

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**

**FACULTAD DE TECNOLOGIA**

**CARRERA DE CONSTRUCCIONES CIVILES**



PROYECTO DE GRADO

**OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO  
TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)**

POR: RONALD AMERICO GUARACHI LOZA

TUTOR: LIC. WILFREDO ARRATIA GUACHALLA

LA PAZ - BOLIVIA

2018

## **DEDICATORIA**

A mis padres Alberto y Cristina porque gracias a su amor y paciencia, apoyo y dedicación logré alcanzar uno de mis objetivos, sencillamente sin ello no hubiera sido posible alcanzar este objetivo. A mis hermanitos Alberto, Carlos y su esposa Liliana, Jhon, Edain Leydi y Deyvid por sus consejos para seguir adelante en esta carrera. A mi sobrinita Susan con su alegría y dulzura, permitieron que luche por alcanzar este objetivo tan anhelado. A toda mi familia y amigos porque con su cercanía fueron los que me impulsaron a seguir en este camino. Más allá de encontrarnos en la distancia, decirles que llevo presente en mi corazón.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por el amor, la sabiduría, la inteligencia y la ciencia, que nos da a cada uno:

Expresar mis más sinceros agradecimientos a las siguientes personas:

A mi Tutor Académico: Lic. Wilfredo Arratia Guachalla, por haberme transmitido sus experiencias, sugerencias, y el tiempo dedicado para mejorar el presente proyecto.

Al tribunal revisor: Ing. Nadezda Otero Valle, Ing. Francisco Ergueta Acebey, e Lic. José Javier Chuquimia Moruchi por sus valiosos aportes y sugerencias para el enriquecimiento del trabajo propuesto.

A los habitantes de la Comunidad de Jilatiti Seko del Municipio Jesús de Machaca, donde se realizó el presente proyecto, por su hospitalidad y por brindarme su apoyo incondicional.

Un profundo agradecimiento al personal docente, administrativo y compañeros de la Facultad de Tecnología de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), a quienes debo mi formación profesional.

## INDICE

### PARTE I INTRODUCCIÓN

1.	Planteamiento del problema .....	1
1.2.	Identificación del problema .....	1
1.2.1	Formulación del problema.....	2
1.3.	Objetivos.....	2
1.3.1.	Objetivo general .....	2
1.3.2.	Objetivos específicos.....	3
1.4.	Justificación .....	3
1.5.	Metas .....	4

### PARTE II SECCION DIAGNOSTICA

2.	Localización. ....	5
2.1.	Límites territoriales .....	6
2.2.	Transporte y vías de comunicación.....	6
2.2.1	Red vial.....	6
2.2.2	Frecuencia y períodos de uso.....	7
2.3.	Comunicación.....	8
2.3.1	Servicio Telefónico.....	8
2.4.	Medios de comunicación radial y Televisión .....	9
2.5	Actividades Agrícolas.....	10
2.5.1.	Áreas y Actores Vinculados a la Actividad.....	10
2.5.2.	Tipos de Producción.....	11
2.5.3.	Ciclos Productivos.....	13
2.5.4.	Dinámica de Comercialización.....	13
2.5.1	Temperaturas y precipitaciones del Municipio.....	14

2.5.2.	Factores climáticos.....	14
2.5.3.	Precipitación pluvial.....	15
2.6.	Temperatura.....	17
2.6.1.	Humedad relativa .....	23
2.6.2.	Vientos .....	25
2.6.3.	Vulnerabilidad.....	27
2.6.7.	Factores Ambientales.....	27
2.7.	Hidrografía .....	28
2.7.1.	Recursos hídricos Subterráneos.....	28
2.7.2.	Cuenca del Altiplano.....	28
2.7.3	Subcuenca del Rio Desaguadero.....	29
2.7.4.	Otros recursos hídricos.....	29
2.8.	Sección Propositiva.....	30
2.8.3.	Población.....	30
2.8.4	Población por Sexo.....	30
2.8.5.	Número y Tamaño Promedio de Familias.....	31
2.8.6.	Inmigración.....	31
2.8.7.	Inmigración Temporal.....	31
2.9.	Educación.....	32
2.10.	Salud nutrición.....	32
2.11	Causas principales para la Mortalidad .....	33
2.11.1.	Epidemiología.....	34
2.12.	Infraestructura en salud .....	35
2.13.	Base cultural.....	35

### PARTE III SECCION REVISION BIBLIOGRAFICA

3.	Criterios Generales de Diseño y Construcción.....	36
3.2.	Componentes de un Sistema de Riego por Aspersión a Base de Tuberías.....	36

3.2.1	Infraestructura del sistema de riego.....	37
3.3.	Conducción de Agua a Base de Tuberías.....	40
3.4	Derechos de agua.....	40
3.5.	Distribución de agua.....	40
3.6.	Riego .....	41
3.6.1.	Riego en la región del Altiplano.....	41
3.6.2	Sistemas de Riegos.....	42
3.7.	Implementación del Sistema de Riego (aspersión automatizado) .....	42

#### PARTE IV METODOLOGIA

4.	Metodología.....	44
4.1.1	Socialización y Planificación de Actividades.....	44
4.1.2.	Mobilización y coordinación general .....	45
4.2.	Medición del Caudal y Obtención de Datos Climáticos.....	45
4.2.1.	Replanteo del Sistema de Riego.....	46
4.2.2.	Replanteo de Obra de Toma.....	46
4.2.3.	Replanteo de la Línea de Aducción.....	46
4.3.	Tanque de Almacenamiento.....	47
4.3.1	Replanteo de la Línea de Distribución.....	47
4.3.2.	Ubicación de Hidrantes y Tuberías Laterales.....	47
4.3.3.	Estudio de Levantamiento Topográfico.....	47
4.5.	Etapa aspectos generales .....	50
4.5.1.	Organización y sistematización de la información existente .....	50
4.5.2.	Descripción y diagnóstico de la situación del área del proyecto.....	50
4.5.3.	Diseño conceptual del sistema de riego participativo.....	50
4.5.4.	Estrategia de ejecución del proyecto.....	51
4.5.5.	Estudio ambiental.....	51
4.5.6.	Evaluación financiera y socioeconómica.....	51

## PARTE V PROPUESTA TECNICA DEL PROYECTO

5.	Disponibilidad de Recursos Hídricos y uso Actual..	52
5.1.	Cultivos a Regar.....	52
5.1.1.	Determinación de la Oferta y Demanda .....	53
5.2.	Descripción Técnica del Proyecto - Componentes.....	54
5.2.1.	Obra de toma .....	54
5.3.	Diseño Hidráulico Desarenador.....	55
5.4.	Diseño Hidráulico de la Línea de Aducción.....	56
5.5.	Diseño Hidráulico de Cámara Rompe Presión.....	57
5.6.	Dimensionamiento Tanque de Almacenamiento .....	57
5.6.2.	Diseño Estructural de Tanque de Hormigón Armado.....	58
5.7.	Diseño Hidráulico Red de Distribución .....	60
5.8.	Paso de quebrada.....	61
5.9.	Evaluación de Calidad de Agua.....	62

## PARTE VI PROPUESTA DE LA AUTOMATIZACIÓN DE RIEGO

6.	Riego Automático.....	63
6.1.	Objetivo .....	63
6.2.	Justificación .....	63
6.3.	Informe preliminar .....	65
6.4.	Aspersores .....	67
6.5.	Válvulas Solenoides o Electroválvulas.....	69
6.6.	Programador.....	70
6.7.	Esquema del riego automático.....	72
6.8.	Costos.....	72
6.8.1.	Costo de materiales.....	72

## PARTE VII PROPUESTA ECONÓMICA

7.	Fuentes de Financiamiento.....	73
7.1.	Elaboración de planos.....	73
7.2.	Cómputos Métricos.....	73
7.3.	Análisis de Precios Unitarios, Presupuesto por Mydulos y Presupuesto Total....	73
7.4.	Presupuesto General del Sistema de Riego.....	74
7.6.	Presupuesto por Componentes de Ejecución del Estudio.....	75
7.6.	Costo de la automatización.....	76
7.7.	Cronograma de Ejecución.....	77

## PARTE VIII EVALUACIÓN DEL PROYECTO

8.	Evaluación Social.....	78
8.1.	Evaluación Ambiental.....	79
8.2.	Supuestos y Riesgos Implicados.....	79
8.3.	Propuesta de Gestión del Sistema de Riego .....	79
8.3.1	Administración.....	79
8.4.	Organización del Comité de Riego.....	81
8.5.	Operación y Distribución del Sistema de Riego.....	83
8.6.	Factores que Influyen en la Operación y Distribución del Agua.....	83
8.6.1.	Mantenimiento del Sistema.....	84
8.6.5.	Mantenimiento de Prevención .....	84
8.6.3.	Mantenimiento Correctivo.....	84
8.6.4.	Mantenimiento de Emergencia.....	84
8.7.	Plan de Capacitación.....	85

## IMÁGENES

IMAGEN N° 1	Ubicación del Proyecto.....	5
IMAGEN N° 2	Mapa de acceso a la zona del proyecto.....	6
IMAGEN N° 3	Tipos de aspersores.....	67
IMAGEN N°4	Aspersor Emergente.....	68
IMAGEN N°5	Principio de funcionamiento .....	69
IMAGEN N°6	Válvulas solenoides.....	70
IMAGEN N°7	Programador de 4 estaciones.....	71
IMAGEN N°8	Esquema del riego automático (programador de 4 estaciones).....	72

## GRÁFICAS

GRAFICA N°1	Precipitación total media en el Municipio de Tiahuanacu.....	17
GRAFICA N°2	Temperatura media en °C en el Municipio de Tiahuanacu.....	19
GRAFICA N°3	Temperatura máxima media en °C en el Municipio de Tiahuanacu...21	
GRAFICA N°4	Temperatura mínima media en °C en el Municipio de Tiahuanacu...23	
GRAFICA N°5	Humedad relativa media en % en el Municipio de Tiahuanacu.....25	
GRAFICA N°6	Población por Sexo.....	30
GRAFICA N°7	Composición de la población Inmigrante temporal por sexo.....31	
GRAFICA N°8	Balance de oferta y demanda.....	54

## FIGURAS

FIGURA N° 1	Componentes del Esquema Hidráulico.....	49
FIGURA N° 2	Diagrama del sistema.....	66

## REPORTE FOTOGRÁFICO

FOTOGRAFÍA N° 1 Paisaje del Municipio de Jesús de Machaca.....	12
FOTOGRAFÍA N° 2 Agropecuaria del Municipio de Jesús de Machaca.....	12
FOTOGRAFÍA N° 3 Archivo fotográfico Reunión con Familias Beneficiarias .....	44
FOTOGRAFÍA N° 4 Archivo fotográfico medición del caudal.....	46
FOTOGRAFÍA N° 5 Archivo fotográfico Levantamiento Topográfico.....	48

## INDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1 Principales tramos, longitud, clases y condiciones.....	7
CUADRO N° 2 Servicio de Telecomunicación .....	8
CUADRO N° 3 Cultivos agrícolas.....	11
CUADRO N° 4 Destino de Producción.....	13
CUADRO N° 5 Precipitación total media en el Municipio de Tiahuanacu .....	16
CUADRO N° 6 Temperatura media en °C en el Municipio de Tiahuanacu .....	18
CUADRO N° 7 Temperatura máxima media en °C en el Municipio de Tiahuanacu ...	20
CUADRO N° 8 Temperatura mínima media en °C en el Municipio de Tiahuanacu....	22
CUADRO N° 9 Humedad relativa media en % en el Municipio de Tiahuanacu .....	24
CUADRO N° 10 Dirección y velocidad media de los vientos en Km/hora Tiahuanacu..	26
CUADRO N° 11 Causas de Mortalidad y Casos Atendido.....	33
CUADRO N° 12 Grado y cobertura de desnutrición infantil .....	34
CUADRO N° 13 Potencialidades y limitaciones PRONAR 2003.....	42
CUADRO N° 14 Balance de oferta y demanda de agua .....	53
CUADRO N° 15 Parámetros de diseño de obra de toma.....	55
CUADRO N° 16 Parámetros de diseño de cámara desarenadora .....	56
CUADRO N° 17 Parámetros de diseño de tubería de aducción de 3” .....	57
CUADRO N° 18 Dimensionamiento Tanque de Almacenamiento.....	58
CUADRO N° 19 Diseño Estructural de Tanque de Hormigón Armado.....	59

CUADRO N° 20 Diseño Hidráulico Red de Distribución.....	60
CUADRO N° 21 Paso de quebrada .....	61
CUADRO N° 22 Análisis Físico-Químico de aguas .....	62
CUADRO N° 23 Alcances de aspersores.....	68
CUADRO N° 24 Resumen de presupuesto general por estructura hidráulica.....	74
CUADRO N° 25 Costo consolidado del sistema de riego.....	75
CUADRO N° 26 Presupuesto para la automatización de riego.....	76
CUADRO N° 27 Cronograma de Ejecución “optimización del sistema de riego “.....	77

## CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFIA

### Ficha técnica

<b>Nombre de proyecto:</b>	OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)”
<b>Ubicación Política:</b>	Departamento de La Paz, Provincia Ingavi Jesús de Machaca es la Sexta Sección Municipal, Comunidad Jilatiti Seko
<b>Ubicación Geográfica:</b>	Altiplano Norte, entre las coordenadas 16°8’ 13 de latitud sur y 68°2’ 12 de longitud oeste con una altura de 3.800 a 4.741 m.s.n.m, ubicado al oeste de la ciudad de La Paz
<b>Grupo Meta;</b>	50 familias
<b>Área de Influencia Actual:</b>	25 hectáreas
<b>Área Bajo Riego Optimo Actual:</b>	0
<b>Área Bajo Riego Optimo Futuro:</b>	25 hectáreas
<b>Área de Riego Incremental:</b>	25 hectáreas
<b>Objetivo del Proyecto:</b>	Optimizar el sistema de riego usando tecnologías apropiadas (automatización), diseño, planificación e infraestructura para la Comunidad Jilatiti Seko del Municipio Jesús de Machaca.
<b>Objetivo Específico:</b>	<p>-Diseñar los elementos y parámetros hidráulicos, más adecuadas para el dimensionamiento de cada uno de los componentes.</p> <p>-Realizar cálculos para dimensionar cada componente de obra de captación, aducción, conducción, desarenador, rompe presión, tanque de almacenamiento y paso de quebrada.</p> <p>-Proponer una planificación de análisis y diseño de riego; así como establecer la condición óptima de funcionamiento con el propósito de administrar de manera más eficiente los recursos hídricos disponibles para la aplicación del riego en los cultivos.</p> <p>-Proponer la implementación de automatizar y controlar el sistema de riego para evitar el desperdicio del agua.</p> <p>-Realizar los costos de inversión del sistema de riego (presupuesto general)</p>
<b>Metas:</b>	<p>-Se logró estudiar todos los componentes y parámetros hidráulicos para el diseño e infraestructura del proyecto optimización del sistema de riego usando tecnologías apropiadas (automatización)</p> <p>-Se establecieron condiciones óptimas para el diseño hidráulico de riego, donde se proporcionará el costo de inversión de la infraestructura.</p>
<b>Tiempo de ejecución:</b>	7 meses calendario
<b>Marco Institucional:</b>	Municipio Jesús de Machaca comunidad Jilatiti Seko

<b>Costo de la Infraestructura:</b>	848,631.14 bs 121.754.83 \$us
<b>Costo del Acompañamiento:</b>	68.719,00
<b>Costo de la Supervisión:</b>	68.500,00
<b>Evaluación Económica:</b>	TIRP:18,56 %      VANP: 92.323,18 \$us.      B/CP: 1,13 TIRS:19,98 %      VANS: 142.862,36 \$us.      B/CS: 1,2

## RESUMEN

Las políticas gubernamentales de los últimos tiempos han sido claramente orientadas a resolver el problema de la pobreza del área rural a través de la implementación de infraestructura de riego y así fortalecer la agricultura para lograr un desarrollo mancomunado de las familias campesinas.

El presente trabajo se elaboró en la comunidad de Jilatiti Seko Municipio de Jesús de Machaca de la provincia Ingavi, que está compuesto por 50 familias, que pertenecerán al proyecto de optimización de sistema de riego usando tecnologías apropiadas (automatización), dada la necesidad en las poblaciones de la agricultura y sobretodo la constancia que esta con lleva a permanecer en los lugares donde se necesita un riego constante y controlado para que los productos del agro no se dañen o a lo que es peor se pierdan en su totalidad surge esta necesidad del presente proyecto .

Este proyecto esta proporcionado con una inversión de Bs 848,631.14 cuyos objetivos centrales se sintetiza en la reducción de los niveles de pobreza incorporando diseños tecnificados a través de acciones orientadas a ampliar oportunidades de empleo e ingresos, desarrollar las capacidades, protección de los pobres y promover la integración y participación social.

El sistema de riego óptimo se cubrirá con 25 ha incrementales bajo riego óptimo, los cultivos implantarse con riego son: papa, haba, cebolla y zanahoria

En líneas generales el proyecto está conformado por los siguientes componentes que se describen a continuación.

- 1.- Obra de toma: Se tiene el diseño de una obra de toma para la vertiente tipo tirolesa con rejillas, cámara colectora, barbacanas, una tapa, desagüe y de más elementos según plano.
- 2.- Aducción: es la tubería que conecta desde la obra de toma hasta el tanque de almacenamiento, con una tubería de PVC de 3 pulgadas de diámetro el cálculo se realizó mediante programa Excel.

3.- Cámara rompe presión: se tiene el diseño de una cámara rompe presión para evitar la rotura de las tuberías a causa de las presiones elevadas.

Las estructuras serán construidas con hormigón armado y la cámara de llave de hormigón ciclópeo a excepción de las tapas de inspección sanitaria estas últimas serán de hormigón armado.

La cámara rompe presión contará con un flotador el mismo que permite regular el caudal de entrada a objeto de mantener el equilibrio del mismo en toda la extensión de la red, la estructura tendrá tuberías de ventilación, de reboce y limpieza.

4.- Tanque de Almacenamiento: El proyecto comprende la construcción de un tanque de almacenamiento de hormigón armado de una capacidad de 120 m<sup>3</sup>.

5.- Red de Distribución: la distribución se realizará mediante un sistema de tuberías de PVC de 3 a 4 pulgadas en ambas redes con las presiones adecuadas de cada una de las cámaras hidrantes.

6.- Cámaras hidrantes: Las cámaras hidrantes se construirán de hormigón ciclópeo, y las tapas de hormigón armado, con las presiones adecuadas de cada una de las cámaras hidrantes para el uso de riego.

7.- Riego automático: Se desarrollará con un programador de 4 estaciones y con los diferentes elementos o dispositivos de campo, Automatizar y controlar el sistema de riego para evitar el desperdicio de agua mediante el uso de un controlador programable lógico

## **PARTE I**

### **INTRODUCCION**

#### **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

##### **1.2. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA**

La Comunidad Jilatiti Seko del Municipio de Jesús de Machaca perteneciente a la provincia Ingavi, se caracteriza por la tenencia de tierras a pequeña escala (parcelas) lo que provoca la migración de la gente joven en busca de mejores oportunidades. La producción agrícola es la principal fuente de ingresos económicos y de alimentos de las familias de la zona, con productos como: papa, haba, oca entre otros que abastecen el mercado alimenticio de la región.

La falta de una infraestructura de un sistema de riego optimo y una distribución eficaz con lo cual se pretende que no se desperdicie el recurso del agua y les permita una captación adecuada para contrarrestar el cambio climatológico que presenta población. Tomando en consideración las especificaciones técnicas y los códigos para implementar este sistema y a su vez mejorar el sistema de riego.

Las familias campesinas asentadas en la región han desarrollado estrategias para contrarrestar el efecto de las diferentes amenazas climáticas, sin embargo, en los últimos años la magnitud y la intensidad de los fenómenos climáticos, ha puesto de manifiesto que estas son insuficientes.

La situación se agrava por la falta de capacitación, ya que los comunarios no pueden fortalecer sus conocimientos y acceder a tecnologías alternativas para prevenir y/o mitigar los daños ocasionados por eventos naturales adversos.

La comunidad cuenta con fuentes de agua de flujo permanente que no se aprovechan adecuadamente para la irrigación de los cultivos por falta de orientación técnica.

### **1.2.1. FORMULACION DEL PROBLEMA**

La construcción de la obra e infraestructura proyectada, permitirá contar con mayor demanda de irrigación.

El optimizar el flujo del agua en un sistema de riego con tecnologías apropiadas es proporcionar un diseño de una infraestructura estratégica controlando óptimamente, suministrado a cada línea de riego mediante dispositivos técnicos.

La irrigación de un terreno se realizará a partir de un sistema de riego por aspersión automatizado para que exista mayor aprovechamiento de esta, será más utilizado en especial en verano donde no exista precipitaciones, recordando que en los meses de lluvia no existe mayor necesidad de riego.

Específicamente el problema que se pretende resolver en este trabajo es ayudar a orientar y concientizar el buen uso del recurso del agua para su irrigación de los comunarios de Jilatiti Seko del Municipio de Jesús de Machaca.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Optimizar el sistema de riego usando tecnologías apropiadas (automatización), diseño, planificación e infraestructura para la Comunidad Jilatiti Seko del Municipio Jesús de Machaca.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Diseñar los elementos y parámetros hidráulicos, más adecuadas para el dimensionamiento de cada uno de los componentes.
- Realizar cálculos para dimensionar cada componente de obra de captación, aducción, conducción, desarenador, rompe presión y tanque de almacenamiento
- Proponer una planificación de análisis y diseño de riego; así como establecer la condición óptima de funcionamiento con el propósito de administrar de manera más eficiente los recursos hídricos disponibles para la aplicación del riego en los cultivos.
- Proponer la implementación de automatizar y controlar el sistema de riego para evitar el desperdicio del agua.
- Realizar los costos de inversión del sistema de riego (presupuesto general)

### **1.4. JUSTIFICACIÓN**

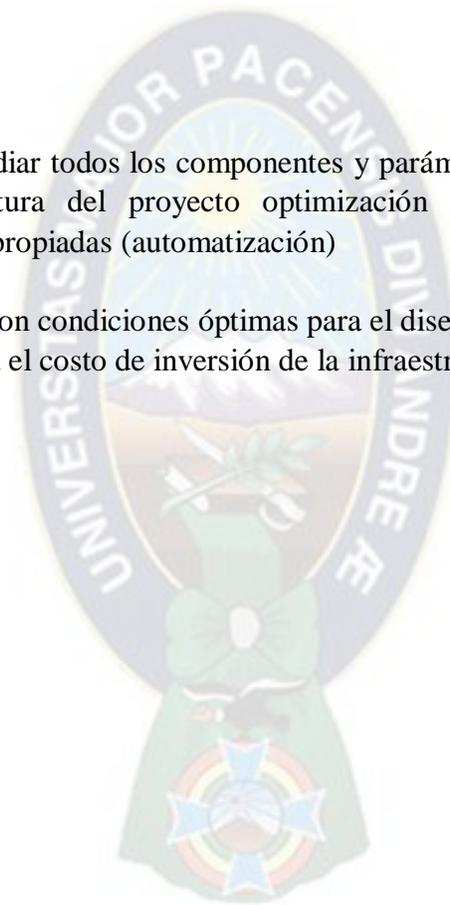
Con el objetivo de generar un desarrollo eficiente en lo que se refiere a la agricultura en nuestro medio se pretende generar los argumentos suficientes para demostrar la factibilidad técnica, económica y social de implementar el diseño e infraestructuras de un sistema de riego, propuesto en la Comunidad de Jilatiti Seko del Municipio Jesús de Machaca.

El Municipio JESÚS DE MACHACA cuenta con limitadas áreas de riego para ser aprovechadas en diferentes cultivos, por falta de una buena captación, conducción y un suministro de agua, el mal uso y desperdicio de ella, siendo el problema para la irrigación de los cultivos e influyendo negativamente en la población a elevar el nivel de vida e incrementar sus ingresos económicos, nace la idea del proyecto de OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION), por la necesidad urgente de los comunarios.

Es necesario planificar, diseñar nuevas infraestructuras de sistemas hidráulicos más seguros y eficientes orientados al ahorro de agua, actuando con responsabilidad social; cuidando el medio ambiente, el agua, la energía y principalmente liberando tiempo al trabajador.

### **1.5. METAS.**

- Se logró estudiar todos los componentes y parámetros hidráulicos para el diseño e infraestructura del proyecto optimización del sistema de riego usando tecnologías apropiadas (automatización)
- Se establecieron condiciones óptimas para el diseño hidráulico de riego, donde se proporcionará el costo de inversión de la infraestructura.



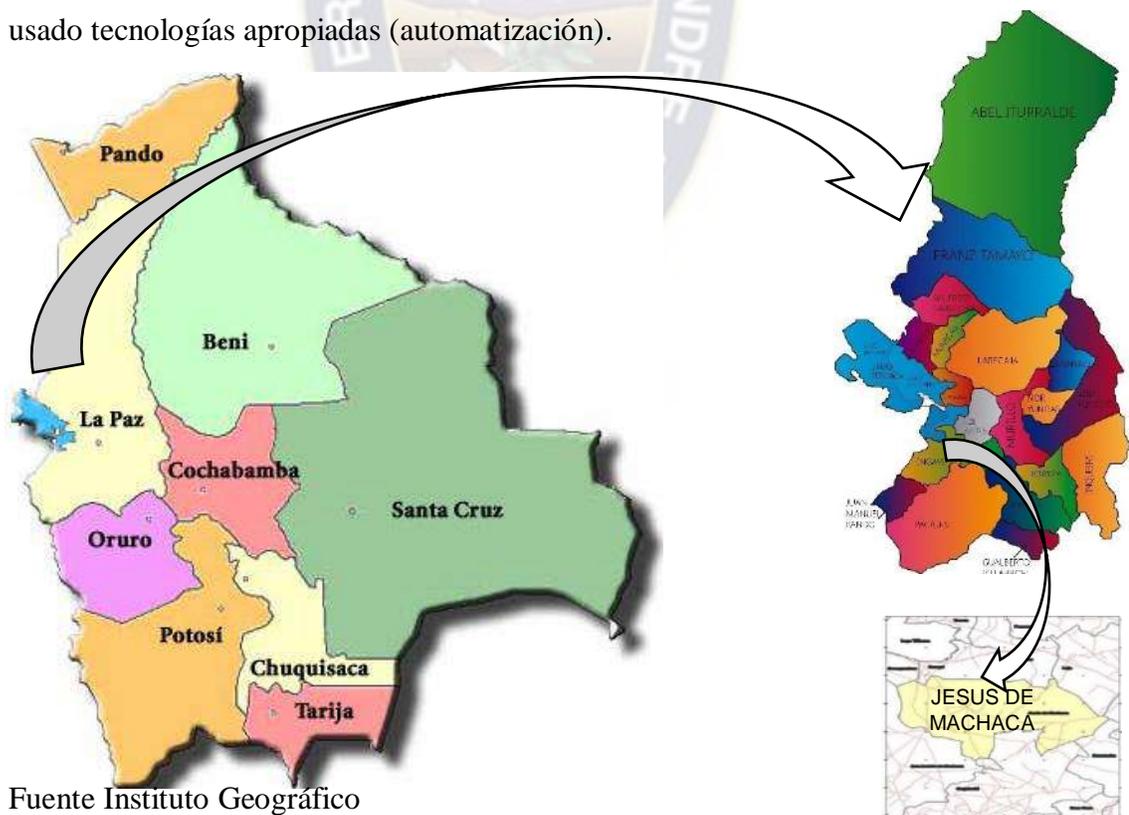
## PARTE II

### SECCION DIAGNOSTICA

#### 2. Localización

El proyecto de Optimización del Sistema de Riego Usando Tecnologías Apropriadas (Automatización), se encuentra en la Comunidad Jilatiti Seko del Municipio Jesús de Machaca, Provincia Ingavi del departamento de La Paz , situado en la región del Altiplano Norte, entre los paralelos 16°8' de latitud sur y 68°2' de longitud oeste con una altura de 3.800 a 4.741 m.s.n.m, ubicado al oeste de la ciudad de La Paz comunicada por dos carreteras; la primera por Viacha con un camino de tierra y ripio y la segunda por la carretera asfaltada Río Seco – Desaguadero, hasta la localidad de Guaqui; y de Guaqui a Jesús de Machaca por un camino de tierra y ripio con una distancia aproximada de 16 Kms.

**Imagen: 1.** Ubicación geográfica del proyecto de optimización del sistema de riego usado tecnologías apropiadas (automatización).



## 2.1. Límites territoriales

La provincia Ingavi está limitada al norte con la provincia Los Andes, al sur con las provincias Pacajes y Aroma, al este con la provincia Murillo y al oeste con el Río Desaguadero que corresponde al lado boliviano y la República del Perú. A su vez el Municipio Jesús de Machaca limita al norte con los municipios de Guaqui y Tiawanaku, al sur con el Municipio de San Andrés de Machaca y con la provincia Pacajes, al este con el Municipio de Viacha y al oeste con los municipios de Guaqui y San Andrés de Machaca.

## 2.2. Transporte y vías de comunicación

### 2.2.1 Red vial

El camino troncal que atraviesa la Sexta Sección municipal de Jesús de Machaca es un camino de ripio, el que atraviesa transversalmente todo el Municipio, comenzando este tramo desde el Ayllu de Corpa hasta el Ayllu de Chama. Los caminos vecinales en el Municipio de Jesús de Machaca son de tierra y se encuentran en regular estado.

**Imagen: 2.** Mapa de acceso a la zona del proyecto



Fuente mapa de Bolivia red vial fundamental ABC

### Principales tramos, longitudes y estado de caminos

El municipio cuenta con tramos camineros de importancia.

**Cuadro N° 1**

#### **PRINCIPALES TRAMOS, LONGITUD, CLASE Y CONDICIÓN**

<b>TRAMO</b>	<b>LONGITUD (Km.)</b>	<b>CLASE</b>	<b>ESTADO</b>
Río Seco – Guaqui	43	Asfalto	Bueno
Kassa – Jesús de Machaca	15	Ripio	Regular
Jesús de Machaca – Chama	28	Tierra	Regular a bueno
Chama – Viacha	26	Tierra	Regular
Viacha – El Alto	14	Asfalto	Regular
Kassa – Aguallamaya	58	Ripio	Regular
Chama – Sullkatiti Arriba	15	Tierra	Regular

Fuente, ITDI -FMA - IBIS, Diagnóstico Económico-productivo 2016

#### **2.2.2 Frecuencia y períodos de uso**

El transporte de minibuses a la población de Jesús de Machaca es permanente.

