 | 150 | 10.60 | 1.21 | 0.40 | 999.06 | 937.73 | 61.33 | 61.72 |
| E-66 A E-73 | 66.43 | 73.07 | 4.154 | 150 | 10.20 | 1.17 | 0.86 | 998.20 | 944.98 | 53.22 | 54.08 |
| E-73- A E-205 | 56.57 | 62.23 | 4.154 | 150 | 9.83 | 1.12 | 0.68 | 997.52 | 957.37 | 40.15 | 40.83 |
| E-205 A E-208 | 15.84 | 17.42 | 4.154 | 150 | 1.82 | 0.21 | 0.01 | 997.51 | 962.82 | 34.69 | 34.70 |
| E-208 A E-212 | 74.48 | 81.93 | 4.154 | 150 | 2.50 | 0.29 | 0.07 | 997.58 | 986.03 | 11.55 | 11.62 |

| RAMAL 2 | | | | | | | | | | PRESIÓN | |
|------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (pulg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
| | | | | | | | | 999.60 | | | |
| E-10 A E-13 | 29.22 | 32 | 4.154 | 150 | 7.69 | 0.88 | 0.22 | 999.38 | 938.48 | 60.90 | 61.12 |
| E-13 A E-14 | 29.43 | 32 | 2.193 | 150 | 7.30 | 3.00 | 4.59 | 994.78 | 930.21 | 64.57 | 69.17 |
| E-14 A E-30 | 41.50 | 46 | 2.193 | 150 | 6.48 | 2.66 | 5.20 | 989.58 | 921.85 | 67.73 | 72.93 |
| E-30 A E-35 | 83.41 | 92 | 2.193 | 150 | 6.33 | 2.60 | 10.00 | 979.58 | 909.49 | 70.09 | 80.09 |
| E-35 A E-36 | 42.97 | 47 | 2.193 | 150 | 3.84 | 1.58 | 2.04 | 977.54 | 911.35 | 66.19 | 68.23 |
| E-36 A E-57 | 46.38 | 51 | 2.193 | 150 | 3.3 | 1.35 | 1.67 | 975.87 | 911.21 | 64.66 | 66.33 |
| E-57- A E-59A | 38.83 | 43 | 2.193 | 150 | 2.84 | 1.17 | 1.06 | 974.82 | 908.35 | 66.47 | 67.52 |
| E-59A A E-70 | 138.60 | 152 | 2.193 | 150 | 2.16 | 0.89 | 2.27 | 972.54 | 914.53 | 58.01 | 60.29 |
| E-70 A E-71 | 19.10 | 21 | 1.754 | 150 | 1.59 | 1.02 | 0.53 | 972.01 | 919.08 | 52.93 | 53.46 |
| E-71 A E-76 | 52.71 | 58 | 1.754 | 150 | 1.45 | 0.93 | 1.23 | 970.79 | 928.73 | 42.06 | 43.28 |
| E-76 A E-81 | 44.68 | 49 | 1.754 | 150 | 1.17 | 0.75 | 0.70 | 970.09 | 940.83 | 29.26 | 29.96 |
| E-81 A E-90 | 148.26 | 163 | 1.754 | 150 | 0.17 | 0.11 | 0.07 | 970.02 | 938.99 | 31.03 | 31.10 |

| RAMAL 3 | | | | | | | | | | PRESIÓN | |
|----------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (pulg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
| | | | | | | | | 999.38 | | | |
| E-13 A E-23 | 139.22 | 153 | 1.754 | 150 | 1.81 | 1.16 | 4.89 | 994.49 | 962.84 | 31.65 | 36.54 |

RAMAL 4

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (pulg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | PRESIÓN | |
|-----------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | | | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
| | | | | | | | | 994.78 | | | |
| E-14 A E-25 | 24.51 | 27 | 1.754 | 150 | 0.71 | 0.46 | 0.15 | 994.63 | 925.19 | 69.44 | 69.59 |
| E-25 A E-42G | 143.01 | 157 | 1.195 | 150 | 0.31 | 0.43 | 1.24 | 993.39 | 921.11 | 72.28 | 73.52 |

RAMAL 5

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (pulg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | PRESIÓN | |
|----------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | | | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
| | | | | | | | | 979.58 | | | |
| E-35 A E-37 | 25.44 | 28 | 2.193 | 150 | 2.04 | 0.84 | 0.38 | 979.21 | 908.7 | 70.51 | 70.88 |
| E-37 A E-39 | 99.56 | 110 | 2.193 | 150 | 1.65 | 0.68 | 0.99 | 978.22 | 910.59 | 67.63 | 68.62 |
| E-39 A E-47 | 41.16 | 45 | 1.754 | 150 | 1.28 | 0.82 | 0.76 | 977.45 | 915.37 | 62.08 | 62.85 |
| E-47 A E-55 | 39.72 | 44 | 1.754 | 150 | 0.45 | 0.29 | 0.11 | 977.35 | 914.06 | 63.29 | 63.39 |
| E-55 A E-58 | 38.06 | 42 | 1.195 | 150 | 0.03 | 0.04 | 0.00 | 977.34 | 909.92 | 67.42 | 67.43 |

RAMAL 6

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (pulg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | PRESIÓN | |
|----------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | | | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
| | | | | | | | | 977.45 | | | |
| E-47 A E-52 | 67.42 | 74 | 1.754 | 150 | 0.65 | 0.42 | 0.36 | 977.10 | 934.76 | 42.34 | 42.69 |
| E-52 A E-53 | 21.25 | 23 | 1.196 | 150 | 0.14 | 0.19 | 0.04 | 977.06 | 941.1 | 35.96 | 36.00 |

RAMAL 7

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (pulg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | PRESIÓN | |
|----------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | | | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
| | | | | | | | | 977.10 | | | |
| E-52 A E-54 | 45.88 | 50 | 1.195 | 150 | 0.11 | 0.15 | 0.06 | 977.04 | 937.9 | 39.14 | 39.20 |

RAMAL 8

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (pulg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | PRESIÓN | |
|----------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | | | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
| | | | | | | | | 977.35 | | | |
| E-55 A E-56 | 14.56 | 16 | 1.195 | 150 | 0.20 | 0.28 | 0.06 | 977.29 | 921.92 | 55.37 | 55.43 |

RAMAL 10

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (pulg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | PRESIÓN | |
|----------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | | | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
| | | | | | | | | 978.22 | | | |
| E-39 A E-44 | 63.35 | 70 | 1.195 | 150 | 0.09 | 0.12 | 0.06 | 978.16 | 916.75 | 61.41 | 61.47 |

RAMAL 11

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (pulg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | PRESIÓN | |
|----------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | | | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
| | | | | | | | | 979.21 | | | |
| E-37 A E-40 | 40.36 | 44 | 1.195 | 150 | 0.09 | 0.12 | 0.04 | 979.17 | 914.8 | 64.37 | 64.41 |

RAMAL 12

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (pulg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | PRESIÓN | |
|------------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | | | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
| | | | | | | | | 974.82 | | | |
| E-59A A E-62 ^a | 93.68 | 103 | 1.754 | 150 | 0.14 | 0.09 | 0.03 | 974.79 | 903.366 | 71.42 | 71.45 |

RAMAL 13

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | PRESIÓN | |
|----------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | | | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
| | | | | | | | | 975.87 | | | |
| E-57 A E-58 | 10.34 | 11 | 1.754 | 150 | 0.15 | 0.10 | 0.00 | 975.87 | 909.42 | 66.45 | 66.45 |

RAMAL 14

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | PRESIÓN | |
|----------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | | | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
| | | | | | | | | 977.54 | | | |
| E-36 A E-55 | 36.92 | 41 | 1.754 | 150 | 0.11 | 0.07 | 0.01 | 977.53 | 914.22 | 63.31 | 63.32 |

RAMAL 16

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | PRESIÓN | |
|----------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | | | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
| | | | | | | | | 972.54 | | | |
| E-70 A E-74 | 81.57 | 90 | 1.754 | 150 | 0.14 | 0.09 | 0.03 | 972.52 | 921.05 | 51.47 | 51.49 |

RAMAL 17

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | PRESIÓN | |
|----------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | | | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
| | | | | | | | | 999.06 | | | |
| E-66 A E-79 | 69.88 | 77 | 1.195 | 150 | 0.09 | 0.12 | 0.06 | 998.99 | 924.63 | 74.36 | 74.43 |

RAMAL 18

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | PRESIÓN | |
|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | | | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
| | | | | | | | | 970.09 | | | |
| E-81 A E-91 | 46.49 | 51 | 1.754 | 150 | 0.55 | 0.35 | 0.18 | 969.91 | 941.94 | 27.97 | 28.15 |
| E-91 A E-97 | 71.47 | 79 | 1.754 | 150 | 1.18 | 0.76 | 1.14 | 968.77 | 928.73 | 40.04 | 41.18 |
| E-97 A E-98 | 3.91 | 4 | 1.754 | 150 | 1.61 | 1.03 | 0.11 | 968.66 | 927.64 | 41.02 | 41.13 |
| E-98 A E-101 | 26.35 | 29 | 1.754 | 150 | 1.63 | 1.05 | 0.76 | 967.90 | 924.28 | 43.62 | 44.38 |
| E-101 A E-104 | 22.13 | 24 | 1.754 | 150 | 1.83 | 1.17 | 0.79 | 967.10 | 920.62 | 46.48 | 47.28 |
| E-104 A E-117 | 28.62 | 31 | 1.754 | 150 | 2.37 | 1.52 | 1.65 | 965.45 | 916.06 | 49.39 | 51.04 |
| E-117 A E-121 | 13.19 | 15 | 1.754 | 150 | 2.46 | 1.58 | 0.82 | 964.63 | 917.47 | 47.16 | 47.98 |
| E-121 A E-128 | 59.71 | 66 | 1.754 | 150 | 2.82 | 1.81 | 4.76 | 959.87 | 911.04 | 48.83 | 53.59 |
| E-128 A E-132 | 24.81 | 27 | 1.754 | 150 | 3.25 | 2.09 | 2.57 | 957.30 | 914.49 | 42.81 | 45.38 |
| E-132 A E-135 | 36.98 | 41 | 1.754 | 150 | 3.51 | 2.25 | 4.42 | 952.88 | 921.94 | 30.94 | 35.36 |
| E-135 A E-155 | 104.59 | 115 | 1.754 | 150 | 0.54 | 0.35 | 0.39 | 952.49 | 914.36 | 38.13 | 38.52 |
| E-155 A E-161 ^a | 33.28 | 37 | 1.159 | 150 | 0.11 | 0.16 | 0.05 | 952.44 | 915.60 | 36.84 | 36.89 |

RAMAL 19

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | PRESIÓN | |
|-----------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | | | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
| | | | | | | | | 969.91 | | | |
| E-91 A E-92 | 39.16 | 43 | 1.754 | 150 | 0.79 | 0.51 | 0.30 | 969.61 | 955.23 | 14.38 | 14.68 |
| E-92 A E-237 | 86.53 | 95 | 1.754 | 150 | 0.28 | 0.18 | 0.10 | 969.51 | 973.27 | -3.76 | -3.66 |

RAMAL 20

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|----------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 969.91 | | | |
| E-91 A E-93 | 32.39 | 36 | 1.195 | 150 | 0.09 | 0.12 | 0.03 | 969.88 | 966.85 | 3.03 | 3.06 |

RAMAL 22

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 967.90 | | | |
| E-101 A E-102 | 17.38 | 19 | 1.195 | 150 | 0.09 | 0.12 | 0.02 | 967.88 | 921.42 | 46.46 | 46.48 |

RAMAL 23

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 967.10 | | | |
| E-104 A E-107 | 17.29 | 19 | 1.754 | 150 | 0.48 | 0.31 | 0.05 | 967.05 | 917.67 | 49.38 | 49.43 |
| E-107 A E-110 | 23.21 | 26 | 1.195 | 150 | 0.11 | 0.15 | 0.03 | 967.02 | 911.01 | 56.01 | 56.04 |

RAMAL 24

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 967.05 | | | |
| E-107 A E-115 | 71.51 | 79 | 1.195 | 150 | 0.17 | 0.23 | 0.20 | 966.85 | 924 | 42.85 | 43.05 |

RAMAL 26

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 965.45 | | | |
| E-117 A E-120 | 29.11 | 32 | 1.195 | 150 | 0.03 | 0.04 | 0.00 | 965.45 | 911.5 | 53.95 | 53.95 |

RAMAL 27

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 959.87 | | | |
| E-128 A E-130 | 12.13 | 13 | 1.754 | 150 | 0.11 | 0.07 | 0.00 | 959.87 | 910.33 | 49.54 | 49.54 |

RAMAL 29

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 952.88 | | | |
| E-135 A E-137 | 20.51 | 23 | 1.754 | 150 | 0.17 | 0.11 | 0.01 | 952.87 | 920.86 | 32.01 | 32.02 |

RAMAL 30

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 952.88 | | | |
| E-135 A E-145 | 60.31 | 66 | 1.754 | 150 | 0.14 | 0.09 | 0.02 | 952.86 | 913.86 | 39.00 | 39.02 |

RAMAL 31

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 964.63 | | | |
| E-121 A E-123 | 31.53 | 35 | 1.195 | 150 | 0.11 | 0.15 | 0.04 | 964.59 | 925.05 | 39.54 | 39.58 |

RAMAL 33

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|--------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 968.77 | | | |
| E-97 A E-116 | 17.00 | 19 | 1.754 | 150 | 0.22 | 0.14 | 0.01 | 968.76 | 928.54 | 40.22 | 40.23 |
| E-116 A E-76 | 48.05 | 53 | 1.754 | 150 | 0.08 | 0.05 | 0.01 | 968.75 | 925.82 | 42.93 | 42.94 |

RAMAL 34

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 952.88 | | | |
| E-135 A E-162 | 27.82 | 31 | 1.754 | 150 | 5.13 | 3.29 | 6.71 | 959.59 | 929.88 | 29.71 | 36.42 |
| E-162 A E-180 | 88.50 | 97 | 1.754 | 150 | 1.14 | 0.73 | 1.32 | 960.91 | 933.38 | 27.53 | 28.85 |
| E-180 A E-181 | 11.85 | 13 | 1.754 | 150 | 1.37 | 0.88 | 0.25 | 961.16 | 932.45 | 28.71 | 28.96 |
| E-181 A E-185 | 52.91 | 58 | 1.754 | 150 | 1.51 | 0.97 | 1.33 | 962.49 | 928.51 | 33.98 | 35.31 |
| E-185 A E-191 | 40.71 | 45 | 1.754 | 150 | 2.00 | 1.28 | 1.72 | 964.21 | 941.3 | 22.91 | 24.63 |
| E-191 A E-193 | 7.92 | 9 | 1.754 | 150 | 2.22 | 1.42 | 0.41 | 964.61 | 942.91 | 21.70 | 22.11 |
| E-193 A E-192 | 20.97 | 23 | 1.754 | 150 | 0.06 | 0.04 | 0.00 | 964.61 | 950.18 | 14.43 | 14.43 |

RAMAL 35

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 959.59 | | | |
| E-162 A E-166 | 15.84 | 17 | 1.754 | 150 | 3.61 | 2.32 | 1.99 | 961.58 | 933.79 | 27.79 | 29.79 |
| E-166 A E-170 | 18.08 | 20 | 1.754 | 150 | 3.72 | 2.39 | 2.41 | 963.99 | 938.44 | 25.55 | 27.96 |
| E-170 A E-174 | 65.34 | 72 | 1.754 | 150 | 3.95 | 2.53 | 9.72 | 973.71 | 946.36 | 27.35 | 37.07 |
| E-174 A E-177 | 17.45 | 19 | 1.754 | 150 | 7.14 | 4.58 | 7.76 | 981.47 | 951.59 | 29.88 | 37.64 |

RAMAL 38

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 960.91 | | | |
| E-180 A E-178 | 33.95 | 37 | 1.195 | 150 | 0.11 | 0.15 | 0.04 | 960.87 | 939.2 | 21.67 | 21.71 |

RAMAL 39

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 961.16 | | | |
| E-181 A E-199 | 20.77 | 23 | 1.195 | 150 | 0.03 | 0.04 | 0.00 | 961.16 | 934.37 | 26.79 | 26.79 |

RAMAL 40

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 962.49 | | | |
| E-185 A E-187 | 24.75 | 27 | 1.195 | 150 | 0.17 | 0.23 | 0.07 | 962.42 | 932.48 | 29.94 | 30.01 |

RAMAL 41

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 964.21 | | | |
| E-191 A E-193 | 23.75 | 26 | 1.195 | 150 | 0.03 | 0.04 | 0.00 | 964.20 | 942.95 | 21.25 | 21.26 |

RAMAL 42

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 964.61 | | | |
| E-193 A E-195 | 0.89 | 1 | 1.754 | 150 | 2.31 | 1.48 | 0.05 | 964.66 | 955.42 | 9.24 | 9.29 |
| E-195 A E-200 | 56.03 | 62 | 1.754 | 150 | 2.51 | 1.61 | 3.60 | 968.26 | 954.97 | 13.29 | 16.89 |

RAMAL 44

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 997.52 | | | |
| E-208 A E-249 | 10.50 | 12 | 2.193 | 150 | 0.68 | 0.28 | 0.02 | 997.50 | 977.01 | 20.49 | 20.51 |
| E-249 A E-232 | 130.15 | 143 | 2.193 | 150 | 0.55 | 0.23 | 0.17 | 997.33 | 997.10 | 0.23 | 0.40 |

RAMAL 47

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|----------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 999.45 | | | |
| E-63 A E-64 | 23.88 | 26 | 1.195 | 150 | 0.11 | 0.15 | 0.03 | 999.42 | 953 | 46.42 | 46.45 |

RAMAL 48

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|-----------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 998.20 | | | |
| E-73 A E-201 | 20.30 | 22 | 1.195 | 150 | 0.17 | 0.23 | 0.06 | 998.14 | 947.75 | 50.39 | 50.45 |

RAMAL 49

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 997.52 | | | |
| E-205 A E-253 | 83.41 | 92 | 1.754 | 150 | 0.65 | 0.42 | 0.44 | 997.08 | 959.67 | 37.41 | 37.85 |
| E-253 A E-257 | 36.12 | 40 | 1.195 | 150 | 0.14 | 0.19 | 0.07 | 997.00 | 967.91 | 29.09 | 29.17 |

RAMAL 50

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 997.08 | | | |
| E-253 A E-260 | 51.49 | 57 | 1.754 | 150 | 0.34 | 0.22 | 0.08 | 996.99 | 960.06 | 36.93 | 37.02 |
| E-260 A E-264 | 13.97 | 15 | 1.195 | 150 | 0.06 | 0.08 | 0.01 | 996.99 | 964.83 | 32.16 | 32.16 |

RAMAL 51

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 996.99 | | | |
| E-260 A E-261 | 15.00 | 17 | 1.195 | 150 | 0.09 | 0.12 | 0.01 | 996.98 | 959.06 | 37.92 | 37.93 |

RAMAL 52

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 996.99 | | | |
| E-260 A E-262 | 17.82 | 20 | 1.195 | 150 | 0.94 | 1.30 | 1.21 | 995.79 | 954.32 | 41.47 | 42.67 |

RAMAL 53

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 997.51 | | | |
| E-208 A E-209 | 13.45 | 15 | 1.754 | 150 | 0.71 | 0.46 | 0.08 | 997.42 | 966.54 | 30.88 | 30.97 |

RAMAL 54

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 997.58 | | | |
| E-212 A E-213 | 31.98 | 35 | 1.195 | 150 | 0.54 | 0.75 | 0.78 | 996.80 | 986.53 | 10.27 | 11.05 |

RAMAL 55

| TRAMO | DISTANCIA HORIZONTAL (m) | LONGITUD DE TUBERIA (m) | DIAMETRO (plg) | C | CAUDAL (l/s) | VELOCIDAD (m/s) | PERDIDA DE CARGA (m) | ALTURA PIEZOMETRICA (m) | ELEVACION DE TERRENO (m) | HIDRODINAMICA (m) | HIDROSTATICA (m) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | | 997.58 | | | |
| E-212 A E-214 | 34.26 | 38 | 1.195 | 150 | 0.40 | 0.55 | 0.48 | 997.10 | 992.86 | 4.24 | 4.72 |