La parada está ubicada en la zona del cementerio general (La Paz), la salida se realiza cada 1 hora por la ruta asfaltada El Alto – Río Seco – Desaguadero, pasando por los municipios de: Laja, Tiawanaku y Guaqui, además muchos de los minibuses que llegan a Jesús de Machaca pasan hasta la localidad de Calla Baja.

Los Ayllus pertenecientes a la parcialidad de Arax Suxta, poseen el servicio de transporte de colectivos que prestan el servicio 3 veces al día, partiendo del cruce de Villa Adela (El Alto) hasta Chama y Sullkatiti Arriba.

## 2.3 Comunicación

### 2.3.1 Servicio Telefónico

En el Municipio solo el 29% de las comunidades tiene el servicio de la línea telefónica, a través de los operadores de ENTEL, TIGO y VIVA.

Los distritos 5 y 4 son donde en su mayoría, las comunidades captan la señal telefónica, contrariamente los distritos 2 y 3 son donde menos cobertura existe. En mayor detalle se refleja en el cuadro siguiente:

**Cuadro N° 2**  
**SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES**

Distr	Ayllu	Comunidad/Zona	Telefonia		
			Existe	Empresa	Obs
1	Jesús de Machaca	Jesús de Machaca		TIGO ENTEL	
		Achirjiri			
		Hucuri Milluni Ancoaque Arriba			
		Hucuri Milluni Ancoaque			
	Calla Baja	Kalla Tupak Katari		ENTEL	
2	Santo Domingo	Jilatiti Canaza			
	Sullcatiti Arriba	San Juan Ururuta			
		Umarucha			
	Cuipa Cahuayo	Cuipa Cahuayo			
	Jilatiti Seko	Jilatiti Seko.			
3	Sullcatiti Tititri	Sullcatiti Titiri		ENTEL	
	Qhunqhu Milluni	Qhunqhu Milluni			
		Qhunqhu Likiliki			
	Qhunqhu Likiliki	Villa San Salvador			
		Alto Khonko			
		Cuipa España		VIVA	

	Cuipa España	Liviri			
		Jancoaque Tana		ENTEL	
	Jancoaque Abajo	Jancoaque Abajo			
<b>4</b>		Jancoaque Aguallamaya		ENTEL	
	Aguallamaya	Parina Aguallamaya		ENTEL	
		Parina Bella Ajavi			
	Parina Arriba	Cuarta Norte		ENTEL	
		Parina Arriba			
<b>5</b>		Corpa		TIGO ENTEL	
		Zona Corpuma		TIGO ENTEL	
	Corpa	Llallagua		TIGO ENTEL	
		Pampa		TIGO ENTEL	
		Taypi		TIGO ENTEL	
	Titicani Tucari	Tucari			
		Atawallpani		TIGO ENTEL	
		Taycuyo Challapata			
	Titicani Tacaca	Taypi Centro		TIGO ENTEL	
		Koani.		VIVA	
	Titicani Tacaca		TIGO ENTEL		

Fuente, ITDI -FMA - IBIS, Diagnóstico Económico-productivo 2016

## 2.4 Medios de comunicación radial y Televisión

La sección municipal cuenta con cinco radios emisoras locales de corto alcance: las que emiten su programación desde las localidades de Corpa, Jesús de Machaca, Santo Domingo, Cuipa España y Sullkatiti Arriba; que funcionan en forma cotidiana pero solamente por las noches, estas radios tienen importancia pues sirven para realizar citaciones, además de brindar noticias locales de las comunidades.

Por otra parte, también se reciben emisiones de las radios San Gabriel, Fides, Metropolitana y Panamericana de la ciudad de La Paz, que son las emisoras con mayor audiencia en la población. Las señales de televisión que son recepcionadas en la capital Jesús de Machaca son de los canales UNTEL (2), TVB (7) y RED UNO (11).

## **2.5 Actividades Agrícolas**

La producción agrícola esta explicada principalmente por productos como: papa, oca, papa liza, haba, zanahoria, cebolla, cebada, quinua, avena, cañahua y alfalfa, se destinan a la venta en mercados y ferias locales (del mismo Municipio) con en otros próximos como El Alto y la ciudad de La Paz.

El Municipio posee una vocación productiva agrícola-ganadera, incursionando en la elaboración de productos lácteos. Así también, Jesús de Machaca, por su proximidad a las ciudades de El Alto y La Paz y la frontera comercial con Perú -Desaguadero, tiene mayor acceso a productos provenientes de estas urbes.

### **2.5.1. Áreas y Actores Vinculados a la Actividad**

El tipo de suelo y productividad agrícola en Jesús de Machaca se da en los siguientes sub-ecosistemas:

- a)** Cordillera, donde se da el más bajo rendimiento debido a que los suelos son menos fértiles, con una reducida capa arable (15 cm), ambiente con menor humedad, precipitaciones concentradas en determinados meses y presencia de heladas.
- b)** Pie de cordillera, zona que tiene un mediano rendimiento agrícola, los suelos tienen poca capa arable (15 a 25 cm), a comparación de la planicie, además los terrenos son pedregosos y la humedad ambiental es menor.
- c)** Planicie, se diferencia ampliamente de las anteriores porque tiene mayor rendimiento y mejores condiciones para la producción, mayor fertilidad de los suelos, menor cantidad de piedras en los terrenos, mayor profundidad de la capa arable (20 a 30 cm), mayor contenido de materia orgánica y humedad.

En el municipio de Jesús de Machaca los principales cultivos que se desarrollan son los tubérculos como la papa amarga y dulce, en sus diferentes variedades, y la oca; los cereales como la cebada, quinua y cañawa; y, en ciertas zonas, las hortalizas como la cebolla, zanahoria, lechuga y haba. (Diagnóstico Económico-productivo Municipio de Jesús de Machaca, 2016).

En forma general, la producción tiene los siguientes destinos: Autoconsumo, semilla, transformación, trueque y, en poca cantidad, para la venta en las ferias, tal como muestra el siguiente cuadro:

### 2.5.2. Tipos de Producción.

#### CUADRO N° 3 Cultivos agrícolas

Los principales subproductos que se obtienen de los cultivos agrícolas son:

PRODUCTO	SUB PRODUCTO	ÉPOCAS
Papa	Chuño	Junio a Julio
	Tunta	Junio a Julio
	Papa Congelada	Junio a Julio
Quinua	Pito de Quinua (molido)	Todo el Año
Cebada	Cebada de Grano	Todo el Año
	Pito de cebada	Todo el Año
Haba	Haba Seca (Grano)	Abril a Mayo
	Tostado de Haba	Todo el Año
	Pito de Haba	Todo el Año
Cebolla	Cebolla	Abril a Mayo
Oca	Kaya (oca deshidratado)	Junio a Julio

**FOTOGRAFÍA N° 1 Paisaje del Municipio de Jesús de Machaca**



Foto: Comunidad Jilatiti Seko del Municipio Indígena

**FOTOGRAFÍA N°2 Agropecuaria del Municipio de Jesús de Machaca**



Foto: Comunidad Jilatiti Seko del Municipio Indígena

### 2.5.3. Ciclos Productivos

En cuanto a la rotación de cultivos y manejo de suelos, de acuerdo a la información recopilada mediante los talleres comunales, el uso de los suelos es constante mediante la rotación de cultivos. Hasta hace 20 a 25 años, el período de descanso estaba en el rango de 10 a 12 años, situación que permitía recuperar la fertilidad del suelo; sin embargo, actualmente este período se ha reducido de 2 a 4 años como máximo, teniendo como consecuencia la disminución de la fertilidad y aumento de un proceso de erosión del suelo que ocasiona bajos rendimientos en los cultivos.

### 2.5.4. Dinámica de Comercialización

En general, la producción agrícola no es a gran escala y está orientada al consumo familiar y poco al mercado. Sin embargo, la mecanización para la preparación del terreno y la siembra es latente; las herramientas rutinarias (picota, pala, rastrillo, chuntilla y otros) son usadas solo para la cosecha. (Diagnóstico Económico-productivo de Jesús de Machaca 2016)

#### CUADRO N° 4 Destino de Producción

PRODUCTO	DESTINO DE LA PRODUCCIÓN EN PORCENTAJE (%)					
	Auto Consumo	Venta	Trueque	Semilla	Transformación	Merma
Papa	21.5	17.8	3.5	21.5	27.1	6
Quinoa	33.6	23.6	3.6	12.2	17.8	9.2
Oca	18.2	11.2	5.0	28.7	28.1	8.8
Cañahua	75.3	10	0	6.8	1.4	6.5
Papa Lisa	69.5	10	0	12.9	0	7.6
Haba	42.6	21.3	2.3	12.6	153	5.9
Cebada	64.8	9.4	3.9	10.8	4.4	6.7
Zanahoria	73.3	9.1	0.8	73	33	6.2
Cebolla	92.8	2	0	0	0	7.2

Fuente: ITDI -FMA - IBIS, Diagnóstico Económico-productivo 2016

## **2.6. Temperaturas y precipitaciones del Municipio**

Como la mayor parte de las regiones del altiplano, el Municipio de Jesús de Machaca generalmente presenta un clima frío, sin embargo, existe variación según las diferentes estaciones del año, topografía y altitud.

A medida que se va incrementando la altitud, el clima se hace más frío y es muy desfavorable para las prácticas agrícolas, por otro lado, en zonas circundantes al río desaguadero existe la formación de microclimas que hacen que el clima se presente más propicio para los cultivos. Se debe tomar en cuenta también el cambio brusco en el clima entre la noche y el día.

Finalmente es importante mencionar que, según las costumbres y conocimientos ancestrales de los originarios, el clima está determinado por las lluvias, en donde en época seca el clima se hace más frío y generalmente no se desarrolla las actividades agrícolas, por el contrario, la época húmeda permite la producción de los cultivos de la región.

### **2.6.1. Factores climáticos**

De acuerdo al Mapa de Regiones Latitudinales, la Provincia Ingavi se ubica en la región Subtropical, lo que significaría temperatura sobre los 20 °C de 4 a 11 meses o de 10 a 20 °C de 1 a 8 meses al año. Parámetros que no corresponden a la realidad; esto a causa de la determinante influencia que ejerce la altitud sobre el nivel del mar en la que se encuentra, alcanzando el promedio a los 3800 m.s.n.m.

Por este motivo las condiciones climatológicas del altiplano boliviano son particulares, registrándose variaciones anuales de temperatura media anual y se calcula en 8.03 °C. La precipitación promedio anual oscila alrededor de los 500 mm.

La humedad relativa mantiene un rango entre 50 y 80% en la zona de los salares, advirtiéndose por tanto variaciones entre el altiplano Norte (más húmedo) y el altiplano Sur (más seco). En ese sentido el clima es frío y no ofrece las mejores condiciones para las actividades de producción.

Los reportes de la estación meteorológica de Tiahuanaku, más cercana al Municipio Jesús de Machaca, indican que la temperatura promedio anual es de 8.03°C.

### **2.6.2 Precipitación pluvial**

La distribución temporal de las precipitaciones pluviales es muy similar en todo el territorio, con un patrón decreciente de Norte a Sur, caracterizándose como un régimen típicamente mono modal con veranos húmedos e inviernos secos.

La precipitación promedio anual del SENAMHI, entre los años hidrológicos 1996 a 2016, es de 434,89 mm/año), con un mínimo de 307,2 y una máxima de 560,8 mm/año, registrándose las mayores precipitaciones en el mes de enero.

En términos estacionales se puede establecer el periodo lluvioso entre los meses de octubre a marzo que concentra más del 80% de las precipitaciones, y el periodo de estiaje entre los meses de abril a septiembre, siendo los meses de junio y julio los de menor precipitación anual.

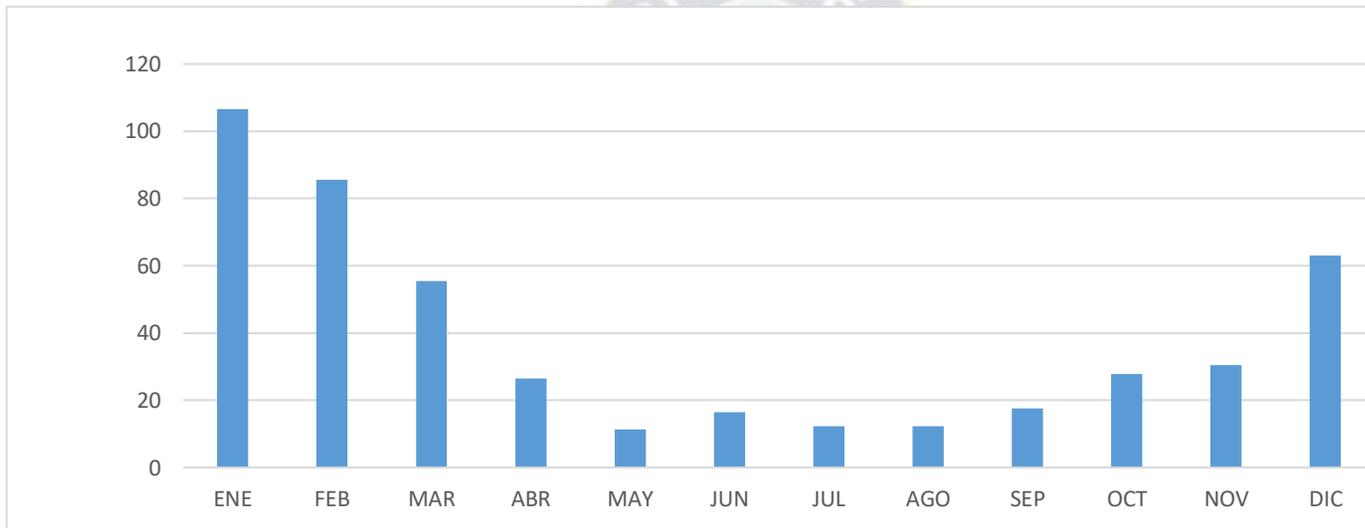
Estos reportes se realizaron en la estación meteorológica de Tiahuanaku, más cercana al Municipio Jesús de Machaca.

**Cuadro N° 5**  
**Precipitación total media en el Municipio de Tiahuanacu**  
**(Periodo 1996 – 2016)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1996	129.4	44.7	52.1	40.3	6.4	0.4	6	12.4	3	20.1	46.3	116	477.1
1997	109.5	125.4	52.8	23.3	7.9	0	0	15	26.3	25.7	32.9	29.4	448.2
1998	74.4	122	79.8	37	0	16.7	0	1	0	45.2	62.5	19.5	458.1
1999	78.8	80.9	34.4	18.9	3	0	0.7	0	54.2	38.8	22.9	17.1	349.7
2000	100.2	78	49.9	0	0	30.9	0	5.3	0	55.8	5	57.4	382.5
2001	245.4	110.3	61.3	25.6	1.5	1.7	1.7	7.2	15.5	37.5	18.5	34.6	560.8
2002	91	99.7	84.4	63.7	7.6	7.6	41.2	4.2	1.5	44.2	19.8	43.9	508.8
2003	78.2	96.5	66.6	6.4	2.1	0	0	0	18	11.3	27.5	96.5	403.1
2004	142.8	86.5	44.4	16.2	0	0	22.8	23.9	15.4	15.5	28.8	48.1	444.4
2005	70.9	96.3	28.5	17.6	1.6	0	0	3.1	15.1	58.8	64.2	68.9	425
2006	169.2	75	59.3	19.2	0	0	0	10.5	5	31.9	56.9	50.3	477.3
2007	50.7	38.4	90.3	29.9	1.2	0	29.1	0	32.1	7.3	43.6	56.4	379
2008	113.6	45.8	51.4	8.2	0	0	0	0	0	15.1	25.4	82.6	342.1
2009	63.5	49.5	38.4	14.9	0	0	9.9	0	1.4	13.8	42.8	73	307.2
2010	98.6	104.6	16.4	18.3	43.3	0	0	7.5	5.6	41.8	23.7	41.2	401
2011	36.9	113.5	63.3	6.5	6.6	0	12.3	0	16.1	12	39.1	131	437.3
2012	113.2	105	132.7	41.2	0	0	3.7	0	12.6	8.9	28.8	101.2	547.3
2013	127.7	92.7	38.4	6.7	36.6	41.8	5.5	18.4	0.6	20.7	9.8	130.4	529.3
2014	122.9	59.3	63	28.9	28.3	0	0	25.6	46	26.6	18.7	35.8	455.1
2015	145.8	70.3	39.3	38.4	0.8	0	12.4	25.8	31.6	33.5	21.7	57	476.6
2016	75.1	103.1	19.1	69.2	0	0	0.9	0	0	18.2	2.4	34.8	322.8
SUMA	2237.8	1797.5	1165.8	530.4	146.9	99.1	146.2	159.9	300	582.7	641.3	1325.1	9132.7
MEDIA	106.561905	85.5952381	55.5142857	26.52	11.3	16.5166667	12.1833333	12.3	17.6470588	27.747619	30.5380952	63.1	434.890476

Fuente: SENAMHI

**Gráfico N° 1**  
**Precipitación total media en el Municipio de Tiahuanacu**  
**(Periodo 1996 – 2016)**



Fuente: SENAMHI

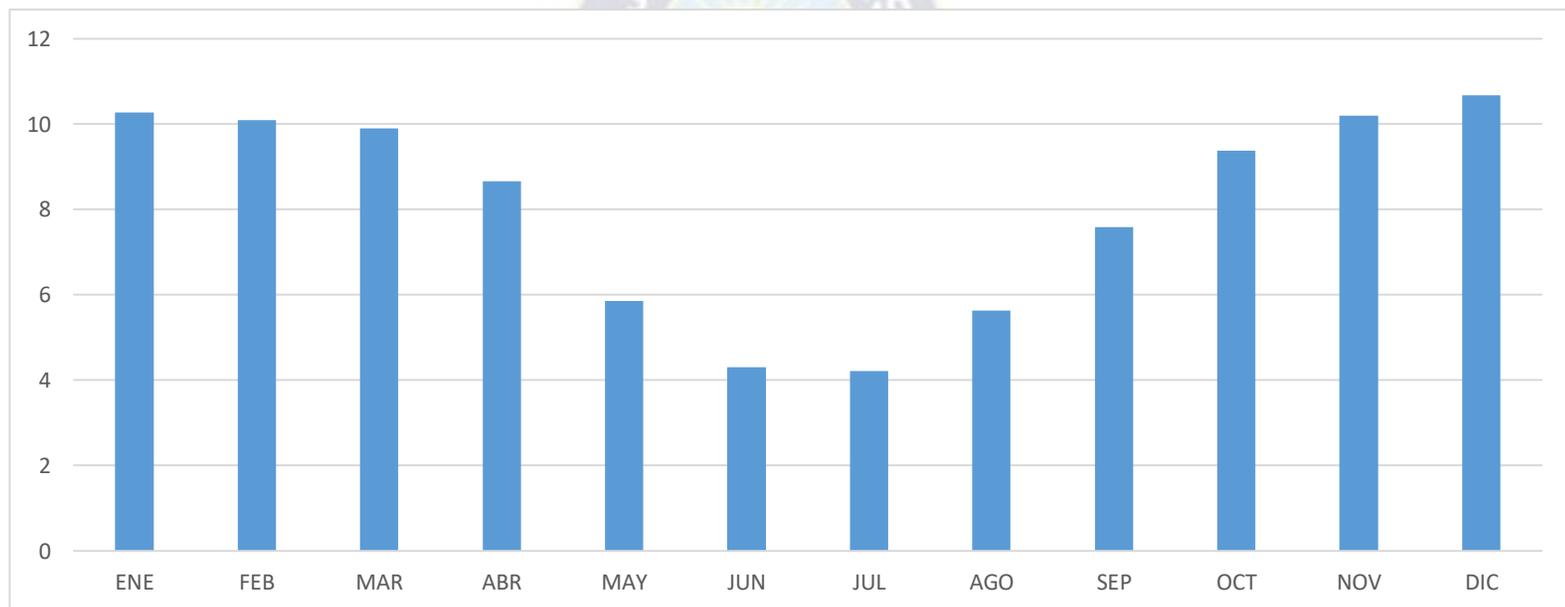
**2.6.3. Temperatura** La estacionalidad térmica es moderada. Durante el periodo 1996 a 2016 la temperatura media en el Municipio fue de 8,06°C; siendo la temperatura máxima media alcanzada de 18,63°C registrada durante el mes de noviembre; mientras que la temperatura mínima media para el mismo periodo llego a los -6.7°C registrada durante el mes de junio. Siendo estos reportes de la estación meteorológica de Tiahuanaku, más cercana al Municipio Jesús de Machaca.

**Cuadro N° 6**  
**Temperatura media en °C en el Municipio de Tiahuanacu**  
**(Periodo 1996 – 2016)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1996	10	9.9	9.5	9.1	6.5	3.5	3.4	5.9	6.6	9.2	9.7	10	7.8
1997	10.3	10	9.5	7.1	5.2	2.9	4.2	5.6	8.1	8.3	9.3	11.8	7.7
1998	11.6	11.5	11.1	9.4	5.2	5.4	4.6	5.9	7.4	9.7	10.1	10.8	8.6
1999	9.9	9.6	9.6	8.6	6	3.2	4	5.2	6.1	8.9	9.1	10.8	7.6
2000	10.3	9.5	9.4	8.2	6.6	3.6	2.6	5.9	6.6	8	9.7	10.2	7.6
2001	9.6	9.8	9.9	8.8	6.1	5.4	4	6.1	8.3	9.3	11.2	10.4	8.2
2002	10.1	10.2	10.1	8.9	7.2	5.7	4.6	6	8.5	9.9	10	10.8	8.5
2003	11	10.4	10	8.6	6.7	4	4.5	5.4	7.3	9.1	10	11.2	8.2
2004	10.1	10	10.5	9.3	3.7	3.8	4.4	6.2	8.1	9.2	10.7	10.8	8.1
2005	10.7	10	10.5	9.1	5.6	3.4	4.4	4.8	6.9	9.3	9.8	10.6	7.9
2006	9.9	10	10.2	8.8	4.8	4.2	3.3	5.8	7.2	9.8	10.5	10.8	7.9
2007	10.5	10.5	10.2	9.5	6.3	5.2	4.4	6.1	8.4	9.3	9.4	10.2	8.3
2008	9.9	9.9	9.3	7.8	4.2	4.1	3.6	4.8	7	9.2	11.3	10.5	7.6
2009	10.2	10.1	9.6	8.5	6	2.7	4.2	4.4	8.3	11.6	11.2	11.1	8.2
2010	11	11.1	10.3	9.3	6.6	5.8	4.6	5.7	7.7	9.4	10	10.9	8.5
2011	10.7	9.9	9.4	8.6	6.4	5.1	4.6	6.3	7.9	8.9	10.6	10.2	8.2
2012	9.8	9.3	9.1	8.5	5.6	3.9	4.1	5.2	8	9.6	10.7	10	7.8
2013	9.7	9.8	10	7.6	7	4.6	5.5	5.6	7	9	10.6	10.2	8
2014	9.9	9.9	9.6	8.7	6.2	4.9	4.2	6	8.7	9	10.1	10.9	8.2
2015	9.4	9.8	9.6	8.9	5.7	5.3	4.2	5.8	7.8	8.7	10.3	10.7	8
2016	11.2	10.9	10.5	8.7	5.5	3.8	5	5.7	7.4	11.5	9.8	11.4	8.4
SUMA	215.8	212.1	207.9	182	123.1	90.5	88.4	118.4	159.3	196.9	214.1	224.3	169.3
MEDIA	10.2761905	10.1	9.9	8.66666667	5.86190476	4.30952381	4.20952381	5.63809524	7.58571429	9.37619048	10.1952381	10.6809524	8.06190476

Fuente: SENAMHI

**Gráfico N°2**  
**Temperatura media en °C en el Municipio de Tiahuanacu**  
**(Periodo 1996 – 2016)**



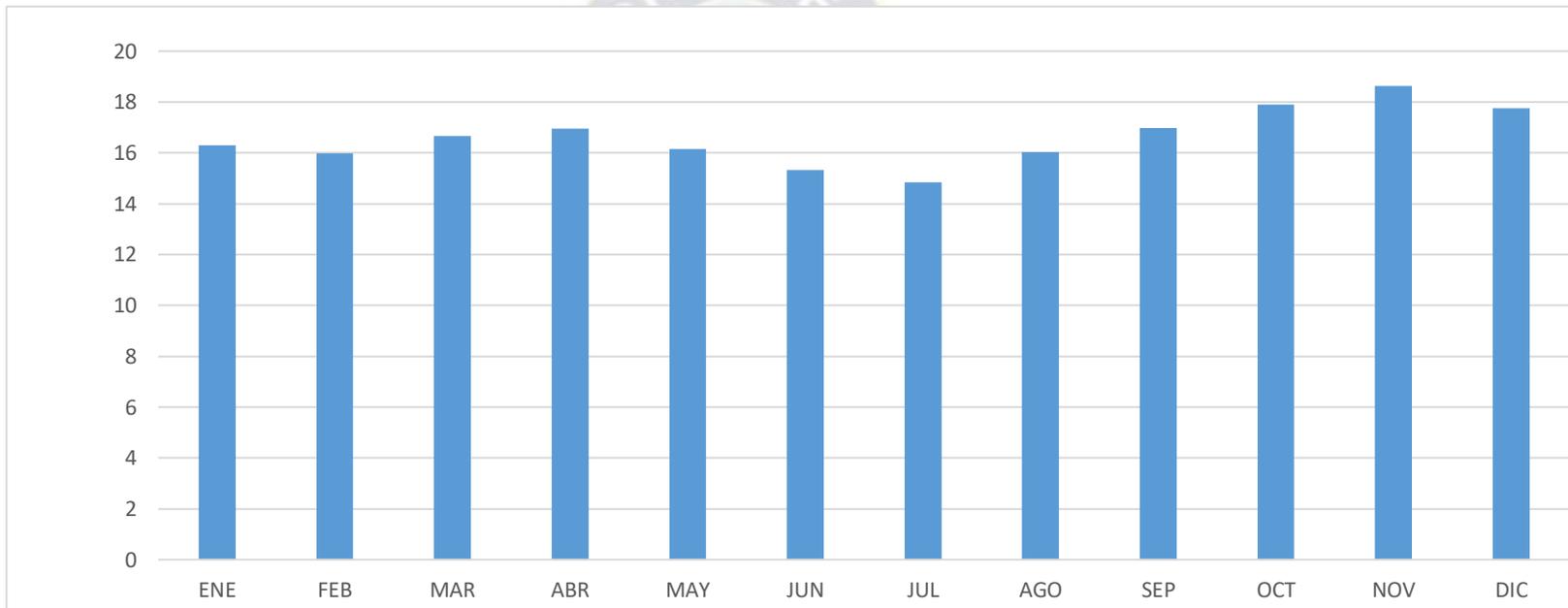
Fuente: SENAMHI

**Cuadro N° 7**  
**Temperatura máxima media en °C en el Municipio de Tiahuanacu**  
**(Periodo 1996 – 2016)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1996	15.9	15.6	16.9	16.4	15.8	14.5	14.2	15.8	16.4	18.3	16.7	16.1	16
1997	15.9	15.6	15.7	15.4	15.2	14.9	15.6	14	16.9	18.1	18.6	19.7	16.3
1998	18	17.8	18.1	17.6	16.8	16	15.6	16.9	17.4	18	17.8	18.6	17.4
1999	16.4	14.7	14.9	15.6	15.7	14.5	14.4	15.9	16	16.5	18	18.8	16
2000	16.6	15.5	15.8	17.4	16.8	14.2	13.7	15.4	17.8	16.6	19.8	17.7	16.4
2001	15	15.5	15.8	16.9	15.8	14.9	14.4	15.7	16.6	17.7	19.9	18.2	16.4
2002	18.1	16.3	16.4	16.4	16.3	15.6	12.7	15.6	17.4	17.5	18.4	18	16.6
2003	17.2	16.4	16.1	17.2	16.4	15.7	15.5	15.9	16.1	18.3	18.9	18.4	16.8
2004	15.1	15.3	17.8	17.4	15.5	14.5	13.4	15	16.6	18.4	19.2	18.4	16.4
2005	16.8	15.5	18	18.2	17	15.5	15.7	16.6	16.3	16.6	17.3	17.7	16.8
2006	15.8	16.5	16.8	16.6	15.7	14.9	15.2	15.9	16.8	18.2	17.4	17.5	16.4
2007	17.1	17	16.6	17.2	16.1	16.5	14.3	16.4	15.7	18.2	17.9	17.2	16.7
2008	14.8	16.1	16.4	17.3	15.8	15.5	15.4	16.4	17.6	17.9	19.8	16.9	16.7
2009	16.4	16.4	16.3	17.2	16.6	15.6	14.6	16.3	18.4	19.8	18.5	17.6	17
2010	16.8	17.1	18	18.9	16.9	16.4	15.9	17.6	18.1	17.9	19.3	17.9	17.6
2011	17.4	15.2	15.3	17.4	16.7	15.8	14.7	16.7	17	17.8	19	16.5	16.6
2012	15.3	14.8	15.4	15.6	15.8	14.8	14.9	16.5	17.8	18.6	18.6	15.6	16.1
2013	15.7	15.8	17.3	18	16.4	14.1	15.1	15.8	17.2	17.4	19.1	16.2	16.5
2014	15.2	16	17	17	15.9	16	14.7	15.7	15.8	17	18.8	18.1	16.4
2015	14.8	15.9	15.9	15.5	15.3	16.6	15.5	16.1	16.8	17.8	18.7	18.5	16.4
2016	17.9	16.6	19.5	16.9	16.7	15.4	16	16.7	18	19.4	19.6	19.2	17.7
SUMA	342.2	335.6	350	356.1	339.2	321.9	311.5	336.9	356.7	376	391.3	372.8	349.2
MEDIA	16.2952381	15.9809524	16.6666667	16.9571429	16.152381	15.3285714	14.8333333	16.0428571	16.9857143	17.9047619	18.6333333	17.752381	16.6285714

Fuente: SENAMHI

**Gráfico N° 3**  
**Temperatura máxima media en °C en el Municipio de Tiahuanacu**  
**(Periodo 1996 – 2016)**



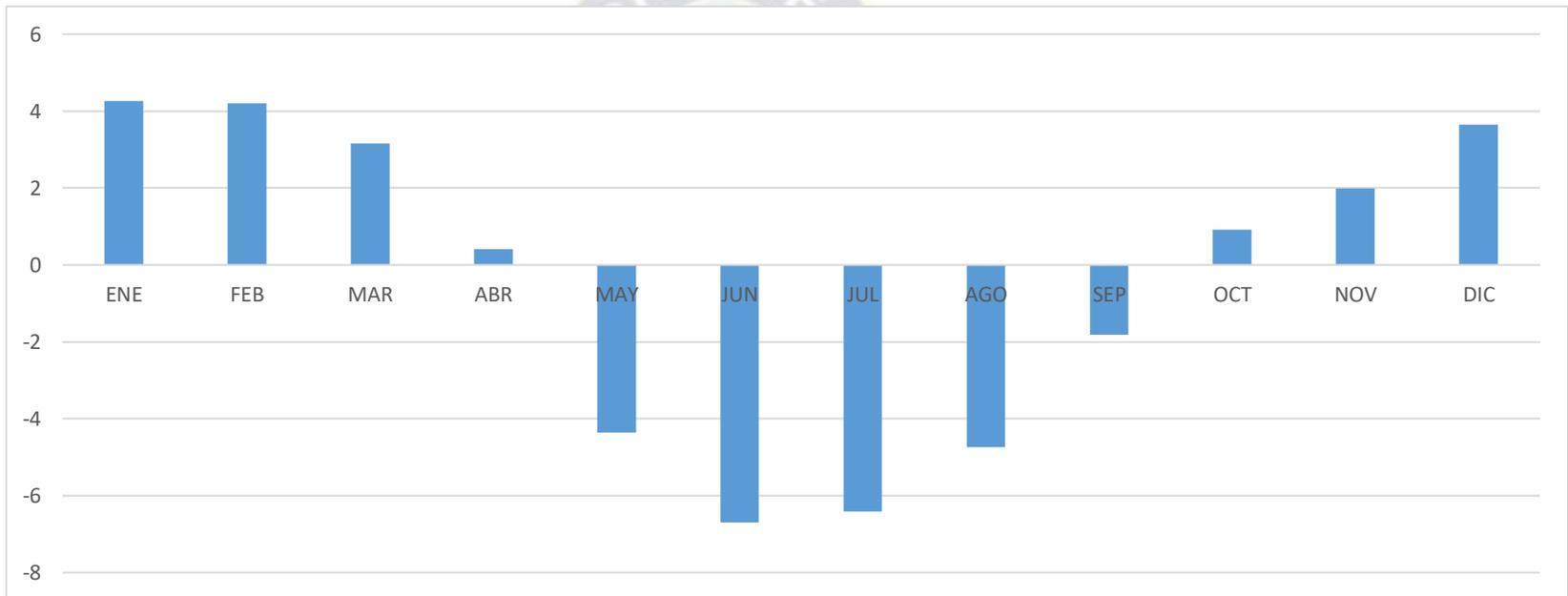
Fuente: SENAMHI

**Cuadro N° 8**  
**Temperatura mínima media en °C en el Municipio de Tiahuanacu**  
**(Periodo 1996 – 2016)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1996	4.1	4.2	2.2	1.7	-2.8	-7.4	-7.4	-4.1	-3.1	0.2	2.8	3.9	-0.5
1997	4.7	4.4	3.4	-1.3	-4.6	-9	-7.3	-2.6	-0.7	-1.4	0	3.9	-0.9
1998	5.2	5.2	4.1	1.3	-6.4	-5.2	-6.4	-5.1	-2.6	1.5	2.5	3	-0.2
1999	3.5	4.4	4.4	1.6	-3.5	-8.1	-6.4	-5.5	-3.9	1.4	0.2	2.8	-0.8
2000	4	3.5	3.1	-0.9	-3.5	-7	-8.5	-3.7	-4.5	-0.5	-0.6	2.6	-1.3
2001	4.3	4	4	0.8	-3.6	-4.2	-6.4	-3.5	0.1	0.9	2.6	2.6	0.1
2002	2.1	4.1	3.8	1.5	-1.7	-4.2	-3.5	-3.6	-0.3	2.3	1.6	3.6	0.5
2003	4.9	4.3	3.9	-0.1	-2.9	-7.8	-6.4	-5.2	-1.6	0	1.1	4	-0.5
2004	5.1	4.7	3.2	1.2	-8.2	-7	-4.7	-2.6	-0.5	0.1	2.2	3.3	-0.3
2005	4.6	4.5	3.1	0	-5.7	-8.8	-6.9	-7	-2.6	2.1	2.4	3.5	-0.9
2006	4	3.4	3.6	1.1	-6.1	-6.5	-8.6	-4.3	-2.5	1.4	3.6	4.2	-0.6
2007	3.9	3.9	3.8	1.8	-3.5	-6	-5.6	-4.2	1.1	0.4	1	3.1	0
2008	4.9	3.7	2.2	-1.6	-7.3	-7.3	-8.3	-6.7	-3.6	0.6	2.9	4.3	-1.4
2009	4	3.7	2.8	-0.1	-4.5	-10.2	-6.2	-7.5	-1.6	3.3	4	4.7	-0.6
2010	5.1	5.2	2.6	-0.2	-3.6	-4.8	-6.7	-6.1	-2.7	0.9	0.7	4	-0.5
2011	4	4.7	3.5	-0.1	-4	-5.6	-5.4	-4.1	-1.1	0.1	2.3	4	-0.1
2012	4.3	3.9	2.8	1.5	-4.4	-7	-6.7	-6	-1.9	0.8	2.9	4.4	-0.4
2013	3.8	3.8	2.8	-2.7	-2.4	-4.8	-4	-4.6	-3.3	0.6	2.2	4.3	-0.4
2014	4.5	3.8	2.2	0.4	-3.5	-6.1	-6.4	-3.6	1.6	1.1	1.4	3.7	-0.1
2015	4	3.6	3.3	2.3	-3.8	-5.9	-7	-4.3	-1.3	-0.2	2	2.9	-0.4
2016	4.5	5.3	1.6	0.5	-5.6	-7.8	-6	-5.3	-3.2	3.6	0	3.7	-0.7
SUMA	89.5	88.3	66.4	8.7	-91.6	-140.7	-134.8	-99.6	-38.2	19.2	37.8	76.5	-10
MEDIA	4.26190476	4.2047619	3.16190476	0.41428571	-4.3619048	-6.7	-6.4190476	-4.7428571	-1.8190476	0.91428571	1.98947368	3.64285714	-0.5

Fuente: SENAMHI

**Gráfico N° 4**  
**Temperatura mínima media en °C en el Municipio de Tiahuanacu**  
**(Periodo 1996 – 2016)**



Fuente: SENAMHI

#### **2.6.4. Humedad relativa**

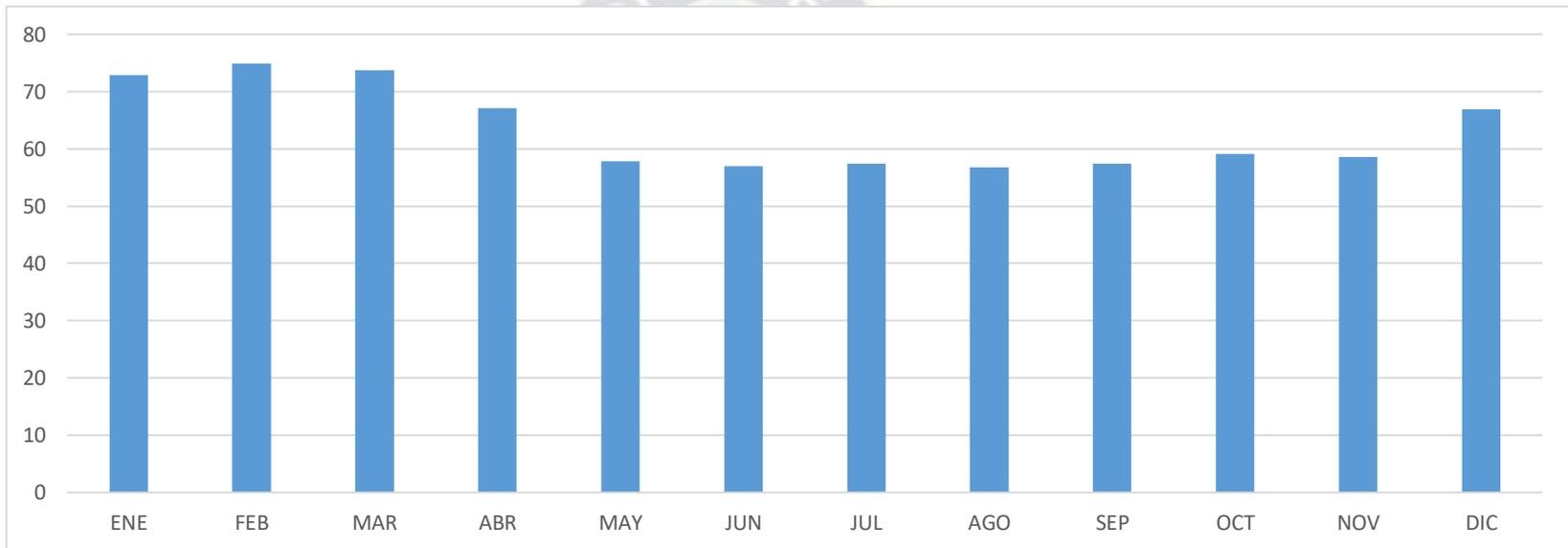
La humedad relativa promedio anual registrada en el periodo 1996 – 2016 es de 63,31%, alcanzando un valor máximo de 74,88% durante el mes de febrero y un valor mínimo de 57,03% en el mes de junio. La humedad relativa tiene un comportamiento inverso a la temperatura, siendo baja en el día y más elevada durante la noche. (reportes de la estación meteorológica de Tiahuanaku, más cercana al Municipio Jesús de Machaca.).

**Cuadro N° 9**  
**Humedad relativa media en % en el Municipio de Tiahuanacu**  
**(Periodo 1996 – 2016)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1996	68.4	69.3	69.4	72.2	72.1	75	71.4	71.4	66.6	60.9	66.4	71.7	69.6
1997	81.4	79.6	78.1	75.5	70.4	69.5	64.9	73	72	65.2	70.8	64.8	72.1
1998	70.9	72.6	74.1	65.4	63.8	61.1	60.7	61	49.2	53.1	54.7	56.6	61.9
1999	66.9	72	72.8	70.4	54.6	55.4	57.2	56.2	55.6	57	49.7	53.3	60.1
2000	67	71.3	73.4	61.8	55.6	63.2	62.1	62.3	54.8	69.3	55.8	65.1	63.5
2001	78	77	75.5	71.8	57.4	61.7	59.1	62.4	61.8	59.2	56.5	64.6	65.4
2002	69.3	78	78.3	75.1	67.9	61.7	63.8	63.1	59.8	64.9	56.7	62.2	66.7
2003	67.6	75.2	77.9	67.7	61.1	57.7	60.3	57.8	53.8	47.2	48.7	60.9	61.3
2004	76.2	74	70.6	65.8	58.4	59.4	66.8	65.6	68.2	56	57	68.3	65.5
2005	69.5	75.3	66.2	58.7	42.7	42.5	47.6	40.6	48.8	55.3	57.7	64.3	55.8
2006	72.3	70.6	72.4	65	50.1	53.1	50.8	53.4	53.3	62.2	71.9	70.6	62.1
2007	72.2	66.1	72.6	65.3	51.7	46.8	51	46	60	54.4	55.6	64	58.8
2008	76.9	72.4	71.8	58.4	44.2	45.2	43.4	43.7	43.4	51.7	55.2	67.2	56.1
2009	68.9	80.8	80	75.3	69.3	51.6	55.9	53.5	62.5	62.6	70.7	74.5	67.1
2010	78.9	78.9	73.6	60.4	53.4	52	52.4	48.1	53	56.6	43.3	63.3	59.5
2011	65.3	73.9	74.2	60.2	48.4	45	49.4	44	50.4	53.3	58	69.1	57.6
2012	74.3	77.8	76.8	73	53.9	56.7	56.3	53.7	56.6	55.5	52.5	71.7	63.2
2013	71.6	72.3	67.1	50.9	54.9	56.3	53.7	49.6	47.5	59.1	58.5	74.6	59.7
2014	76.6	72.4	66.4	63.4	49.8	47	51.2	53.1	65.3	67.2	64	75.7	62.7
2015	84.3	82.9	82.4	80.8	74.4	71.9	62	65.4	67.5	65.6	67.4	71.3	73
2016	74.7	80	74.2	71.4	61.1	64.9	65.7	69	56	66.4	59.2	72	67.9
SUMA	1531.2	1572.4	1547.8	1408.5	1215.2	1197.7	1205.7	1192.9	1206.1	1242.7	1230.3	1405.8	1329.6
MEDIA	72.9142857	74.8761905	73.7047619	67.0714286	57.8666667	57.0333333	57.4142857	56.8047619	57.4333333	59.1761905	58.5857143	66.9428571	63.3142857

Fuente: SENAMHI

**Gráfico N° 5**  
**Humedad relativa media en % en el Municipio de Tiahuanacu**  
**(Periodo 1996 – 2016)**



Fuente: SENAMHI

**2.6.5. Vientos**

Los vientos de superficie registrados durante el periodo 1996 – 2016 presentan una dirección N-O con una velocidad media de 9.23 Km/hora, siendo en los meses de septiembre a febrero donde se presentan las máximas velocidades 10,7 Km/hora, habiendo alcanzado una velocidad máxima de 16,7 Km/hora en enero del 2002. (reportes de la estación meteorológica de Tiahuanaku, más cercana al Municipio Jesús de Machaca.).

### Cuadro N° 10

#### Dirección y velocidad media de los vientos en Km/hora en el Municipio de Tiahuanacu (Periodo 1996 – 2016)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1996	N 12.3	W 13.2	NW 11.5	NW 9.1	NW 6.9	NW 7.8	NW 8.8	NW 12.6	NW 13.6	NW 12.2	NW 11.6	N 11.2	NW 10.9
1997	E 11.1	E 11.0	E 10.7	W 10.1	NW 8.6	NW 11.1	W 6.9	NW 7.8	NW 9.4	NW 8.1	NW 9.8	NW 9.2	NW 9.5
1998	E 7.0	E 8.3	N 11.6	NW 8.6	NW 6.9	W 8.3	NW 7.4	NW 13.1	NW 12.0	NW 11.2	NW 10.9	NW 9.8	NW 9.6
1999	NW 10.7	E 7.5	E 7.0	E 6.9	NW 5.1	NW 5.8	NW 8.4	NW 8.7	NW 9.3	NW 8.9	NW 7.3	NW 9.0	NW 7.9
2000	NW 10.9	NW 10.2	E 9.9	E 10.2	NW 9.8	NW 8.8	NW 12.4	NW 11.9	NW 13.7	NW 14.3	NW 12.4	NW 15.3	NW 11.6
2001	NW 13.0	NW 9.9	NW 9.4	NW 9.3	NW 7.3	NW 7.6	NW 7.0	NW 8.4	NW 12.0	NW 13.0	NW 14.8	NW 13.5	NW 10.4
2002	NW 16.7	NW 15.2	NW 13.1	NW 12.3	NW 10.7	NW 12.2	NW 11.4	NW 12.5	NW 11.6	NW 12.8	NW 15.0	NW 12.4	NW 13.0
2003	NW 12.5	E 9.7	E 9.4	NW 10.6	NW 10.0	NW 7.2	NW 10.1	NW 8.6	NW 10.9	NW 11.8	NW 13.3	NW 10.6	NW 10.4
2004	NW 10.9	NW 10.9	E 9.4	NW 7.2	NW 7.2	NW 6.0	NW 8.7	NW 8.8	NW 10.7	NW 11.0	NW 12.0	E 10.6	NW 9.4
2005	E 9.4	E 10.1	NW 9.3	NW 8.3	NW 8.9	NW 8.3	NW 10.4	NW 9.4	NW 14.2	NW 9.2	NW 11.6	NW 11.3	NW 10.0
2006	NW 10.2	NW 8.6	NW 5.8	NW 4.9	NW 5.0	NW 5.4	NW 6.4	NW 7.6	NW 9.5	NW 7.3	E 9.2	E 10.3	NW 7.5
2007	NW 9.1	NW 10.0	NW 10.3	NW 9.1	NW 8.6	NW 7.3	NW 8.6	NW 9.8	NW 13.2	NW 13.3	NW 12.6	NW 9.6	NW 10.1
2008	NW 9.3	E 10.7	E 10.1	NW 9.4	NW 8.8	NW 7.6	NW 8.7	NW 8.5	NW 13.3	NW 10.4	NW 11.2	NW 9.1	NW 9.8
2009	E 9.5	E 9.2	NW 8.4	NW 8.9	NW 7.6	NW 6.6	NW 8.0	NW 7.7	NW 12.0	NW 10.3	NW 9.4	NW 9.0	NW 8.9
2010	NW 8.6	NW 8.1	NW 8.6	NW 7.5	NW 6.9	NW 6.3	NW 9.6	NW 8.9	NW 10.5	NW 9.2	NW 9.1	NW 11.0	NW 8.7
2011	E 10.9	E 11.3	E 9.2	NW 8.0	NW 7.6	NW 9.4	NW 9.2	NW 8.5	NW 10.4	NW 5.4	NW 6.0	E 11.2	NW 8.9
2012	NW 12.6	E 11.0	E 8.7	NW 7.2	NW 7.9	NW 6.9	NW 6.6	NW 7.0	NW 8.1	NW 10.3	NW 9.2	E 8.6	NW 8.7
2013	NW 7.8	NW 7.0	NW 7.1	NW 7.5	NW 5.2	NW 4.8	NW 6.1	NW 5.9	NW 6.6	NW 7.6	NW 9.8	E 8.1	NW 7.0
2014	E 6.9	NW 5.6	NW 6.1	NW 6.5	NW 6.5	NW 5.6	NW 5.7	NW 7.6	NW 6.2	NW 8.9	NW 8.7	NW 7.4	NW 6.8
2015	E 6.5	E 6.7	NW 6.0	NW 6.1	NW 4.8	NW 5.6	NW 6.0	NW 6.4	NW 7.1	NW 8.4	NW 8.6	NW 9.1	NW 6.8
2016	E 9.2	NW 6.8	NW 7.0	NW 6.4	NW 6.1	NW 5.0	NW 5.7	NW 8.0	NW 9.7	NW 10.8	NW 12.0	NW 9.9	NW 8.0
SUMA	215.1 NW	201 E	188.6 NW	174.1 NW	156.4 NW	153.6 NW	172.1 NW	187.7 NW	224 NW	214.4 NW	224.5 NW	216.2E	193.9 NW
MEDIA	10.24NW	9.571E	8.980NW	8.2904NW	7.447NW	7.314 NW	8.195NW	8.938NW	10.666NW	10.20NW	10.690NW	10.2952E	9.233NW

Fuente: SENAMH

### **2.6.6. Vulnerabilidades**

Según el PTDI (2016) la predisposición física, económica, política o social que tiene una comunidad de sufrir un daño, en el caso de que ocurra un fenómeno peligroso de origen natural o provocado. Para el Municipio se identificaron y determinaron los siguientes factores de vulnerabilidad:

### **2.6.7. Factores Ambientales**

#### **Heladas**

En las zonas del Municipio (alto andino y la puna húmeda), aledañas a la serranía de Jesús de Machaca (serranía inter altiplánica) ocurren las mayores afectaciones por heladas y escarchas, presentándose marcadamente durante los meses de marzo a diciembre, con temperaturas mínimas entre -7,8 a -7,1 °C., afectando a cultivos de importancia económica como la papa, provocando daños físicos y económicos importantes. En todos los Ayllus las heladas se presentan con mayor y menor intensidad, en especial en aquellos que colindan con las serranías.

#### **Granizadas**

Las granizadas, se constituyen en otro factor de riesgo, para las actividades agrícolas, que se desarrollan en las zonas altas y bajas del Municipio (alto Andino y puna), este fenómeno climático se presenta entre los meses de mayo a agosto, provocando daños permanentes a los cultivos. Sus efectos se traducen en pérdida de ingresos económicos e incremento de la inseguridad alimentaria, promoviendo la migración de los productores ante la falta de ingresos y alimentos. Esta situación es común en los Distritos 4 y 2.

## **Sequías**

En los pisos ecológicos del alto Andino, las precipitaciones pluviales son escasas, con una marcada época seca, que comprende de mayo a agosto. Sus efectos son irreversibles no sólo para los cultivos, sino también para los animales y los productores. Las sequías, generan los mayores problemas socioeconómicos, para la sociedad en su conjunto, debido a la disminución de la oferta de alimentos y por el incremento de precios. Los distritos más vulnerables, a este fenómeno, son los que no cuentan con recursos hídricos permanentes y sistemas de riego, como los distritos de 4 y 2.

## **Erosión**

La zona ha sufrido mayor daño erosivo principalmente con la erosión eólica, este fenómeno se presenta por el constantes aumento de frío, especialmente en el piso de Alto Andino.

## **2.7. Hidrografía**

### **2.7.1 Recursos hídricos subterráneos**

### **2.7.2. Cuenca del Altiplano**

La cuenca hidrogeológica del Altiplano forma una serie de embalses subterráneos irregulares con flujos de descarga hacia el lago Titicaca, el lago Poopó y el Salar de Uyuni. De modo cualitativo se puede aseverar que los acuíferos que descargan hacia el lago Titicaca presentan mejores condiciones hidrogeológicas y contiene volúmenes importantes de aguas subterráneas de buena calidad química.

La cuenca hidrogeológica del Altiplano, está ocupada por depósitos cuaternarios de origen glacial, fluvial, eólico y lacustre de diferente grado de permeabilidad, dando lugar a la formación de una serie de sub cuencas de características hidrogeológicas diferentes.

La recarga natural tiene lugar por infiltración directa de las precipitaciones, por infiltración del escurrimiento proveniente de los flancos interiores de las cordilleras, por infiltración del agua de deshielo, y a partir del agua de los ríos y lagos presentes en la región, al ponerse en contacto con los materiales de mayor permeabilidad relativa. (Ministerio de Planificación SI-INFO-SPIE)

### **2.7.3 Subcuenca del Río Desaguadero**

Parece que las reservas aprovechables de agua subterránea de las subcuencas del río Desaguadero son grandes, pero no existen datos que permitan cuantificarlas. Al norte de la subcuenca y también en los acuíferos más profundos, al sur de la misma, se supone la presencia de agua subterránea en gran volumen y buena calidad.

Las subcuencas de Jesús de Machaca y Santiago de Machaca, a pesar de encontrarse próximas al lago Titicaca, parece más bien que descargan sus aguas hacia el río Desaguadero. En estas subcuencas se encuentran acuíferos confinados de potencial desconocido con presencia de agua subterránea parcialmente salada. (Ministerio de Planificación SI-INFO-SPIE).

### **2.7.4. Otros recursos hídricos**

Las fuentes de agua existentes en el Municipio de Jesús de Machaca son; ríos, vertientes, pozos, lagunas y q'otaña. Los ríos más importantes presentes en el municipio son; el río de Parina y el Río Desaguadero, entre las vertientes se tienen las subterráneas que dan origen a los pozos. Los pozos se encuentran en los diferentes ayllus, la laguna en Chijcha y una q'otaña en Sullkatiti Arriba.

El Municipio de Jesús de Machaca cuenta con diversos cuerpos de agua tanto superficiales como subterráneos, que actualmente no son aprovechados adecuadamente,

por ejemplo; riego de cultivos y como atractivo turístico. (Ministerio de Planificación SI-INFO-SPIE)

## **2.8. SECCION PROPOSITIVA**

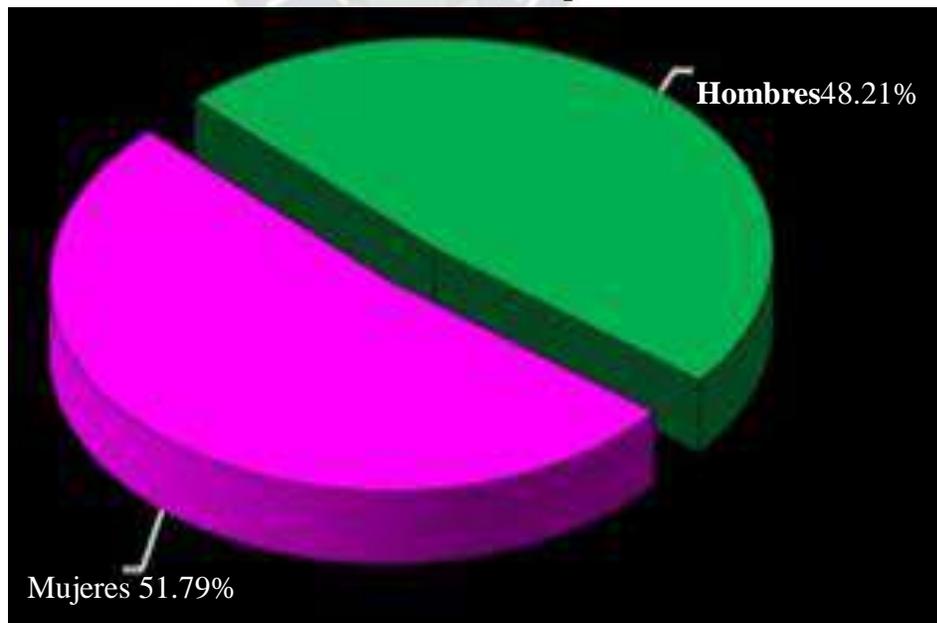
### **2.8.1. Población**

La población del Municipio de Jesús de Machaca, según el Censo de Población y Vivienda 2015, es de 16.039 habitantes. Cuentan con una identidad propia, por su carácter aimara, respetan los valores culturales del pasado y los elementos culturales actuales, viabilizando las acciones de un Gobierno Municipal apegado a la realidad actual y construyendo una autonomía indígena originaria campesina desde las bases.

### **2.8.2. Población por Sexo**

La mayor parte de la población del Municipio de Jesús de Machaca corresponde a las mujeres con el 51,79 % y 48,21 % son varones.

**Gráfico 6: Población por Sexo**



Fuente: Elaboración con base a la Dirección Distrital de Educación y Diagnóstico 2010-2015

### 2.8.3. Número y Tamaño Promedio de Familias

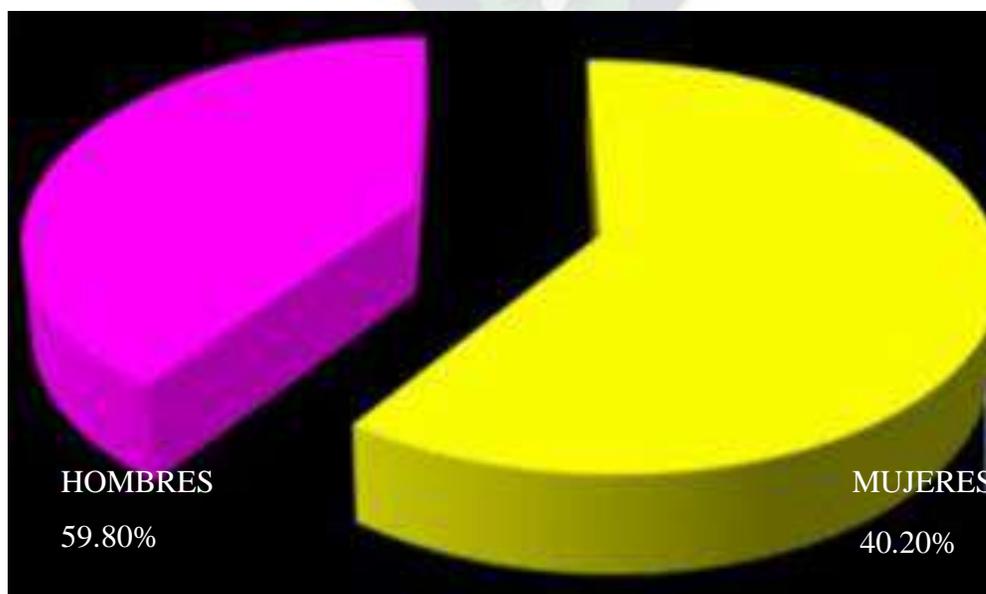
El número total de familias afiliadas y que viven en la región asciende a 4191,3704 familias respectivamente, con un tamaño promedio de 4.57 personas por familia; los distritos con mayor cantidad de familias se encuentran en el distrito 2 y 3 con 4.91 y 4.90 respectivamente; contrariamente los distritos 4 y 1 presenta 3.79 y 4.39 personas por familia respectivamente

### 2.8.4. Inmigración

#### 2.8.5. Inmigración Temporal.

La inmigración temporal es decreciente, globalmente se estima una tasa de inmigración del orden del 8.45% de la población total, de los cuales un 59,80% son varones y un 40,20% mujeres.

**Gráfico 7: Composición de la población Inmigrante temporal por sexo**



Fuente: Elaboración con base a la Dirección Distrital de Educación y Diagnostico 2010-2015

La población inmigrante temporal, en una mayor proporción son hombres que mujeres, se dirigen de la ciudad y El Alto de La Paz a Corpa en un porcentaje de 29,007 %, a Jesús de Machaca en el orden del 18,00%; en tercera posición se encuentra la inmigración a Calla Baja en el orden del 10,00%; entre los más relevantes.

## **2.9. Educación**

En la actualidad se cuenta con seis direcciones de núcleos y cincuenta y cinco unidades educativas de las cuales 23 unidades educativas son de educación preescolar, 12 son de educación primaria con grados de 1° a 5°, 12 con grados de 6° a 8° y finalmente 14 establecimientos educativos de educación secundaria con grados de 1° a 4° de secundaria.

Por otra parte, algunas Unidades Educativas y Centros de Educación Alternativa, brinda el servicio correspondiente al Programa de alfabetización “Yo sí puedo seguir” a partir del año 2006 (Kalla Baja), la mayoría de los participantes acuden a comunidades cercanas del municipio de Jesús de Machaca, la edad promedio de los participantes es 50 años, el mayor tiene 85 años y 15 años el menor.

Con relación al número de participantes inscritos en el programa de alfabetización el año 2015, se tuvo de un total de 270 participantes, de los cuales el 66.3% son mujeres y el 33.7% son varones. A nivel seccional el municipio cuenta con 36 facilitadores y un (1) coordinador.

## **2.10. Salud nutrición**

La estructura institucional en salud a nivel departamental depende del Servicio Departamental de Salud (SEDES); Los establecimientos de salud dentro la jurisdicción del municipio son: 3 centros de salud (Corpa, Sullkatiti Khonkho y Chama) y 2 puestos sanitarios (Santo Domingo y Jesús de Machaca) que cubren la atención de la mayoría de

las comunidades. El centro de salud “Hospital de Corpa” es la unidad de referencia del municipio que corresponde a la Red de Salud Ingavi - Desaguadero, que a su vez es dependiente de la prefectura de La Paz.