APÉNDICE E
CRONOGRAMA FÍSICO Y FINANCIERO

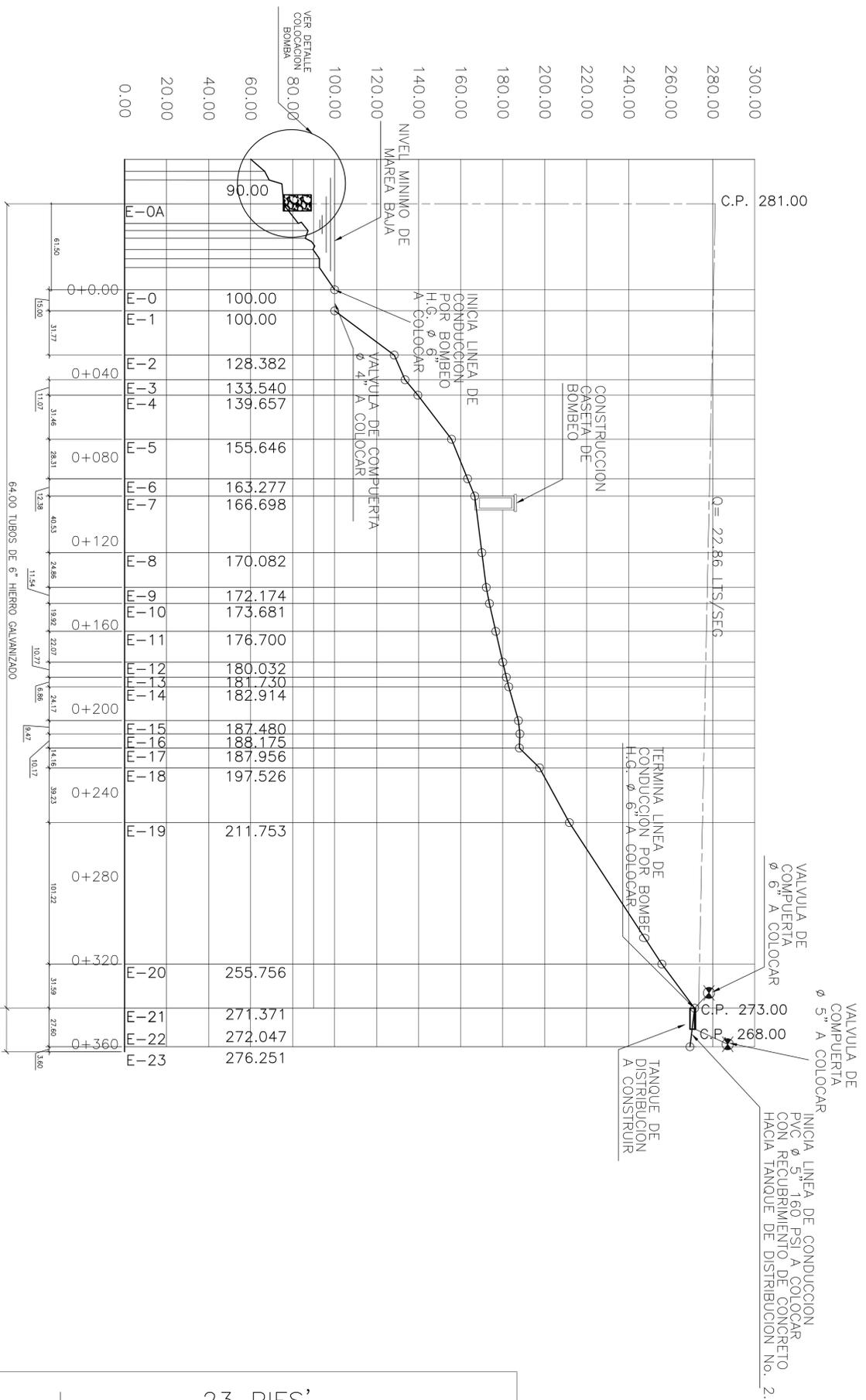
Tabla VIII Cronograma físico

| CRONOGRAMA , FISICO | | | | | | | |
|--|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| SISTEMA DE ABASTECIMIENTO AGUA POTABLE POR BOMBEO, | | | | | | | |
| REGLON | DESCRIPCION | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 | TIEMPO |
| GASTOS DIRECTOS | | | | | | | |
| 1 | BODEGA | ■ | ■ | | | | 2 SEMANA |
| 2 | REPLANTEO TOPOGRAFICO | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | 8 SEMANAS |
| 3 | EXCABACION | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | 12 SEMANAS |
| 4 | EQUIPO DE BOMBEO | | ■ | ■ | ■ | ■ | 11 SEMANAS |
| 5 | ANCLAJE DE TUBERIA Y BOMBAS BASES | | ■ | ■ | ■ | ■ | 8 SEMANAS |
| 6 | CASETA DE CONTROLES | | ■ | ■ | ■ | ■ | 7 SEMANAS |
| 7 | CASETA DE MOTORES | | ■ | ■ | ■ | ■ | 7 SEMANAS |
| 8 | INSTALACION ELECTRICA TRIFASICA | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | 12 SEMANAS |
| 9 | TANQUE | | ■ | ■ | ■ | ■ | 5 SEMANAS |
| 10 | ZAPATAS | | ■ | ■ | ■ | ■ | 6 SEMANAS |
| 11 | LEVANTADO MURO | | ■ | ■ | ■ | ■ | 8 SEMANAS |
| 12 | COLUMNAS | | ■ | ■ | ■ | ■ | 10 SEMANAS |
| 13 | VIGA | | | ■ | ■ | ■ | 8 SEMANAS |
| 14 | LOSA SUPERIOR , DE CIMENTACION Y TAPADERAS DE TANQUE | | | ■ | ■ | ■ | 10 SEMANAS |
| 15 | INSTALACION TUBERIA TOTAL PROYECTO | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | 19 SEMANAS |
| 16 | RECUBRIMIENTO DE TUBERIA | | ■ | ■ | ■ | ■ | 7 SEMANAS |
| 17 | CAJA DE VALVULAS | | ■ | ■ | ■ | ■ | 10 SEMANAS |
| 18 | CLORIFICADOR | | | | | ■ | 4 SEMANAS |
| 19 | CONEXIONES DOMICILIARES | | | | | ■ | 2 SEMANAS |
| 20 | LLENACANTAROS | | | | | ■ | 2 SEMANAS |
| | TOTAL ACUMULADO | | | | | | 20 SEMANAS |

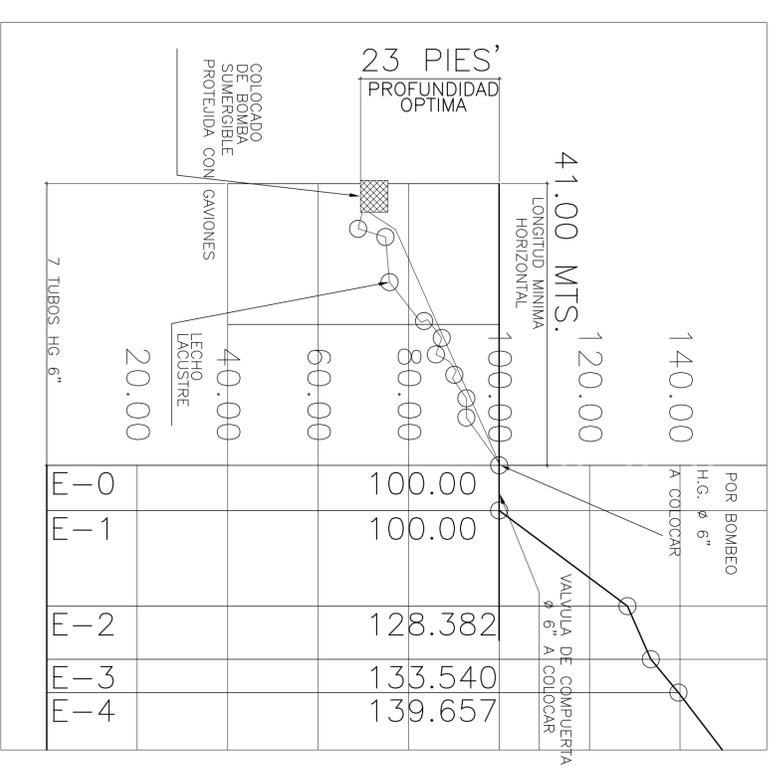
Tabla IX Cronograma financiero

| CRONOGRAMA , FINANCIERO | | | | | | | |
|--|--|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------------|
| SISTEMA DE ABASTECIMIENTO AGUA POTABLE POR BOMBEO, | | | | | | | |
| REGLON | DESCRIPCION | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 | COSTO POR REGLON |
| GASTOS DIRECTOS | | | | | | | |
| 1 | BODEGA | ■ | ■ | | | | 4,940.00 |
| 2 | REPLANTEO TOPOGRAFICO | ■ | ■ | | | | 13,170.00 |
| 3 | EXCABACION | | ■ | ■ | ■ | | 59,810.00 |
| 4 | EQUIPO DE BOMBEO | | ■ | ■ | ■ | | 372,782.00 |
| 5 | ANCLAJE DE TUBERIA Y BOMBAS BASES | | ■ | ■ | | | 42,912.00 |
| 6 | CASETA DE CONTROLES | | ■ | ■ | | | 7,368.50 |
| 7 | CASETA DE MOTORES | | ■ | ■ | | | 7,833.50 |
| 8 | INSTALACION ELECTRICA TRIFASICA | ■ | ■ | ■ | | | 113,645.00 |
| 9 | TANQUE | | | | | | |
| 10 | ZAPATAS | | ■ | ■ | | | 8,788.00 |
| 11 | LEVANTADO MURO | | ■ | ■ | ■ | | 171,766.00 |
| 12 | COLUMNAS | | ■ | ■ | ■ | | 20,961.00 |
| 13 | VIGA | | ■ | ■ | ■ | ■ | 17,202.00 |
| 14 | LOSA SUPERIOR , DE CIMENTACION Y TAPADERAS DE TANQUE | | | ■ | ■ | ■ | 104,749.00 |
| 15 | INSTALACION TUBERIA TOTAL PROYECTO | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | 818,117.69 |
| 16 | RECUBRIMIENTO DE TUBERIA | | ■ | ■ | ■ | | 121,425.00 |
| 17 | CAJA DE VALVULAS | | ■ | ■ | ■ | | 19,017.53 |
| 18 | CLORIFICADOR | | | | | ■ | 7,450.00 |
| 19 | CONEXIONES DOMICILIARES | | | | | ■ | 619,909.79 |
| 20 | LLENACANTAROS | | | | | ■ | 4,030.00 |
| 21 | INDIRECTOS | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | 735,404.33 |
| | AVANCE FINANCIERO | 22% | 41% | 64% | 74% | 100% | 100.00 |
| | MONTO FINANCIERO | 719,681.90 | 621,543.46 | 752,394.71 | 327,128.13 | 850,533.15 | 100.00 |
| | TOTAL ACUMULADO | 719,681.90 | 1,341,225.35 | 2,093,620.06 | 2,420,748.19 | 3,271,281.34 | 3,271,281.34 |

APÉNDICE F
PLANOS



PERFIL LINEA DE BOMBEO
 TANQUE DE DISTRIBUCION A CONSTRUIR
 ESCALA 1/2000

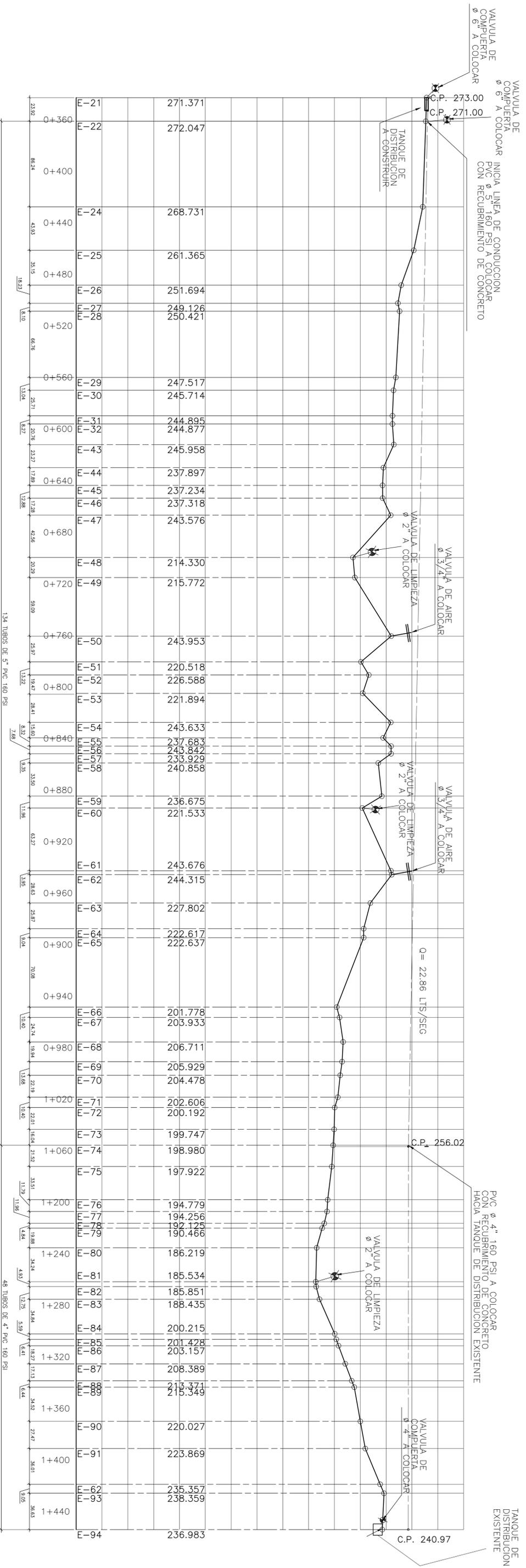


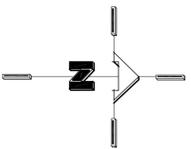
PERFIL LINEA DE CONDUCCION LACUSTRE
 LOCALIZACION DE BOMBA EN LAGO
 ESCALA 1/1000



SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
 MUNICIPIO DE SANTA CATERINA PALOPÓ, SOLOLA

| | |
|--|--|
| FECHA: OCTUBRE 2008 | INDICADA |
| ESCALA: 1/1000 | INDICADA |
| CONTENIDO: PERFIL DE LA LINEA DE BOMBEO | |
| CALCULO Y DISEÑO: BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO | DIBUJO: BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO |
| ASISTENTE SUPERVISOR: INGA CRISTINA CLASSON DE FINO | REVISION: |
| 2 | |
| 22 | |





PLANTA DE CONJUNTO
UBICACION DE VALVULAS

ESCALA: 1 / 1000

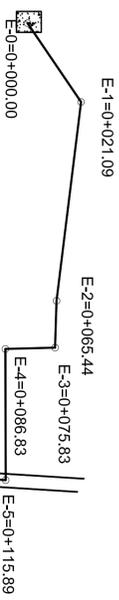
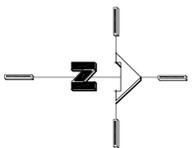


SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
MUNICIPIO DE SANTA CATERINA PALOPÓ, SOLOLA

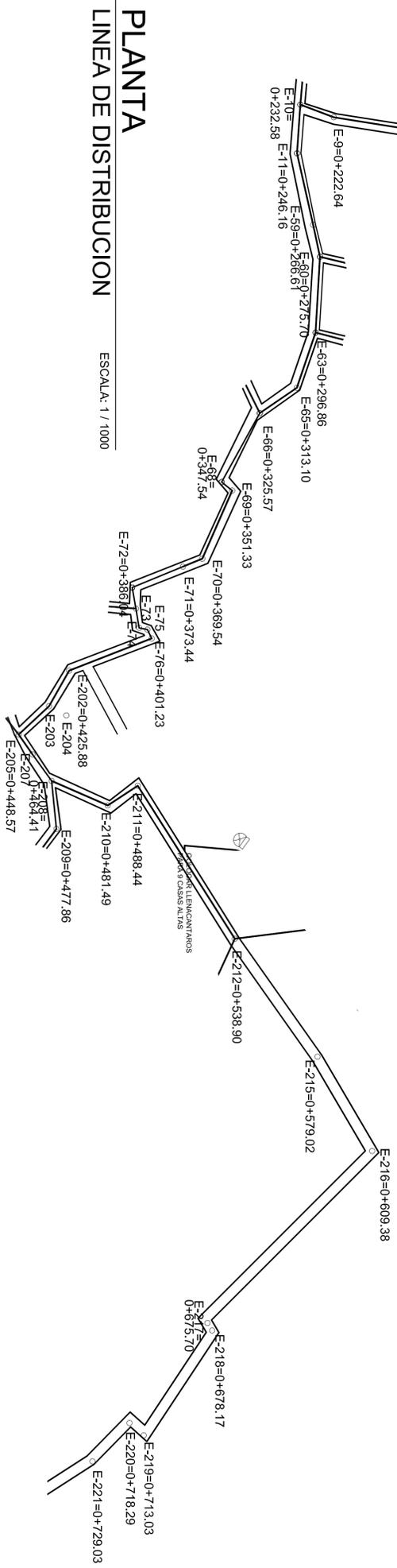
UBICACIÓN DE VALVULAS

| | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|-----------------|------------|
| CONTENIDO: | UBICACIÓN DE VALVULAS | FECHA: | 04/08/2008 |
| CALCULO Y DISEÑO: | BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO | ESCALA: | INDICADA |
| ASesor y SUPERVISOR: | INGA, CHRISTIA CLASSON DE PINTO | HOJA No: | 5 |
| | | REVISOR: | 22 |

| SIMBOLOGIA | |
|------------|----------------------------------|
| | TANQUE DE DISTRIBUCION EXISTENTE |
| | ESTACION TOPOGRAFICA |
| | CAMINO |
| | LINEA DE TERRENO |
| | LINEA DE TUBERIA |
| | LINEA PIEZOMETRICA |
| | COTA PIEZOMETRICA |
| | CASA |
| | COTA PIEZOMETRICA |
| | VALVULA DE COMPUERTA |
| | LEENACANTARO |
| | TAPON PVC |



Planta Ramal 1



PLANTA

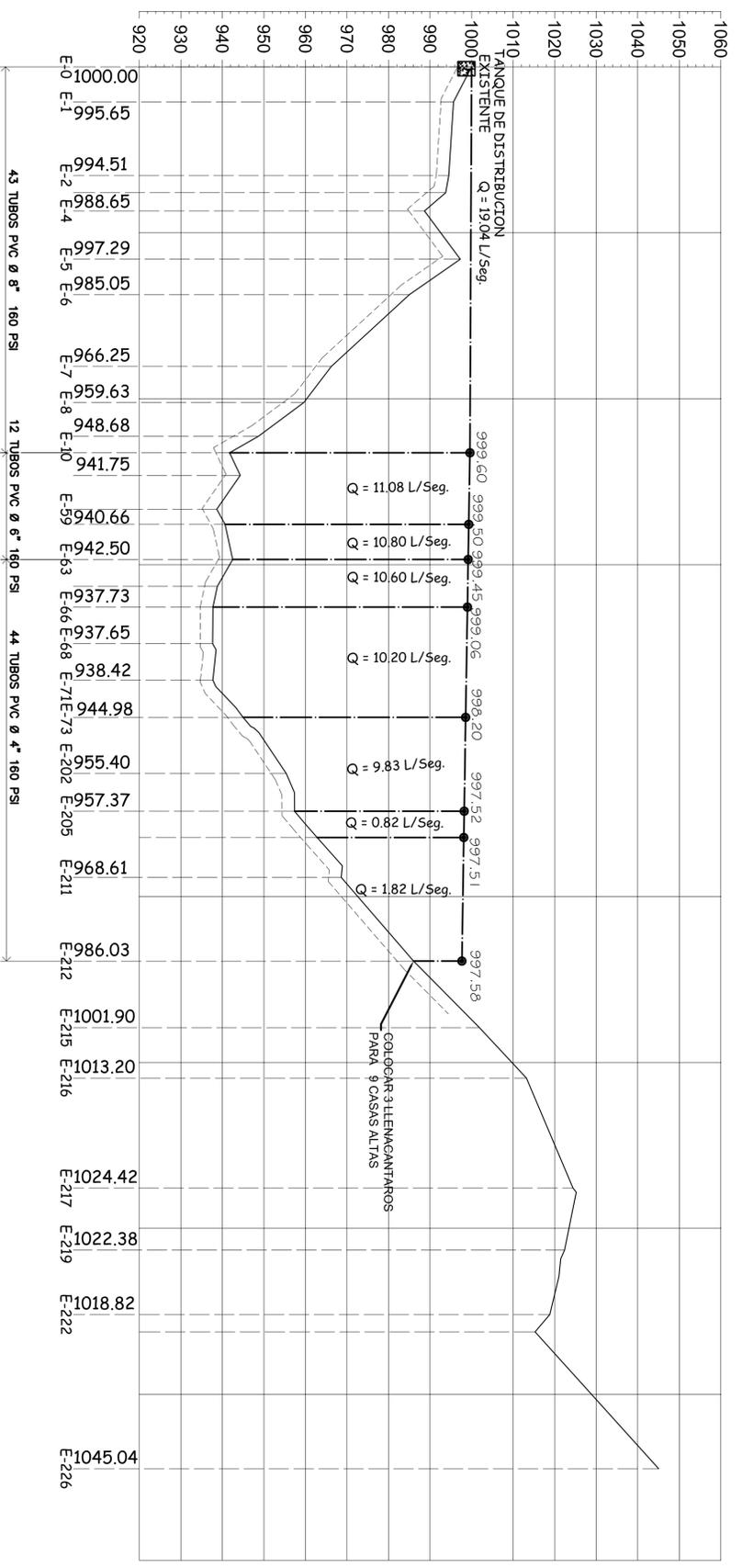
LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA: 1 / 1000

| SIMBOLOGIA | |
|------------|----------------------------------|
| | TANQUE DE DISTRIBUCION EXISTENTE |
| | ESTACION TOPOGRAFICA |
| | DIRECCION DE CAUDAL |
| | CAMINO |
| | LINEA DE TERRENO |
| | LINEA DE TUBERIA |
| | LINEA PIEZOMETRICA |
| | COTA PIEZOMETRICA |
| | CASA |
| | COTA PIEZOMETRICA |
| | PIEZOMETRICO |

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
MUNICIPIO DE SANTA CATERINA PALOPO, SOLOLA

| | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| PLANTA - PERFIL | |
| CONTENIDO: | PLANTA - PERFIL |
| CALCULO Y DISEÑO: | BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO |
| ASESOR Y SUPERVISOR: | INGA. CHRISTA CLAYSON DE PINTO |
| DIBUJO: | BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO |
| REVISION: | |
| FECHA: | OCTUBRE 2008 |
| ESCALA: | INDICADA |
| HOJA No: | 6 |
| TOTAL: | 22 |