### 2.11. Causas principales para la Mortalidad

De acuerdo a información proporcionada por la dirección de salud de Jesús de Machaca, las principales causas de mortalidad infantil y adulta en el municipio son: las infecciones respiratorias agudas (IRAS), ocasionadas por las bajas temperaturas de la zona, las enfermedades diarreicas agudas ocasionadas por la falta de higiene en la preparación de alimentos y la sarcoptosis ocasionada por la falta de higiene personal. En la gestión 2005 oficialmente existe el registro de un solo fallecimiento, sin embargo, no se descarta la posibilidad de otros decesos particularmente en menores de 5 años, por las características socioculturales de los habitantes de la zona que no dan a conocer a las autoridades respectivas del municipio.

**Cuadro N° 11 CAUSAS DE MORTALIDAD Y CASOS A TENDIDOS**

CAUSAS PRINCIPALES	CASOS ATENDIDOS POR GRUPO ETAREO					TOTAL	%
	Menor a 1	1-4	5-14	15-49	Más de 50		
IRA (todas las formas)	103	140	74	135	60	512	68,18
Diarreas (excluida cólera)	26	54	16	32	16	144	19,17
Sarcoptosis	6	30	23	22	6	87	11,58
Intoxicación por plaguicidas	0	0	1	1	2	4	0,53
Blenorragia (gonorrea)	0	0	0	2	1	3	0,40
Tuberculosis	0	0	0	1	0	1	0,13
<b>TOTAL</b>	<b>135</b>	<b>224</b>	<b>114</b>	<b>193</b>	<b>85</b>	<b>751</b>	<b>100,0</b>

Fuente Centro de Salud Jesús de Machaca, 2016

### 2.11.1. Epidemiología

tipos de vacunas y cobertura De acuerdo al programa de vacunación, el Centro de Salud Jesús de Machaca ha logrado alcanzar una cobertura en la gestión 2005 casi en 100%. Sólo en el programa de vacunación contra el Tétanos a mujeres embarazadas el porcentaje de cobertura ha sido menor en un 40,8%. Cabe mencionar que el programa contra el sarampión ha sido cubierto en más del cien por cien, es decir que se ha atendido a más cantidad de niños de lo programado entre 1 a 2 años con el 130,4% y de la misma manera el BCG en recién nacidos con el 100,4% (Ver cuadro 2 en anexos).

#### Cuadro 12

##### Grado y cobertura de desnutrición infantil

EDAD	CANTIDAD NIÑOS					CANTIDAD NIÑAS				
	A-B	C	D	E	F	A-B	C	D	E	F
Menor a 2 años	-	-	-	12	2	-	-	-	27	4
D« 2 a 5 años	-	-	-	6	1	-	-	-	13	1

Fuente Centro de Salud Jesús de Machaca, 2016

A-B = Con nutrición superior

C = Nutrición normal

D = Con desnutrición leve

E = Con desnutrición moderada

F = Con desnutrición severa

En el anterior cuadro se puede observar que las niñas menores a dos años son las más afectadas por la desnutrición en un grado moderado en un 69% respecto a los varones de la misma edad. Según datos proporcionados por el Centro de Salud Jesús de Machaca,

la cantidad de niños afectados con la desnutrición alcanza a 21 y el de niñas a 45, haciendo un total del 1,1% respecto a la población infantil del municipio.

### **2.12. Infraestructura en salud**

El Municipio de Jesús de Machaca es hoy día uno de los municipios rurales del País donde las actividades de salud están más organizadas y donde la población acude con mayor confianza a la medicina científica occidental, sabiendo que médicos y personal sanitario nunca descalificarán la medicina tradicional que la gente utiliza al mismo tiempo.

La situación actual es el resultado de más de cuarenta años de la presencia de salud en la zona. Esta presencia lleva un nombre: “Equipo Salud Altiplano” que va estrechamente ligado con las personas. El Jesús de Machaca pertenece a la red de salud rural N° 9 y comprende todos los municipios pertenecientes a la provincia Ingavi (Tiwanacu, Laja, Taraco, Guaqui, Desaguadero, Jesús de Machaca y San Andrés de Machaca).

### **2.13. Base cultural**

La cultura aymara y quechua está extendida en los departamentos del occidente de Bolivia, donde se encuentran los departamentos de La Paz, Oruro y Cochabamba, lo que permite a los pobladores del Municipio, interactuar y relacionarse fácilmente, durante sus actividades sociales y económicas, por la afinidad de lengua, costumbres, danza, música, creencias y visión de vida.

Por otro lado, el Municipio y su contorno comparten fiestas patronales similares, durante el transcurso del año, las cuales se encuentran muy arraigadas en las poblaciones rurales, además de la celebración del año nuevo andino que anualmente se realiza en Qhunqhu Wankani (antigua capital de Machaca), previo acuerdo en cabildo comunales, de ayllus y del propio Cabildo.

## **PARTE III**

### **SECCION REVISION BIBLIOGRAFICA**

#### **3. Criterios Generales de Diseño y Construcción**

El diseño y la construcción de las obras de riego en los sistemas auto gestionados en zonas montañosas deben basarse en los siguientes criterios generales: sostenibilidad y durabilidad, funcionalidad y flexibilidad, manejabilidad y transparencia, mantenibilidad, seguridad y eficiencia de costos (Bottega y Hoogendam, 2004).

#### **3.2. Componentes de un Sistema de Riego**

Lara (1990), señala que los componentes del sistema de riego son:

Fuente de agua: Puede ser un reservorio, un canal de riego, un río, etc.

El agua puede conducirse de la fuente por gravedad, con tuberías de succión.

Tubería principal: Al inicio de la tubería principal se tiene una válvula o llave de paso.

El material puede ser de plástico PVC, el diámetro estará en función del equipo establecido según el diseño hidráulico.

Tuberías secundarias: estas tuberías se bifurcan desde la tubería principal hacia las tuberías laterales que pueden ser de material similar que la tubería principal.

Tuberías laterales: están unidas a las tuberías secundarias o también al principal por medio de té de PVC el lateral conduce el agua a la porta aspersores.

Aspersores: el aspersor dispersa o distribuye el agua sobre la superficie del suelo a través de una o varias boquillas por efecto de la presión del agua.

### **3.2.1. Infraestructura del sistema de riego**

La infraestructura de un sistema de riego comprende todas las obras que permite captar, conducir, almacenar, repartir y aplicar el agua desde la fuente hasta la parcela. (Rocha 2010).

La infraestructura de un sistema de riego se conoce también con el nombre de red de riego por la forma que tiene el recorrido de los canales desde la captación hasta que llega a la parcela. A medida que el canal se va dividiendo en ramales más pequeños, se habla de canales secundarios, terciarios, etc. (Rocha 2010)

Según Rocha (2010), un sistema de riego está conformado por:

#### **a) Las tomas**

Las obras de captación permiten llevar o desviar el agua de la fuente (río, quebrada, vertiente) hacia el canal principal. Se habla más comúnmente de tomas (bocatomas). Según sus características en cuanto a diseño y dimensión, las obras de captación permiten contar una cantidad más o menos exacta de caudal.

#### **b) El sistema de conducción**

Los sistemas de conducción son los canales, las tuberías y los sifones. Cumplen la función de conducir el agua a los distintos sectores.

Los canales son abiertos y pueden ser de tierra y/u hormigón. Las tuberías y los sifones son tubos que pueden estar enterrados o al aire libre.

Se construyen pensando en un caudal de crecida. Esto quiere decir que se tiene en cuenta el momento en que más cantidad de agua puede llevar.

Según como estén construidas, algunas obras de conducción dejan filtrar cantidades de agua a lo largo de su trayecto hacia las parcelas. En este sentido, hablamos de eficiencia de conducción, porque el agua que se ha filtrado, no llega a la parcela y se desperdicia.

### **c) Las obras de almacenamiento**

Las obras de almacenamiento sirven para mantener volúmenes determinados (guardar) el agua y utilizarla en tiempo de menor disponibilidad. Por ejemplo, en el altiplano los meses de agosto a noviembre o almacenar en las noches y regar en el día según los turnos establecidos en una asociación de regantes.

En este tipo de obras se encuentran desde los embalses muy grandes que encierran una cuenca hasta los reservorios “familiares”, pasando por todo tamaño de obras.

### **d) Las obras de distribución**

Permiten distribuir el agua entre los distintos sectores de riego o entre usuarios. Se trata de obras como los repartidores, las cajas de reparto, tomas, etc.

Estas obras también tienen un impacto importante sobre el reparto del agua ya que permite fijarlo por lo general de manera más exacta y duradera, disminuyendo así los posibles conflictos que se generan entre sectores o usuarios.

### **e) Las obras de control**

Muchas veces puede existir descontento en la distribución de agua y hasta conflictos entre usuarios por el agua, por tanto, es importante prever al lado de las obras de distribución obras de infraestructura que permitan una medición lo más exacta posible de la cantidad de agua que lleva cada usuario.

#### **f) Las obras de protección**

Son obras que sirven para mantener la red de riego en buen estado evitando los derrumbes y la acumulación de sedimentos en el tramo de canal. Entre estas obras de protección se encuentran los desarenadores que atajan los sedimentos que vienen con el agua (arena, tierra, piedras).

Cuando el caudal aumenta considerablemente y en algunos casos desborda el canal, los aliviadores o desfogues evitan que se inunde la zona, desviando el agua. En otros casos, los aliviadores cumplen su función cuando se hace necesario secar el canal para hacer trabajos o por alguna emergencia.

No existe un diseño definitivo de este tipo de obras ya que cada una será elaborada en función de un determinado propósito: proteger los terrenos al lado del canal, reforzar los taludes, el paso de quebradas, permitiendo así prevenir los desastres.

#### **g) El agua de la fuente a la parcela**

Existen muchas cuestiones que hacen que el agua pueda llegar o no a la parcela en la cantidad necesaria y cuando sea necesario (oportunidad de riego) para que el riego sea efectivo. El canal de riego es importante. Pero también hay que prestar atención al conjunto de regantes, porque son quienes operan y mantienen el canal, acuerdan como repartirse el agua y escogen las actividades agropecuarias más adecuadas de acuerdo al riego que disponen.

La relación que existe entre todos los componentes nos muestra que para hacer llegar el agua a las parcelas se necesita un conjunto de elementos, por lo cual no se puede hablar solo de canal de riego sino de sistema de riego.

### **3.3. Conducción de Agua a Base de Tuberías**

Berlijn y Brouwer (1982), señalan que en el sistema de conducción de agua, se emplean los diferentes tubos para la conducción de agua, su instalación consiste en: Tubo principal de plástico, unión de T, diferentes codos, unión recta, válvula, conexión de un elevador, manera de bajar la tubería en la zanja, instalación de la tubería en la zanja, refuerzo de concreto en las esquinas de presión, manera de conectar los tubos en la zanja, conexión de tubos de plástico, diferentes accesorios para sistemas de tuberías plástica y conexiones entre tubos metálicos y tubos de plástico.

### **3.4. Derechos de agua**

El uso de agua en nuestro medio se da a nivel comunitario y colectivo, por tanto, la gestión del sistema de riego campesino, es también fundamentalmente comunitario, lo cual significa que quienes son considerados miembros de un sistema de riego, tienen derecho a utilizar el agua para el riego de sus cultivos, a cambio deberán participar en todas las actividades de la gestión del sistema. Entonces, con los derechos nos referimos al reconocimiento colectivo de los usuarios hacia cada uno de los integrantes a utilizar el agua de riego en relación a una unidad de referencia que establece el reparto del agua (CAT\_PRONAR 2003, citado por Serrano 2010)

### **3.5. Distribución de agua**

La distribución de agua en un sistema de riego es entendida como todas las actividades realizadas por los usuarios para el reparto de agua. Estas actividades requieren del manejo de la infraestructura hidráulica, de un conjunto de normas, acuerdos y reglas que las regulen, sobre la base de los derechos al agua, y de una organización para su cumplimiento. (Pardo, 2014).

Según Serrano (2014), la distribución de agua en un sistema de riego es entendida como todas las actividades realizadas por los usuarios para el reparto de agua.

Estas actividades requieren del manejo de la infraestructura hidráulica, de un conjunto de normas, acuerdos y reglas que las regulen, sobre la base de los derechos al agua, y de una organización para su cumplimiento. En consecuencia, la distribución de agua implica:

- El reparto de agua
- La operación de la infraestructura y equipos hidráulicos del sistema.
- Normas y acuerdos para la operación y el reparto.
- Organización para la operación y el reparto.

### **3.6. Riego**

El riego es definido, como el suministro oportuno de la cantidad adecuada de agua a los cultivos, de tal manera que estos no sufran una disminución en sus rendimientos y sin causar daño al medio ambiente. (Chipana 1996). Cossío (2006), indica que, el riego consiste en suministrar a la planta el agua que necesita, cuando no abastece la cantidad de agua suministrada por la lluvia. Las prácticas de captación “in situ” de agua de lluvia y el aprovechamiento de escurrimiento superficiales reducen el riesgo de pérdidas de las cosechas por sequía, al incorporar volúmenes adicionales de agua a las actividades agrícolas.

#### **3.6.1. Riego en la región del Altiplano**

La región del Altiplano presenta menores potencialidades para una agricultura bajo riego orientada al mercado, debido a las restricciones climáticas (heladas y granizadas) que no

permiten cultivos a campo abierto en invierno. Pero, el acceso al agua de riego en el altiplano permitirá seguridad alimentaria en comunidades campesinas y riego de bofedales para camélidos (llamas y alpacas) y a su vez el abastecimiento de alimentos a las ciudades y poblados de esta región. (PRONAR, 2003).

**CUADRO N° 13 Potencialidades y limitaciones PRONAR 2003**

<b>POTENCIALIDADES</b>	<b>LIMITACIONES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Recursos hídricos no utilizados en todo su potencial, pero limitados</li> <li>-Alrededor del 30% del área cultivada es susceptible de expansión bajo riego.</li> <li>-Tradicción de riego existente.</li> <li>-Experiencia en la gestión de proyectos de riego.</li> <li>-Terrenos planos aptos para riego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Heladas y granizadas no permiten cultivos de invierno. Sequías frecuentes.</li> <li>-Riesgo de salinidad y degradación por erosión hídrica y eólica.</li> <li>-Minifundio y fraccionamiento de la tierra.</li> <li>-Aguda contaminación con desechos minerales y urbanos.</li> <li>-Poco acceso a mercados agrícolas.</li> </ul>

Fuente: PRONAR, 2003

### **3.6.2 Sistemas de Riego**

Amurrio (2004), menciona que los sistemas de riego en Bolivia se pueden definir como: un conjunto de estructuras hidrotécnicas necesarias para captar, conducir, distribuir y aplicar el agua al suelo para satisfacer la evapotranspiración de los cultivos en general. También son, obras que ayudan a mejorar el drenaje de los suelos.

### **3.7. Implementación del Riego (aspersión automatizado)**

Amurrio (2004), menciona que el método corresponde a la forma aérea de aplicación del agua al suelo, en este método el agua es conducido por tuberías a presión a la zona de

riego o parcelas y por medio de los aspersores el agua es lanzada en forma de un chorro a gran velocidad que se dispersa en el aire en un conjunto de gotas que cae sobre el suelo en forma de lluvia más o menos intensa y uniforme para infiltrarse casi en el mismo punto donde alcanza la superficie del suelo.

Bottega y Hoogendam (2004), indican que la tubería es la sucesión de tubos y piezas especiales, que unidas adecuadamente pueden formar una estructura de conducción de agua para riego. Las tuberías son una buena alternativa de conducción de agua para riego en las siguientes situaciones:

a) Cuando la ladera por donde se quiere llevar el agua es inestable y amenaza de derrumbes, en terrenos demasiado rocoso y la construcción de un canal resulta difícil y costosa, b) Cuando se quiere llevar el agua por una pendiente no uniforme desde una fuente ubicada en una cota más alta hasta una cota menor y cuando se quiere minimizar las pérdidas por filtración y evaporación, c) En caso de parcelas en terreno accidentado, la tubería es muy adecuada para la conducción del agua dentro de la parcela y d) Cuando los caudales a conducir son tan pequeños que resulta económicamente más conveniente conducirlos por tubería antes que construir pequeños y más costosos canales. Bottega y Hoogendam (2004), mencionan que las tuberías pueden ser de distinto tipo de material y ser de un diámetro único o, a lo largo del tendido, tener distintos diámetros. En Bolivia se usan mayormente tuberías, debido que existe una producción nacional y disponibilidad de productos importados, además de su fácil instalación y costos relativamente bajos; los materiales que se usan para la conducción son de material de fabricación varían entre poli cloruro de vinilo y polietileno.

## PARTE IV

### METODOLOGIA

#### 4. Metodología

La metodología contempla principalmente el diseño de obras desde la captación, hasta el tanque de regulación para lo cual se diseñará la adecuada infraestructura de obra de toma, en base a análisis de fórmulas y cálculos hidráulicos más apropiados para cada situación individual.

El proyecto se basa en la propuesta de elaboración y evaluación (plan de trabajo), basado en los objetivos y metas propuestas.

##### 4.1.1 Socialización y Planificación de Actividades

El estudio del proyecto se convoca a una reunión con las autoridades y familias beneficiarios con la finalidad de hacer conocer y socializar dicho trabajo, por otro lado, se realizará una planificación para la intervención del mismo en coordinación con las autoridades.



Fuente: Archivo fotográfico Reunión con Familias Beneficiarias

#### **4.1.2. Movilización y coordinación general**

Se efectuará una movilización con los comunarios, después de haber recibido el orden de proceder del Municipio de Jesús de Machaca, con una coordinación y contacto permanente con el equipo técnico multidisciplinario del proyecto para garantizar su participación durante el período convenido del proyecto de (7 meses).

#### **Recopilación de información**

Se realizó recopilación de información que tuviera relación con el área de estudio, efectuándose en los organismos públicos y privados.

Esta información incluyó:

- Fotografías e imágenes
- Estudios realizados (Plan de Desarrollo Municipal 2016, Plan Departamental de Cuencas La Paz y otros 2015)

#### **4.2. Medición del Caudal y Obtención de Datos Climáticos**

La zona de estudio presenta una fuente de agua, que pertenece a aguas superficiales de vertientes permanentes que presenta un caudal promedio anual de 4.12 litros por segundo cuyo aforo fue efectuado en el mes de septiembre, octubre y noviembre que son los meses de mayor déficit hídrico.

Una vez realizado el aforo la disponibilidad de agua para riego es de 355.998 m<sup>3</sup>/día, es decir que en un día se acumulara 355.998,00 litros que pueden ser utilizados para el riego.

Por otro lado, se debe aclarar que el área intervenida en la obra de toma es propiedad de la Comunidad.



Fuente: Archivo fotográfico medición del caudal

#### **4.2.1. Replanteo del Sistema de Riego**

Para el caso del replanteo del sistema de riego, se realizará con autoridades y familias beneficiarias como para la ubicación de las diferentes infraestructuras del diseño óptimo del sistema de riego.

#### **4.2.2. Replanteo de Obra de Toma**

Se estableció el replanteo del área donde se ubicará la obra de toma, viendo las características del lugar para el emplazamiento de la obra para ello se realizó la medición del ancho de la vertiente, el caudal, la altura donde se encontrará la toma.

#### **4.2.3. Replanteo de la Línea de Aducción**

El replanteo será desarrollado junto a las autoridades comunales y familias beneficiarias ya que ellos conocen el terreno a intervenir, para la cual se ubicaron los desniveles con el apoyo de GPS, y mojones de piedras del lugar y se hará el levantamiento topográfico sobre el mismo se verificará la ubicación de los componentes hidráulicos y otras obras.

### **4.3. Tanque de Almacenamiento**

La ubicación del tanque de almacenamiento será consensuada junto a las autoridades con la finalidad de que cuyo reservorio beneficiará a las 50 familias, y que tenga las presiones adecuadas en las cámaras hidrantes que tendrá cada beneficiario, para ello se colocó mojones con piedras para la intervención del equipo topográfico, por otro lado, el área del tanque de almacenamiento es de propiedad comunal que no existirá ningún problema en la temporada constructiva.

#### **4.3.1 Replanteo de la Línea de Distribución**

Junto a autoridades y familias beneficiarias, una vez ubicada el tanque de almacenamiento se realizará el trazado de la línea de distribución de la red que estas partirán del tanque de almacenamiento los mismos fueron remarcados con mojones de piedra para luego realizar el levantamiento topográfico.

#### **4.3.2. Ubicación de Hidrantes y Tuberías Laterales**

Con el apoyo de las familias beneficiarias se efectuará el trazado de la de red de distribución, sobre ella cada beneficiario realizo y se marcó la ubicación exacta de sus cámaras hidrantes de donde partieran las tuberías laterales para el uso del riego óptimo automatizado.

#### **4.3.3. Estudio de Levantamiento Topográfico**

El levantamiento topográfico de la zona de estudio se procesó ubicando las líneas de redes de aducción y distribución, así como la ubicación de áreas destinadas a estructuras civiles que se consideran en el proyecto, obras de toma, cámaras rompe presión, y cámaras hidrantes.

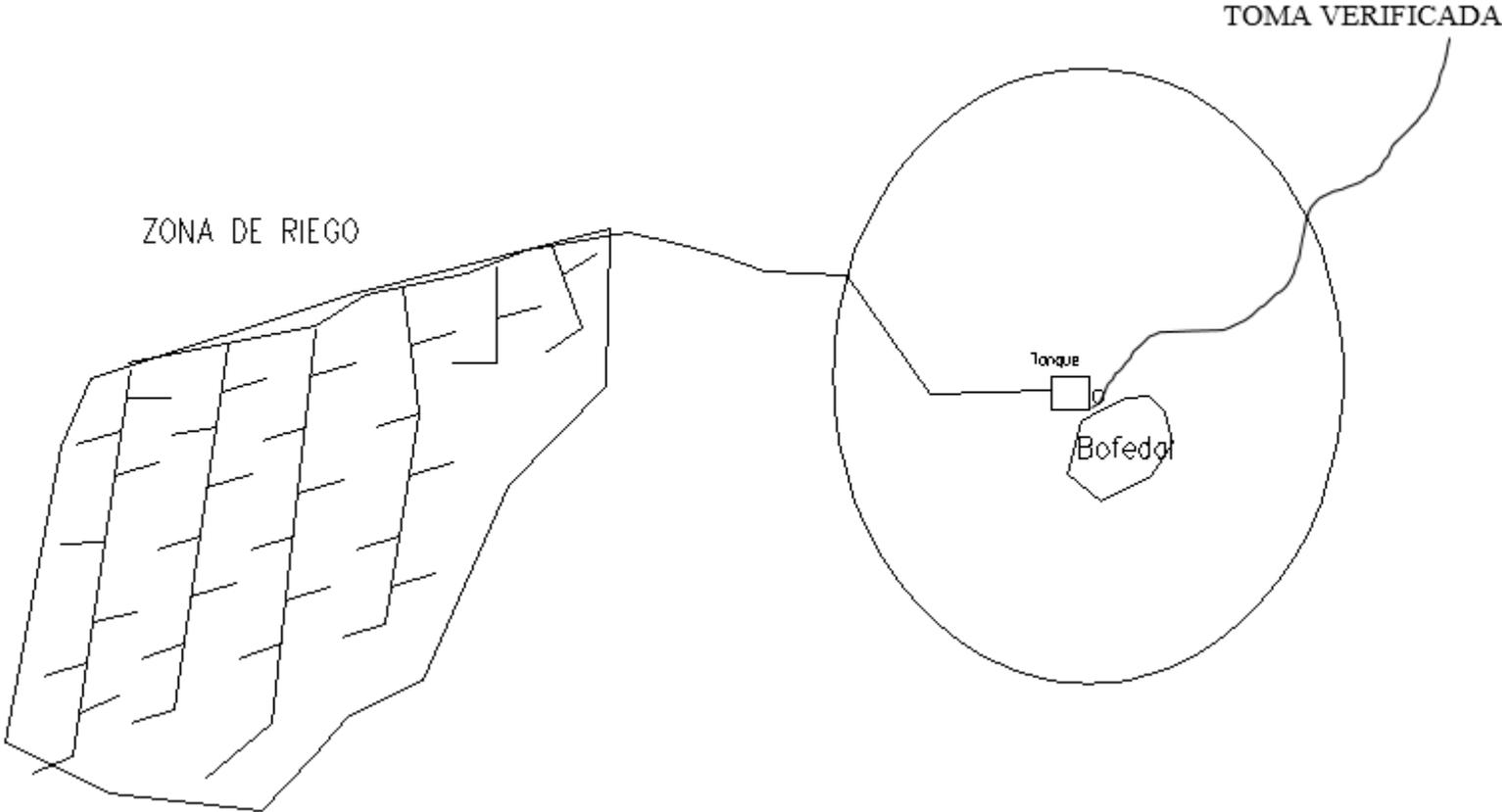


Fuente: Archivo fotográfico Levantamiento Topográfico

La presente topografía se encuentra adjunta en planos junto a componentes hidráulicos.

El proyecto tiene previsto la implementación de una toma, desarenador, cámara rompe presión, tanque de almacenamiento, paso de quebrada y el sistema de conducción de longitud corta (tubería PVC), el sistema de distribución se realizará a través de cámaras de H<sup>2</sup>O. Se describe a continuación el croquis del esquema hidráulico FIGURA N° 1.

FIGURA N° 1.



Fuente: Elaboración propia

## **4.5. Etapa aspectos generales**

### **4.5.1. Organización y sistematización de la información existente**

Toda la documentación tratada como una base de datos se organizó con criterios de ordenamiento cronológico y área de conocimiento, efectuándose la sistematización con el propósito de iniciar la conformación de un sistema de datos específicos orientados al Estudio Integral Técnico, Económico, Social y Ambiental del presente proyecto.

#### **Etapa 1:**

### **4.5.2. Descripción y diagnóstico de la situación del área del proyecto**

Se realizó las siguientes actividades:

- Identificación de la ubicación del área del proyecto.
- Diagnostico biofísico, socioeconómico y de riesgos a nivel de la comunidad beneficiaria (Datos de INE, PDM y la generada por la consultora: taller participativo, entrevistas a informantes claves y productores).
- Evaluación ambiental (Posibles impactos con la ejecución del sistema de riego).
- Actividades preparatorias con los beneficiarios (factores de riesgo, compromisos institucionales, derecho del agua, acuerdos entre partes y aportes de contraparte).

#### **Etapa 2:**

### **4.5.3. Diseño conceptual del sistema de riego participativo**

En esta etapa se realizará las siguientes actividades:

- Diseño hidráulico:

Infraestructura hidráulica, obras de captación, aducción, conducción, tanque de almacenamiento y otras obras en la zona de riego, en base a presiones requeridas del sistema.

Presentación de las memorias de cálculos estructurales, hidráulicos con sus respectivos planos constructivos.

**Etapa 3:**

**4.5.4. Estrategia de ejecución del proyecto**

En esta etapa se definirá la modalidad de la ejecución de obras, bajo la organización del nuevo sistema de riego (Comité de Regantes), para lo cual se requerirán los servicios de una empresa constructora para realizar la fase de Acompañamiento Técnica Integral (ATI) y de supervisión en el proceso de ejecución del proyecto.

**Etapa 4:**

**4.5.5. Estudio ambiental**

De acuerdo con la categorización de la ficha de Impacto Ambiental, obtenida en la etapa de formulación del Estudio de Identificación (EI), se presentó el análisis de los impactos ambientales y las medidas de mitigación que forman parte del proyecto. (categoría IV)

**Etapa 5:**

**4.5.6. Evaluación financiera y socioeconómica**

En esta etapa se realizará las siguientes evaluaciones:

- Evaluación financiera (privada y social).
- Evaluación socioeconómica (privada y social).
- Criterios de elegibilidad del proyecto de Optimización del sistema de riego usando tecnologías apropiadas (automatización)

## **PARTE V**

### **PROPUESTA TECNICA DEL PROYECTO**

#### **5. Disponibilidad de Recursos Hídricos y uso Actual**

La zona de estudio presenta una fuente de agua, cuya característica son vertientes ubicada en una altitud de 4.185 m.s.n.m que pertenece a aguas superficiales de vertientes permanentes que presenta un caudal promedio anual de 4.12 litros por segundo cuyo aforo fue realizada en los meses de septiembre octubre y noviembre. La misma fuente no es utilizada en ninguna actividad. Es por ello que la disponibilidad de agua para riego es de 355.968 m<sup>3</sup>/día.

ver formulario de afloramiento en el (ANEXO N°2).

#### **5.1. Cultivos a Regar**

Durante el diagnóstico se han identificado cuatro cultivos básicos de la economía de las familias beneficiarias que generan ingresos monetarios que la misma será de prioridad para la implementación de riego:

- Papa
- Haba
- Zanahoria
- Cebolla.

Sobre esta se realizó el estudio de demanda de agua con el apoyo del Área Bajo Riego Optimo (ABRO)<sup>1</sup>, la misma fue apoyado por un Ingeniero Agrónomo. (ver anexo 1)

**1 (ABRO):** Área Bajo Riego Óptimo es una superficie o número de hectáreas que pueden ser regadas óptimamente, donde los cultivos no expresen ningún déficit hídrico,

es decir que la oferta de agua en el área considerada, se encuentre en equilibrio con la demanda hídrica de los cultivos implementados (PRONAR, 2002).

### 5.1.1. Determinación de la Oferta y Demanda

Para el cálculo entre el balance y la demanda de agua se utilizó la planilla electrónica del balance hídrico y cálculo del área incremental, que se muestra en el (grafico N°8).

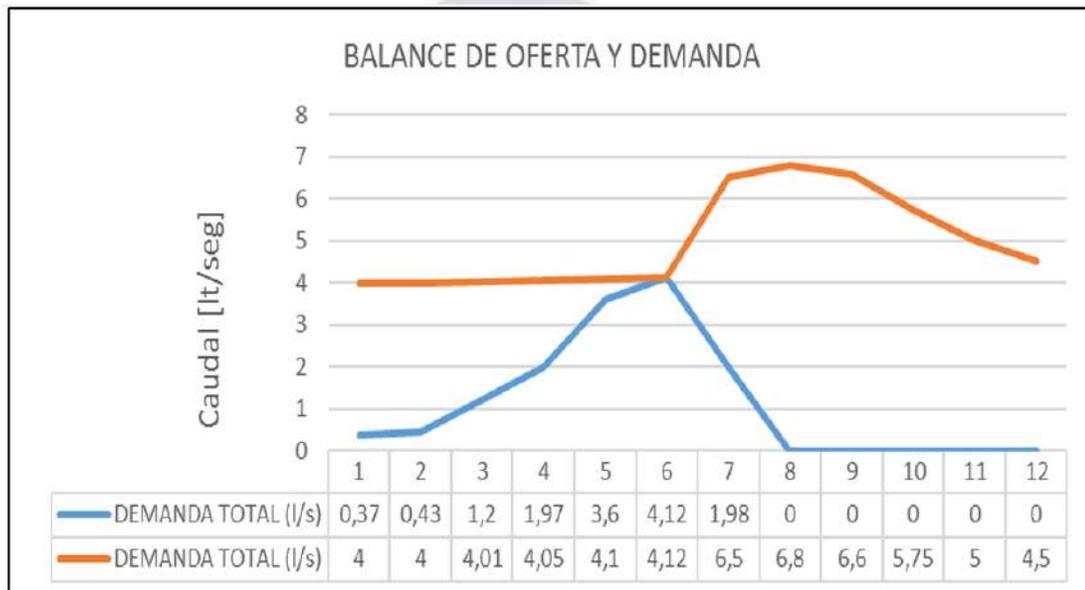
**CUADRO N° 14 Balance de oferta y demanda de agua**

Meses	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Req. Neto (m3)	805.17	968.51	2725.48	4329.97	8180.61	9063.37	4491.55	0	0	0	0	0
DEMANDA TOTAL (l/s)	0.37	0.43	1.20	1.97	3.60	4.12	1.98	0	0	0	0	0
OFERTA TOTAL (l/s)	4.00	4.00	4.01	4.05	4.10	4.12	6.50	6.80	6.60	5.75	5.00	4.50
BALANCE (l/s)	3.63	3.75	2.81	2.08	0.50	0.00	4.52	6.80	6.60	5.75	5.00	4.50
Superficie de Riego Max. (ha)	10.84	9.31	19.90	12.25	6.78	5.36	16.31	0	0	0	0	0
Superficie Adicional (has.)	9.85	8.32	13.95	6.29	0.83	0.00	11.35	0	0	0	0	0
AREA DEFICITARIA (has.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: Elaboración propia datos extraídos de Área Bajo Riego Optimo (ABRO).

De acuerdo al cuadro anterior y cuadro 14, existe demanda de agua en todos los meses, del cual la mayor demanda de caudal de agua está en los meses de octubre y noviembre de 4.10 l/s y 4.12 l/s, la cual se tomó como referencia para el diseño hidráulico. ABRO Área Bajo Riego.

**Grafica 8: balance de oferta y demanda.**



Fuente: elaboración propia (resultados obtenidos del ABRO)

## 5.2. Descripción Técnica del Proyecto - Componentes

Los componentes son:

### 6.3.1. Obra de Toma

Se realizó el diseño de obra de toma Tipo Tirolesa planteada por Programa Nacional de Riego (PRONAR 2001)3.

Esta obra de toma se encuentra en la vertiente de la comunidad que tiene la finalidad de captar las aguas superficiales con rejilla de acero de un caudal de diseño de 4.12 l/s,

cuenta con un depósito de recolección que tiene un área interna de 5.0 x 0,4 x 0,30 metro de altura, compuesto de, H°C°, que se muestra en el siguiente (cuadro N° 15).

**CUADRO N° 15 Parámetros de diseño de obra de toma**

Caudal (l/s)	4,12	Cámara de captación Acero liso $\Phi$ 1/2" c/1,5cm Cause del Agua  	
Base adoptado (m)	0,40		
Largo (m)	5,00		
Alto (m)	0.3		
Diámetro de material en suspensión (mm)	1		
Coefficiente de seguridad (K)	1		
Velocidad de sedimentación (cm/s)	9,44		
Diámetro de la varilla	1 pulg		
Separación entre varillas	1,5 cm		
Progresiva	0 + 000		
Altitud (m.s.n.m)	4175		
			Acero Angular 1/8"x2"

Fuente: Elaboración propia.

La planilla de cálculo de diseño de la obra de toma ver (ANEXO N° 3).

Tirolesa: Este tipo de toma está protegida por una rejilla, de modo que los sedimentos gruesos no tengan pasada hacia la estructura de toma.

### 5.3. Diseño Hidráulico Desarenador

Se realizó el diseño hidráulico de la cámara desarenadora, que servirá para decantar el material no deseable que lleva el agua que obstruiría las tuberías de conducción, el área

interna es de 1,00 x 0,87 x 0,50 metro de altura, compuesto de, H°C°, que se muestra en el siguiente (cuadro N°16).

**CUADRO N° 16** Parámetros de diseño de cámara desarenadora

Caudal (l/s)	4,12	
Diámetro de Material en suspensión (mm)	1,00	
Velocidad de sedimentación según diámetro cm/seg	9,44	
Tirante Adoptado (Y) (m)	0,20	
Largo (m)	5	
Altura (m)	0,30	
Base (m)	0,40	
Altitud (m.s.n.m)	4175	

Fuente: Elaboración propia.

La planilla de cálculo de diseño de la cámara desarenadora se encuentra en (ANEXO N°4).

#### 5.4. Diseño Hidráulico de la Línea de Aducción

Se realizará el diseño hidráulico de la tubería de aducción. Cuyo componente hidráulico comprende desde la cámara desarenadora al tanque de almacenamiento.

La tubería de aducción deberá cumplir con la Norma Boliviana NB 213, que la misma deberá tener la certificación de IBNORCA.

El diseño hidráulico se realizó mediante un programa en Excel tomando los siguientes parámetros de diseño como se muestra en el (cuadro N°16), tomando en cuenta las

fórmulas de pérdidas de presión por Hazen-Williams para flujos turbulentos, de acuerdo al ajuste de presión de trabajo de las tuberías.

Los parámetros que tendrá son el siguiente

**CUADRO N° 17** Parámetros de diseño de tubería de aducción de 4”

Material	PVC	Hazen - Willians (hf)	
Diámetro	4”	Diámetro (mm)	88.9
Norma	Clase - 6	Caudal (l/s)	4,12

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, en la línea de aducción se plantea una cámara rompe presión para decantar la energía de agua. Por otro lado, se realizó el diseño hidráulico para calcular las pérdidas de carga y la presión de trabajo de las tuberías como se muestra en el siguiente (ANEXO N°5)

### **5.5. Diseño Hidráulico de Cámara Rompe Presión**

Para evitar la rotura de las tuberías (clase-6) a causa de presiones elevadas se plantea una cámara rompe presión para disipar la energía de agua que circula durante el trayecto de la tubería que es planteada de Norma Boliviana NB 213 Clase -6 de un diámetro de 4” (presión trabajo 6 bar), la misma cuenta con una cámara de recolección de 1x1x0.6 m, de muros de H°A° con su respectiva cámara de válvulas, que también se presentan en planos de construcción.

Los cálculos se encuentran en (ANEXO N°9).

## 5.6. Dimensionamiento Tanque de Almacenamiento

Este componente sirve para regular el consumo de agua para riego en los momentos de máxima demanda la capacidad del mismo alcanza 120 m<sup>3</sup>. Se realizó la verificación del tanque considerando el volumen de gasto de los aspersores, con un caudal de gasto de 0.34 lt/seg, que la operación del aspersor se efectuará durante en el día las ocho horas de trabajo no así en el horario nocturno no funcionará el sistema más bien será de almacenamiento, se realizó el balanceo respectivo y obteniendo el siguiente volumen de almacenamiento de 120 m<sup>3</sup> sobre la base de este se tiene los siguiente dimensionamiento como se muestra en (cuadro N°18).

### CUADRO N° 18 Dimensionamiento Tanque de Almacenamiento

Fuente: Elaboración Propia

L	8.20	m	Dimensión Interior	<p>Diagrama de un tanque rectangular con dimensiones L=8.20, B=8.20 y H=2.35[m].</p>
B	8.20	m	Dimensión Interior	
H	2.35	m	Dimensión Interior	
Vol.	120	m <sup>3</sup>	Volumen de agua almacenar	

Sobre estas dimensiones se realizó el diseño de estabilidad y diseño estructural de tanque de Hormigón armado.

La verificación del volumen del tanque se encuentra en el (ANEXO N° 7).

### 5.6.2. Diseño Estructural de Tanque de Hormigón Armado

Se realizó el diseño estructural del tanque de almacenamiento de Hormigón Armado con el objetivo de tener la capacidad de resistencia de la estructura con relación a las cargas e empujes que actúan en el muro y losa, la misma se planteó un depósito enterrado con

las características necesarias de cálculo. Para el cálculo se consideraron los siguientes parámetros que se muestra en el (cuadro N°19).

Se plantea una estructura de Hormigón Armado con las medidas de 8.20 (m) largo, 8.20 (m) ancho y 2.35 (m) de alto con su respectiva cámara de válvula de regulación y presenta un volumen de almacenamiento de 120. (m<sup>3</sup>), con una altura útil de 2.00(m) y una revancha de 0.20(m). Los parámetros de diseño se muestran a continuación.

**CUADRO N° 19** Diseño Estructural de Tanque de Hormigón Armado

Clasificación de Hormigón	H-21		
Acero (Característica)	420	[Mpa]	
Densidad del Hormigón	25	[KN/m <sup>3</sup> ]	
Densidad del Agua	10	[KN/m <sup>3</sup> ]	
Densidad del Suelo	18	[KN/m <sup>3</sup> ]	
Sobrecarga (q)	5	[KN/m <sup>2</sup> ]	
Recubrimiento	3.5	cm	
Altitud	4025	m.s.n.m	
Ancho	8.20	m	
Base	8.20	m	
Altura Total	2.35	m	
Altura útil	2.00	m	
Revancha	0.20	m	
Espesor de muro (diseño)	0.25	m	
Espesor losa (diseño)	0.30	m	

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se realizó el cálculo de la armadura de placa de fondo, así como los muros tanto como superior e inferior (armadura de fierro).

El diseño estructural de tanque de Hormigón Armado se encuentra en el (ANEXO N°7).

### 5.7. Diseño Hidráulico Red de Distribución

Las presiones en la red de distribución estarán diseñadas de acuerdo a ciertas condiciones hidráulicas cumpliendo las especificaciones técnicas de los materiales, tomando en cuenta los diferentes factores relacionados con la instalación y funcionamiento del sistema.

La tubería deberá cumplir con la Norma Boliviana NB 213, que la misma deberá tener la certificación de IBNORCA. El diseño hidráulico se realizó mediante un programa en Excel (elaboración propia) tomando los parámetros de diseño se muestra en el (cuadro N°20), tomando en cuenta la fórmula de pérdidas de presión por Hazen-Williams para flujos turbulentos, de acuerdo al ajuste de presión de trabajo de las tuberías ver (ANEXO N°7).

**CUADRO N°20** Diseño Hidráulico Red de Distribución

Hazen Williams	PVC	3"
Coeficiente de Hazen - Williams	140	
Caudal	4.12	l/seg
Diámetro	3	pulgadas
Perdida de carga	hf	m

Fuente: Elaboración Propia

En base a estos datos se realizó el diseño hidráulico de los tubos, se calculó las pérdidas de carga las velocidades óptimas y la presión de funcionamiento de la red, como se detalla en el siguiente (ANEXO N°8).

### 5.8. Paso de quebrada

Los pasos de quebrada se utilizan para superar obstáculos naturales como barrancos, zanjones, ríos, quebradas, etc. Los pasos aéreos están constituidos por dos dados de hormigón ciclópeo debidamente cimentadas que sostienen la tubería FG, el cual va sujetado a dos pesos de hormigón que están enterrados uno a cada lado; esto con la finalidad de que dicha tubería este fijado. Ver Anexo N°10

El caso estudiado en el presente trabajo, se basa fundamentalmente en su funcionalidad, como estructuras isostáticamente determinadas y suspendidos mediante cables, anclajes, dados de hormigón y otros accesorios que trabajan bajo sollicitaciones como son la tracción, compresión.

#### CUADRO N° 21 Paso de quebrada

N°	Modulo Incrementado	Ítem Perjudicado	Tiempo solicitado
1	3 pasos de quebrada	2 puentes colgantes de 50 m 1 sobre torres de H° A° de 50m	20 días

Fuente: Elaboración propia

Los cálculos se encuentran en (ANEXO N 9).

## 5.9. Evaluación de Calidad de Agua

La muestra de agua proveniente de la vertiente de la comunidad fue sometida al análisis Físico-Químico en el de laboratorio de IBTEN para determinar la calidad de agua, con fines de riego (Cuadro N°22).

### CUADRO N° 22

#### Análisis Físico-Químico de aguas

Parámetros	Valor	Parámetros	Valor
C.E(microS/cm)	85.4	Sulfatos (mg/l)	8.01
Ph	6.51	Carbonatos (mg/l)	0
Sodio (mg/l)	4.89	Bicarbonatos (mg/l)	22.98
Potasio (mg/l)	0.75	Sólidos totales (mg/l)	61.67
Calcio (mg/l)	7.16	Sólidos en susp. (mg/l)	6
Magnesio (mg/l)	1.29	Sólidos disueltos (mg/l)	55.67
Cloruros (mg/l)	3.65	Boro (mg/l)	0.18

Fuente: Análisis Físico-Químico IBTEN.

De acuerdo a directrices y criterios para evaluar la calidad del agua propuesto por la USDA4, se observa que la calidad de agua con respecto a la conductividad eléctrica de 85.40 microS/cm (0,085 micromhos/cm), el agua de riego pertenece a la clase C-1 que es de muy bajo riesgo de salinidad y apto para la producción agrícola.

## **PARTE VI**

### **Propuesta de la Automatización de riego**

#### **6.Riego Automático**

Una vez que se han realizado las acciones previas que se mencionaron con anterioridad, lo que se pretende hacer es la automatización del riego utilizando elementos que se tienen actualmente en el sistema como lo son el mismo tipo de tubería, y los mismos aspersores que se encuentra en nuestro medio.

Con base al funcionamiento y a los problemas existentes con los sistemas de riego que se tiene actualmente, se propone la automatización mediante determinados instrumentos y con lo cual se pretende que no se desperdicie tanta agua.

Se desarrollará con un programador de 4 estaciones y con los diferentes elementos o dispositivos de campo.

##### **6.1. Objetivo**

Automatizar y controlar el sistema de riego para evitar el desperdicio de agua mediante el uso de un programador programable

##### **6.2. Justificación**

Actualmente la automatización está jugando un papel muy importante en competitividad de las empresas, ya que está permitiendo agilizar procesos haciéndolos más eficientes mediante sistemas automáticos.

Existen sistemas de riego que no son controlados por ningún tipo de sistema automático, lo cual provoca un gran desperdicio de agua, ya que hay personal que abre el riego a la

hora que sea, sin tener ningún control de éstos. Hay que empezar por algo para obtener un mayor aprovechamiento a largo plazo del consumo de agua y, mediante éstos sistemas de riego automatizados se puede lograr esto.

Es necesario diseñar nuevos sistemas hidráulicos más seguros y eficientes orientados al ahorro de agua, actuando con responsabilidad social; cuidando el medio ambiente, el agua, y principalmente liberando tiempo al trabajador.

### **Desarrollo**

Se desarrollará con un programador de 4 estaciones y con los diferentes elementos o dispositivos de campo.

### **Materiales**

#### **Gabinetes**

- Balde graduado o medidor de presión
- Reloj
- Lápices de colores
- Goma de borrar
- Plano a escala o papel cuadriculado
- Cinta de resina antiadherente

#### **Herramientas**

- Pala
- Picota
- Cortador de tubos de PVC
- Guantes protectores
- Cordel

#### **Para instalación:**

- Programador
- Válvulas solenoides
- Aspersores
- Caja para válvulas

- Tubos de PVC para las redes
- Fittings para uniones y reducciones
- Lija fina para metal
- Pegamento para PVC

### **6.3. Informe preliminar**

#### **Averiguar el caudal de agua que llega al cultivo:**

**Método 1:** Si se tiene un medidor de presión (manómetro), conectarlo a una llave y abrirla completamente.

**Método 2:** Si no se tiene manómetro, calcular la presión utilizando el siguiente método y un balde con capacidad conocida. Este método es representativo para medidores entre 1/2" y 1":

Abrir totalmente una llave de cultivo cercana.

Dejar escurrir el agua dentro del balde y tomar el tiempo que demora en llenarse.

Dividir el contenido del balde (en litros) por el tiempo tomado en llenarse (en segundos), así se obtendrá el caudal de agua que entrega la red, expresado en litros por segundos (l/seg).

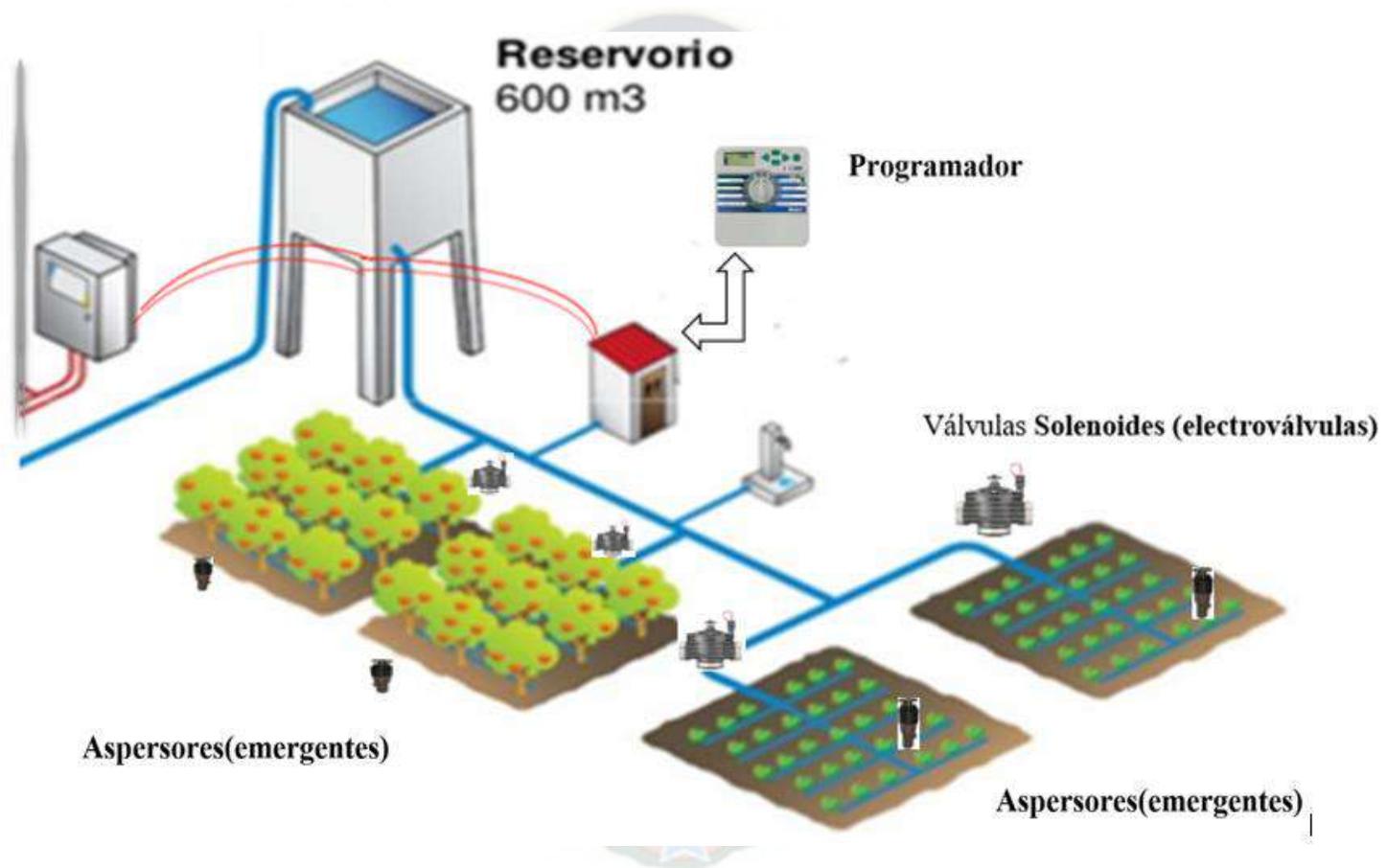
#### **Averiguar los diámetros de la cañería principal**

- Si se desconoce el diámetro de la cañería principal del agua, colocar un cordel alrededor de ella y medir el largo resultante:
- Si el cordel mide 7 cm y el tubo es de PVC, su diámetro es 20 mm (3/4").
- Si mide 9 cm y el tubo es de PVC, su diámetro es 25 mm (1").

#### **Preparar un plano del cultivo**

- Para diseñar el trazado del sistema de riego se necesita trabajar sobre un plano a escala, se deberá preparar uno utilizando para ello un papel cuadriculado.
- Dibujar primero el terreno y el perímetro. Luego marcar toda el área de cultivo. como se muestra modelo (Figura N°2)

Figura N°2 Diagrama del sistema



Fuente Elaboración propia

#### 6.4. Aspersores

Los aspersores son emisores de agua, que funcionando hidráulicamente lanzando el agua pulverizada a la atmósfera a través de un brazo con una o dos salidas (boquillas) en su extremo, a una distancia determinada. Distribuyen el agua sobre el terreno con un chorro de agua que gira entre dos extremos regulables o girando 360 grados.

**Los aspersores se clasifican en 2 tipos, los cuales son:**

**Aéreo:** Cuando va colocado sobre la tubería que le sirve de soporte a la altura del suelo que se precise ver en la figura 3.

**Emergente:** Esta enterrado y, por medio de la presión ejercida por el agua, se eleva cuando riega. Un ejemplo se muestra en la figura 3

**Imagen N° 3 Tipos de aspersores**



Aspersor emergente.



Aspersor aéreo

Fuente: Diseño de la automatización de riego MÉXICO, D.F. 2015

#### **Averiguar el flujo de los aspersores.**

Los aspersores empleados para el riego automático son de tipo emergentes y solo en algunos lugares se utilizar aéreos. su diseño es mostrado en la figura 3.

Para regular el alcance del agua, se emplea una pequeña llave que hace que salga menor o mayor cantidad de agua del aspersor. Esta llave a su vez sirve para posicionar los aspersores y determinar su giro, esto se regula dependiendo del área que se quiere regar. En la figura 4 se muestran los accesorios con los que cuenta el aspersor, tanto las diferentes toberas (orificios) de colores, como la llave que controla la cantidad de agua que sale y el giro del aspersor.

### Imagen N° 4 Aspersor Emergente



Fuente: Diseño de la automatización de riego MÉXICO, D.F. 2015

Como se mencionó anteriormente, los orificios del aspersor son variados en cuanto a su tamaño y dependiendo del color es el tamaño del orificio. Las toberas permiten alcanzar radios de 11,9 m hasta 21,6 m. Por consiguiente, entre mayor es el orificio, mayor es el alcance de agua que da el aspersor. Donde se utilizará la tobera blanca N° 5 con un alcance de radio 13.7 m y un caudal de 0.34 l/seg ver cuadro n°23

### Cuadro N° 23 Alcances de aspersores

Tobera	Presión Bares	Presión kPa	Radio m	Caudal m³/hr	Caudal l/min	Pluv. mm/hr	▲
<b>4</b> Amarillo	2.5	248	11.9	0.82	13.6	12	13
	3.0	303	12.2	0.91	15.2	12	14
	3.5	352	12.5	0.98	16.4	13	15
	4.0	400	12.5	1.05	17.5	13	16
	4.5	448	12.8	1.11	18.6	14	16
	5.0	496	13.1	1.18	19.6	14	16
<b>5</b> Blanco	2.5	248	12.8	0.95	15.9	12	13
	3.0	303	13.1	1.04	17.3	12	14
	3.5	352	13.4	1.11	18.5	12	14
	4.0	400	13.4	1.17	19.6	13	15
	4.5	448	13.7	1.24	20.6	13	15
	5.0	496	14.0	1.29	21.5	13	15
<b>7</b> Naranja*	2.5	248	13.4	1.44	24.0	16	19
	3.0	303	14.0	1.54	25.6	16	18
	3.5	352	14.3	1.61	26.9	16	18
	4.0	400	14.3	1.68	28.0	16	19
	4.5	448	14.6	1.75	29.1	16	19
	5.0	496	14.9	1.81	30.1	16	19
<b>8</b> Marrón claro	2.5	248	14.0	1.65	27.5	17	19
	3.0	303	14.3	1.81	30.1	18	20
	3.5	352	14.9	1.94	32.3	17	20
	4.0	400	15.2	2.05	34.2	18	20
	4.5	448	15.2	2.16	36.0	19	22
	5.0	496	15.5	2.27	37.8	19	22
<b>10</b> Verde claro*	3.0	303	15.2	2.15	35.8	18	21
	3.5	352	15.5	2.32	38.6	19	22
	4.0	400	15.8	2.48	41.3	20	23
	4.5	448	16.2	2.63	43.9	20	23
	5.0	496	16.2	2.78	46.3	21	25
	5.5	552	16.5	2.94	48.9	22	25
<b>13</b> Azul claro	3.0	303	15.8	2.38	39.6	19	22
	3.5	352	16.2	2.57	42.8	20	23
	4.0	400	16.5	2.75	45.7	20	23
	4.5	448	16.5	2.91	48.5	21	25
	5.0	496	16.8	3.07	51.2	22	25
	<b>15</b> Gris*	3.0	303	16.8	2.86	47.7	20
3.5		352	17.1	3.05	50.8	21	24
4.0		400	17.4	3.22	53.7	21	25
4.5		448	17.4	3.38	56.3	22	26
5.0		496	17.4	3.53	58.8	23	27
5.5		552	17.7	3.69	61.5	24	27
<b>18</b> Rojo	3.0	303	17.4	3.08	51.4	20	24
	3.5	352	17.7	3.31	55.2	21	24
	4.0	400	18.0	3.52	58.7	22	25
	4.5	448	18.3	3.72	62.0	22	26
	5.0	496	18.9	3.91	65.2	22	25
	5.5	552	19.2	4.11	68.5	22	26
<b>20</b> Marrón osc.*	4.0	400	18.6	3.97	66.2	23	27
	4.5	448	18.9	4.20	70.1	24	27
	5.0	496	19.2	4.42	73.7	24	28
	5.5	552	19.5	4.66	77.7	25	28
	6.0	600	19.8	4.86	81.0	25	29
	6.5	648	20.1	5.05	84.2	25	29
<b>23</b> Verde osc.	4.0	400	19.2	4.88	81.3	26	31
	4.5	448	19.5	5.18	86.3	27	31
	5.0	496	19.8	5.47	91.1	28	32
	5.5	552	20.1	5.78	96.3	29	33
	6.0	600	20.1	6.04	100.6	30	34
	6.5	648	20.4	6.29	104.8	30	35
<b>25</b> Azul osc.*	4.0	400	19.8	5.23	87.1	27	31
	4.5	448	20.1	5.58	93.1	28	32
	5.0	496	20.4	5.92	98.7	28	33
	5.5	552	21.0	6.29	104.9	28	33
	6.0	600	21.0	6.60	110.0	30	34
	6.5	648	21.3	6.90	115.1	30	35
<b>28</b> Negro	4.5	448	20.1	5.93	98.8	29	34
	5.0	496	20.7	6.21	103.5	29	33
	5.5	552	21.3	6.52	108.6	29	33
	6.0	600	21.3	6.77	112.8	30	34
	6.5	648	21.6	7.01	116.9	30	35
	7.0	700	21.9	7.28	121.0	30	35

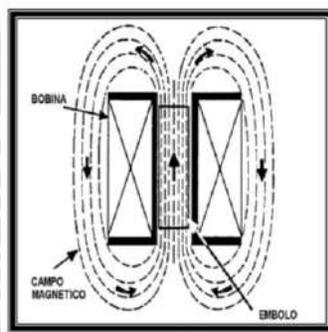
Fuente: Diseño de la automatización de riego MÉXICO, D.F. 2015

## 6.5. Válvulas Solenoides o Electroválvulas

### Principio de funcionamiento

Una válvula solenoide se compone de dos partes interdependientes: la válvula y la bobina solenoide. Cuando se hace pasar corriente eléctrica a través de la bobina esta actúa como un electroimán poderoso, formando un campo magnético capaz de atraer hacia sí un émbolo móvil de hierro, que es el vástago de la válvula, para que pueda abrir o cerrar. Lo anterior se puede ver en la figura 5.

### Imagen N° 5 Principio de funcionamiento



Fuente: Diseño de la automatización de riego MÉXICO, D.F. 2015

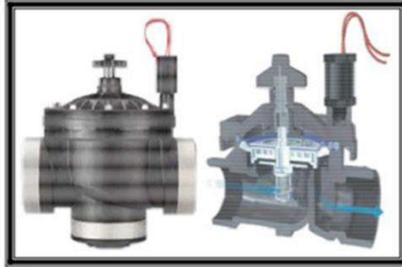
### Solenoides o Electroválvulas a utilizar:

Para el riego se utilizan válvulas eléctricas del tipo normalmente cerradas, de tal forma que cuando el programador da las órdenes de riego, la válvula automática se pone en funcionamiento, abriéndose y dejando pasar el caudal para alimentar los aparatos de riego que componen un sector.

Una vez acabado el tiempo de riego, la válvula deja de funcionar y se cierra, dejando de funcionar el sector y comenzando inmediatamente otro.

Se muestra en la imagen la electroválvula, la cual se tiene un diámetro para de tubería de .0762 m (3 pulgadas), y por lo tanto puede ser instalada sin necesidad de hacer algún tipo de ajuste a la tubería existente actualmente.

### Imagen N° 6: Válvulas solenoides



Fuente: Diseño de la automatización de riego MÉXICO, D.F. 2015

Especificaciones:

Los datos que presentan las electroválvulas ICV se enlistan a continuación:

Electroválvula en línea/en ángulo plástico de 3 pulgadas (80 mm) Regulador de presión

Caudal: 4.5 a 88 m<sup>3</sup>/h; 75 a 1135 l/min (0.1 a 300 GPM) Presión: 1.4 a 15 bares; 138 a 1500 kPa

**6.6 Tuberías de polietileno (PE)** El etileno se deriva en polietileno, provocando su polimerización sometándolo a un proceso de calor y presión. Las tuberías de PE se logran mediante extracción; éstas presentan dos ventajas con respecto a las de PVC:

Se pueden instalar al aire libre (ya que las de PVC si se exponen por largos períodos a los rayos solares pueden ver mermadas sus propiedades mecánicas).

Es flexible y menos frágil.

### Imagen N° 7 Tuberías de polietileno



Tuberías de PE



Piezas especiales

**Selección del diámetro de la tubería.** La selección de los diámetros de la tubería suele realizarse en función del caudal de aguas del sistema, para lo cual se emplean las

siguientes cartas: El diámetro de la tubería a emplearse en el sistema se obtiene en función del caudal y bajo los siguientes parámetros:

Para mínimas pérdidas; mayor diámetro de tubería.