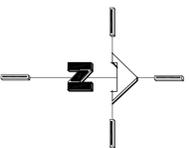
PERFIL

LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 2500

ESCALA VERTICAL: 1 / 1000

Perfil Ramal 1



E-13= 0+261.80
E-12 0+251.96
E-10= 0+232.58

E-14=0+291.22
E-28=0+305.07

E-29=0+346.04
E-30=0+332.72
E-32

E-34=0+366.52

E-35=0+416.14

E-36=0+480.93
E-37=0+505.02
E-38=0+544.32
E-39=0+544.32
E-39A=0+544.32

E-50=0+558.65
E-61=0+579.01
E-69=0+620.94

E-72=0+708.23
E-71=0+702.02
E-70=0+682.91

E-75= 0+738.89
E-77
E-76=0+754.73
E-78=0+774.10

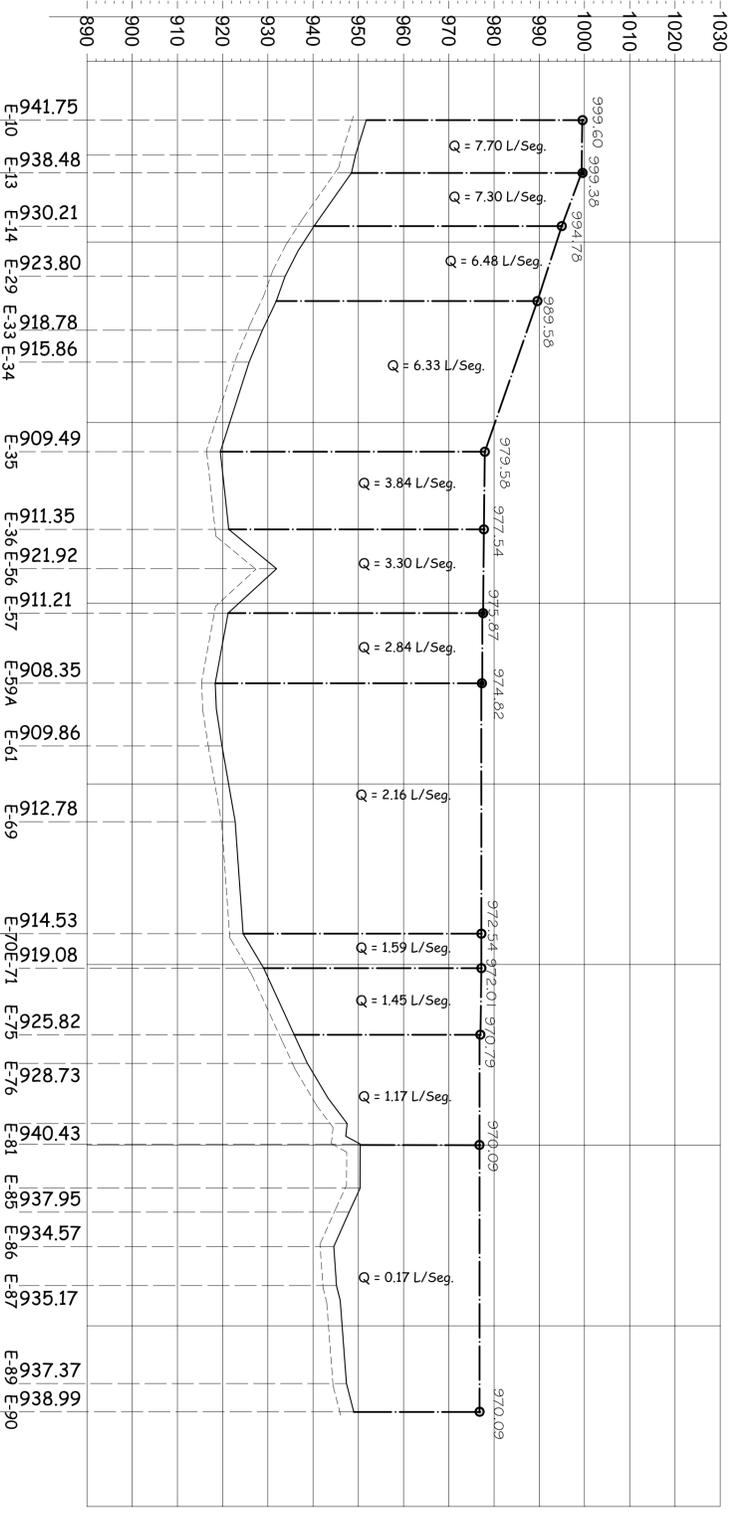
E-79
E-80
E-81=0+799.40
E-83
E-85=0+825.78
E-86=0+856.11
E-87=0+877.7

E-88=0+886.09
E-89=0+931.92
E-90=0+947.67

| SIMBOLOGIA | |
|------------|----------------------|
| | ESTACION TOPOGRAFICA |
| | DIRECCION DE CAUDAL |
| | CAMINO |
| | LINEA DE TERRENO |
| | LINEA DE TUBERIA |
| | LINEA PIEZOMETRICA |
| | COTA PIEZOMETRICA |
| | CASA |
| | COTA PIEZOMETRICA |

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
MUNICIPIO DE SANTA CATERINA PALOPÓ, SOLOTLA

| | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|------------------|--------------|
| CONTENIDO: | PLANTA - PERFIL | FECHA: | OCTUBRE 2008 |
| CALCULO Y DISEÑO: | BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO | ESCALA: | HOJA No 22 |
| ASESOR Y SUPERVISOR: | INGA. CRISTINA CLASSON DE PINTO | REVISIÓN: | 7 |



5 TUBOS PVC Ø 4" 160 PSI 77 TUBOS PVC Ø 2" 160 PSI 48 TUBOS PVC Ø 1" 160 PSI

Perfil Ramal 2

PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION
ESCALA HORIZONTAL: 1/2500
ESCALA VERTICAL: 1/1000

PLANTA

Planta Ramal 2

LINEA DE DISTRIBUCION

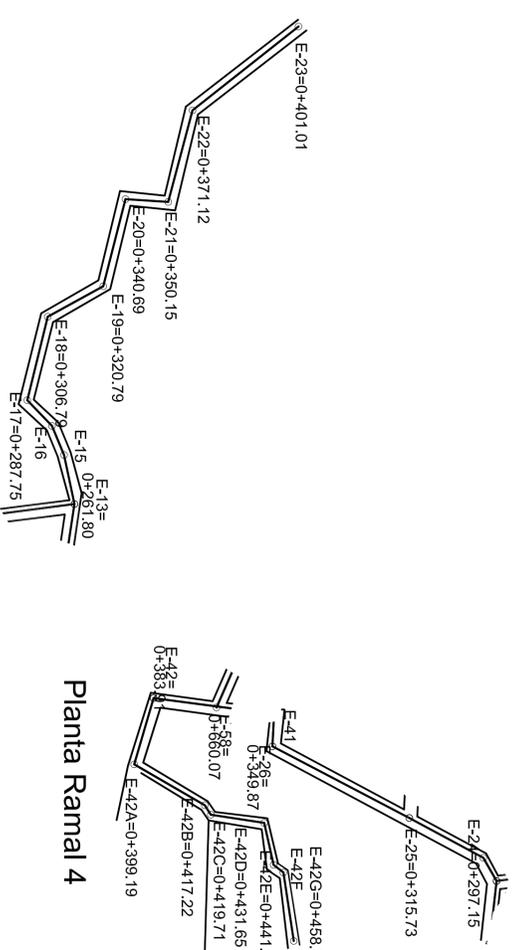
ESCALA: 1/1000

| SIMBOLOGIA | |
|------------|----------------------------------|
| | TANQUE DE DISTRIBUCION EXISTENTE |
| | ESTACION TOPOGRAFICA |
| | DIRECCION DE CAUDAL |
| | CAMINO |
| | LINEA DE TERRENO |
| | LINEA DE TUBERIA |
| | LINEA PIEZOMETRICA |
| | COTA PIEZOMETRICA |
| | CASA |
| | COTA PIEZOMETRICA 971.06 |
| | LLENACANTARRO |

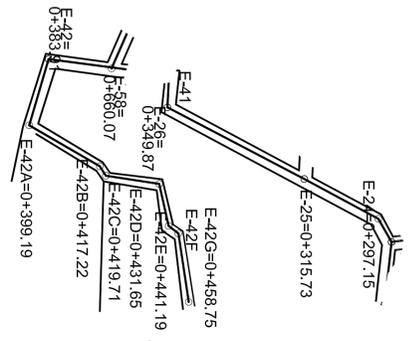


SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
MUNICIPIO DE SANTA CATERINA PALOPÓ, SOLOLA

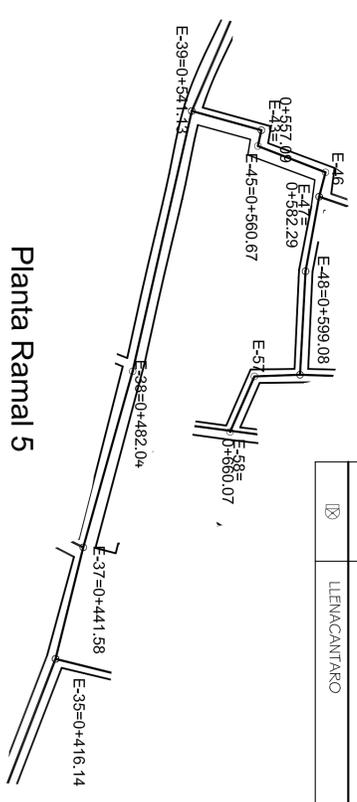
| | |
|--|---|
| PLANTA - PERFIL | |
| CONTENIDO: | |
| CALCULO Y DISEÑO: BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO | DIBUJO: BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO |
| ASESOR Y SUPERVISOR: ING. CRISTA CLAUSSON DE PINTO | REVISION: |
| FECHA: OCTUBRE 2008 | ESCALA: INDICADA |
| HOJA No: 8 | |
| 22 | |



Planta Ramal 1



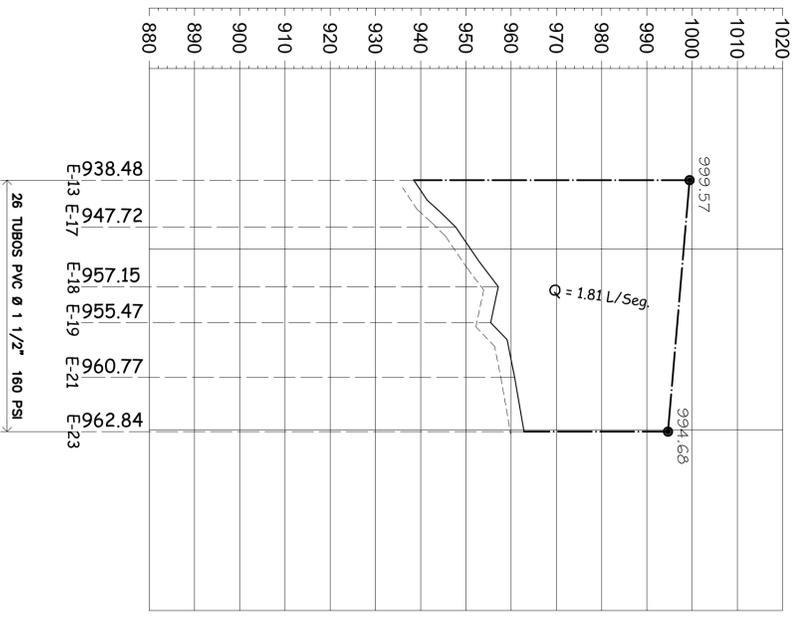
Planta Ramal 2



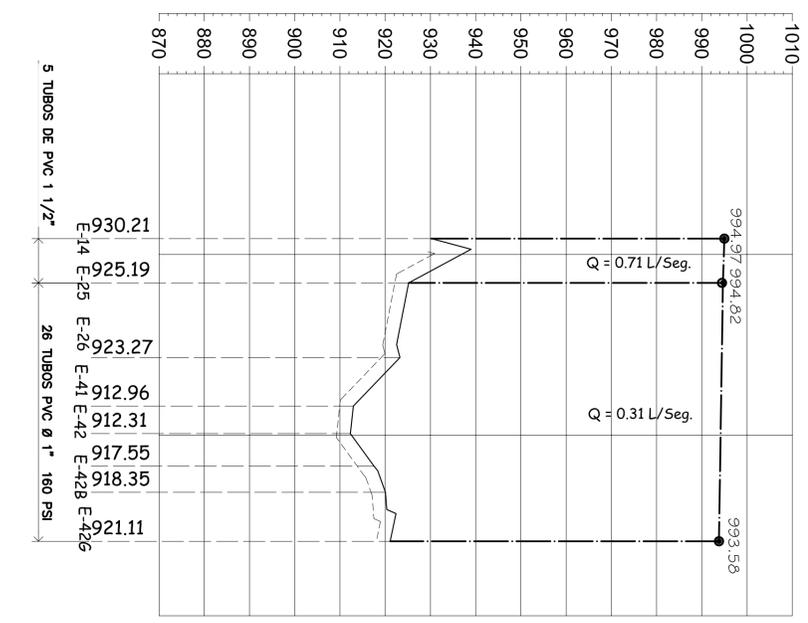
Planta Ramal 3

PLANTA
LINEA DE DISTRIBUCION

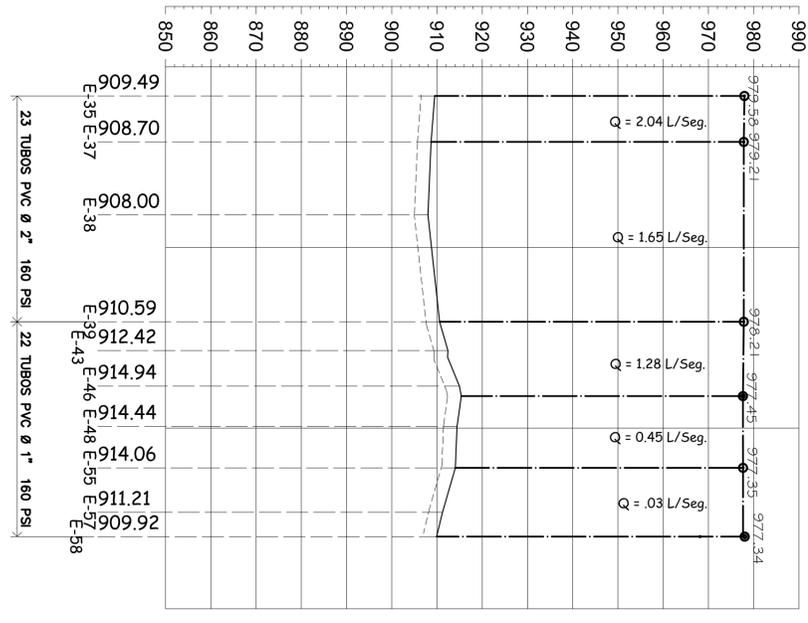
ESCALA: 1 / 1000



Perfil Ramal 1



Perfil Ramal 2



Perfil Ramal 3

PERFIL

LINEA DE DISTRIBUCION

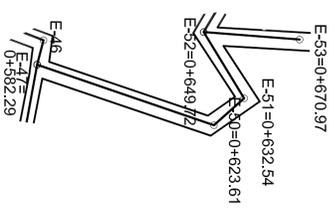
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 2500
ESCALA VERTICAL: 1 / 1000



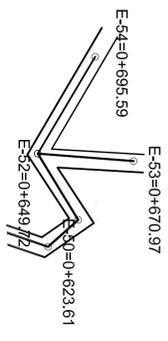
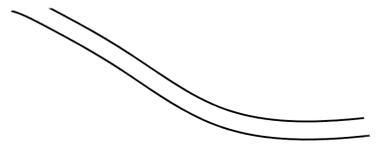
PLANTA - PERFIL

| | |
|--|---|
| FECHA: OCTUBRE 2008 | HOJA No: 9 |
| ESCALA: INDICADA | REVISIÓN: 22 |
| CONTENIDO: | |
| CALCULO Y DISEÑO: BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO | DIBUJO: BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO |
| ASESOR Y SUPERVISOR: INGA. CRISTINA CLASSON DE PINTO | |

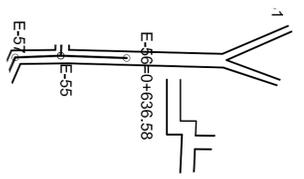
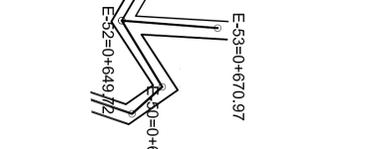
| SIMBOLOGIA | |
|------------|----------------------|
| | ESTACION TOPOGRAFICA |
| | DIRECCION DE CAUDAL |
| | CAMINO |
| | LINEA DE TERRENO |
| | LINEA DE TUBERIA |
| | LINEA PIEZOMETRICA |
| | COTA PIEZOMETRICA |
| | CASA |
| | COTA PIEZOMETRICA |



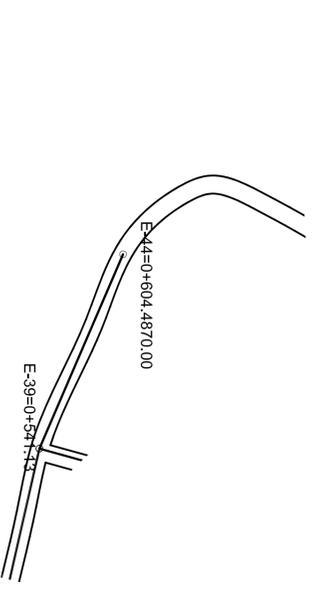
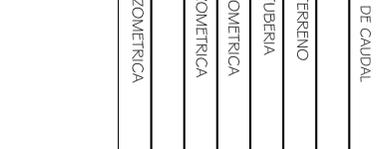
Planta Ramal 6



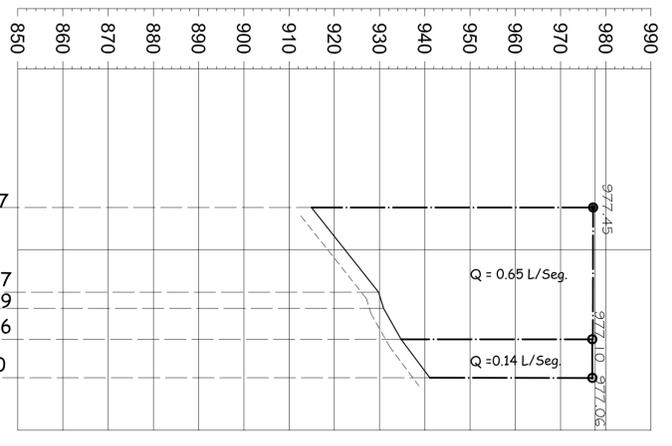
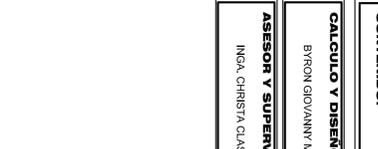
Planta Ramal 7



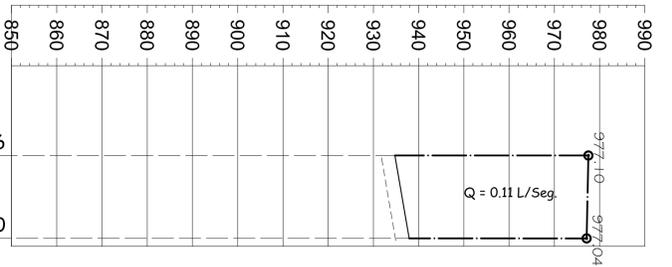
Planta Ramal 8



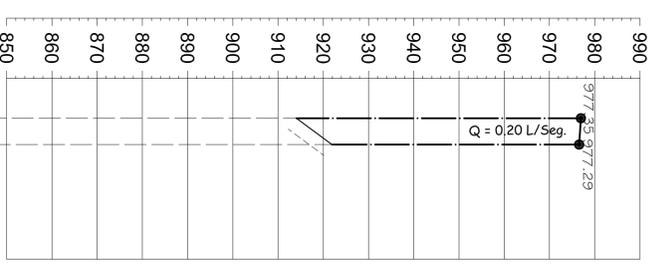
Planta Ramal 10



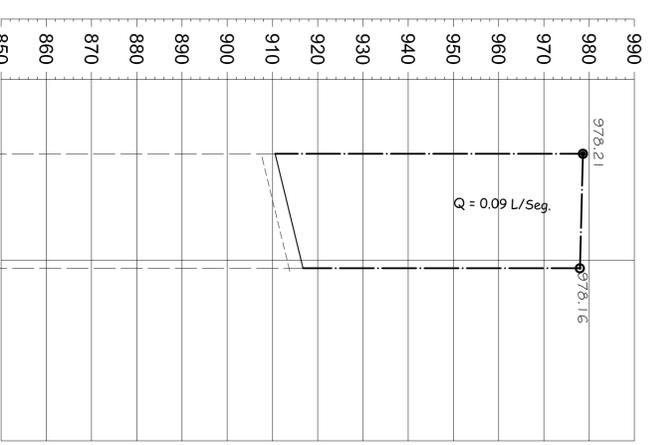
Perfil Ramal 6



Perfil Ramal 7



Perfil Ramal 8



Perfil Ramal 10

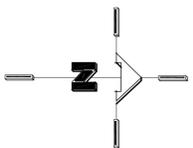
PLANTA
LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA: 1 / 1000

PERFIL

LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 2500
ESCALA VERTICAL: 1 / 1000