### 6.7. Programador

El programador es el cerebro del sistema de riego y se conecta a las válvulas mediante cables. Lo que hace es dar las órdenes de apertura y cierre a las electroválvulas. Se le indica los días de la semana que hay que regar (por ej.: lunes, miércoles y viernes) y cuánto tiempo cada riego (por ej.: de 6.00 a las 7,20 de la mañana).

#### Imagen N° 8: Programador de 4 estaciones



Fuente: Diseño de la automatización de riego MÉXICO, D.F. 2015

### 6.8 Esquema del riego automático

Una vez que se ha hecho el estudio completo de todos los componentes necesarios procedemos con la implementación del esquema que tendrá la instalación de riego Automático de la misma manera se puede ver en la Imagen N°8

#### Imagen N° 9 Esquema del riego automático (programador de 4 estaciones)



Fuente: Elaboración propia

### **La Evapotranspiración.**

La evapotranspiración es la combinación de dos procesos simultáneos en los que se pierde agua desde la superficie del suelo por evaporación, y desde los cultivos por transpiración (Sánchez, 2013).

### **Horarios de riego**

Por esta razón el horario será por la mañana, los sistemas de riego se abren a las 6 am, Todo lo controlan por áreas, y cada área la riegan por 1 hora aproximadamente. Por la tarde-noche, los sistemas se abren a las 7 pm según estación del tiempo y de igual forma se riegan las diferentes áreas por un lapso de una hora aproximadamente.

El cálculo del tiempo de riego se realiza en función de las necesidades de los cultivos, el riego se detiene automáticamente.

**Cuadro 28. Tiempo de riego por cultivo**

CULTIVOS	TIEMPO DE RIEGO	SUPERFICIE	TURNOS DE RIEGO
PAPA	1 h 36 min	500 m <sup>2</sup>	10
ZANAHORI	2 h 54 min	500 m <sup>2</sup>	9
HABA	4 h 8 min	500 m <sup>2</sup>	8
CEBOLLA	1 hr 41 min	500 m <sup>2</sup>	9

Fuente Agro municipio Jesús de Machaca (región Altiplánico 2017)

## **6.8. Costos**

### **6.8.1 Costo de materiales**

Una vez estudiados los elementos que conforman la automatización del riego y como realizar la misma, en el presente capítulo se lleva cabo un análisis de costos para determinar el costo total del proyecto, tomando en cuenta todos los materiales necesarios y la mano de obra requerida. (CUADRO N° 31)

## **PARTE VII**

### **PROPUESTA ECONOMICA**

#### **7. Fuentes de Financiamiento**

Este proyecto esta proporcionado con una inversión de Bs 848.631.14 cuyos objetivos centrales se sintetiza en la reducción de los niveles de pobreza incorporando mecanismos de monitoreo y control a través de acciones orientadas a ampliar oportunidades de empleo e ingresos, desarrollar las capacidades, incrementar la seguridad, protección de los pobres y promover la integración y participación social

#### **7.1. Elaboración de planos**

Los planos son diseñados en el gabinete generalmente mediante software AutoCAD, estos planos son sumamente importantes ya que llevan de contenido toda la infraestructura de todo el Sistema de Riego óptimo. Así para poder facilitar el cálculo de cómputos métricos.

#### **7.2. Cómputos Métricos**

Los cómputos métricos fueron realizados y formateados en planillas de Excel y se encuentran en el ANEXO N° 10

#### **7.3. Análisis de Precios Unitarios, Presupuesto por Módulos y Presupuesto Total**

La adquisición de materiales de piedra y agregados se realizará de la misma zona, cuyo banco de materiales se encuentra en el río de la comunidad, en cuanto a otros materiales se recurrirá a la ciudad de La Paz.

En el análisis de los precios unitarios se tiene en detalle los costos de los distintos materiales, mano de obra e impuestos, para su respectiva ejecución del proyecto.

El presupuesto general de costos está estimado a partir de la identificación de los ítems de trabajo, de acuerdo a todas las estructuras hidráulicas, con sus respectivos cómputos métricos que fueron calculados con en el programa PRESCOM.

El análisis de precios unitarios y el presupuesto por módulos y los presupuestos generales son detallados en el ANEXO N° 11 y 12.

#### 7.4. Presupuesto General del Sistema de Riego

En el cuadro N°24, se muestra el costo total, detallado por componente hidráulico del sistema.

**CUADRO N° 24** Resumen de presupuesto general por estructura hidráulica

PRESUPUESTO DE OBRAS CIVILES		
N°	DESCRIPCION	COSTO TOTAL BS
1.00	INSTALACIONES GENERALES	5,294.90
2.00	FUENTE DE CAPTACION OBRA DE TOMA	12,795.11
3.00	DESARENADOR	9,321.47
4.00	CANAL DE RIEGO REVESTIDO DE ADUCCION	262,750.45
5.00	ACUEDUCTO DE H° A° (LONGITUD 12.0 M.)	25,447.26
6.00	ACUEDUCTO DE H° A° (LONGITUD 9.0 M.)	14,003.90
7.00	ACUEDUCTO COLGANTE L = 22 M	29,589.36
8.00	PROVISION Y TENDIDO DE TUBERIA PVC C-9 6"	11,123.52
9.00	PROVISION Y TENDIDO DE TUBERIA PVC C-9 3"	137,147.05
10.00	PROVISION Y TENDIDO DE TUBERIA PVC C-9 2"	127,323.44
11.00	HIDRANTES Y LINEAL MOVILES	82,828.75
12.00	RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO	124,524.79
13.00	TRANSPORTE	6,481.14
COSTO TOTAL OBRAS CIVILES (Bs.)		848,631.14

Fuente: Elaboración propia.

Del acuerdo al (cuadro N°24), se desglosa el presupuesto de todos los componentes hidráulicos del sistema riego, tiende a un costo total de Bs 848.631.14 que será absorbido por financiamiento externo.

### 7.5. Presupuesto por Componentes de Ejecución del Estudio

En el cuadro 25 se muestra el costo total para la implementación del sistema de riego.

**CUADRO N°25** Costo consolidado del sistema de riego

PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO		
Nro.	DESCRIPCIÓN	TOTAL Inversión
1	INFRAESTRUCTURA	848.631.14
2	SUPERVISIÓN DE OBRAS (4.35% COSTO PROY) -	68.500,00
3	ACOMPañAMIENTO Y CAPACITACION (4,55% COSTO PROY) -	68.719,00
TOTAL		985.850.14
LITERAL DEL PRESUPUESTO GENERAL		
SON: novecientos ochenta y cinco mil ochocientos cincuenta 99/100 BOLIVIANOS		

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro anterior se puede observar que los aportes del proyecto son desglosados, en inversión un monto total es de Bs 848.631.14 para la supervisión se consideró 4.35% Bs 68.500,0 Bs del total del proyecto de riego.

## 7.6. Costo de la automatización

Para el análisis de costos, se obtiene la volumetría de todos los equipos, materiales y accesorios que intervienen en el proyecto de automatización y posteriormente se consulta los precios de lista de los proveedores correspondientes al total del costo de materiales.

**CUADRO N° 26** presupuesto para la automatización de riego

RESUMEN DE COSTOS POR OBRAS			
OBRAS CIVILES	UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL (Bs)
OBRAS PRELIMINARES	PZA	1.00	850.00
CERCO PERIMETRAL	PZA	1.00	600.00
PROGRAMADOR DE 4 ESTACIONES	PZA	1.00	8700.00
VALVULAS SOLENOIDES	PZA	4.00	2750.56
CAJA DE VALVULAS	PZA	1.00	270.00
TUVOS PVC	ML	100	250.00
UNION UNIVERSAL	PZA	1.00	80.00
OBRAS COMPLEMENTARIAS	PZA	1.00	850.00
COSTO TOTAL BS.			14350.00 BS
Catorce mil trecientos cincuenta bolivianos			

Fuente: Elaboración propia.

Del acuerdo al (cuadro N°26), se desglosa que el presupuesto de todos los accesorios y componentes del sistema riego automatizado, tiende a un costo total de 14350.00 Bs para un área de aproximada de 50 m2.

### 7.7. Cronograma de Ejecución

El tiempo de ejecución del proyecto es de 7 meses, a partir del orden de proceder hasta la entrega provisional y 30 días hasta la entrega definitiva. Como se muestra en el siguiente (cuadro N°27) y el cual se especifica con mayor detalle en el (anexo n° 13)

**CUADRO N° 27.** Cronograma de Ejecución

TIEMPO DE EJECUCIÓN	MES																					
MODULO	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OBRAS ORELIMINARES	■																					
LINEA DE ADUCCIÓN	■	■	■																			
CÁMARA DE DISTRIBUCION				■	■	■	■															
MEDIDAS DE MITIGACION				■	■																	
CÁMARAS DE								■	■	■	■											
CAMARA DE REPITICION								■	■	■	■											
RED DE DISTRIBUCION								■	■	■	■											
CAMARA DE DISTRIBUCION																						
RED DE DISTRIBUCION													■	■	■	■	■	■				
PASO DE QUEBRADA																		■	■	■	■	
PASO DE DESNIVEL																		■	■	■	■	■
OBRAS																						■

Fuente: Elaboración Propia

## **PARTE VIII**

### **EVALUACIÓN DEL PROYECTO**

#### **8. Evaluación Social**

El criterio social para la implementación del sistema de riego se realizó con la participación de los beneficiarios tanto en reuniones, encuestas o diagnósticos a través de sus organizaciones locales.

La Comunidad de Jilatiti Seko presenta una organización Ayllu perteneciente al Municipio de Jesús de Machaca, la misma agrupa a 50 familias beneficiarias al proyecto, donde solicitaron un proyecto ante el Municipio.

Se determinó el método de riego más apropiado, debido que presenta una topografía accidentada y una limitante de agua, dada a estas características se optó el método señalado que presenta una eficiencia de riego al 80% y una uniformidad de distribución del agua.

Por tanto, el proyecto será dirigido mediante un Comité de Regantes que se encargará de realizar la administración del proyecto de forma adecuada y sostenible, la distribución se efectuará mediante turnos de riego (cámaras hidrantes), con una frecuencia de 8 horas a la semana, debido al consumo de agua para riego se creará una tarifa ya sea anual o mensual que deberán aprobar en su asamblea convocado por el Comité de Regantes.

La tarifa por el consumo de agua será destinada para la operación y mantenimiento del sistema, y así crear un proyecto sostenible, y este recurso será de administración exclusiva por el Comité de Regantes.

## **8.1. Evaluación Ambiental**

Los criterios ambientales de la implementación de las infraestructuras hidráulicas del sistema, hacia una autogestión de los regantes, en la ejecución presentan impactos negativos sobre los factores ambientales, que son de menor magnitud y de corta duración, que no influirá el desequilibrio ecológico, más bien los impactos positivos favorecen con la implementación del sistema creando microclimas favorables a la zona.

Debido a la calidad de agua de riego que es buena no presentará ningún impacto ambiental con relación a la salinización que causa la baja productividad de suelos.

## **8.2. Supuestos y Riesgos Implicados**

El riesgo de funcionamiento del sistema de riego es el incumplimiento de la contraparte comunal que dificultaría la ejecución, pero todos los beneficiarios indicaron que afectarán la colaboración con la mano de obra no calificada durante la ejecución de la misma.

Las variaciones climáticas son temporales, pudiéndose presentar un caudal mínimo que no satisfaga los requerimientos de los cultivos propuestos, ocasionando problemas en la producción, así causando bajos ingresos económicos.

## **8.3. Propuesta de Gestión del Sistema de Riego**

### **8.3.1 Administración**

En este entendido, en los sistemas de riego campesinos, la organización campesina se constituye en el motor que hace funcionar el sistema en su conjunto. Su principal función es hacer cumplir los acuerdos establecidos sobre la adquisición de derechos al agua entre sus miembros, los procedimientos de manejo de la infraestructura existente,

las modalidades de distribución del agua para riego entre los usuarios, definición de las responsabilidades de los miembros para el mantenimiento del sistema, y finalmente establece las necesidades de aportaciones para las actividades de gestión de la organización.

Por otro lado, la organización campesina adopta sus decisiones colectivas, en base a una estructura de cargos, normas y reglas que regulan su funcionamiento interno.

**ORGANIZACIÓN CAMPESINA** (responsable del funcionamiento del sistema)

- A través del uso de medios económicos y materiales
- Adoptando una estructura de cargos
- Establecimiento y procedimientos que caracterizan su funcionamiento interno
- Establece normas y reglas colectivas que constituyen la base de la gestión
- Adquisición y conservación de los derechos al agua entre sus miembros
- Define la forma de operar la infraestructura y modalidades de distribución del agua para riego
- Acuerdos para ejecutar las actividades de mantenimiento
- Define los aportes “cuotas” para la operación y mantenimiento del sistema

**Fuente: ATI 2015.**

Entonces, la gestión campesina de sistemas de riego, se refiere al conjunto de acuerdos, normas y reglas, que los campesinos establecen, para llevar a cabo ciertas actividades para hacer funcionar los sistemas, en las circunstancias y condiciones concretas en las que se presenta.

Estas actividades principalmente están relacionadas con los siguientes aspectos:

Formas organizativas que los usuarios adoptan para planificar o velar por el cumplimiento de los acuerdos y responsabilidades de los regantes para con el sistema de riego.

- Definición de los derechos al agua.
- Establecimiento de normas y reglas para la distribución de agua.
- Acuerdos que definen las responsabilidades para el mantenimiento del sistema de riego

#### 8.4. Organización del Comité de Regantes

La estructura más comúnmente empleada para la formación de los comités de regantes es la siguiente:



Los dirigentes del comité de riego son elegidos anualmente en Asamblea General Ordinaria con la participación directa de los beneficiarios, así mismo, éstos dirigentes pueden ser reelegidos para otra gestión.

#### Rol y Funciones

Del Presidente. - Son funciones del Presidente:

- Representar legalmente al Comité de Regantes
- Convocar y presidir las reuniones de la Directiva y las reuniones generales
- Elaborar y poner en consideración el orden del día
- Suministrar al comité los informes que le sean solicitados

Del Vice Presidente. - Son funciones del Vice Presidente:

- Reemplazar al Presidente en caso de enfermedad, ausencia temporal o definitiva

- b) Entablar y mantener relaciones con instituciones nacionales o internacionales para canalizar cualquier tipo de colaboración
- c) Firmar con el Presidente toda correspondencia del Comité
- d) Tener control y vigilancia de la correspondencia

Del Secretario de Actas. - Son funciones del Secretario de Actas:

- a) Llevar el libro de actas debidamente ordenado de las reuniones.
- b) Elaborar las actas de las reuniones y dar lectura a las actas en las reuniones generales, para su aprobación, así como de la correspondencia recibida y enviada.
- c) Suministrar a todos los miembros del comité, los informes que le sean solicitados, firmar conjuntamente con el Presidente las actas de las reuniones.
- d) Redactar y firmar con el Presidente y Vicepresidente toda la correspondencia recibida y enviada por el Comité y llevar el archivo de las mismas; así como de las resoluciones y comunicados.

Del Secretario de Hacienda. - Son funciones del Secretario de Hacienda:

- a) Vigilar la recaudación de las cuotas de ingreso, las ordinarias, así como las extraordinarias y el registro de estos aportes.
- b) Firmar conjuntamente con el Presidente los documentos que se giren por gastos que sean debidamente acordados por el Comité.
- c) Es responsable de la supervisión del uso de los fondos del Comité de Regantes en sujeción al presupuesto, así como de presentar informe y balance trimestral a la Directiva, y a la conclusión de la gestión económica del año presentar balance general.
- d) Permitir la revisión de los libros y cuentas en cualquier momento, tanto del Presidente y de los asociados.

Del encargado de Operación y Mantenimiento:

- a) Velar por la operación, conservación y mantenimiento de la infraestructura de riego.

## **8.5. Operación y Distribución del Sistema de Riego**

De acuerdo a los aforos volumétricos y cultivos planteados para el presente estudio el cual se estableció 4,12 l/s que será distribuido a partir del depósito de almacenamiento, el reparto de este caudal se realizará en ambas redes de riego, diseñado para un caudal de 1,03 l/s cada red de riego.

El manejo del caudal se realizará por las cámaras de válvulas del hidrante, después de haber otorgado 13 horas y cuatro posiciones de riego que cubrirá aproximadamente un área de riego menor a 8 hectáreas.

La distribución adecuada de agua será provista por el Comité de Regantes que elaborará un cronograma por turno, que planteará la frecuencia de riego, cada cinco días con un tiempo de riego de tres horas por posición, con una eficiencia de aplicación de 93% aproximadamente.

Los primeros riegos serán destinados a la preparación de suelos, para mantener los suelos húmedos y garantizar una germinación homogénea de los cultivos.

## **8.6. Factores que Influyen en la Operación y Distribución del Agua**

Se deberá evitar el mal manejo del sistema que está en función a una buena gestión del sistema, ya que esta presenta una amplia variabilidad en cuanto a oferta de agua, junto a los cambios climáticos hacen que la disponibilidad de agua y la priorización de cultivos sean variables, pudiendo generar cambios en las modalidades de distribución de agua.

Por otro lado, el incumplimiento de los beneficiarios con los aportes o cuotas que servirán para el mantenimiento de la infraestructura del sistema de riego, que está

programado por el Comité de Regantes. Se sancionarán con trabajos de mantenimiento o multas económicas elevadas

### **8.6.1. Mantenimiento del Sistema**

El mantenimiento, estará a cargo del Comité de Regantes que elaborará un cronograma de actividades, donde se les asignará diferentes tareas, en forma semanal o mensual dependiendo de la época seca o de lluvia. Una vez implantadas las estructuras hidráulicas se tendrán que realizar el cuidado de estas.

### **8.6.2. Mantenimiento de Prevención**

Este mantenimiento nos permite prevenir daños a futuro mediante limpiezas periódicas de desarenadores, reservorios, cámara de rompe presión y otros componentes hidráulicos ocasionados (clima hombre y animales). Será desarrollada por todos los usuarios del sistema, además se recomienda que todos los usuarios deban estar al tanto contra todos aquellos factores perjudiciales al sistema.

### **8.6.3. Mantenimiento Correctivo**

Para que este caso no ocurra en forma frecuente se plantea a la entidad a cargo del sistema de riego, realizar actividades de capacitación en el manejo apropiado del sistema, misma que debe ser desarrollado de acuerdo a una planificación coordinada entre los beneficiarios y el Comité de Regantes.

La refacción del sistema se la realizará con el aporte de los comunarios por concepto del uso de riego.

#### **8.6.4. Mantenimiento de Emergencia**

El mantenimiento de emergencia se deberá ejecutarse en forma rápida cuando se presentan daños ocasionados por factores externos (clima, hombre, animales) que comprometen el funcionamiento de infraestructura de riego. En caso de daños los beneficiarios tienen la obligación de asumir la responsabilidad de informar al Comité de Regantes, para planificar la solución en los casos de emergencias que podrían ocurrir en contra de la infraestructura.

#### **8.6.5. Plan de Capacitación**

En el Programa Operativo Anual del Gobierno Municipal de Jesús de Machaca (2016), se programará apoyo al desarrollo agrícola, diferentes actividades capacitación o seminarios, dotación de materiales y equipos agrícolas, con la finalidad de mejorar la producción agrícola de los cultivos planteados, en cuanto al manejo y conservación de suelos se realizarán capacitaciones y prácticas demostrativas de fertilización y abonamiento, control de erosión y prácticas agronómicas conservacionistas.

También se realizará la capacitación del manejo adecuado del sistema de riego por aspersión, para así alcanzar eficacia y eficiencia en su manejo, por otro lado, se capacitará a los usuarios en la operación de la infraestructura de riego, operación del equipo lateral móvil y mantenimiento de la infraestructura del sistema de riego.

## **CONCLUSIONES:**

Actualmente se presenta una fuente de aguas superficiales en la comunidad de Jilatiti Seko del Municipio de Jesús de Machaca. En la cual no está siendo utilizado para ningún rubro, y es apto para el riego

Para realizar la optimización del sistema de riego usando tecnologías apropiadas (automatización) se consideraron los aspectos necesarios que permitan cuantificar las necesidades de riego y poder evaluar la factibilidad de su implementación, procediéndose con el levantamiento topográfico de áreas de diseño y consulta climatológica (temperatura, viento y precipitación).

Con la automatización del riego se puede obtener un gran ahorro de agua

Por último, cabe mencionar que el desarrollo de este proyecto sirvió de experiencia para conocer los diferentes elementos que se consideran en el sistema de riego y cómo se deben seleccionar en base a las necesidades

## **BIBLIOGRAFIA**

ANTEZANA, F.; ALARCÓN, J.; ROJAS, R.; BALDIVIESO, H.; REQUE, D.; GUTIERREZ, Z. 2007. Los conflictos en la gestión del agua. Componente Riego PROAGRO/GTZ. Editora “J.V”. Cochabamba, Bolivia.158 p.

MVSB, 1999. Reglamento técnico de diseño de proyectos de agua potable para poblaciones para poblaciones menores de 5.000 habitantes. Ministerio de Vivienda y Servicios Básicos. Dirección General de Saneamiento Básico. Primera edición. Editorial Génesis La Paz - Bolivia.

ESTRADA, O., N. K. 2003. Diseño Del sistema de riego bombeo – goteo para el cultivo de hortalizas, Aldea Cruz de Santiago, Tecpan Guatemala, Chimaltenango. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. Guatemala. 77 p.

BOTTEGA A., HOOGENDAM P. 2004. Obras de Riego para Zonas Montañosas. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. Programa Nacional de Riego. Cochabamba - Bolivia. pp 17-20, 55-83.

GARCIA, O., A. 2012. Criterios modernos para la evaluación de la calidad del agua para riego (Primera parte). IAH. 10 p.

GRASSI, C. J. 1998. Formulación de proyectos de riego y drenaje. Mérida Venezuela. CIDIAT. 241 P

Redes de distribución – Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Comisión Nacional del Agua – México

## **ANEXOS**

- ANEXO N°1 Programa ABRO Área Bajo Riego Optimo
- ANEXO N°2 Método “Volumétrico”
- ANEXO N°3 Diseño Hidráulico Obra de Toma
- ANEXO N°4 Diseño Hidráulico Desarenador
- ANEXO N°5 Diseño Hidráulico Línea de Aducción
- ANEXO N°6 Diseño Hidráulico Cámara Rompe Presión
- ANEXO N°7 Diseño Estructural Tanque de Hormigón Armado
- ANEXO N°8 Diseño Hidráulico red de distribución
- ANEXO N°9 Diseño de la estructura colgante para la tubería (paso de quebrada)
- ANEXO N°10 Cómputos Métricos
- ANEXO N°11 Análisis de Precios Unitarios
- ANEXO N°12 Presupuesto General
- ANEXO N°13 Cronograma de ejecución de obra
- ANEXO N°14 Especificaciones técnicas del Programador de 4 estaciones
- ANEXO N°15 Planos de Detalles



ANEXO N°1  
Programa ABRO Área Bajo Riego Optimo

## ANEXO 2

PROYECTO: OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)

MUNICIPIO: JESUS DE MACHACA

COMUNIDAD: JILATITI SEKO

DISEÑO: Método "Volumétrico"

### Método "Volumétrico"

Se procedió a medir el caudal por el método volumétrico que permite medir pequeños caudales de agua, como los que escurren en vertientes o pequeñas acequias y pequeños ríos. Para ello se contó con un deposito (balde) el volumen conocido (12 litros) en el cual se colecta el agua, con el fin de asegurar una mayor exactitud. Dividiendo el volumen de agua recogido en el recipiente por el tiempo (en segundos) que demora en llenarse, se obtiene un caudal en litros por segundo.

Mes "Noviembre"

Repeticiones	Tiempo (seg)	Volumen (lt)
1,00	2,89	12,00
2,00	3,02	12,00
3,00	2,87	12,00
4,00	3,08	12,00
5,00	2,69	12,00
Promedio:	2,91	12,00

Caudal de la toma N°1

Caudal = 4.12 [lt/seg]

Caudal = 14.83 [m3/hr]

### ANEXO 3

PROYECTO: OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)

MUNICIPIO: JESUS DE MACHACA

COMUNIDAD: JILATITI SEKO

DISEÑO: DISEÑO HIDRÁULICO OBRA DE TOMA

#### DATOS

TIRANTE DE ESTIAJE	Ho [m]	=	0.06
ANCHO DEL RIO		=	5
CAUDAL DE AVENIDA	Q [m3/s]	=	0.00412
SEPARACION ENTRE BARRAS	a[cm]	=	1.5
DIST. ENTRE EJES DE BARRAS	d [cm]	=	4
COEFICIENTE DE MANNING	n	=	0.018
ESPESOR DE LAS BARRAS	e [cm]	=	2.5

#### CÁLCULO DE LAS DIMENCIONES DE LA CÁMARA

$$Q = \frac{2}{3} * C * \mu * b * L * \sqrt{2} * g * h \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

C=Coeficiente que depende de la relación de espaciamiento entre barras y el ángulo  $\beta$  de la rejilla

$\mu$  = coeficiente de derrame de la rejilla

b = ancho del canal [m]

L = longitud de la rejilla[m]

h = Altura inicial de agua sobre la rejilla [m]

$$C = 0.6 * \frac{a}{d} * \cos(\beta)^{\frac{3}{2}} \quad \text{Ec. 2}$$

$$h = K * h_m = \frac{2}{3} * K * H_o \quad \text{Ec. 3}$$

El factor de reducción K es dependiente de la pendiente de las condiciones geométricas de la rejilla que para una distribución hidrostática de la presión se tiene la ecuación.

$$2 * \cos \beta * K^3 - 3 * k^2 + 1 = 0 \quad \text{Ec. 4}$$

Ángulo de inclinación ( $\beta$ ) de la rejilla recomendado esta entre  $0^\circ$  a  $26^\circ$

$\beta$ (grados)	K	$\beta$ (grados)	K
0	1	14	0.879
2	0.98	16	0.865
4	0.961	18	0.851
6	0.944	20	0.837
8	0.927	22	0.825
10	0.91	24	0.812
12	0.894	26	0.1

Tomamos un ángulo de inclinación de la rejilla de:

$$\beta \text{ (grados)} = 0$$

Entonces

$$K = 1$$

Remplazando valores de  $\beta$  y K, en las ecuaciones: Ec. (2) y Ec. (3), se tiene:

$$C = 0.225$$

$$h \text{ (m)} = 0.29$$

El coeficiente  $\mu$ , depende de la forma de las barras de la rejilla y del tirante. Para rejillas de perfil rectangular, las investigaciones nos dan como resultado los siguientes valores.

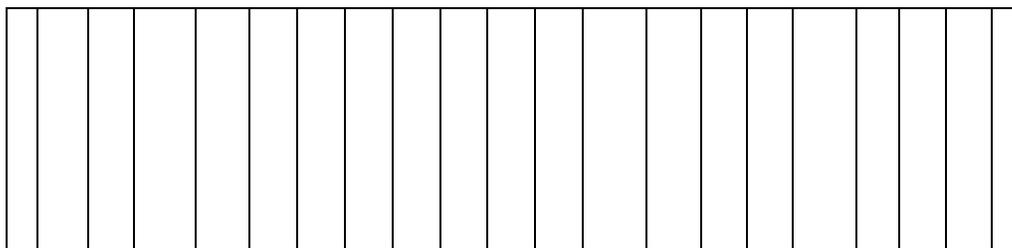
$$\mu = 0.9 \text{ Barras Circulares}$$

Remplazando valores de Q, C,  $\mu$ , y h, en la ecuación. Ec. (1), se tiene:

$$bxl = 0.009$$

Buscamos valores de b y L:

		b (m)	L (m)
1	1	0.04	0.04
2	2	0.2	0.4
3	3	0.024	0.072
4	5	0.4	2



← B →

L

A continuación, se analizan las opciones con el fin de determinar cuál ella se ajusta a las condiciones del terreno.

Se elige la opción: 4

Debido a las condiciones que presente el ancho del cauce.

Ancho del cauce (m) = 6

Lo cual indica que se construirá de H<sup>o</sup>C<sup>o</sup> la longitud faltante para completar el ancho del cauce. Y así tener una mayor eficiencia en la estabilidad.

El número de Barras en la toma de agua es igual a:

$$n = \frac{b}{a} \quad \text{Ec. (5)}$$

Donde:

n = número de los espacios entre los barrotes

d = espaciamiento entre ellos

b = ancho de la toma de agua

n (esp.) = 125

Lo cual indica que el número de barras "N" incluida los soportes es de:

$$N = 126 \text{ BARRAS}$$

Lo cual indica que se construirá de H<sup>o</sup>C<sup>o</sup> la longitud faltante para completar el ancho del cauce. Y así tener una mayor eficiencia en la estabilidad.

El número de Barras en la toma de agua es igual a:

por lo tanto, las dimensiones principales de las rejillas serán:

$$b \text{ (m)} = 5$$

$$L \text{ (m)} = 0.4$$

Durante la operación del vertedero puede ocurrir el caso que, por obstrucciones debida a la acumulación de piedras, hojas, ramas, la rejilla ya no garantice la evacuación del canal mínimo requerido hacia el canal colector.

Por eso, la longitud de la rejilla L deberá ser incrementada por un 20%.

Longitud de construcción de la rejilla:

$$L_c = 0.44 \quad \text{Ec. 6}$$

Calculo del ancho del canal colector:

es igual a:  $B \text{ (m)} = 0.4 \text{ Ec. 7}$

La sección del canal colector es más o menos cuadrada, entonces:

$$t \cong B$$

Donde:

t= Profundidad del canal colector

Dimensiones del canal colector

$$L_c \text{ (m)} = 0.44$$

$$B \text{ (m)} = 0.4$$

La pendiente "Imin", recomendada para el canal colector de la toma es de 30%, a fin de eliminar los sólidos en suspensión que pasan a través de las rejillas

$$\begin{aligned} I_{\min} \text{ (\%)} &= 1 \\ I_{\min} \text{ (m/m)} &= 0.01 \\ I_{\min} \text{ (}^\circ\text{)} &= 1.58 \\ \text{TOMAR } I_{\min} \text{ (}^\circ\text{)} &= 1 \end{aligned}$$

Nota:

Si el diseño no se ajusta a las condiciones locales puede variarse la pendiente del canal (I) entre parámetros menores.

Conocidos los parámetros mencionados: caudal de diseño, talud del canal colector (por lo general rectangular e igual a 0), ancho del canal, pendiente y longitud del canal se dimensiona el canal colector para condiciones de flujo suscritico.