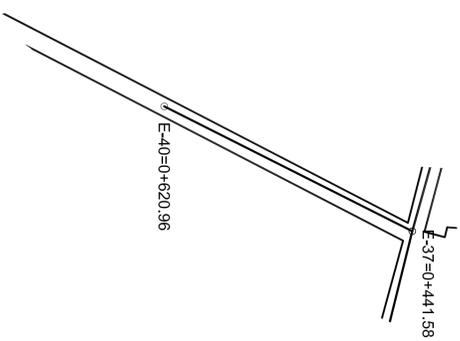


| SIMBOLOGIA | |
|------------|----------------------|
| | ESTACION TOPOGRAFICA |
| | DIRECCION DE CAUDAL |
| | CAMINO |
| | LINEA DE TERRENO |
| | LINEA DE TUBERIA |
| | LINEA PIEZOMETRICA |
| | COTA PIEZOMETRICA |
| | CASA |
| 971.08 | COTA PIEZOMETRICA |

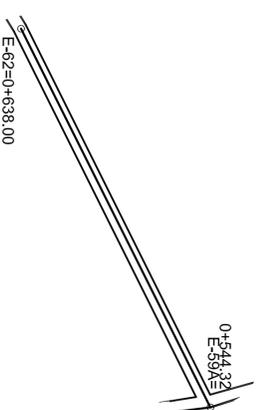


SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
MUNICIPIO DE SANTA CATERINA PALOPÓ, SOLOLA

| | | |
|---|--|---|
| CONTENIDO: PLANTA - PERFIL | | FECHA: OCTUBRE 2008 |
| CALCULO Y DISEÑO: BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO | | DIBUJO: BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO |
| ASESOR Y SUPERVISOR: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO | | REVISION: |
| | | HOLA NO: 10 |
| | | ESCALA INDICADA: 22 |



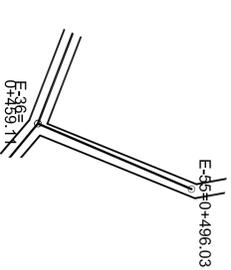
Planta Ramal 11



Planta Ramal 12



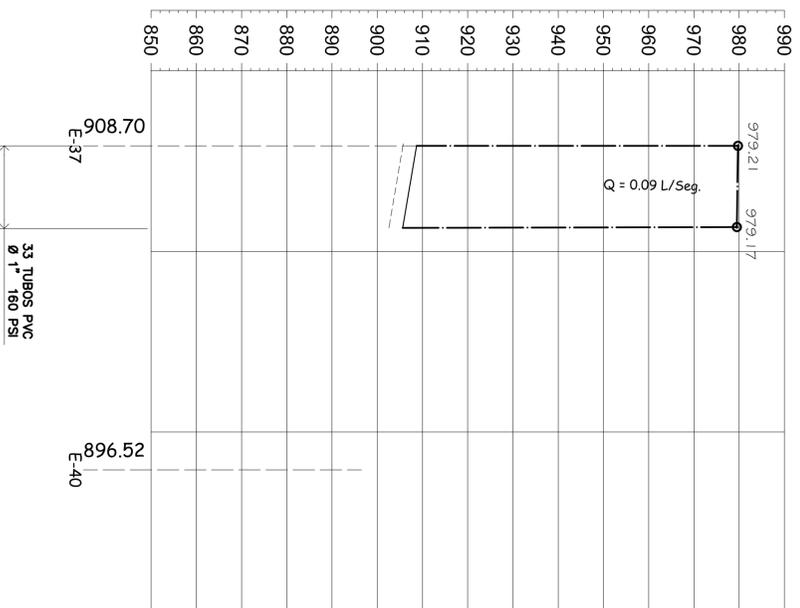
Planta Ramal 13



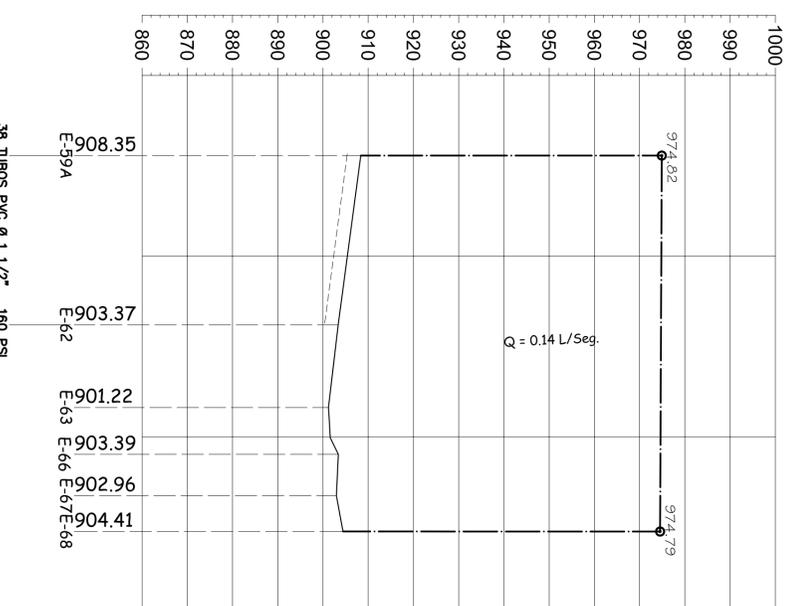
Planta Ramal 14

PLANTA
LINEA DE DISTRIBUCION

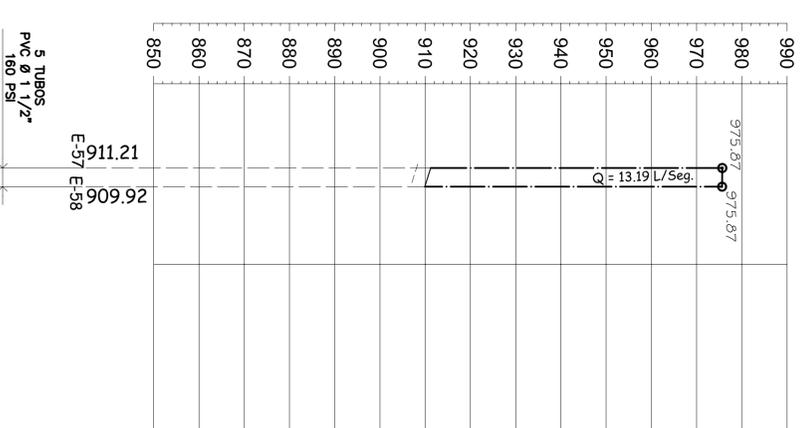
ESCALA: 1 / 1000



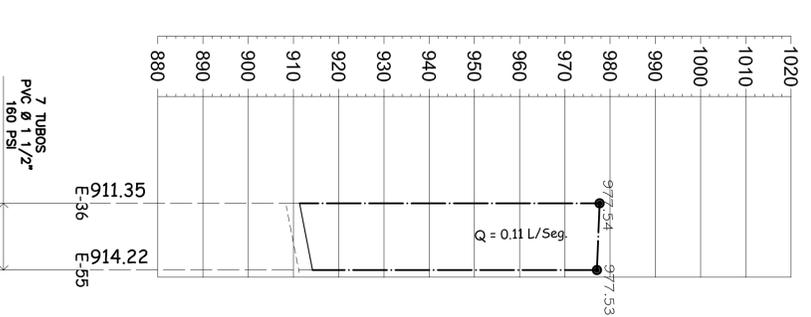
Perfil Ramal 11



Perfil Ramal 12



Perfil Ramal 13



Perfil Ramal 14

PERFIL

LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 2500

ESCALA VERTICAL: 1 / 1000

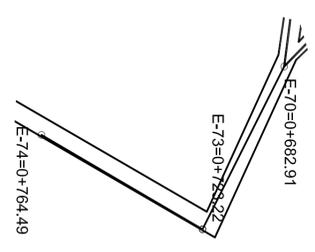
33 TUBOS PVC
Ø 1" 160 PSI

38 TUBOS PVC Ø 1 1/2"
160 PSI

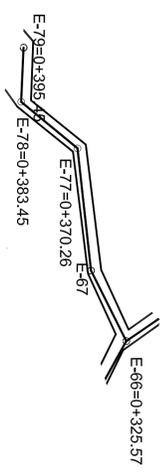
5 TUBOS
PVC Ø 1 1/2"
160 PSI

7 TUBOS
PVC Ø 1 1/2"
160 PSI

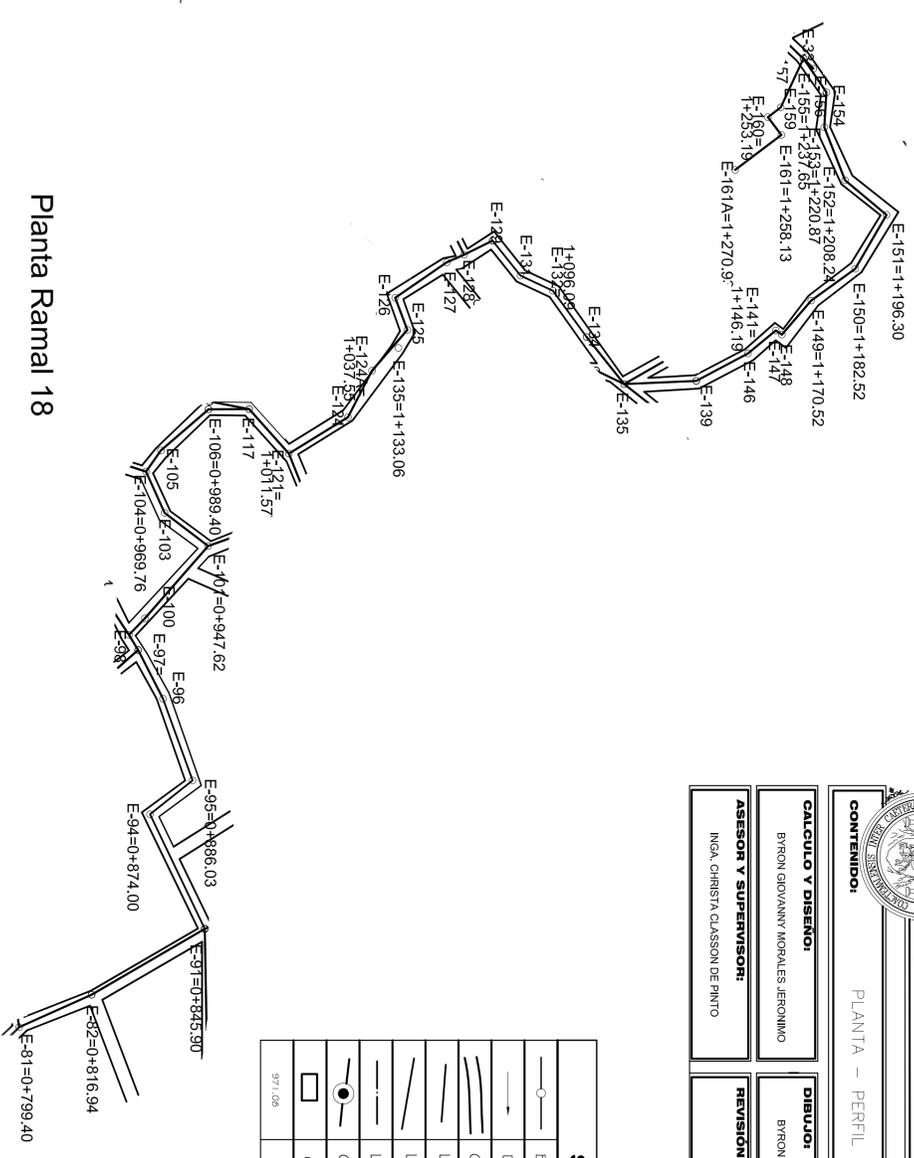
| | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| CONTENIDO: | PLANTA - PERFIL |
| CALCULO Y DISEÑO: | DIBUJO: |
| BYRON GIOVANNI HORALES JERONIMO | BYRON GIOVANNI HORALES JERONIMO |
| ASESOR Y SUPERVISOR: | REVISIÓN: |
| INGA. CHRISTA CLASSON DE FINTO | 11 |
| | 22 |



Planta Ramal 16



Planta Ramal 17

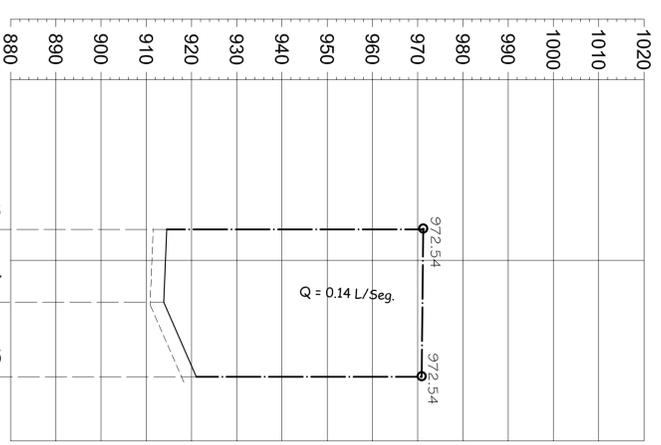


Planta Ramal 18

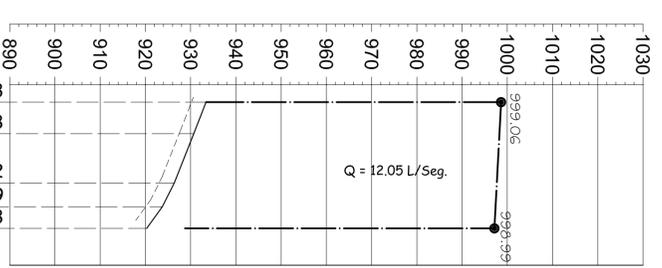
| SIMBOLOGIA | |
|-------------------|----------------------|
| | ESTACION TOPOGRAFICA |
| | DIRECCION DE CAUDAL |
| | CAMINO |
| | LINEA DE TERRENO |
| | LINEA DE TUBERIA |
| | LINEA PIEZOMETRICA |
| | COTA PIEZOMETRICA |
| | CASA |
| | COTA PIEZOMETRICA |

PLANTA
LINEA DE DISTRIBUCION

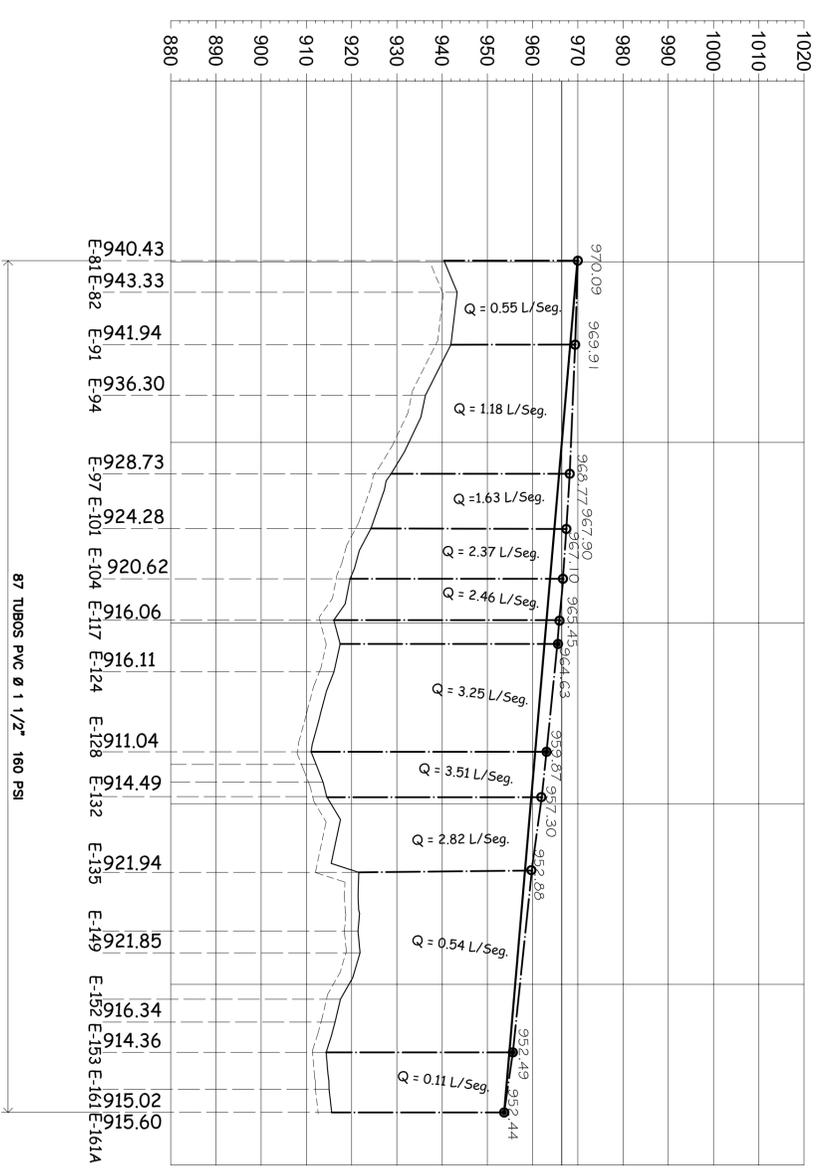
ESCALA: 1 / 1000



Perfil Ramal 16



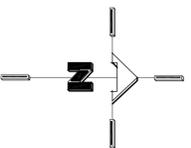
Perfil Ramal 17



Perfil Ramal 18

PERFIL
LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 2500
ESCALA VERTICAL: 1 / 1000

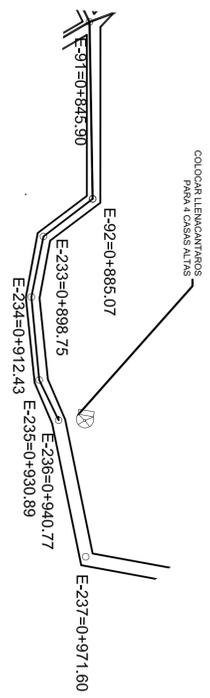


| SIMBOLOGIA | |
|------------|----------------------------|
| | ESTACION TOPOGRAFICA |
| | DIRECCION DE CAUDAL |
| | CAMINO |
| | LINEA DE TERRENO |
| | LINEA DE TUBERIA |
| | LINEA PIEZOMETRICA |
| | COTA PIEZOMETRICA |
| | CASA |
| | COTA PIEZOMETRICA 97.08 |
| | LIENACANTARO |

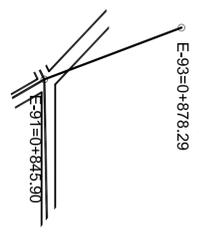


SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
MUNICIPIO DE SANTA CATERINA PALOPÓ, SOLOLA

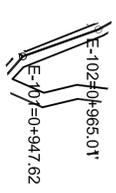
| | | |
|--|--|------------------------|
| PLANTA - PERFIL | | FECHA: OCTUBRE 2008 |
| CONTENIDO: | ESCALA: INDICADA | HOJA No: 12 |
| CALCULO Y DISEÑO: BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO | DIBUJO: BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO | REVISION: 22 |
| ASESOR Y SUPERVISOR: ING. CRISTINA CLASION DE PINTO | | |



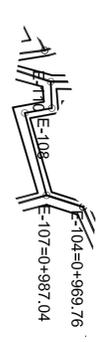
Planta Ramal 19



Planta Ramal 20



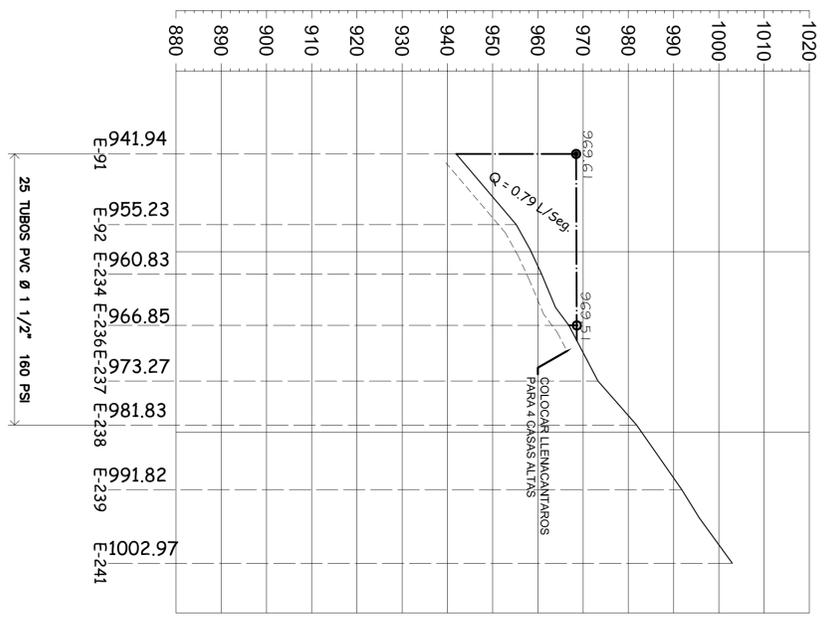
Planta Ramal 22



Planta Ramal 23

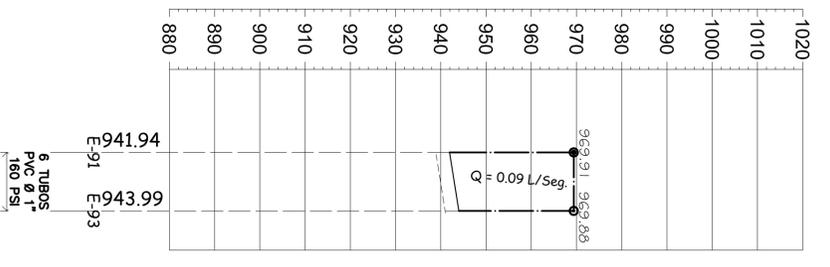
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA: 1 / 1000

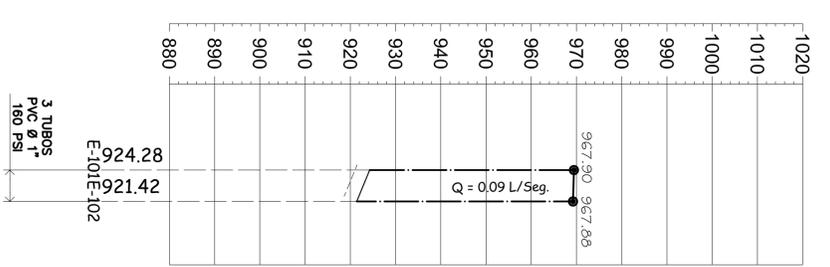


Perfil Ramal 19

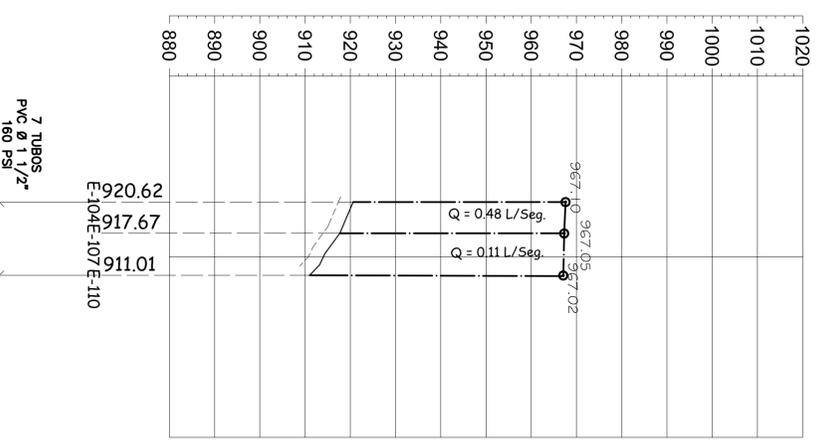
PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION



Perfil Ramal 20

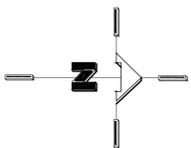


Perfil Ramal 22



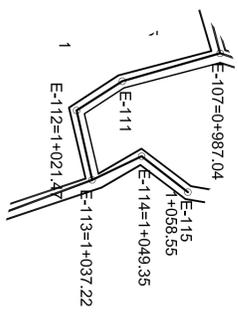
Perfil Ramal 23

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 2500
ESCALA VERTICAL: 1 / 1000

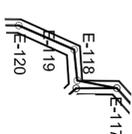


| SIMBOLOGIA | |
|------------|----------------------|
| | ESTACION TOPOGRAFICA |
| | DIRECCION DE CAUDAL |
| | CAMINO |
| | LINEA DE TERRENO |
| | LINEA DE TUBERIA |
| | LINEA PIEZOMETRICA |
| | COTA PIEZOMETRICA |
| | CASA |
| | COTA PIEZOMETRICA |

| | |
|---|---------------------------------|
| | |
| SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE MUNICIPIO DE SANTA CATERINA PALOP6, SOJOLA | |
| PLANTA - PERFIL | |
| CONTENIDO: | PLANTA - PERFIL |
| CALCULO Y DISEÑO: | BYRON GIOVANNI MORALES JERONIMO |
| ASESOR Y SUPERVISOR: | INGA. CRISTIA GLASSON DE PINTO |
| DIBUJO: | BYRON GIOVANNI MORALES JERONIMO |
| REVISION: | |
| FECHA: | AGOSTO 2008 |
| ESCALA: | INDICADA |
| HOJA No: | 13 |
| TOTAL: | 22 |



Planta Ramal 24



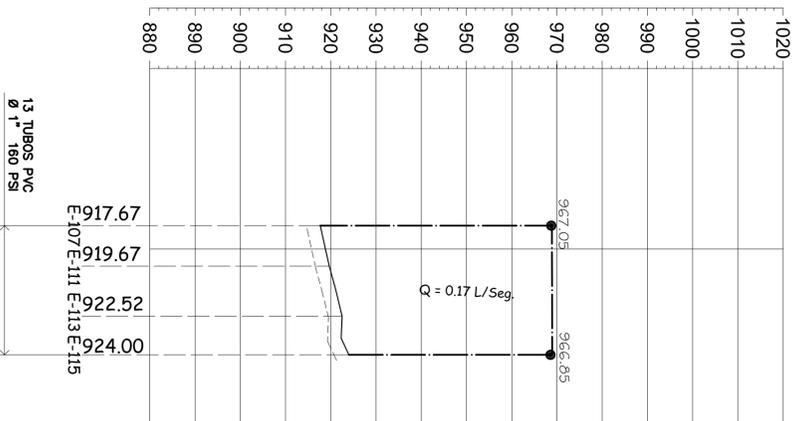
Planta Ramal 26



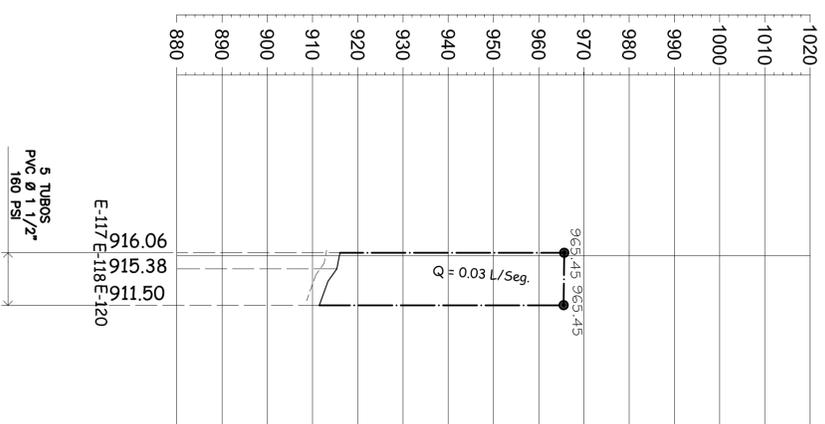
Planta Ramal 27

PLANTA
LINEA DE DISTRIBUCION

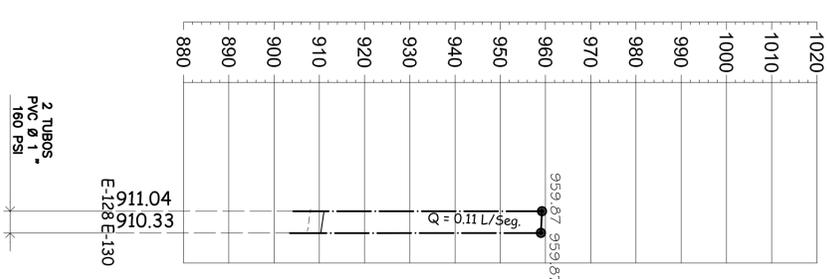
ESCALA: 1 / 500



Perfil Ramal 24



Perfil Ramal 26



Perfil Ramal 27

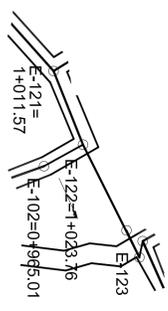
PERFIL
LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 2500

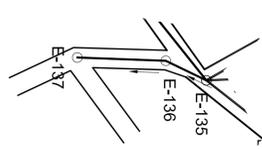
ESCALA VERTICAL: 1 / 1000

| SIMBOLOGIA | |
|------------|----------------------|
| | ESTACION TOPOGRAFICA |
| | DIRECCION DE CAUDAL |
| | CAMINO |
| | LINEA DE TERRENO |
| | LINEA DE TUBERIA |
| | LINEA PIEZOMETRICA |
| | COTA PIEZOMETRICA |
| | CASA |
| | COTA PIEZOMETRICA |

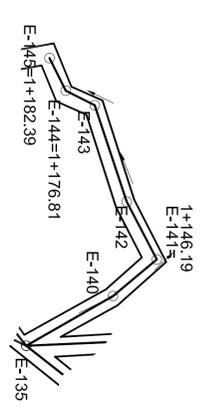
| | |
|--|---------------------------------|
|  SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLA | |
| PLANTA - PERFIL | |
| CONTENIDO: | |
| CALCULO Y DISEÑO: | DIBUJO: |
| BRION GIOVANNY MORALES JERONIMO | BRION GIOVANNY MORALES JERONIMO |
| ASISOR Y SUPERVISORI: | REVISIONI: |
| INGA, CRISTIA GLASSON DE PINTO | |
| FECHA: | HOJA No: |
| 02/09/2008 | 14 |
| ESCALA: | INDICADA |
| | 22 |



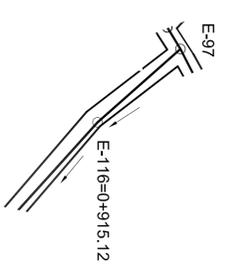
Planta Ramal 29



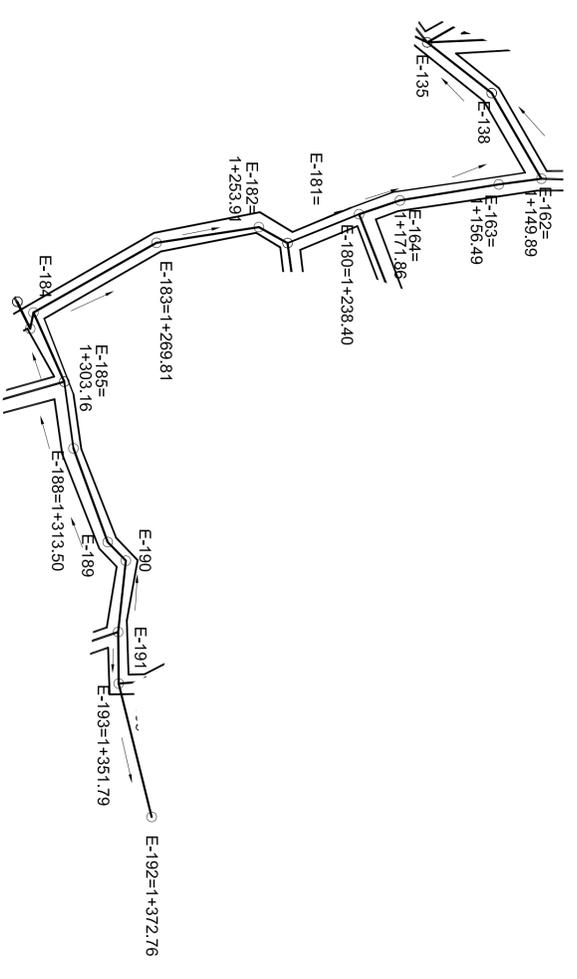
Planta Ramal 30



Planta Ramal 31



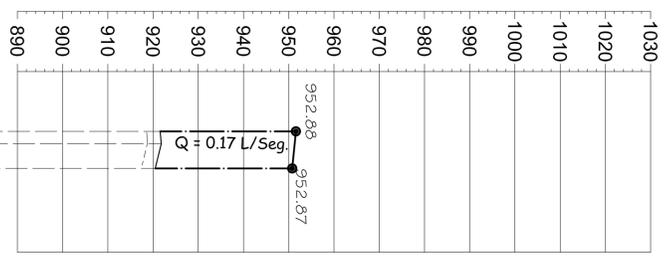
Planta Ramal 33



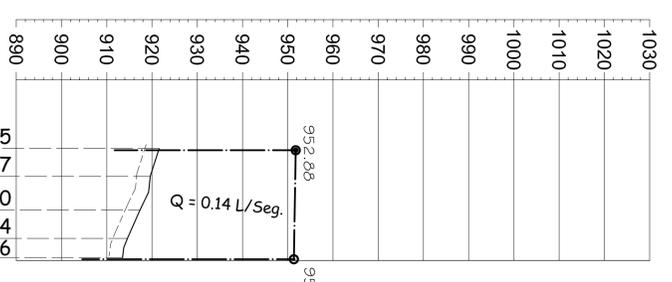
Planta Ramal 34

PLANTA
LINEA DE DISTRIBUCION

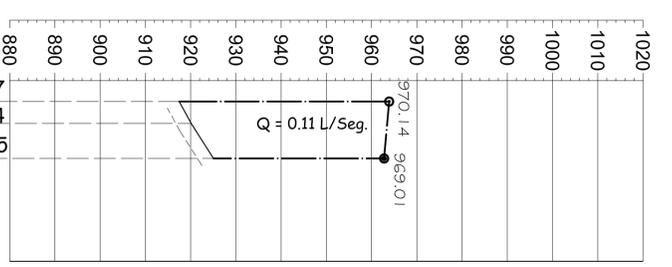
ESCALA 1 / 500



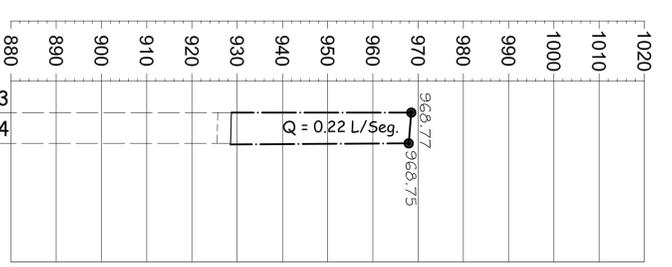
Perfil Ramal 29



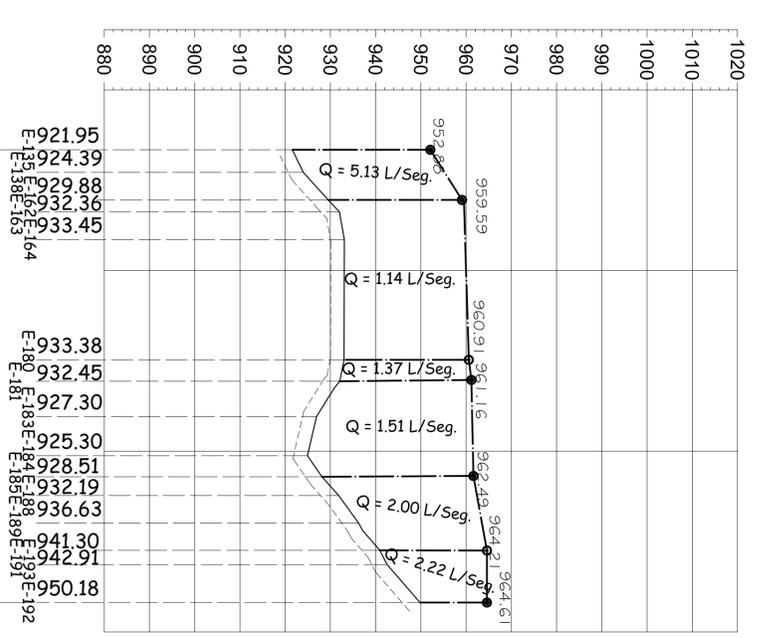
Perfil Ramal 30



Perfil Ramal 31



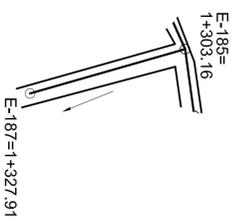
Perfil Ramal 33



Perfil Ramal 34

PERFIL
LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 2500
ESCALA VERTICAL: 1 / 1000



E-9:

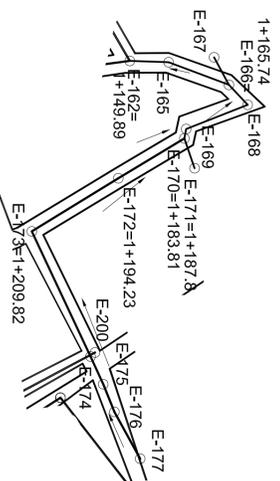
| SIMBOLOGIA | |
|------------|----------------------|
| | ESTACION TOPOGRAFICA |
| | DIRECCION DE CAUDAL |
| | CAMINO |
| | LINEA DE TERRENO |
| | LINEA DE TUBERIA |
| | LINEA PIEZOMETRICA |
| | COTA PIEZOMETRICA |
| | CASA |
| | COTA PIEZOMETRICA |



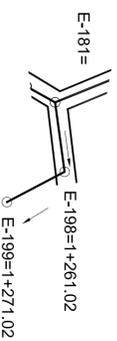
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
MUNICIPIO DE SANTA CATERINA PALOPO, SOLOLA

| | |
|-------------------------------|----------------------------|
| PLANTA - PERFIL | |
| CONTENIDO: | ESCALA: INDICADA |
| FECHA: OCTUBRE 2008 | HOJA NO: 15 |
| HOJA TOTAL: 22 | |

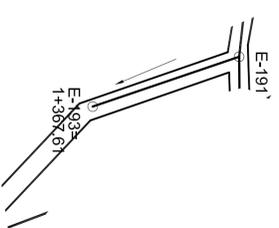
| | |
|---|---|
| CALCULO Y DISEÑO: BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO | DIBUJO: BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO |
| ASESOR Y SUPERVISOR: INGA CHRISTIA CLASSON DE PINTO | REVISION: |



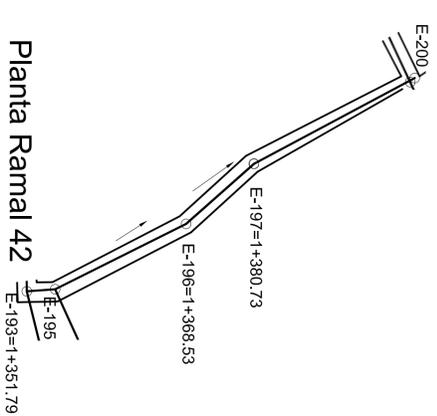
Planta Ramal 35



Planta Ramal 39



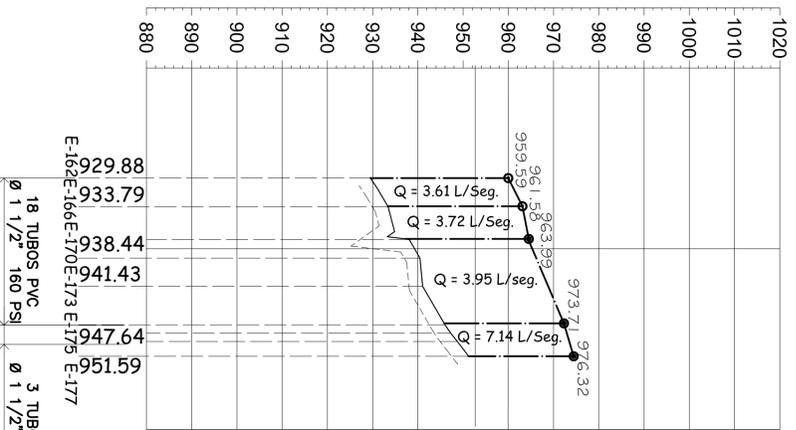
Planta Ramal 41



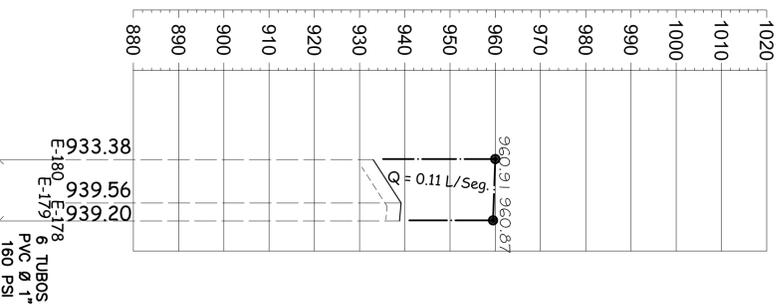
Planta Ramal 42

PLANTA
LINEA DE DISTRIBUCION

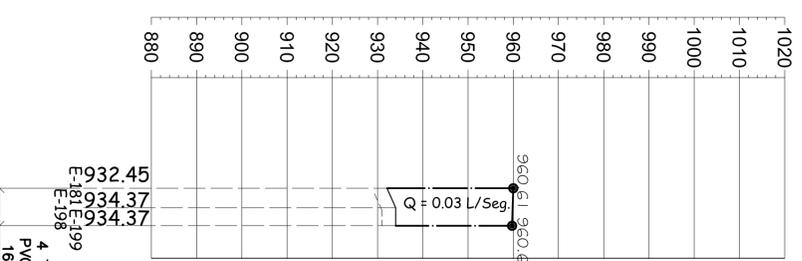
ESCALA 1 / 500



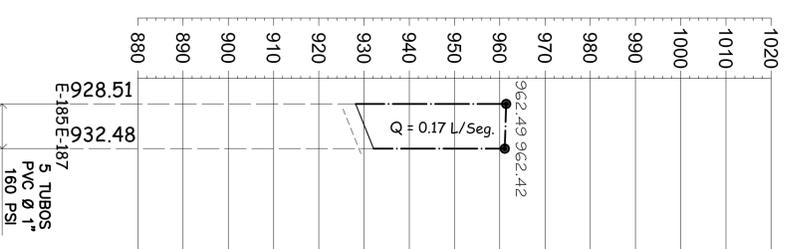
Perfil Ramal 35



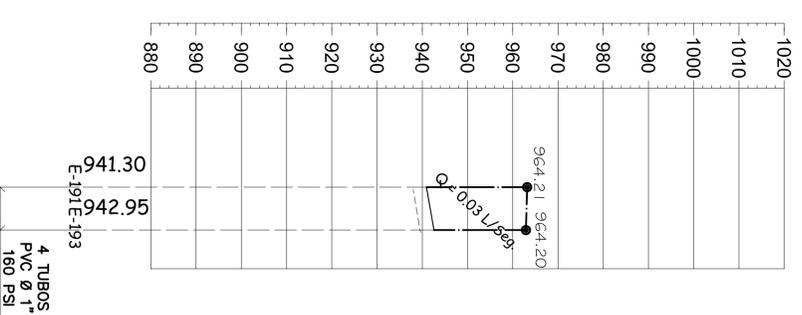
Perfil Ramal 38



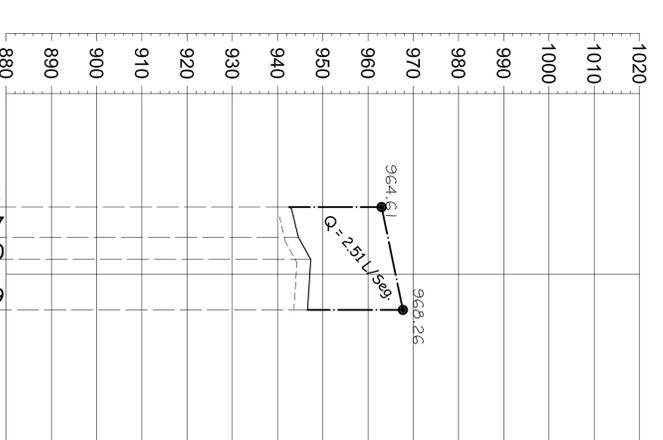
Perfil Ramal 39



Perfil Ramal 40



Perfil Ramal 41



Perfil Ramal 42

PERFIL
LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 2500
ESCALA VERTICAL: 1 / 1000