Para determinar las dimensiones del canal colector se determina la profundidad ( $Y_c$ ) y velocidad crítica ( $V_c$ ) del canal, la cual se determina por la siguiente expresión:

$$Y_c = \left[ \frac{Q^2}{g * B^2} \right]^{\frac{2}{3}} \quad \text{Ec. 9}$$

Donde:

Q= Caudal de Avenida

B= Ancho del canal colector

g= Aceleración de la gravedad

$$Y_c \text{ (m)} = 0.296$$

La velocidad crítica es igual:

$$C = (g * Y_C)^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ec. 10}$$

$$V_c \text{ (m/s)} = 0.505$$

La altura de agua al final del canal equivale a:

$$H_2 = 1.1 * Y_C \quad \text{Ec. 11}$$

$$H_2 = 0.029$$

Se elige un rango de seguridad igual a:

$$P = 0.5 * H_2 \quad \text{Ec. 12}$$

Donde:

$$p \geq 0.5 \text{ (m)}$$

$$p \text{ (m)} = 0.014$$

TOMAR

$$P \text{ (m)} = 0.5$$

El ancho del muro de contención es de:

$$e_{min} \text{ (m)} = 0.2$$

La longitud del canal colector es:

$$b'' = \frac{b + e_{min}}{\cos(l)_{min}} \quad \text{Ec. 13}$$

$$b'' \text{ (m)} = 5.000$$

La altura correspondiente a la pendiente del canal es:

$$h'' \text{ (m)} = 0.1$$

La altura inicial del agua en el canal es:

$$H_1 = \sqrt{2 * \frac{y_C}{N_2} + \left( H_2 - \frac{b'' * l_{min}}{3} \right)^2 - \frac{b'' * l_{min}}{3}} \quad \text{Ec. 15}$$

$$H_1 \text{ (m)} = 0.164$$

La profundidad del canal colector (t) es:

$$t = P + H_1 + h''$$

Ec. 16

$$t \text{ (m)} = 0.30$$

Las dimensiones de la cámara son las siguientes:

Base interior de la cámara:

B (m) =	0.4
---------	-----

Altura Interior menor de la cámara:

H (m) =	0.3
---------	-----

Altura Interior mayor de la cámara:

H (m) =	0.35
---------	------

Longitud interior de la cámara:

L (m) =	5
---------	---

Espesor del muro:

e (m) =	0.2
---------	-----

## ANEXO 4

PROYECTO: OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS  
(AUTOMATIZACION)

MUNICIPIO: JESUS DE MACHACA

COMUNIDAD: JILATITI SEKO

DISEÑO: DISEÑO HIDRÁULICO DESARENADOR

Datos del diseño:

Valores del coeficiente de decantación (a)

	Diámetro D	coeficiente (a)
Caudal (m <sup>3</sup> /s) = 0.00412	D < 0.1 mm	51
Tirante adoptamos (Y) (m) = 0.20.	1mm < D < 1mm	44
Diámetro de Material en suspensión (mm) = 1	D > 1mm	36 adoptamos
Coeficiente de Seguridad = 1.5		

Velocidad de sedimentación según diámetros de partículas

1. Cálculo de velocidad de escurrimiento (Vd):

$$Vd = a * \sqrt{D}$$

V (cm/seg) =	36
V (m/seg) =	0.36

1. Cálculo de velocidad de sedimentación para un diámetro (1 mm) tabla

Vs (cm/s) =	9.44
Vs (m/s) =	0.094

3. Longitud del sedimentador

$$L = \frac{K * Y * Vd}{Vs}$$

L =	4.92
-----	------

D (mm)	Vs (cm/s)
0.005	0.178
0.1	0.692
0.15	0.56
0.2	0.16
0.25	2.7
0.3	3.24
0.35	3.78
0.4	4.32
0.45	4.86
0.5	5.4
0.55	5.94
0.6	6.48
0.7	7.32
0.8	8.07
1	9.44
2	15.3
3	19.25

4. Base y la profundidad del sedimentador:

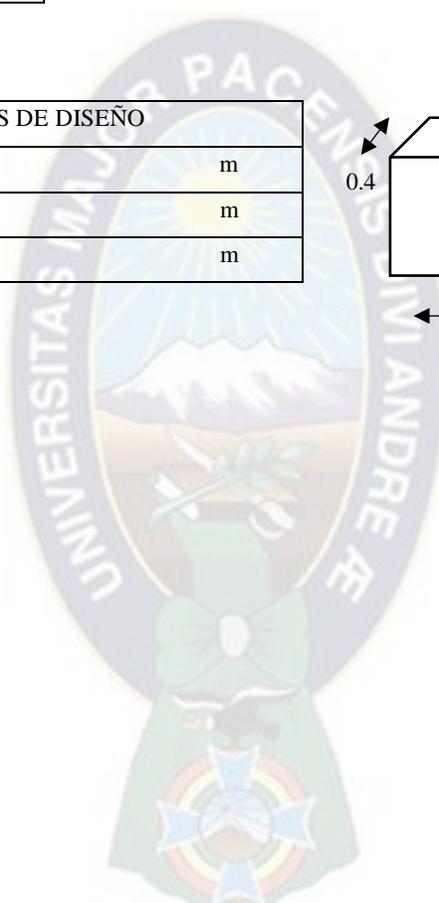
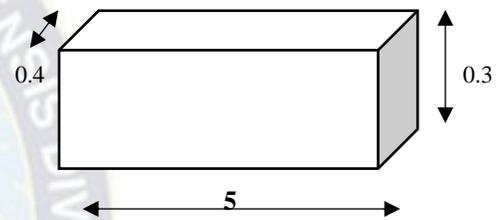
K: Coeficiente de seguridad

$$B = \frac{Q}{V_s * Y}$$

$$B = 0.44$$

Velocidad de escurrimiento(m/s)	k
0.2	1.25
0.3	1.5
0.5	2

ADOPTAMOS LOS DATOS DE DISEÑO		
LONGITUD	5.00	m
ALTURA	0.3	m
BASE	0.4	m



## ANEXO 5

PROYECTO: OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)

MUNICIPIO: JESUS DE MACHACA

COMUNIDD: JILATITI SEKO

DISEÑO: DISEÑO HIDRÁULICO LÍNEA DE ADUCCION

### 1. Caudal

Se tiene el siguiente caudal de salida de la obra de toma:

Calculo del caudal probable de la Obra de Toma:

Altura de del Nivel de Agua:

$$h_o := 0.10 \cdot m$$

Aceleración de la Gravedad:

$$g_o := 9.81 \cdot \frac{m}{s^2}$$

La velocidad de Flujo es:

$$v_o := \sqrt{2 \cdot g_o \cdot h_o} = 1.401 \frac{m}{s}$$

Para un diámetro de Tubería de:

$$\phi_{Tuberia} := 4.0 \cdot in$$

Área de la Tubería:

$$Area_T := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{Tuberia}^2 = 0.008107 m^2$$

El caudal teórico es:

$$Caudal := v_o \cdot Area_T = 0.0114 \frac{m^3}{s}$$

Se considerará un coeficiente de caudal de:

$$C_d := 0.985 \cdot 0.620 = 0.611$$

El caudal real es:

$$CaudalReal := C_d \cdot Caudal = 0.006935 \frac{m^3}{s}$$

## 2. Diseño Hidráulico

Para modelar de una manera más real las presiones de la tubería de aducción comprendida entre la obra de toma y el tanque de almacenamiento, se empleó el programa EPANET 2.0.

Las coordenadas y las elevaciones de los nudos de la tubería fueron obtenidos de la topografía realizada, una vez modelado la tubería se tiene los siguientes resultados.

### 2.1. Presiones

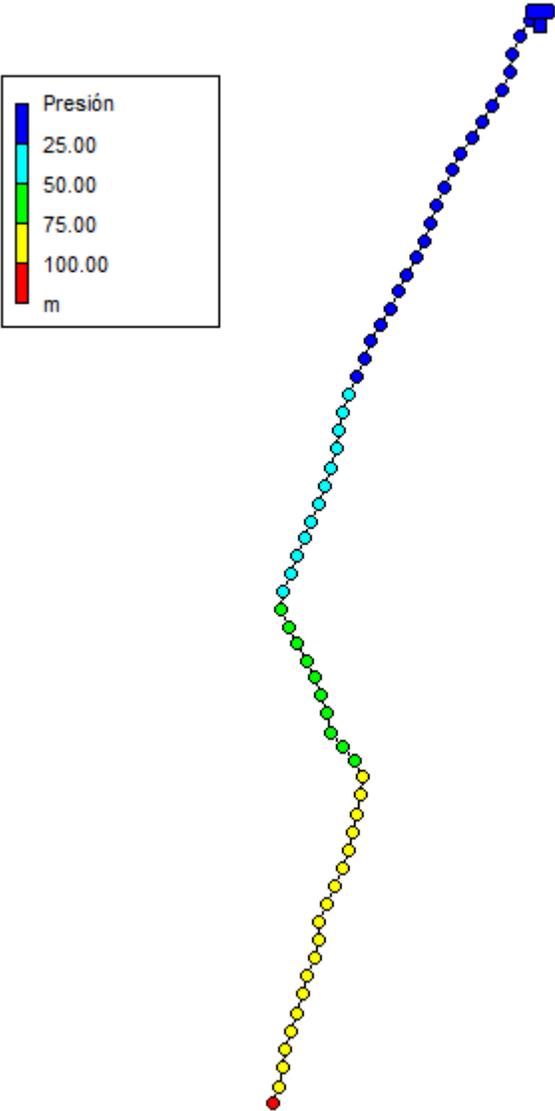


Tabla de Red - Nodos		
ID Nudo	Altura	Presión
	m	m
Conexión 1	3952.39	0.1
Conexión 2	3952.39	2.79
Conexión 3	3952.39	4.9
Conexión 4	3952.39	6.1
Conexión 5	3952.39	7.13
Conexión 6	3952.39	7.55
Conexión 7	3952.39	7.7
Conexión 8	3952.39	7.93
Conexión 9	3952.39	6.54
Conexión 10	3952.39	5.32
Conexión 11	3952.39	6.14
Conexión 12	3952.39	7.79
Conexión 13	3952.39	9.53
Conexión 14	3952.39	11.34
Conexión 15	3952.39	12.84
Conexión 16	3952.39	13.96
Conexión 17	3952.39	15.38
Conexión 18	3952.39	17.64
Conexión 19	3952.39	20.3
Conexión 20	3952.39	21.63
Conexión 21	3952.39	22.52
Conexión 22	3952.39	24.07
Conexión 23	3952.39	26.34
Conexión 24	3952.39	28.64
Conexión 25	3952.39	30.37
Conexión 26	3952.39	32.11
Conexión 27	3952.39	33.88
Conexión 28	3952.39	35.6
Conexión 29	3952.39	37.27
Conexión 30	3952.39	38.54
Conexión 31	3952.39	39.83
Conexión 32	3952.39	41.13

Tabla de Red - Nodos		
ID Nudo	Altura	Presión
	m	m
Conexión 33	3952.39	43.42
Conexión 34	3952.39	47.17
Conexión 35	3952.39	50.37
Conexión 36	3952.39	53.27
Conexión 37	3952.39	55.93
Conexión 38	3952.39	58.2
Conexión 39	3952.39	60.31
Conexión 40	3952.39	62.75
Conexión 41	3952.39	65.87
Conexión 42	3952.39	68.67
Conexión 43	3952.39	71.19
Conexión 44	3952.39	73.75
Conexión 45	3952.39	75.76
Conexión 46	3952.39	77.05
Conexión 47	3952.39	78.16
Conexión 48	3952.39	79.39
Conexión 49	3952.39	80.58
Conexión 50	3952.39	81.58
Conexión 51	3952.39	82.12
Conexión 52	3952.39	82.67
Conexión 53	3952.39	83.71
Conexión 54	3952.39	85.2
Conexión 55	3952.39	86.25
Conexión 56	3952.39	87.01
Conexión 57	3952.39	88.8
Conexión 58	3952.39	90.22
Conexión 59	3952.39	91.74
Conexión 60	3952.39	93.52
Conexión 61	3952.39	95.78
Conexión 62	3952.39	98.49
Conexión 63	3952.39	100.99

## **Conclusiones**

Como la tubería de aducción según el proyecto es una Tubería de PVC de diámetro  $D=4"$  SDR 26 y según norma **NB 888** tendría una presión de trabajo de 110 m.c.a., pero la norma no nos permite emplear más del 80 % de dicha presión, entonces la presión de trabajo de la tubería no tendría que sobrepasar de 88 m.c.a.

Con los resultados obtenidos se tiene que en los nudos finales se sobrepasan esta presión, por lo cual para evitar daños y vibraciones en los pasos quebrada se recomienda la construcción de una cámara rompe presión, lo recomendable para una reducción graduada en la mitad de la longitud de la tubería.



## ANEXO 6

PROYECTO: OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS  
APROPIADAS (AUTOMATIZACION)  
MUNICIPIO: JESUS DE MACHACA  
COMUNIDAD: JILATITI SEKO  
DISEÑO: DISEÑO HIDRÁULICO CÁMARA ROMPE PRESIÓN

Caudal de diseño: 4.12 [lt/s]  
Diámetro de la tubería: 2 1/2 pul  
Aceleración gravitacional 9.81 [m/s<sup>2</sup>]

### CALCULO DE LA VELOCIDAD DE FLUJO:

$$V = 1,9735 \frac{q}{D^2}$$
$$V \text{ [m/s]} = 0.13$$

### CALCULO DE LA CARGA DE AGUA (Altura de agua):

$$H = 156 * \frac{v^2}{2 * g}$$
$$H \text{ [m]} = 0.1 \text{ m}$$

Para el diseño, se asume una altura de  $H = 0.6 \text{ m}$

Las dimensiones se identifican en los planos que permitirán definir la altura total de la cámara rompe presión (HT).

A. Altura mínima de. 10 cm

H. Carga de agua. 60 cm

B.L. Borde libre mínimo. 30 cm

HT. Altura total de la cámara rompe presión.

Resulta.

$$HT \text{ (m)} = 1.00$$

Por facilidad, en el proceso constructivo y en la instalación de accesorios, se considerará una sección interna de 1m por 0.95m

## ANEXO 7

PROYECTO: OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS  
APROPIADAS (AUTOMATIZACION)

MUNICIPIO: JESUS DE MACHACA

COMUNIDD: JILATITI SEKO

DISEÑO: DISEÑO ESTRUCTURAL TANQUE DE HORMIGÓN ARMADO

Volumen Mínimo Necesario:

$$\text{VolNec} := 120 \cdot \text{m}^3$$

Porcentaje de aguas muertas:

$$\text{PAguasMuertas} := 5$$

[%]

$$\text{VolAM} := \frac{\text{PAguasMuertas}}{100} \cdot \text{VolNec} = 6000 \text{ L}$$

El Volumen Requerido es:

$$\text{VolRequerido} := \text{VolNec} + \text{VolAM} = 126000 \text{ L}$$

Dimensiones del Tanque:

$$\text{LadoA} := 7.80 \cdot \text{m}$$

$$\text{LadoB} := 3.80 \cdot \text{m}$$

$$\text{Altura} := 2.20 \cdot \text{m}$$

El volumen del Tanque es:

$$\text{Volumen} := 2(\text{LadoA} \cdot \text{LadoB} \cdot \text{Altura}) = 130416 \text{ L}$$

Se considerará una altura de resguardo:

$$\text{hres} := 15.00 \cdot \text{cm}$$

La altura total será:

$$\text{HTotal} := \text{Altura} + \text{hres} = 2.35 \text{ m}$$

**Datos:**

$$f_c := 210 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$f_y := 4200 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\gamma_c := 2400 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma_{\text{Revoque}} := 2200 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\beta_1 := \begin{cases} \text{Valor} \leftarrow 0.85 & \text{if } f_c < 280 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \\ \text{Valor} \leftarrow \frac{1470 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} - f_c}{1400 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} & \text{if } f_c \geq 280 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \wedge f_c \leq 560 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \\ \text{Valor} \leftarrow 0.65 & \text{if } f_c > 560 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \end{cases} = 0.85$$

$$\phi_f := 0.9$$

**Lado Largo del Tanque:** Se considerará la pared del tanque apoyada en tres lados y sometido a una carga triangular debido al empuje del líquido.

$$\gamma_{\text{Líquido}} := 1000 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$H_{\text{Líquido}} := 2.45 \cdot \text{m}$$

$$P_{\text{Líquido}} := \gamma_{\text{Líquido}} \cdot H_{\text{Líquido}} = 2450 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Lado largo:

$$L_{xLL} := 8.00 \cdot \text{m}$$

Lado corto:

$$L_{yLC} := 4.00 \cdot \text{m}$$

La relación entre lado corto y largo:

$$\text{Relacion} := \frac{L_{xLL}}{L_{yLC}} = 2$$

$$V_{\text{Tipo}} := \begin{cases} \text{Valor} \leftarrow \text{"Losa en Dos Direcciones"} & \text{if } \text{Relacion} < 2 \\ \text{Valor} \leftarrow \text{"Losa en Una Direcciones"} & \text{if } \text{Relacion} \geq 2 \end{cases} = \text{"Losa en Una Direcciones"}$$

Se considerará la pared del tanque apoyada en sus tres bordes.

Espesor tentativo de la pared:

$$e_{LL} := \frac{2(LyLC + LxLL)}{180} = 13.3 \text{ cm}$$

$$e_{LLAsumido} := 20.00 \text{ cm}$$

Recubrimiento:

$$rec_{LL} := 2.50 \text{ cm}$$

Metrado de Cargas:

Peso propio:

$$CPP := 0$$

(No afecta al empuje del líquido)

Cargas Permanentes:

$$EspesorRevoqueInterior := 2.5 \text{ cm}$$

$$EspesorRevoqueExterior := 2.5 \text{ cm}$$

$$CP := 0$$

(No afecta al empuje del líquido)

Carga de Servicio:

$$CVLL := 100 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

(Carga adicional)

La Carga Ultima es:

$$qu_{LL} := 1.4 \cdot (CPP + CP) + 1.7 \cdot (CVLL + PLiquido) = 4335 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Calculo de los momentos de diseño según TABLAS (Marcus):

$$\epsilon_{LL} := \frac{LyLC}{LxLL} = 0.5$$

Interpolando valores:

$$\epsilon_{1LL} := 0.5$$

$$\epsilon_{2LL} := 0.30$$

$$mxm_{1LL} := 74.20$$

$$mxm_{2LL} := 230$$

$$mym_{1LL} := 69.00$$

$$\text{mym2LL} := 172$$

$$\text{mex1LL} := 20.30$$

$$\text{mex2LL} := 30.7$$

$$\text{mey1LL} := 11.70$$

$$\text{mey2LL} := 12.6$$

Para:

$$\varepsilon_{LL} = 0.5$$

$$\text{mxLL} := \text{mxm1LL} - \left[ \frac{(\varepsilon_{1LL} - \varepsilon_{LL}) \cdot (\text{mxm1LL} - \text{mxm2LL})}{\varepsilon_{1LL} - \varepsilon_{2LL}} \right] = 74.2$$

$$\text{myLL} := \text{mym1LL} - \left[ \frac{(\varepsilon_{1LL} - \varepsilon_{LL}) \cdot (\text{mym1LL} - \text{mym2LL})}{\varepsilon_{1LL} - \varepsilon_{2LL}} \right] = 69$$

$$\text{mexLL} := \text{mex1LL} - \left[ \frac{(\varepsilon_{1LL} - \varepsilon_{LL}) \cdot (\text{mex1LL} - \text{mex2LL})}{\varepsilon_{1LL} - \varepsilon_{2LL}} \right] = 20.3$$

$$\text{meyLL} := \text{mey1LL} - \left[ \frac{(\varepsilon_{1LL} - \varepsilon_{LL}) \cdot (\text{mey1LL} - \text{mey2LL})}{\varepsilon_{1LL} - \varepsilon_{2LL}} \right] = 11.7$$

Los momentos por unidad de longitud son:

$$\text{KLL} := \frac{\text{quLL}}{2} \cdot \text{LxLL} \cdot \text{LyLC} = 69360 \text{ kg}$$

$$\text{MxLL} := \frac{\text{KLL}}{\text{mxLL}} = 934.771 \text{ kg}$$

$$\text{MyLL} := \frac{\text{KLL}}{\text{myLL}} = 1005.217 \text{ kg}$$

$$\text{MexLL} := \frac{\text{KLL}}{\text{mexLL}} = 3416.749 \text{ kg}$$

$$\text{MeyLL} := \frac{\text{KLL}}{\text{meyLL}} = 5928.205 \text{ kg}$$

El momento de diseño es:

$$\text{MudisLL} := \max(\text{MxLL}, \text{MyLL}, \text{MexLL}, \text{MeyLL}) \cdot m = 5928.205 \text{ m} \cdot \text{kg}$$

La cuantía balanceada

$$\rho_b := 0.85 \cdot \beta_1 \cdot \frac{f_c}{f_y} \cdot \frac{6090 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{6090 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} + f_y} = 0.02138$$

La cuantía mínima

$$\rho_{\min} := \frac{14 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{f_y} = 0.00333$$

(Recomendado)

La cuantía máxima

$$\rho_{\max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.01604$$

La cuantía asumida:

$$\rho := 0.0055$$

$$b_0 := 100 \cdot \text{cm}$$

$$d := \sqrt{\frac{\text{MudisLL}}{\phi_f \cdot \rho \cdot f_y \cdot \left(1 - 0.59 \cdot \rho \cdot \frac{f_y}{f_c}\right)} \cdot b_0} = 17.462 \cdot \text{cm}$$

$$e_{LL\text{Asumido}} = 20 \cdot \text{cm}$$

$$\text{dasumido} := e_{LL\text{Asumido}} - \text{recLL} = 17.5 \cdot \text{cm}$$

$$\text{Vespesor} := \begin{cases} \text{Valor} \leftarrow \text{"OK CUMPLE"} & \text{if } \text{dasumido} \geq d & = \text{"OK CUMPLE"} \\ \text{Valor} \leftarrow \text{"ERROR AUMENTAR ESPESOR"} & \text{if } \text{dasumido} < d \\ \text{Valor} \end{cases}$$

### Determinación de áreas de refuerzo

#### a) Armadura en la Dirección Y para Momento (+)

La cuantía mínima a ser considerada es:

$$\rho_{\min Y} := 0.0016$$

El peralte a ser considerado es:

$$d_y := \text{dasumido} = 17.5 \cdot \text{cm}$$

El momento máximo

$$\text{MudisYPos} := M_{yLL} \cdot m = 1.005 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{kg}$$

$$\rho_{\text{necY}} := 0.85 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.36 \cdot \text{MudisYPos}}{\phi_f \cdot f_c \cdot b_0 \cdot d_y^2}}\right) \cdot \frac{f_c}{f_y} = 0.00088$$

$$\rho_{\text{tomadaY}} := \begin{cases} \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{\text{necY}} & \text{if } (\rho_{\text{necY}} \geq \rho_{\min Y} \wedge \rho_{\text{necY}} \leq \rho_{\max}) = 0.0016 \\ \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{\min Y} & \text{if } \rho_{\text{necY}} < \rho_{\min Y} \\ \text{Cuantia} \leftarrow \text{"Error"} & \text{if } \rho_{\text{necY}} > \rho_{\max} \\ \text{Cuantia} \end{cases}$$

El área necesaria por metro de longitud

$$A_{s\text{nec}Ym} := \rho_{\text{tomada}Y} \cdot 100 \cdot \text{cm} \cdot d_y = 2.8 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

El área necesaria para toda la longitud

$$A_{s\text{nec}Y} := \rho_{\text{tomada}Y} \cdot L_{xLL} \cdot d_y = 2.24 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

La armadura a temperatura

$$A_{s\text{temp}Y} := 0.0018 \cdot L_{xLL} \cdot e_{LL\text{asumido}} = 2.88 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

El área de refuerzo

$$A_{sY} := \max(A_{s\text{nec}Y}, A_{s\text{temp}Y}) = 2.88 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

El diámetro de la armadura

$$\phi_{\text{Armadura}Y} := \frac{3}{8} \cdot \text{in}$$

$$N_{\text{oBarras}Y} := \frac{A_{sY}}{\frac{\pi}{4} \cdot (\phi_{\text{Armadura}Y})^2} = 40.418$$

La separación

$$s_Y := \frac{L_{xLL}}{N_{\text{oBarras}Y}} = 19.793 \cdot \text{cm}$$

$$s_{Y\text{asumido}} := 20.00 \cdot \text{cm}$$

Finalmente se tiene

$$\phi_y := \phi_{\text{Armadura}Y} = 9.525 \cdot \text{mm}$$

$$s_y := s_{Y\text{asumido}} = 20 \cdot \text{cm}$$

Colocar:

$$\phi_y = 9.525 \cdot \text{mm}$$

cada

$$s_y = 20 \cdot \text{cm}$$

### **b) Armadura en la Dirección Y para Momento (-)**

La cuantía mínima a ser considerada es:

$$\rho_{\text{min}Y} := 0.0016$$

El peralte a ser considerado es:

$$d_y := d_{\text{asumido}} = 17.5 \cdot \text{cm}$$

El momento máximo

$$\text{MudisYNeg} := \text{MeyLL} \cdot \text{m} = 5.928 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{kg}$$

$$\rho_{\text{necY}} := 0.85 \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.36 \cdot \text{MudisYNeg}}{\phi_f \cdot f_c \cdot b_0 \cdot d_y^2}} \right) \cdot \frac{f_c}{f_y} = 0.00549$$

$$\rho_{\text{tomadaY}} := \begin{cases} \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{\text{necY}} & \text{if } (\rho_{\text{necY}} \geq \rho_{\text{minY}} \wedge \rho_{\text{necY}} \leq \rho_{\text{max}}) = 0.00549 \\ \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{\text{minY}} & \text{if } \rho_{\text{necY}} < \rho_{\text{minY}} \\ \text{Cuantia} \leftarrow \text{"Error"} & \text{if } \rho_{\text{necY}} > \rho_{\text{max}} \\ \text{Cuantia} & \end{cases}$$

El área necesaria por metro de longitud

$$\text{AsnecYm} := \rho_{\text{tomadaY}} \cdot 100 \cdot \text{cm} \cdot d_y = 9.609 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

El área necesaria para toda la longitud

$$\text{AsnecY} := \rho_{\text{tomadaY}} \cdot \text{LxLL} \cdot d_y = 7.688 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

La armadura a temperatura

$$\text{AstempY} := 0.0018 \cdot \text{LxLL} \cdot e_{\text{LLAsumido}} = 2.88 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

El área de refuerzo

$$\text{AsY} := \max(\text{AsnecY}, \text{AstempY}) = 7.688 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

El diámetro de la armadura

$$\phi_{\text{ArmaduraY}} := \frac{3}{8} \cdot \text{in}$$

$$\text{NoBarrasY} := \frac{\text{AsY}}{\frac{\pi}{4} \cdot (\phi_{\text{ArmaduraY}})^2} = 107.887$$

La separación

$$s_Y := \frac{\text{LxLL}}{\text{NoBarrasY}} = 7.415 \cdot \text{cm}$$

$$s_{\text{YAsumido}} := 10.00 \cdot \text{cm}$$

Finalmente se tiene

$$\phi_y := \phi_{\text{ArmaduraY}} = 9.525 \cdot \text{mm}$$

$$s_y := s_{\text{YAsumido}} = 10 \cdot \text{cm}$$

Colocar:

$$\phi_y = 9.525 \cdot \text{mm}$$

cada

$$s_y = 10 \cdot \text{cm}$$

### c) Armadura en la Dirección X para Momento (+)

La cuantía mínima a ser considerada es:

$$\rho_{\min X} := 0.0016$$

El peralte a ser considerado es:

$$d_x := d_{\text{asumido}} - \phi_y = 16.547 \cdot \text{cm}$$

El momento máximo

$$M_{\text{udisXPos}} := M_{xLL} \cdot \text{m} = 934.771 \text{ m} \cdot \text{kg}$$

$$\rho_{\text{necX}} := 0.85 \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.36 \cdot M_{\text{udisXPos}}}{\phi_f \cdot f_c \cdot b_0 \cdot d_x^2}} \right) \cdot \frac{f_c}{f_y} = 0.00092$$

$$\rho_{\text{tomadaX}} := \begin{cases} \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{\text{necX}} & \text{if } (\rho_{\text{necX}} \geq \rho_{\min X} \wedge \rho_{\text{necX}} \leq \rho_{\max}) = 0.0016 \\ \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{\min X} & \text{if } \rho_{\text{necX}} < \rho_{\min X} \\ \text{Cuantia} \leftarrow \text{"Error"} & \text{if } \rho_{\text{necX}} > \rho_{\max} \\ \text{Cuantia} & \end{cases}$$

El área necesaria por metro de longitud

$$A_{\text{necXm}} := \rho_{\text{tomadaX}} \cdot 100 \cdot \text{cm} \cdot d_x = 2.648 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

El área necesaria para toda la longitud

$$A_{\text{necX}} := \rho_{\text{tomadaX}} \cdot L_{yLC} \cdot d_x = 1.059 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

La armadura a temperatura

$$A_{\text{tempX}} := 0.0018 \cdot L_{yLC} \cdot e_{LLA} \cdot \text{asumido} = 1.44 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

El área de refuerzo

$$A_{sX} := \max(A_{\text{necX}}, A_{\text{tempX}}) = 1.44 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

El diámetro de la armadura

$$\phi_{\text{ArmaduraX}} := \frac{3}{8} \cdot \text{in}$$

$$N_{\text{BarrasX}} := \frac{A_{sX}}{\frac{\pi}{4} \cdot (\phi_{\text{ArmaduraX}})^2} = 20.209$$

La separación

$$s_X := \frac{L_{yLC}}{N_{\text{BarrasX}}} = 19.793 \cdot \text{cm}$$

$$sX_{\text{Asumido}} := 20.00 \cdot \text{cm}$$

Finalmente se tiene

$$\phi_x := \phi_{\text{ArmaduraX}} = 9.525 \cdot \text{mm}$$

$$s_x := sX_{\text{Asumido}} = 20 \cdot \text{cm}$$

Colocar:

$$\phi_x = 9.525 \cdot \text{mm}$$

cada

$$s_x = 20 \cdot \text{cm}$$

#### d) Armadura en la Dirección X para Momento (-)

La cuantía mínima a ser considerada es:

$$\rho_{\text{minX}} := 0.0016$$

El peralte a ser considerado es:

$$d_x := d_{\text{asumido}} - \phi_y = 16.547 \cdot \text{cm}$$

El momento máximo

$$M_{\text{udisXNeg}} := M_{\text{exLL}} \cdot \text{m} = 3.417 \times 10^3 \cdot \text{m} \cdot \text{kg}$$

$$\rho_{\text{necX}} := 0.85 \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.36 \cdot M_{\text{udisXNeg}}}{\phi_f \cdot f_c \cdot b_0 \cdot d_x^2}} \right) \cdot \frac{f_c}{f_y} = 0.00345$$

$$\rho_{\text{tomadaX}} := \begin{cases} \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{\text{necX}} & \text{if } (\rho_{\text{necX}} \geq \rho_{\text{minX}} \wedge \rho_{\text{necX}} \leq \rho_{\text{max}}) = 0.00345 \\ \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{\text{minX}} & \text{if } \rho_{\text{necX}} < \rho_{\text{minX}} \\ \text{Cuantia} \leftarrow \text{"Error"} & \text{if } \rho_{\text{necX}} > \rho_{\text{max}} \\ \text{Cuantia} & \end{cases}$$

El área necesaria por metro de longitud

$$A_{\text{snecXm}} := \rho_{\text{tomadaX}} \cdot 100 \cdot \text{cm} \cdot d_x = 5.711 \times 10^{-4} \cdot \text{m}^2$$

El área necesaria para toda la longitud

$$A_{\text{snecX}} := \rho_{\text{tomadaX}} \cdot L_y \cdot L_C \cdot d_x = 2.284 \times 10^{-3} \cdot \text{m}^2$$

La armadura a temperatura

$$A_{\text{stempX}} := 0.0018 \cdot L_y \cdot L_C \cdot e_{\text{LLAsumido}} = 1.44 \times 10^{-3} \cdot \text{m}^2$$

El área de refuerzo

$$A_{\text{sX}} := \max(A_{\text{snecX}}, A_{\text{stempX}}) = 2.284 \times 10^{-3} \cdot \text{m}^2$$

El diámetro de la armadura

$$\phi_{\text{ArmaduraX}} := \frac{3}{8} \cdot \text{in}$$

$$\text{NoBarrasX} := \frac{A_sX}{\frac{\pi}{4} \cdot (\phi_{\text{ArmaduraX}})^2} = 32.058$$

La separación

$$sX := \frac{LyLC}{\text{NoBarrasX}} = 12.478 \cdot \text{cm}$$

$$sX_{\text{Asumido}} := 10.00 \cdot \text{cm}$$

Finalmente se tiene

$$\phi_x := \phi_{\text{ArmaduraX}} = 9.525 \cdot \text{mm}$$

$$s_x := sX_{\text{Asumido}} = 10 \cdot \text{cm}$$

Colocar:

$$\phi_x = 9.525 \cdot \text{mm}$$

cada

$$s_x = 10 \cdot \text{cm}$$

**Lado Corto del Tanque:** Se considerará la pared del tanque apoyada en tres lados y sometido a una carga triangular debido al empuje del líquido.

$$\gamma_{\text{Liquido}} := 1000 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$H_{\text{Liquido}} := 2.45 \cdot \text{m}$$

$$P_{\text{Liquido}} := \gamma_{\text{Liquido}} \cdot H_{\text{Liquido}} = 2.45 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Lado largo:

$$L_{xLL} := 4.00 \cdot \text{m}$$

Lado corto:

$$L_{yLC} := 2.45 \cdot \text{m}$$

La relación entre lado corto y largo:

$$\text{Relacion} := \frac{L_{xLL}}{L_{yLC}} = 1.633$$

$$V_{\text{Tipo}} := \begin{cases} \text{Valor} \leftarrow \text{"Losa en Dos Direcciones"} & \text{if Relacion} < 2 = \text{"Losa en Dos Direcciones"} \\ \text{Valor} \leftarrow \text{"Losa en Una Direcciones"} & \text{if Relacion} \geq 2 \\ \text{Valor} & \end{cases}$$

Se considerará la tapa del tanque apoyada en sus cuatro bordes.