18 TUBOS PVC
Ø 1 1/2" 160 PSI

8 TUBOS PVC Ø 1" 160 PSI

4 TUBOS PVC Ø 1" 160 PSI

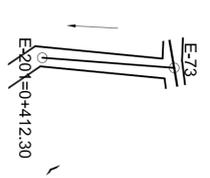
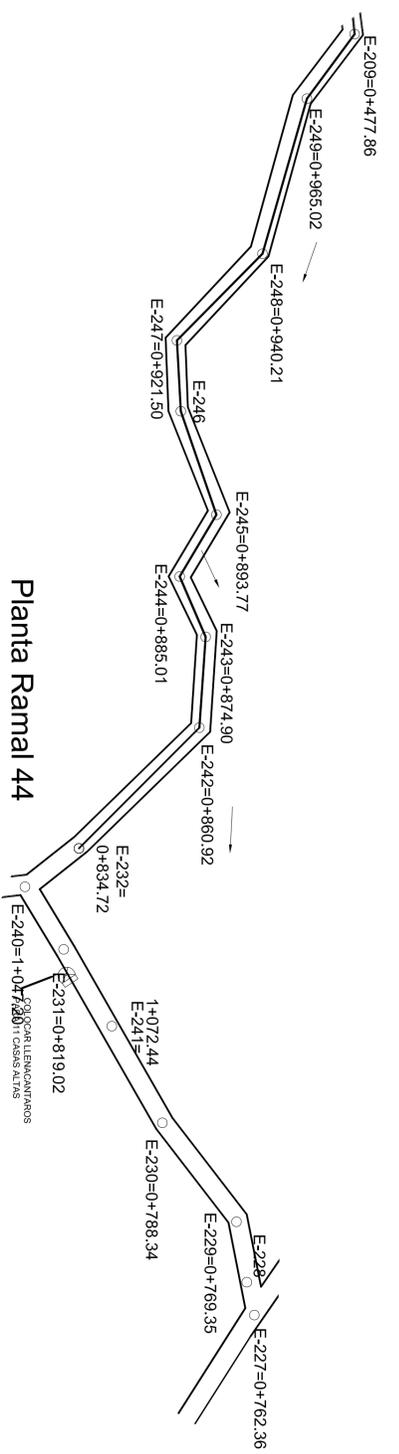
5 TUBOS PVC Ø 1" 160 PSI

4 TUBOS PVC Ø 1" 160 PSI

10 TUBOS PVC Ø 1 1/2" 160 PSI



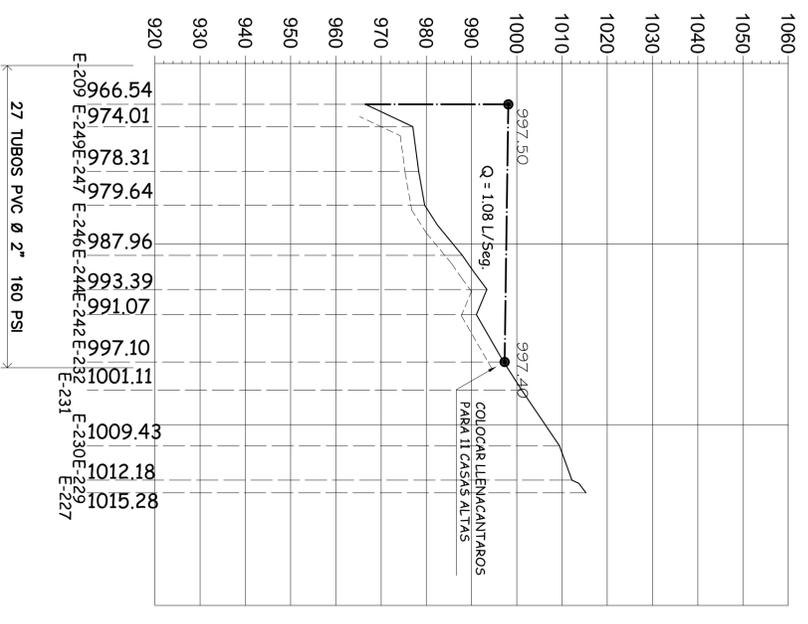
| | | |
|--|---|----------------------------------|
| CONTENIDO: | PLANTA - PERFIL | ESCALA: GENERAL: 1/500 |
| CALCULO Y DISEÑO: BYRON GIOVANNI MORALES JERONIMO | DIBUJO: BYRON GIOVANNI MORALES JERONIMO | HOJA No: 16 |
| ASESOR Y SUPERVISOR: INGA CHRISTA CLAYSON DE PINTO | REVISION: | INDICADA: 22 |



Planta Ramal 48

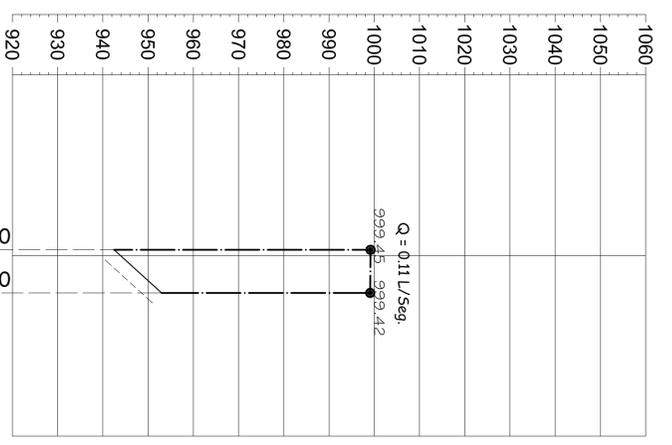
PLANTA
LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA 1 / 500



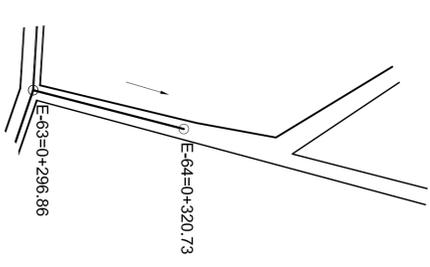
Perfil Ramal 44

27 TUBOS PVC Ø 2" 160 PSI

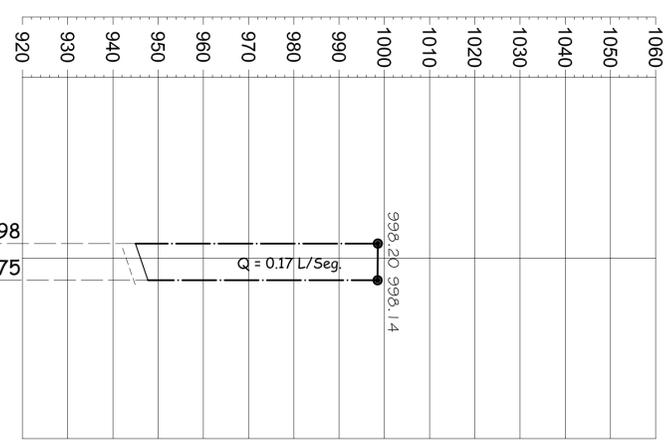


Perfil Ramal 47

4 TUBOS PVC Ø 1" 160 PSI



Planta Ramal 47



Perfil Ramal 48

4 TUBOS PVC Ø 1" 160 PSI

| SIMBOLOGIA | |
|------------|----------------------|
| | ESTACION TOPOGRAFICA |
| | DIRECCION DE CAUDAL |
| | CAMINO |
| | LINEA DE TERRENO |
| | LINEA DE TUBERIA |
| | LINEA PIEZOMETRICA |
| | COTA PIEZOMETRICA |
| | CASA |
| | COTA PIEZOMETRICA |
| | LLENACANTARO |

PERFIL
LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 2500
ESCALA VERTICAL: 1 / 1000

SIMBOLOGIA

| | |
|--|----------------------|
| | ESTACION TOPOGRAFICA |
| | DIRECCION DE CAUDAL |
| | CAMINO |
| | LINEA DE TERRENO |
| | LINEA DE TUBERIA |
| | LINEA PIEZOMETRICA |
| | COTA PIEZOMETRICA |
| | CASA |
| | COTA PIEZOMETRICA |



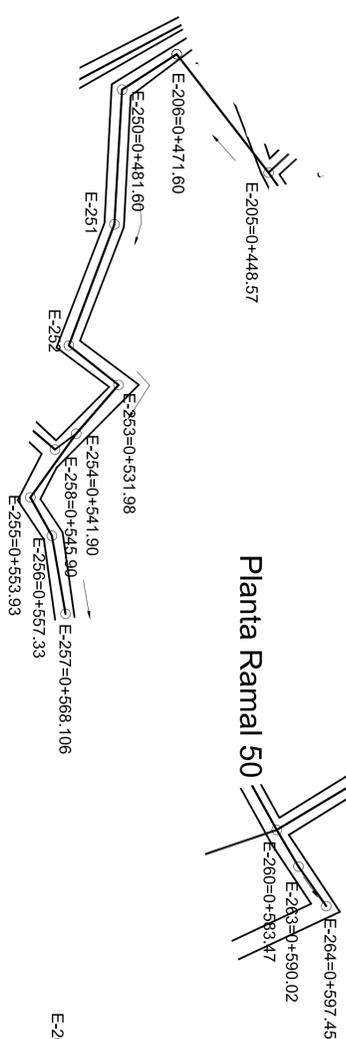
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
MUNICIPIO DE SANTA CATERINA PALOPÓ, SOLOLA

PLANTA - PERFIL

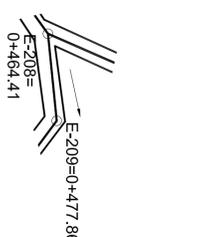
| | |
|--|---|
| CONTENIDO: | FECHA: OCTUBRE 2008 |
| CALCULO Y DISEÑO: BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO | DIBUJO: BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO |
| ASESOR Y SUPERVISOR: INGA. CRISTINA CLASSON DE PINTO | REVISIÓN: |

| | |
|------------------------|-----------------------|
| ESCALA INDICADA | HOJA NO: 17 |
| | TOTAL 22 |

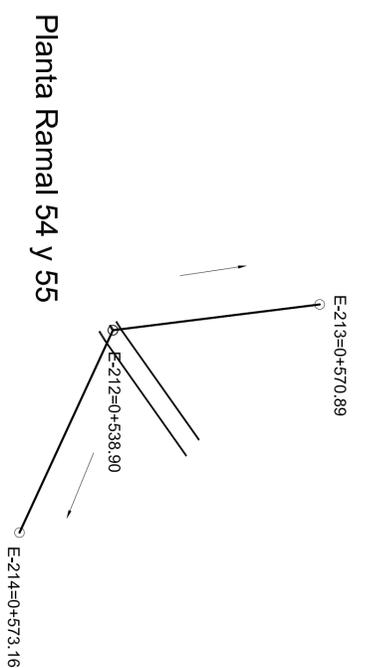
Planta Ramal 49



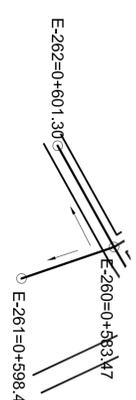
Planta Ramal 50



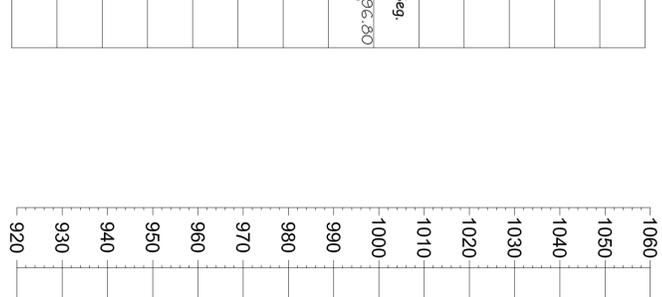
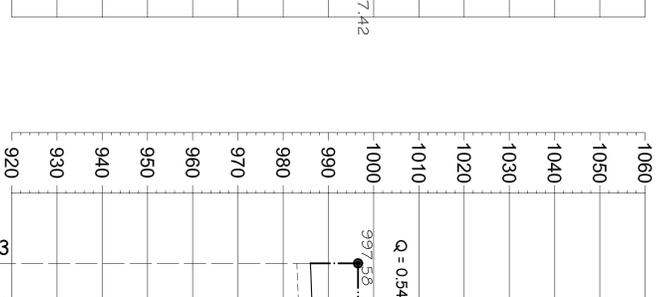
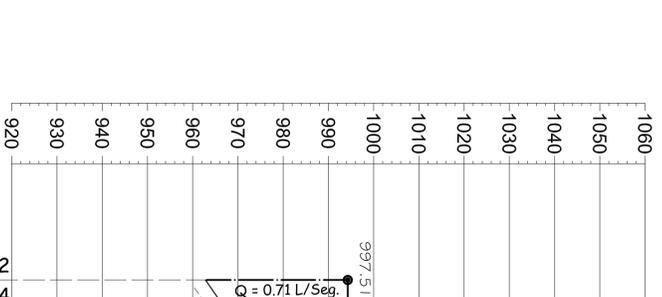
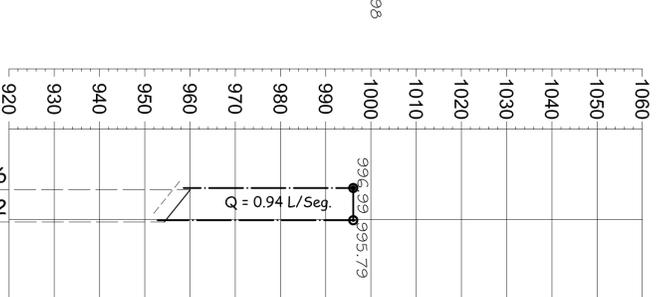
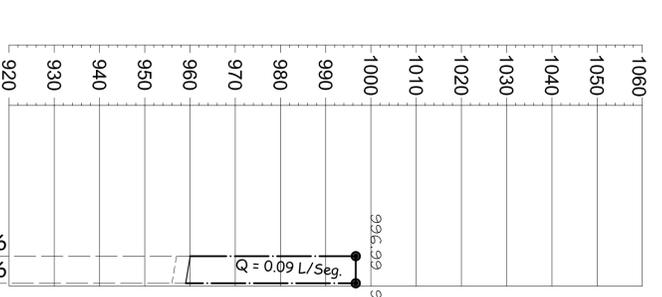
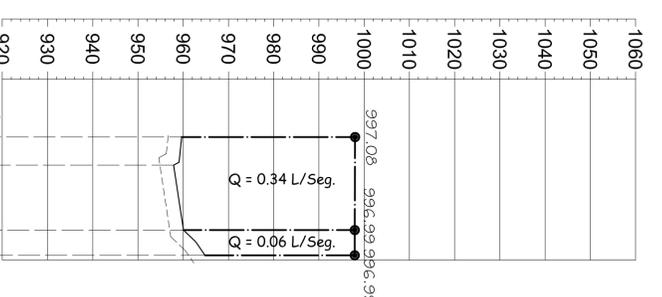
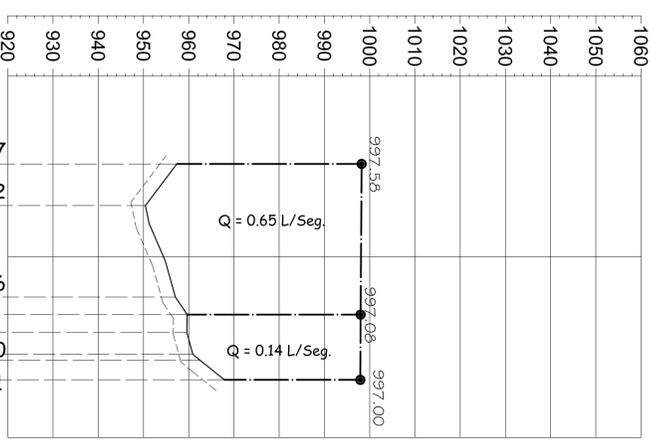
Planta Ramal 51 y 52



Planta Ramal 53



Planta Ramal 54 y 55



PLANTA
LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA 1 / 500

Perfil Ramal 49

10 TUBOS PVC
Ø 1 1/2" 160 PSI

Perfil Ramal 50

12 TUBOS PVC
Ø 1" 160 PSI

Perfil Ramal 51

3 TUBOS PVC Ø 1" 160 PSI

Perfil Ramal 52

3 TUBOS PVC Ø 1" 160 PSI

Perfil Ramal 53

2 TUBOS PVC Ø 1" 160 PSI

Perfil Ramal 54

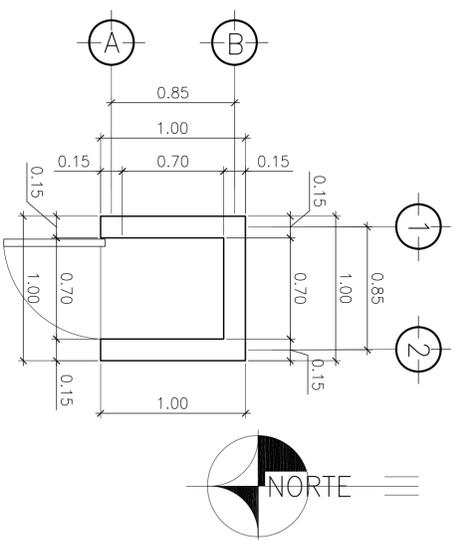
6 TUBOS PVC Ø 1" 160 PSI

Perfil Ramal 55

6 TUBOS PVC Ø 1" 160 PSI

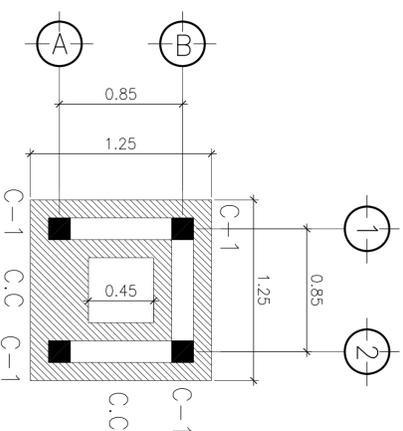
PERFIL
LINEA DE DISTRIBUCION

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



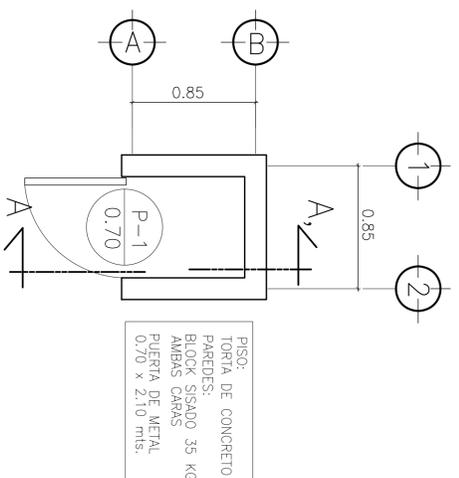
PLANTA DE COTAS

CASITA DE CONTROLES ESCALA 1/25



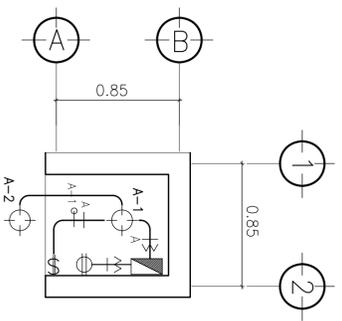
PLANTA DE CIMENTOS

CASITA DE CONTROLES ESCALA 1/25



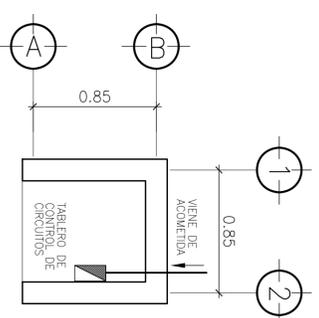
PLANTA DE ACABADOS

CASITA DE CONTROLES ESCALA 1/25



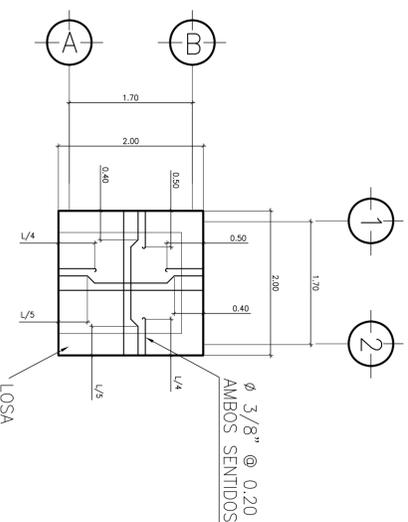
PLANTA ELECTRICIDAD

LUMINACION ESCALA 1/25
CASITA DE CONTROLES



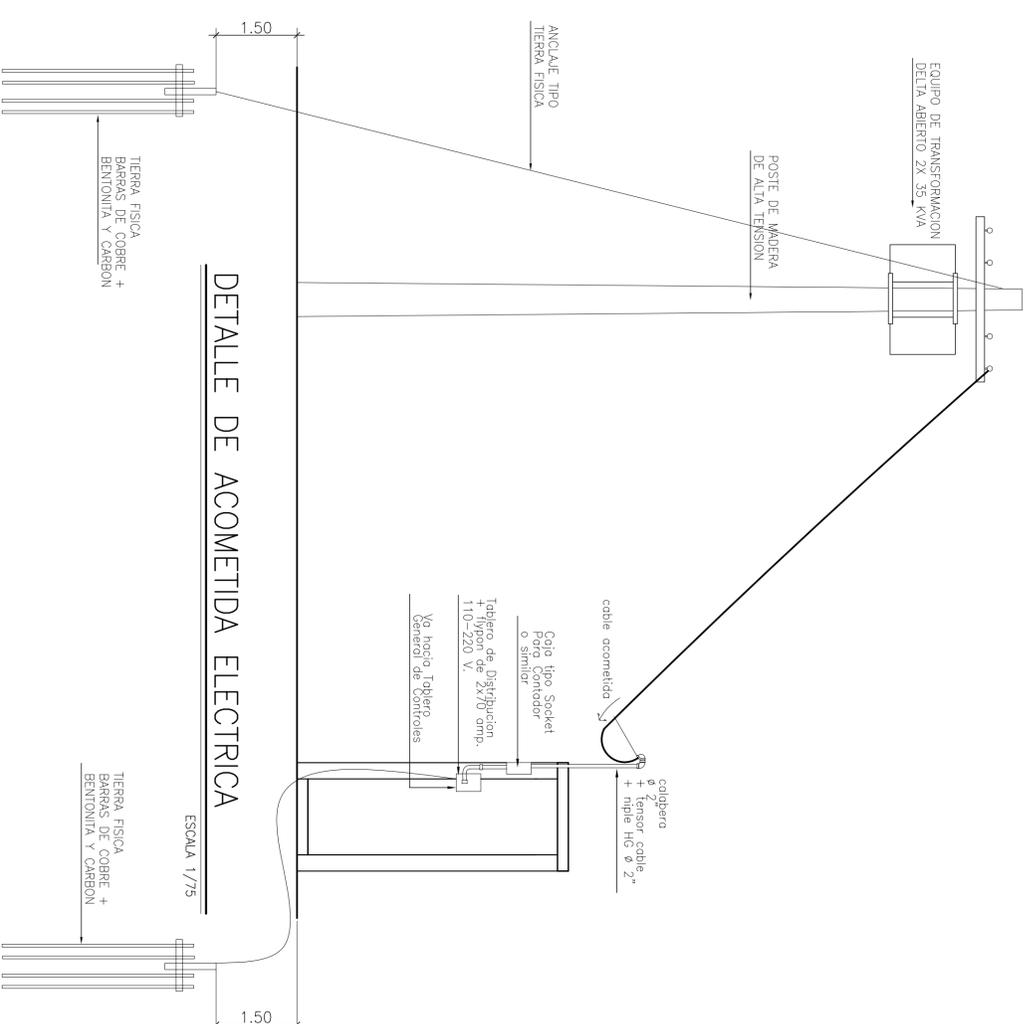
PLANTA ELECTRICIDAD

FUERZA ESCALA 1/25
CASITA DE CONTROLES



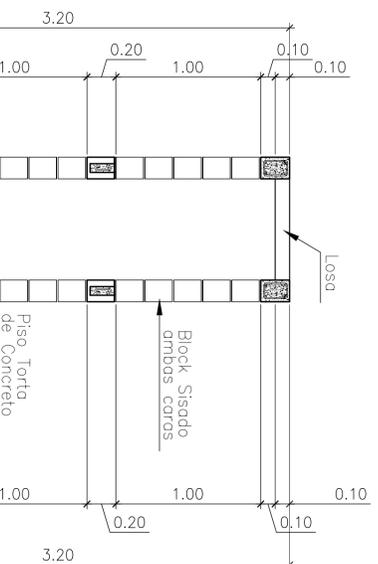
PLANTA DE LOSAS

CASITA DE CONTROLES ESCALA 1/25



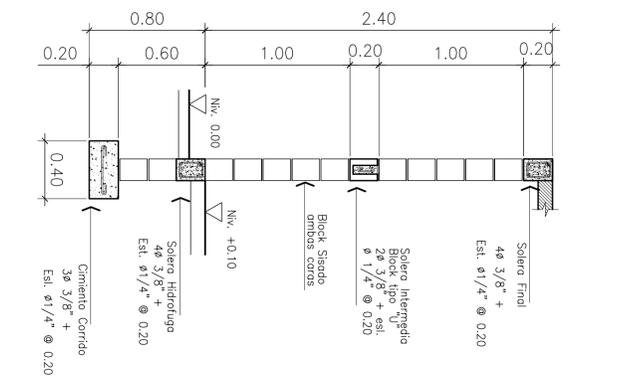
DETALLE DE ACOMETIDA ELECTRICA

ESCALA 1/75



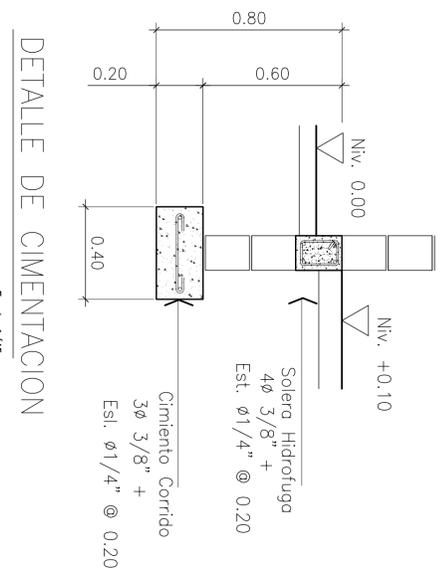
SECCION A-A'

CASITA DE CONTROL ESCALA 1/25



CORTE DE MURO TIPICO

ESCALA 1/25



DETALLE DE CIMENTACION

ESCALA 1/45

| SIMBOLOGIA DE ILUMINACION | |
|---------------------------|--|
| | TABLERO DE DISTRIBUCION H=1.70 m. S.N.P.T. |
| | PLATONERA MAS BOMBILLA DE 100 W. |
| | INTERRUPTOR DOBLE H=1.20 m. S.N.P.T. |
| | LINEA VIVA CALIBRE 12 TW Ø INDICADO SIGNIFICADO |
| | LINEA DE RETORNO CALIBRE 12 TW Ø INDICADO |
| | LINEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW Ø INDICADO |
| | TUBO PVC ELECTRICO Ø 9/4" |

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PALOPO, SOLOLA

DETALLE DE CASITA DE BOMBEO

CONTENIDO:

CALCULO Y DISEÑO: BYRON GIOVANNI MORALES JERONIMO

DIBUJO: BYRON GIOVANNI MORALES JERONIMO

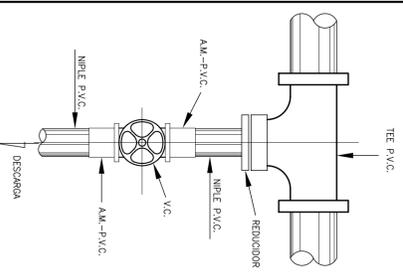
ASISOR Y SUPERVISOR: INGA. CRISTINA CLAYSON DE PINO

FECHA: OCTUBRE 2008

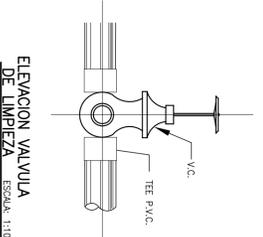
ESCALA: INDICADA

HIDIA. No.: 18

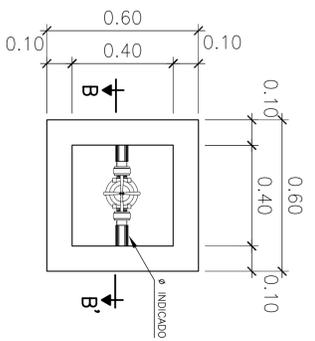
REVISION: 22



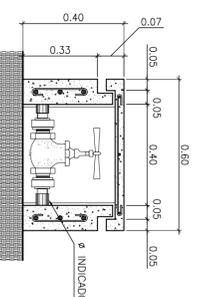
PLANTA VALVULA DE LIMPIEZA ESCALA: 1:10



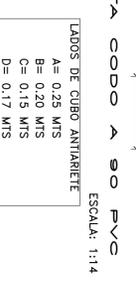
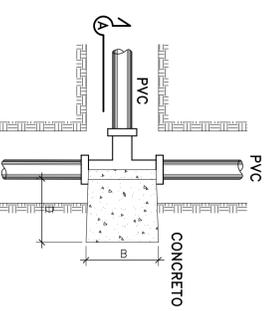
ELEVACION VALVULA DE LIMPIEZA ESCALA: 1:10



CAJA PARA VALVULAS ESCALA: 1:20

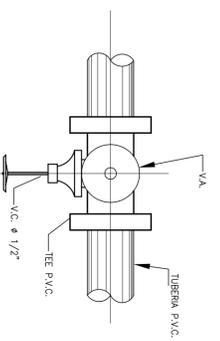
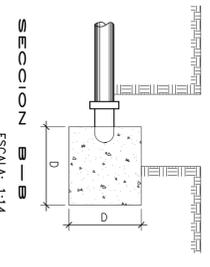
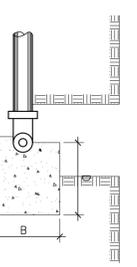


SECCION B-B' ESCALA: 1:20

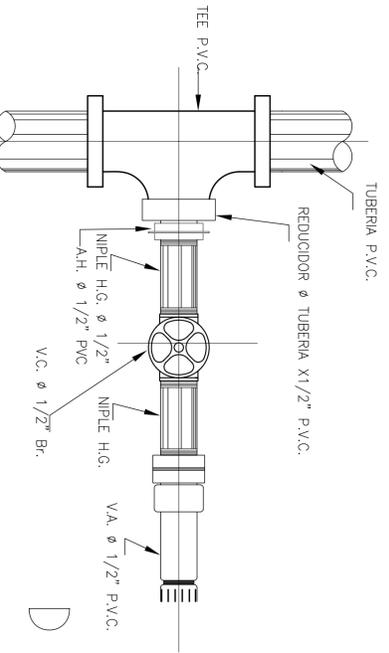


LABOS DE CUERO ANTIABRIETE

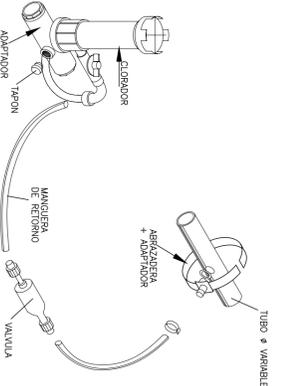
| | |
|----|----------|
| A= | 0.25 MIS |
| B= | 0.20 MIS |
| C= | 0.15 MIS |
| D= | 0.17 MIS |



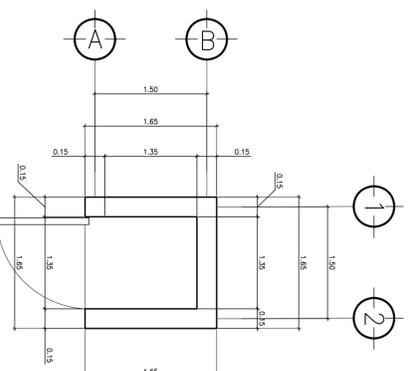
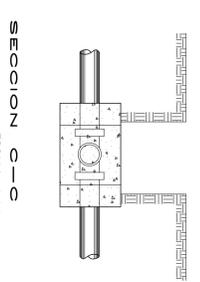
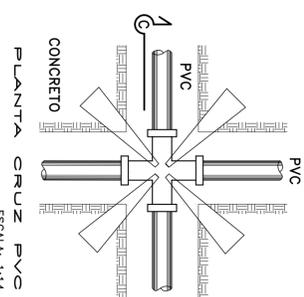
PLANTA VALVULA DE AIRE ESCALA: 1:10



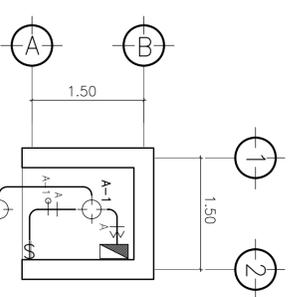
ELEVACION VALVULA DE AIRE ESCALA: 1:10



DETALLE DE CLORADOR ESCALA: 1:20

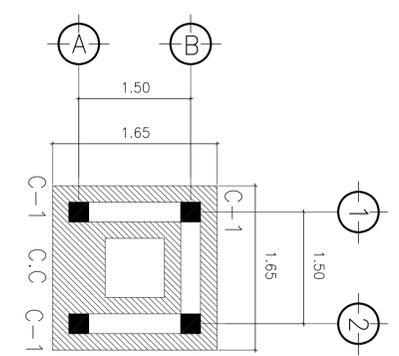


PLANTA DE COTAS CASETA DE MOTORES ESCALA 1/25

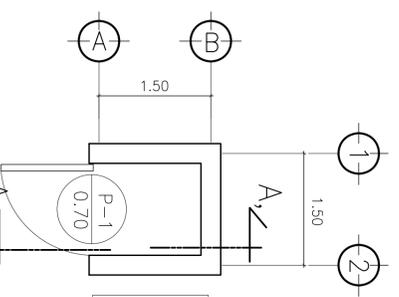


NOTA: LOS FOCOS SERAN SUMERGIBLES

PLANTA ELECTRICIDAD CASETA DE MOTORES ESCALA 1/25

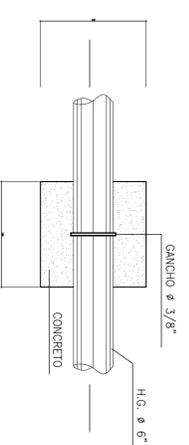


PLANTA DE CIMENTOS CASETA DE MOTORES ESCALA 1/25

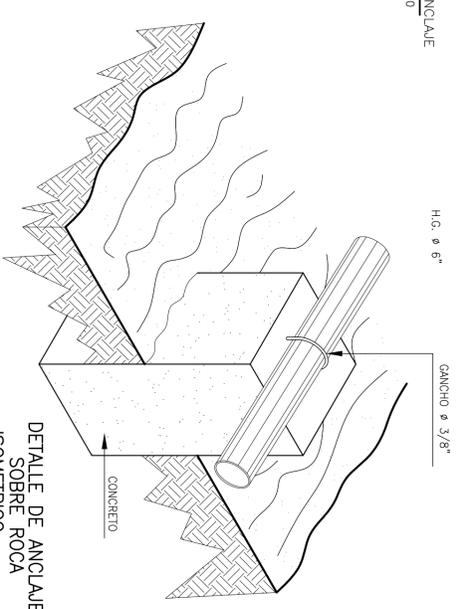


PISO: TORTA DE CONCRETO
 PAREDES: BLOCK SISADO 35 KG.
 AMBAS CARAS
 PUERTA DE METAL 0.70 x 2.10 mts.

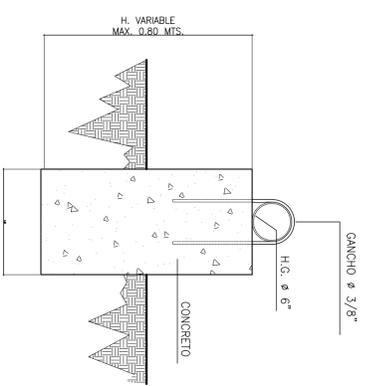
PLANTA DE ACABADOS CASETA DE MOTORES ESCALA 1/25



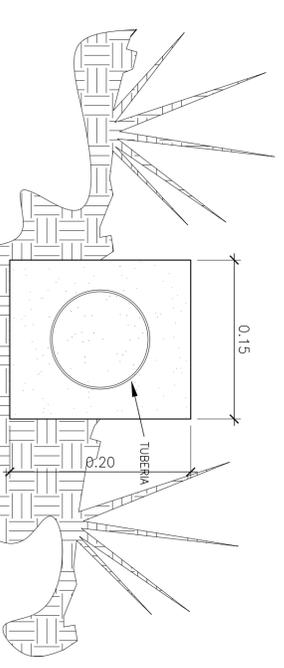
PLANTA DETALLE DE ANCLAJE ESCALA: 1:10



DETALLE DE ANCLAJE SOBRE ROCA ISOMETRICO ESCALA: 1:10



SECCION ESCALA: 1:10



PROTECCION PARA TUBERIA RECUBRIMIENTO DE CONCRETO ESCALA: 1/05

SIMBOLOGIA DE ILUMINACION

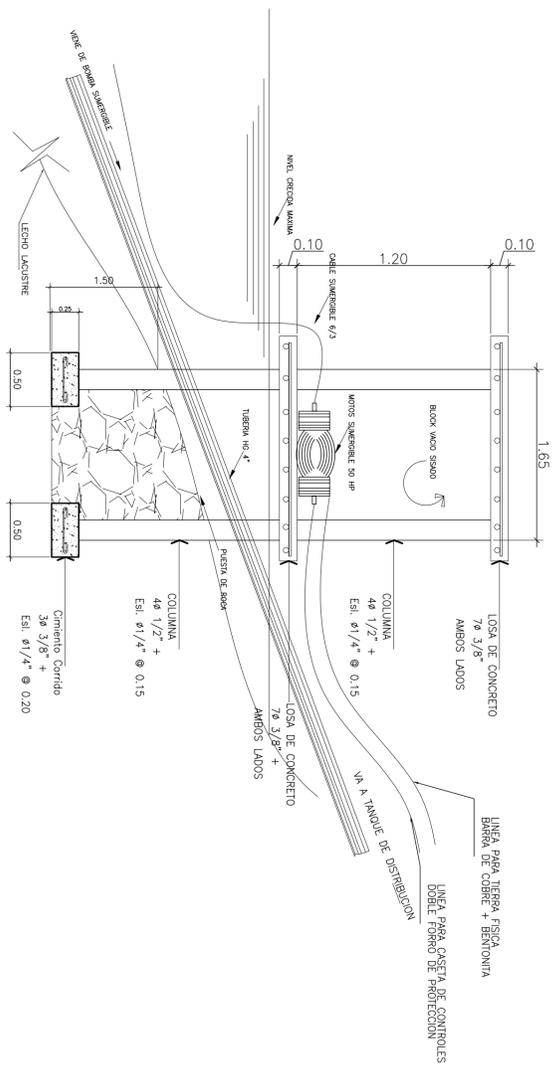
| SIMBOLO | SIGNIFICADO |
|---------|--|
| ▬ | TABLERO DE DISTRIBUCION H=1.70 m. S.N.P.T. |
| ⊕ | PLAFONERIA MAS BOMBILLA DE 100 W. INTERRUPTOR DOBLE H=1.20 m. S.N.P.T. |
| ⊕ | LINEA VIVA CALIBRE 12 TV Ø INDICADO SIGNIFICADO |
| ⊕ | LINEA DE RETORNO CALIBRE 12 TV Ø INDICADO |
| ⊕ | LINEA NEUTRAL CALIBRE 12 TV Ø INDICADO |
| ⊕ | TUBO PVC ELECTRICO Ø 3/4" |



SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE MUNICIPIO DE SANTA CATERINA PALOPÓ, SOLOLA

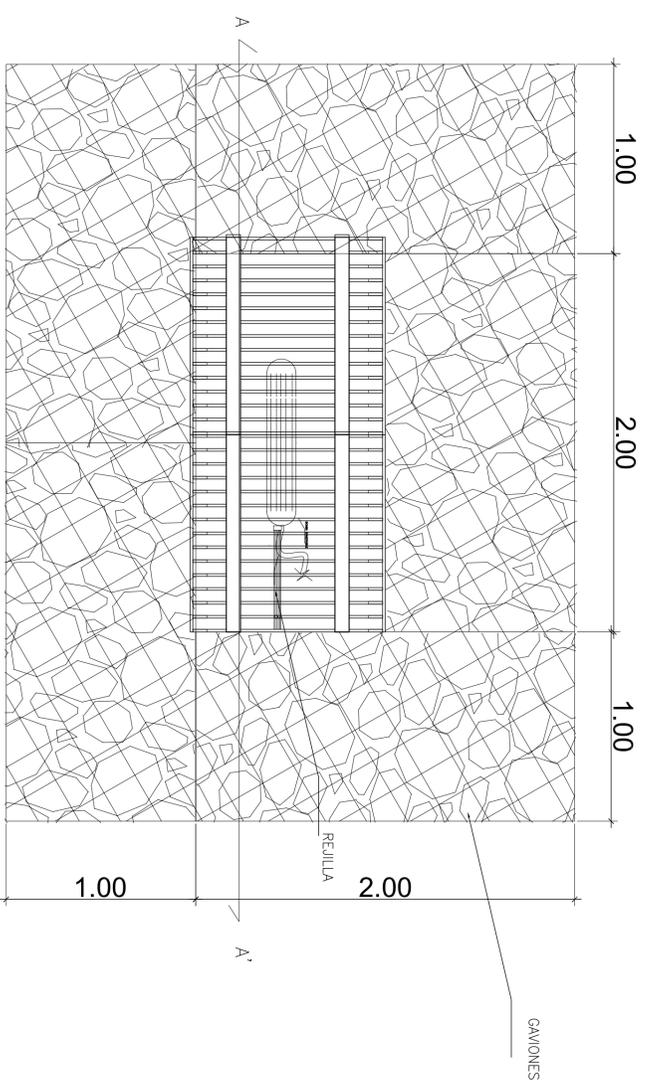
DETALLES

| | |
|---------------------------------|---------------------|
| CONTENIDO: | FECHA: OCTUBRE 2008 |
| CALCULO Y DISEÑO: | ESCALA: INDICADA |
| BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO | |
| DIBUJO: | HOJA No: 20 |
| BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO | |
| ASesor Y SUPERVISOR: | REVISION: |
| INGA CHRISTA CLASSON DE PINTO | |
| | 22 |



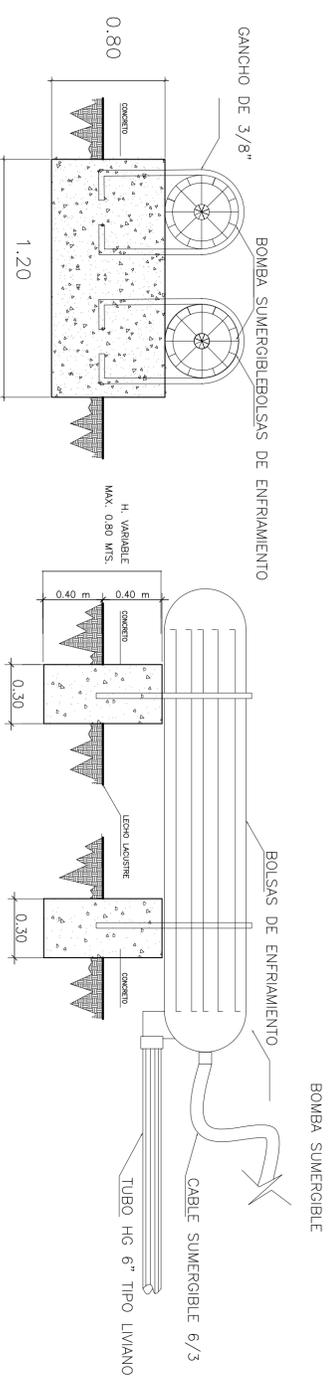
DETALLE DE CASITA PARA MOTORES SUMERGIBLES

ESCALA: 1:10



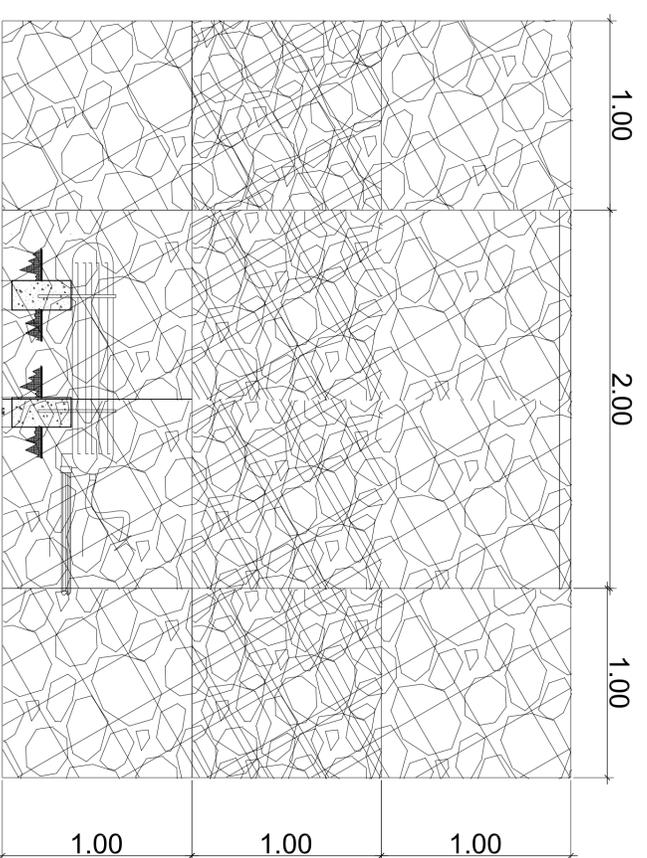
DETALLE DE OBRA DE CAPTACIÓN LECHO LACUSTRE
PLANTA

ESCALA: 1:12.5



DETALLE DE INCADO DE BOMBA EN LECHO LACUSTRE

ESCALA: 1:7.5



DETALLE DE OBRA DE CAPTACIÓN LECHO LACUSTRE
SECCION A-A'

ESCALA: 1:12.5



SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PALOPÓ, SOHO

CONTENIDO: DETALLE DE CAPTACIÓN EN LECHO LACUSTRE

CALCULO Y DISEÑO: BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO

ASESOR Y SUPERVISOR: INGA CHRISTA CLASSON DE PINTO

DIBUJO: BYRON GIOVANNY MORALES JERONIMO

REVISION: INGA CHRISTA CLASSON DE PINTO

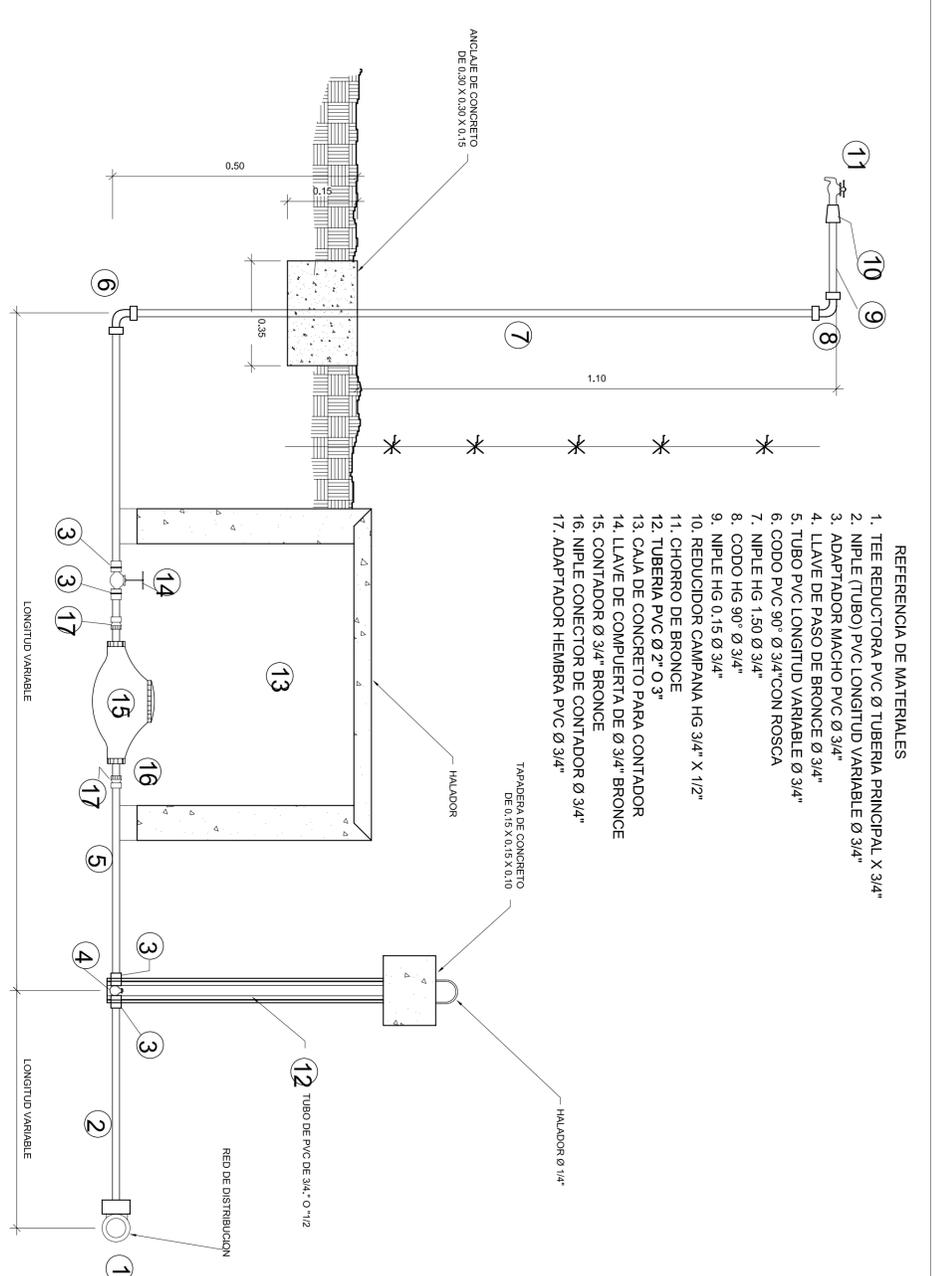
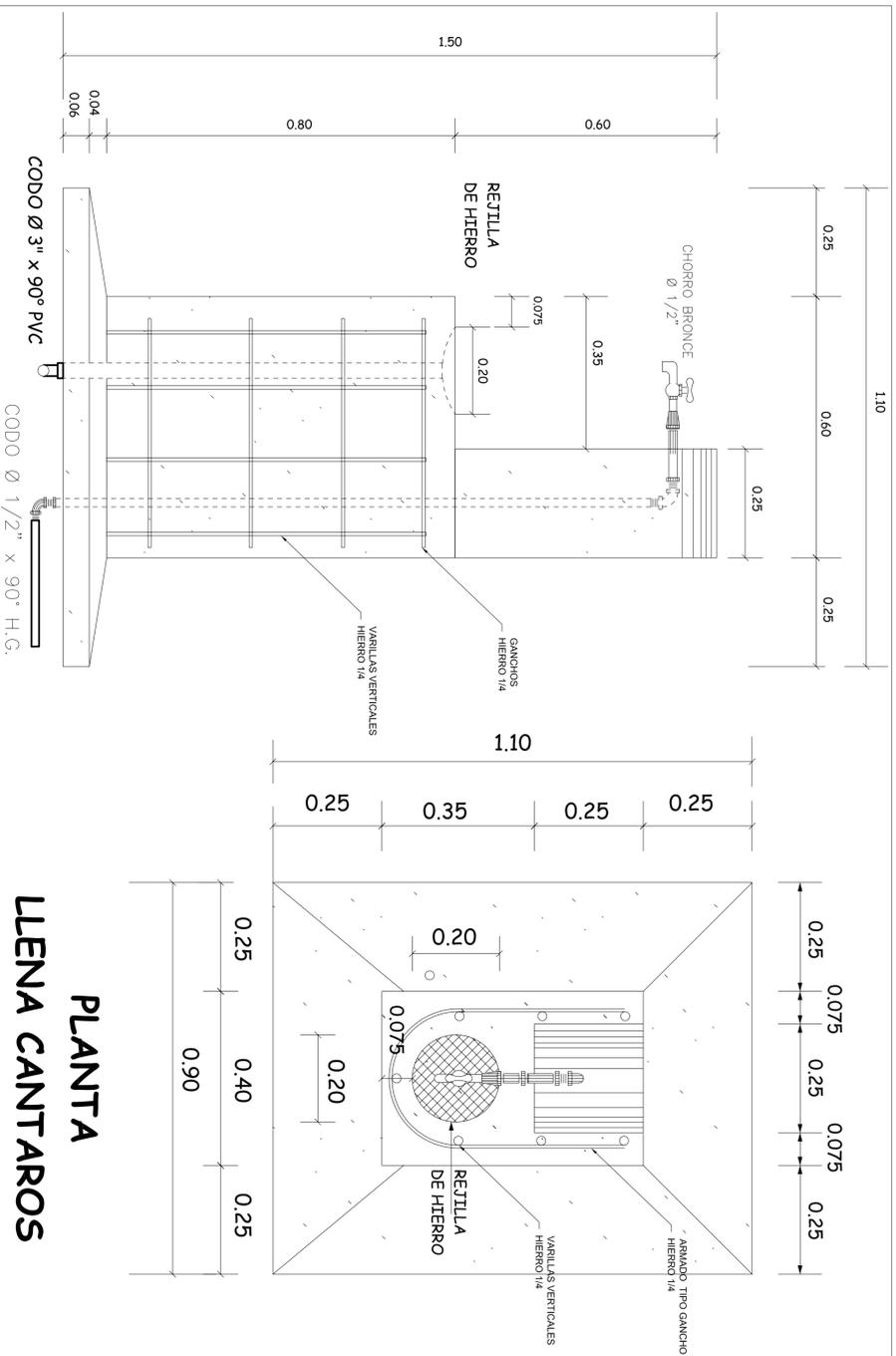
FECHA:
OCTUBRE 2008

ESCALA:
INDICADA

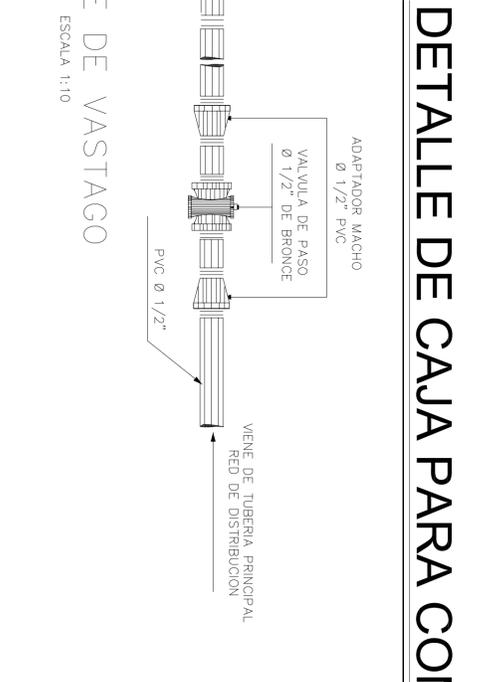
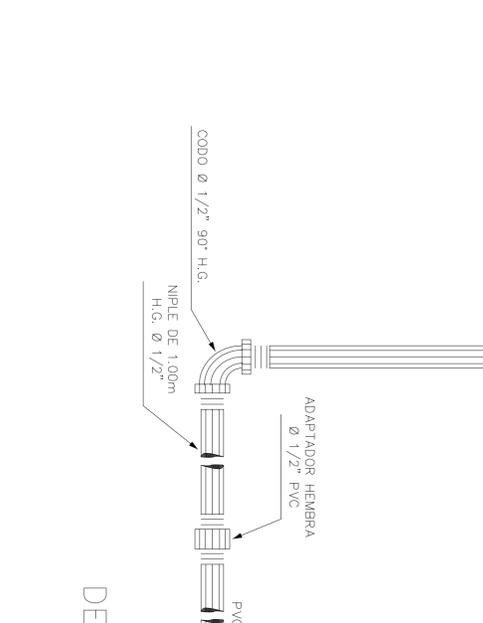
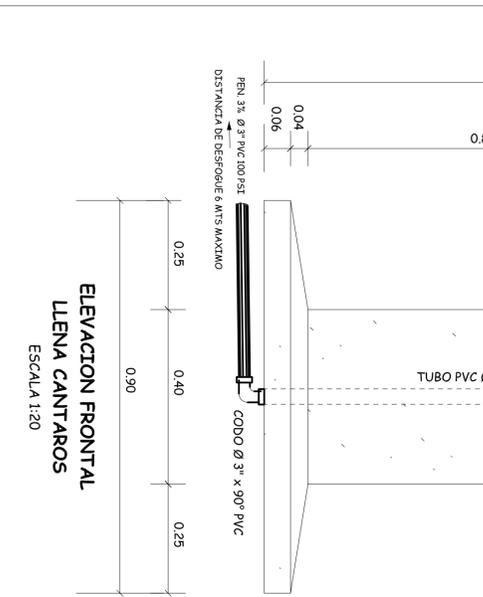
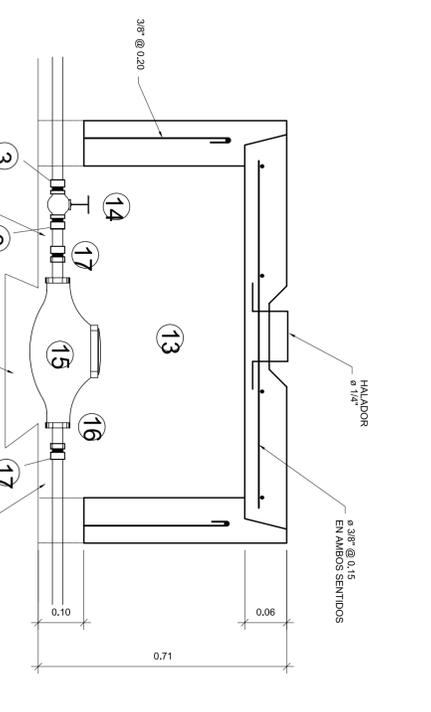
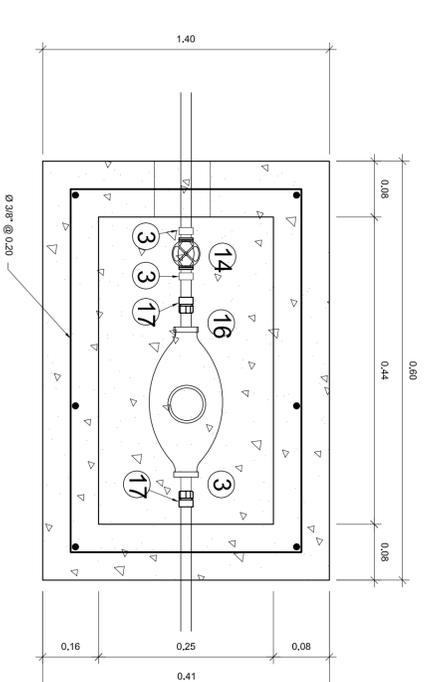
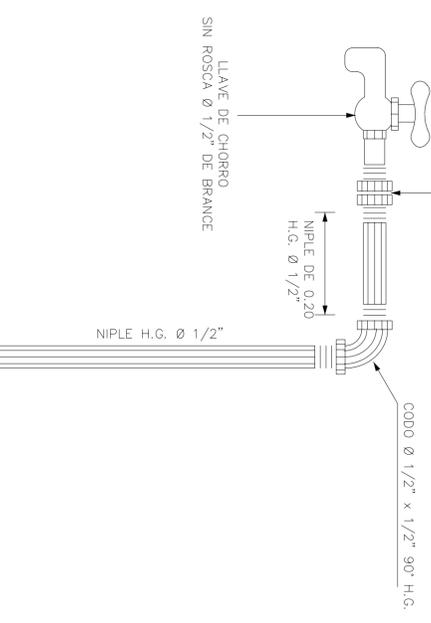
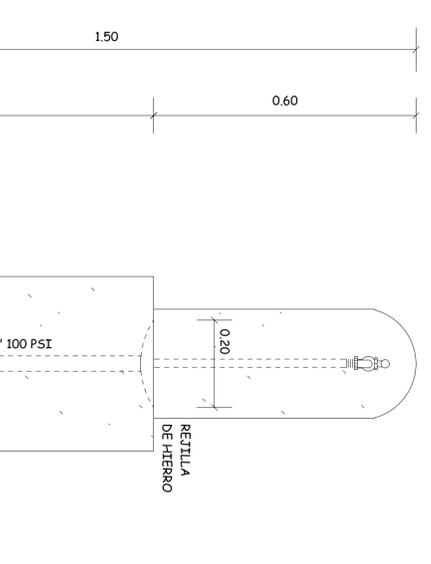
HOLA No.:

21

22



- REFERENCIA DE MATERIALES
1. TEE REDUCTORA PVC Ø TUBERIA PRINCIPAL X 3/4"
 2. NIPLÉ (TUBO) PVC LONGITUD VARIABLE Ø 3/4"
 3. ADAPTADOR MACHO PVC Ø 3/4"
 4. LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 3/4"
 5. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 3/4"
 6. CODO PVC 90° Ø 3/4" CON ROSCA
 7. NIPLÉ HG 1.50 Ø 3/4"
 8. CODO HG 90° Ø 3/4"
 9. NIPLÉ HG 0.15 Ø 3/4"
 10. REDUCIDOR CAMPANA HG 3/4" X 1/2"
 11. CHORRO DE BRONCE
 12. TUBERIA PVC Ø 2" O 3"
 13. CAJA DE CONCRETO PARA CONTADOR
 14. LLAVE DE COMPUERTA DE Ø 3/4" BRONCE
 15. CONTADOR Ø 3/4" BRONCE
 16. NIPLÉ CONECTOR DE CONTADOR Ø 3/4"
 17. ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 3/4"



SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLA

CONTENIDO: CONEXIONES DOMICILIARES Y LLENACANTAROS

CALCULO Y DISEÑO: BYRON GIOVANNI MORALES JERONIMO

DISEÑO: BYRON GIOVANNI MORALES JERONIMO

REVISIONES:

FECHA: OCTUBRE 2008

HOLA No.: 22

ING. CRISTINA CLASION DE PINTO