Espesor tentativo de la tapa:

$$e_{LC} := \frac{2(Ly_{LC} + Lx_{LL})}{180} = 7.2 \cdot \text{cm}$$

$$e_{LC \text{ Asumido}} := 20.00 \cdot \text{cm}$$

Recubrimiento:

$$rec_{LC} := 2.5 \cdot \text{cm}$$

Metrado de Cargas:

Peso propio:

$$CPP := 0$$

(No afecta al empuje del líquido)

Cargas Permanentes:

$$EspesorRevoqueInterior := 2.5 \cdot \text{cm}$$

$$EspesorRevoqueExterior := 2.5 \cdot \text{cm}$$

$$CP := 0$$

(No afecta al empuje del líquido)

Carga de Servicio:

$$CVLC := 100 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

(Carga adicional)

La Carga Ultima es:

$$qu_{LC} := 1.4 \cdot (CPP + CP) + 1.7 \cdot (CVLC + PLiquidado) = 4335 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

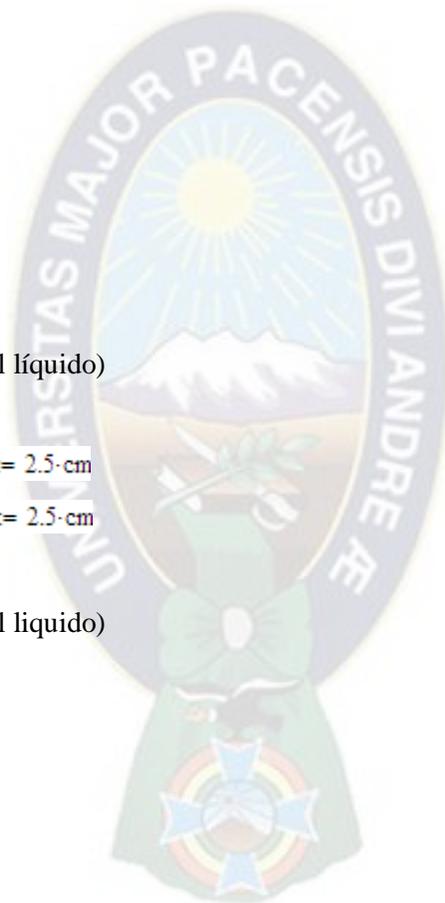
Calculo de los momentos de diseño según TABLAS (Marcus):

$$\epsilon_{LC} := \frac{Ly_{LC}}{Lx_{LL}} = 0.613$$

Interpolando valores:

$$\epsilon_{1LC} := 0.7$$

$$\epsilon_{2LC} := 0.6$$



$$m_{xm1LC} := 51.40$$

$$m_{xm2LC} := 59.20$$

$$m_{ym1LC} := 56.50$$

$$m_{ym2LC} := 59.10$$

$$m_{ex1LC} := 17.20$$

$$m_{ex2LC} := 18.30$$

$$m_{ey1LC} := 12.50$$

$$m_{ey2LC} := 12.0$$

Para:

$$\epsilon_{LC} = 0.613$$

$$m_{xLC} := m_{xm1LC} - \left[ \frac{(\epsilon_{1LC} - \epsilon_{LC}) \cdot (m_{xm1LC} - m_{xm2LC})}{\epsilon_{1LC} - \epsilon_{2LC}} \right] = 58.225$$

$$m_{yLC} := m_{ym1LC} - \left[ \frac{(\epsilon_{1LC} - \epsilon_{LC}) \cdot (m_{ym1LC} - m_{ym2LC})}{\epsilon_{1LC} - \epsilon_{2LC}} \right] = 58.775$$

$$m_{exLC} := m_{ex1LC} - \left[ \frac{(\epsilon_{1LC} - \epsilon_{LC}) \cdot (m_{ex1LC} - m_{ex2LC})}{\epsilon_{1LC} - \epsilon_{2LC}} \right] = 18.163$$

$$m_{eyLC} := m_{ey1LC} - \left[ \frac{(\epsilon_{1LC} - \epsilon_{LC}) \cdot (m_{ey1LC} - m_{ey2LC})}{\epsilon_{1LC} - \epsilon_{2LC}} \right] = 12.063$$

Los momentos por unidad de longitud son:

$$K_{LC} := \frac{q_{uLC}}{2} \cdot L_{xLL} \cdot L_{yLC} = 2.124 \times 10^4 \text{ kg}$$

$$M_{xLC} := \frac{K_{LC}}{m_{xLC}} = 364.818 \text{ kg}$$

$$M_{yLC} := \frac{K_{LC}}{m_{yLC}} = 361.404 \text{ kg}$$

$$M_{exLC} := \frac{K_{LC}}{m_{exLC}} = 1.17 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$M_{eyLC} := \frac{K_{LC}}{m_{eyLC}} = 1.761 \times 10^3 \text{ kg}$$

El momento de diseño es:

$$M_{udsLC} := \max(M_{xLC}, M_{yLC}, M_{exLC}, M_{eyLC}) \cdot m = 1760.953 \text{ m} \cdot \text{kg}$$

La cuantía balanceada

$$\rho_b := 0.85 \cdot \beta_1 \cdot \frac{f_c}{f_y} \cdot \frac{6090 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{6090 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} + f_y} = 0.02138$$

La cuantía mínima

$$\rho_{\min} := \frac{14 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{f_y} = 0.00333$$

(Recomendado)

La cuantía máxima

$$\rho_{\max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.01604$$

La cuantía asumida:

$$\rho := 0.0016$$

$$b_0 := 100 \cdot \text{cm}$$

$$d := \sqrt{\frac{\text{MudisLC}}{\phi f \cdot \rho \cdot f_y \cdot \left(1 - 0.59 \cdot \rho \cdot \frac{f_y}{f_c}\right)} \cdot b_0} = 17.227 \cdot \text{cm}$$

$$e_{\text{LCAsumido}} = 20 \cdot \text{cm}$$

$$d_{\text{asumido}} := e_{\text{LCAsumido}} - \text{recLC} = 17.5 \cdot \text{cm}$$

$$\text{Vespesor} := \begin{cases} \text{Valor} \leftarrow \text{"OK CUMPLE"} & \text{if } d_{\text{asumido}} \geq d \\ \text{Valor} \leftarrow \text{"ERROR AUMENTAR ESPESOR"} & \text{if } d_{\text{asumido}} < d \\ \text{Valor} & \end{cases} = \text{"OK CUMPLE"}$$

**Determinación de áreas de refuerzo**

**a) Armadura en la Dirección Y para Momento (+)**

La cuantía mínima a ser considerada es:

$$\rho_{\min Y} := 0.0016$$

El peralte a ser considerado es:

$$d_y := d_{\text{asumido}} = 17.5 \cdot \text{cm}$$

El momento máximo

$$\text{MudisYPos} := M_{y\text{LC}} \cdot m = 361.404 \text{ m} \cdot \text{kg}$$

$$\rho_{\text{necY}} := 0.85 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.36 \cdot \text{MudisYPos}}{\phi f \cdot f_c \cdot b_0 \cdot d_y^2}}\right) \cdot \frac{f_c}{f_y} = 0.00031$$

$$\rho_{tomadaY} := \begin{cases} \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{necY} & \text{if } (\rho_{necY} \geq \rho_{minY} \wedge \rho_{necY} \leq \rho_{max}) = 0.0016 \\ \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{minY} & \text{if } \rho_{necY} < \rho_{minY} \\ \text{Cuantia} \leftarrow \text{"Error"} & \text{if } \rho_{necY} > \rho_{max} \\ \text{Cuantia} & \end{cases}$$

El área necesaria por metro de longitud

$$A_{s nec Y m} := \rho_{tomadaY} \cdot 100 \cdot \text{cm} \cdot \text{dy} = 2.8 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

El área necesaria para toda la longitud

$$A_{s nec Y} := \rho_{tomadaY} \cdot L_{xLL} \cdot \text{dy} = 1.12 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

La armadura a temperatura

$$A_{s temp Y} := 0.0018 \cdot L_{xLL} \cdot e_{LC Asumido} = 1.44 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

El área de refuerzo

$$A_{s Y} := \max(A_{s nec Y}, A_{s temp Y}) = 1.44 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

El diámetro de la armadura

$$\phi_{Armadura Y} := \frac{3}{8} \cdot \text{in}$$

$$NoBarras Y := \frac{A_{s Y}}{\frac{\pi}{4} \cdot (\phi_{Armadura Y})^2} = 20.209$$

La separación

$$s_Y := \frac{L_{xLL}}{NoBarras Y} = 19.793 \cdot \text{cm}$$

$$s_{Y Asumido} := 20.00 \cdot \text{cm}$$

Finalmente se tiene

$$\phi_y := \phi_{Armadura Y} = 9.525 \cdot \text{mm}$$

$$s_y := s_{Y Asumido} = 20 \cdot \text{cm}$$

Colocar:

$$\phi_y = 9.525 \cdot \text{mm}$$

cada

$$s_y = 20 \cdot \text{cm}$$

## b) Armadura en la Dirección Y para Momento (-)

La cuantía mínima a ser considerada es:

$$\rho_{\min Y} := 0.0016$$

El peralte a ser considerado es:

$$d_y := d_{\text{asumido}} = 17.5 \cdot \text{cm}$$

El momento máximo

$$M_{\text{udisYNeg}} := M_{\text{eyLC}} \cdot m = 1.761 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{kg}$$

$$\rho_{\text{necY}} := 0.85 \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.36 \cdot M_{\text{udisYNeg}}}{\phi_f \cdot f_c \cdot b_0 \cdot d_y^2}} \right) \cdot \frac{f_c}{f_y} = 0.00155$$

$$\rho_{\text{tomadaY}} := \begin{cases} \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{\text{necY}} & \text{if } (\rho_{\text{necY}} \geq \rho_{\min Y} \wedge \rho_{\text{necY}} \leq \rho_{\max}) = 0.0016 \\ \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{\min Y} & \text{if } \rho_{\text{necY}} < \rho_{\min Y} \\ \text{Cuantia} \leftarrow \text{"Error"} & \text{if } \rho_{\text{necY}} > \rho_{\max} \\ \text{Cuantia} & \end{cases}$$

El área necesaria por metro de longitud

$$A_{\text{snecYm}} := \rho_{\text{tomadaY}} \cdot 100 \cdot \text{cm} \cdot d_y = 2.8 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

El área necesaria para toda la longitud

$$A_{\text{snecY}} := \rho_{\text{tomadaY}} \cdot L_{\text{xLL}} \cdot d_y = 1.12 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

La armadura a temperatura

$$A_{\text{stempY}} := 0.0018 \cdot L_{\text{xLL}} \cdot e_{\text{LC}} \cdot d_y = 1.44 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

El área de refuerzo

$$A_{\text{sY}} := \max(A_{\text{snecY}}, A_{\text{stempY}}) = 1.44 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

El diámetro de la armadura

$$\phi_{\text{ArmaduraY}} := \frac{3}{8} \cdot \text{in}$$

$$N_{\text{obarrasY}} := \frac{A_{\text{sY}}}{\frac{\pi}{4} \cdot (\phi_{\text{ArmaduraY}})^2} = 20.209$$

La separación

$$s_{\text{Y}} := \frac{L_{\text{xLL}}}{N_{\text{obarrasY}}} = 19.793 \cdot \text{cm}$$

$$s_{\text{YAsumido}} := 20.00 \cdot \text{cm}$$

Finalmente se tiene

$$\phi_{\text{y}} := \phi_{\text{ArmaduraY}} = 9.525 \cdot \text{mm}$$

$$s_y := s_{YAsumido} = 20 \cdot \text{cm}$$

Colocar:

$$\phi_y = 9.525 \cdot \text{mm}$$

cada

$$s_y = 20 \cdot \text{cm}$$

### c) Armadura en la Dirección X para Momento (+)

La cuantía mínima a ser considerada es:

$$\rho_{\min X} := 0.0016$$

El peralte a ser considerado es:

$$d_x := d_{asumido} - \phi_y = 16.547 \cdot \text{cm}$$

El momento máximo

$$M_{udisXPos} := M_{xLC} \cdot \text{m} = 364.818 \cdot \text{m} \cdot \text{kg}$$

$$\rho_{necX} := 0.85 \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.36 \cdot M_{udisXPos}}{\phi_f \cdot f_c \cdot b_0 \cdot d_x^2}} \right) \cdot \frac{f_c}{f_y} = 0.00036$$

$$\rho_{tomadaX} := \begin{cases} \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{necX} & \text{if } (\rho_{necX} \geq \rho_{\min X} \wedge \rho_{necX} \leq \rho_{\max}) = 0.0016 \\ \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{\min X} & \text{if } \rho_{necX} < \rho_{\min X} \\ \text{Cuantia} \leftarrow \text{"Error"} & \text{if } \rho_{necX} > \rho_{\max} \\ \text{Cuantia} & \end{cases}$$

El área necesaria por metro de longitud

$$A_{snecXm} := \rho_{tomadaX} \cdot 100 \cdot \text{cm} \cdot d_x = 2.648 \times 10^{-4} \cdot \text{m}^2$$

El área necesaria para toda la longitud

$$A_{snecX} := \rho_{tomadaX} \cdot L_{yLC} \cdot d_x = 6.487 \times 10^{-4} \cdot \text{m}^2$$

La armadura a temperatura

$$A_{stempX} := 0.0018 \cdot L_{yLC} \cdot e_{LCAsumido} = 8.82 \times 10^{-4} \cdot \text{m}^2$$

El área de refuerzo

$$A_{sX} := \max(A_{snecX}, A_{stempX}) = 8.82 \times 10^{-4} \cdot \text{m}^2$$

El diámetro de la armadura

$$\phi_{ArmaduraX} := \frac{3}{8} \cdot \text{in}$$

$$\underline{\underline{\text{NoBarrasX}}} := \frac{\text{AsX}}{\frac{\pi}{4} \cdot (\phi \text{ArmaduraX})^2} = 12.378$$

La separación

$$\underline{\underline{\text{sX}}} := \frac{\text{LyLC}}{\text{NoBarrasX}} = 19.793 \cdot \text{cm}$$

$$\underline{\underline{\text{sXAsumido}}} := 20.00 \cdot \text{cm}$$

Finalmente se tiene

$$\underline{\underline{\phi x}} := \phi \text{ArmaduraX} = 9.525 \cdot \text{mm}$$

$$\underline{\underline{\text{sx}}} := \text{sXAsumido} = 20 \cdot \text{cm}$$

Colocar:

$$\phi x = 9.525 \cdot \text{mm}$$

cada

$$\text{sx} = 20 \cdot \text{cm}$$

#### d) Armadura en la Dirección X para Momento (-)

La cuantía mínima a ser considerada es:

$$\underline{\underline{\rho_{\min X}}} := 0.0016$$

El peralte a ser considerado es:

$$\underline{\underline{\text{dx}}} := \text{dasumido} - \phi y = 16.547 \cdot \text{cm}$$

El momento máximo

$$\underline{\underline{\text{MudisXNeg}}} := \text{MexLC} \cdot \text{m} = 1.17 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{kg}$$

$$\underline{\underline{\rho_{\text{necX}}}} := 0.85 \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.36 \cdot \text{MudisXNeg}}{\phi f \cdot f_c \cdot b_0 \cdot \text{dx}^2}} \right) \cdot \frac{f_c}{f_y} = 0.00115$$

$$\underline{\underline{\rho_{\text{tomadaX}}}} := \begin{cases} \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{\text{necX}} & \text{if } (\rho_{\text{necX}} \geq \rho_{\min X} \wedge \rho_{\text{necX}} \leq \rho_{\max}) = 0.0016 \\ \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{\min X} & \text{if } \rho_{\text{necX}} < \rho_{\min X} \\ \text{Cuantia} \leftarrow \text{"Error"} & \text{if } \rho_{\text{necX}} > \rho_{\max} \\ \text{Cuantia} & \end{cases}$$

El área necesaria por metro de longitud

$$\underline{\underline{\text{AsnecXm}}} := \rho_{\text{tomadaX}} \cdot 100 \cdot \text{cm} \cdot \text{dx} = 2.648 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

El área necesaria para toda la longitud

$$\underline{\underline{\text{AsnecX}}} := \rho_{\text{tomadaX}} \cdot \text{LyLC} \cdot \text{dx} = 6.487 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

La armadura a temperatura

$$A_{\text{tempX}} := 0.0018 \cdot L_y L_C \cdot e L_C A_{\text{sumido}} = 8.82 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

El área de refuerzo

$$A_s X := \max(A_{\text{snecX}}, A_{\text{tempX}}) = 8.82 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

El diámetro de la armadura

$$\phi_{\text{ArmaduraX}} := \frac{3}{8} \cdot \text{in}$$

$$N_{\text{BarrasX}} := \frac{A_s X}{\frac{\pi}{4} \cdot (\phi_{\text{ArmaduraX}})^2} = 12.378$$

La separación

$$s_X := \frac{L_y L_C}{N_{\text{BarrasX}}} = 19.793 \cdot \text{cm}$$

$$s_{X A_{\text{sumido}}} := 20.00 \cdot \text{cm}$$

Finalmente se tiene

$$\phi_x := \phi_{\text{ArmaduraX}} = 9.525 \cdot \text{mm}$$

$$s_x := s_{X A_{\text{sumido}}} = 20 \cdot \text{cm}$$

Colocar:

$$\phi_x = 9.525 \cdot \text{mm}$$

cada

$$s_x = 20 \cdot \text{cm}$$

**Base del Tanque:** Se considerará la base del tanque apoyada en sus cuatro lados y sometido a una carga uniforme debido al peso del líquido y cargas del tipo cuchilla debido a las paredes del tanque.

$$\gamma_{\text{Liquido}} := 1000 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$H_{\text{Liquido}} := 2.45 \cdot \text{m}$$

$$P_{\text{Liquido}} := \gamma_{\text{Liquido}} \cdot H_{\text{Liquido}} = 2450 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Lado largo:

$$L_{xLL} := 8.00 \cdot \text{m}$$

Lado corto:

$$LyLC := 4.00 \cdot m$$

La relación entre lado corto y largo:

$$Relacion := \frac{LxLL}{LyLC} = 2$$

$$VTipo := \begin{cases} \text{Valor} \leftarrow \text{"Losa en Dos Direcciones"} & \text{if } Relacion < 2 = \text{"Losa en Una Direcciones"} \\ \text{Valor} \leftarrow \text{"Losa en Una Direcciones"} & \text{if } Relacion \geq 2 \\ \text{Valor} \end{cases}$$

Se considerará la base del tanque apoyada en sus cuatro bordes.

Espesor tentativo de la tapa:

$$eBase := \frac{2(LyLC + LxLL)}{180} = 13.3 \cdot cm$$

$$eBaseAsumido := 25 \cdot cm$$

Recubrimiento:

$$recBase := 7 \cdot cm$$

Metrado de Cargas:

Peso propio:

$$CPPMuro := (eLLAsumido \cdot \gamma_c) \cdot (LxLL + 2 \cdot eLCAsumido) \cdot Hliquido + (eLCAsumido \cdot \gamma_c) \cdot (LyLC + 2 \cdot eLLAsumido) \cdot Hliquido = 15052.8 \text{ kg}$$

$$CPP := (eBaseAsumido \cdot \gamma_c) \cdot (LxLL + 2 \cdot eLCAsumido) \cdot (LyLC + 2 \cdot eLLAsumido) = 22176 \text{ kg}$$

Cargas Permanentes:

$$EspesorRevoqueInterior := 2.5 \cdot cm$$

$$CPrevoque := (EspesorRevoqueInterior) \cdot \gamma_{Revoque} \cdot [(LxLL + 2 \cdot eLCAsumido) \cdot (LyLC + 2 \cdot eLLAsumido)] = 2032.8 \text{ kg}$$

Carga de Servicio:

$$CVBase := 100 \cdot \frac{kg}{m^2}$$

(Carga adicional)

La Carga Admisible es:

$$PadmBase := 1.0 \cdot (CPPMuro + CPP + CPrevoque) + 1.0 \cdot (CVBase + Pliquido) \cdot [(LxLL + 2 \cdot eLCAsumido) \cdot (LyLC + 2 \cdot eLLAsumido)] = 133509.6 \text{ kg}$$

$$qadmBase := \frac{PadmBase}{[(LxLL + 2 \cdot eLCAsumido) \cdot (LyLC + 2 \cdot eLLAsumido)]} = 3612.273 \frac{kg}{m^2}$$

La Carga Ultima es:

$$PuBase := 1.4 \cdot (CPPMuro + CPP + CPrevoque) + 1.7 \cdot (CVBase + Pliquido) \cdot [(LxLL + 2 \cdot eLCAsumido) \cdot (LyLC + 2 \cdot eLLAsumido)] = 215187.84 \text{ kg}$$

$$qu_{Base} := \frac{Pu_{Base}}{[(LxLL + 2 \cdot eLCAsumido) \cdot (LyLC + 2 \cdot eLLAsumido)]} = 5822.182 \frac{kg}{m^2}$$

Calculo de los momentos de diseño según TABLAS (Czerny):

$$\epsilon_{Base} := \frac{LxLL}{LyLC} = 2$$

Interpolando valores:

$$\epsilon_{1Base} := 2$$

$$\epsilon_{2Base} := 1.80$$

$$mx_{1Base} := 50$$

$$mx_{2Base} := 48.8$$

$$my_{1Base} := 210.00$$

$$my_{2Base} := 190.00$$

$$mex_{1Base} := 24.00$$

$$mex_{2Base} := 22.00$$

$$mey_{1Base} := 35.00$$

$$mey_{2Base} := 31.40$$

Para:

$$\epsilon_{Base} = 2$$

$$mx_{Base} := mx_{1Base} - \left[ \frac{(\epsilon_{1Base} - \epsilon_{Base}) \cdot (mx_{1Base} - mx_{2Base})}{\epsilon_{1Base} - \epsilon_{2Base}} \right] = 50$$

$$my_{Base} := my_{1Base} - \left[ \frac{(\epsilon_{1Base} - \epsilon_{Base}) \cdot (my_{1Base} - my_{2Base})}{\epsilon_{1Base} - \epsilon_{2Base}} \right] = 210$$

$$mex_{Base} := mex_{1Base} - \left[ \frac{(\epsilon_{1Base} - \epsilon_{Base}) \cdot (mex_{1Base} - mex_{2Base})}{\epsilon_{1Base} - \epsilon_{2Base}} \right] = 24$$

$$mey_{Base} := mey_{1Base} - \left[ \frac{(\epsilon_{1Base} - \epsilon_{Base}) \cdot (mey_{1Base} - mey_{2Base})}{\epsilon_{1Base} - \epsilon_{2Base}} \right] = 35$$

Los momentos por unidad de longitud son:

$$K_{Base} := qu_{Base} \cdot LxLL \cdot LyLC = 186309.818 \text{ kg}$$

$$Mx_{Base} := \frac{K_{Base}}{mx_{Base}} = 3726.196 \text{ kg}$$

$$My_{Base} := \frac{K_{Base}}{my_{Base}} = 887.19 \text{ kg}$$

$$M_{exBase} := \frac{K_{Base}}{m_{exBase}} = 7762.909 \text{ kg}$$

$$M_{eyBase} := \frac{K_{Base}}{m_{eyBase}} = 5323.138 \text{ kg}$$

El momento de diseño es:

$$M_{udisBase} := \max(M_{xBase}, M_{yBase}, M_{exBase}, M_{eyBase}) \cdot m = 7762.909 \text{ m} \cdot \text{kg}$$

La cuantía balanceada

$$\rho_b := 0.85 \cdot \beta_1 \cdot \frac{f_c}{f_y} \cdot \frac{6090 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{6090 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} + f_y} = 0.02138$$

La cuantía mínima

$$\rho_{min} := \frac{14 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{f_y} = 0.00333$$

(Recomendado)

La cuantía máxima

$$\rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.01604$$

La cuantía asumida:

$$\rho_s := 0.0075$$

$$b_0 := 100 \text{ cm}$$

$$d := \sqrt{\frac{M_{udisBase}}{\phi f \cdot \rho \cdot f_y \cdot \left(1 - 0.59 \cdot \rho \cdot \frac{f_y}{f_c}\right)}} \cdot b_0 = 17.332 \text{ cm}$$

$$e_{BaseAsumido} := 25 \text{ cm}$$

$$d_{asumido} := e_{BaseAsumido} - rec_{Base} = 18 \text{ cm}$$

$$V_{espesor} := \begin{cases} \text{Valor} \leftarrow \text{"OK CUMPLE"} & \text{if } d_{asumido} \geq d \\ \text{Valor} \leftarrow \text{"ERROR AUMENTAR ESPESOR"} & \text{if } d_{asumido} < d \\ \text{Valor} & \end{cases} = \text{"OK CUMPLE"}$$

### Determinación de áreas de refuerzo

#### a) Armadura en la Dirección X para Momento (+)

La cuantía mínima a ser considerada es:

$$\rho_{\min X} := 0.0016$$

El peralte a ser considerado es:

$$d_x := d_{\text{asumido}} = 18 \cdot \text{cm}$$

El momento máximo

$$M_{\text{udisXPos}} := M_{\text{xBase-m}} = 3.726 \times 10^3 \text{ m}\cdot\text{kg}$$

$$\rho_{\text{necX}} := 0.85 \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.36 \cdot M_{\text{udisXPos}}}{\phi_f \cdot f_c \cdot b_0 \cdot d_x^2}} \right) \cdot \frac{f_c}{f_y} = 0.00317$$

$$\rho_{\text{tomadaX}} := \begin{cases} \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{\text{necX}} & \text{if } (\rho_{\text{necX}} \geq \rho_{\min X} \wedge \rho_{\text{necX}} \leq \rho_{\max}) = 0.00317 \\ \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{\min X} & \text{if } \rho_{\text{necX}} < \rho_{\min X} \\ \text{Cuantia} \leftarrow \text{"Error"} & \text{if } \rho_{\text{necX}} > \rho_{\max} \\ \text{Cuantia} & \end{cases}$$

El área necesaria por metro de longitud

$$A_{\text{snecXm}} := \rho_{\text{tomadaX}} \cdot 100 \cdot \text{cm} \cdot d_x = 5.706 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

El área necesaria para toda la longitud

$$A_{\text{snecX}} := \rho_{\text{tomadaX}} \cdot L_{\text{xLL}} \cdot d_x = 4.565 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

La armadura a temperatura

$$A_{\text{stempX}} := 0.0018 \cdot L_{\text{xLL}} \cdot e_{\text{BaseAsumido}} = 3.6 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

El área de refuerzo

$$A_{\text{sX}} := \max(A_{\text{snecX}}, A_{\text{stempX}}) = 4.565 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

El diámetro de la armadura

$$\phi_{\text{ArmaduraX}} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}$$

$$N_{\text{oBarrasX}} := \frac{A_{\text{sX}}}{\frac{\pi}{4} \cdot (\phi_{\text{ArmaduraX}})^2} = 36.033$$

La separación

$$s_{\text{X}} := \frac{L_{\text{xLL}}}{N_{\text{oBarrasX}}} = 22.202 \cdot \text{cm}$$

$$s_{\text{XAsumido}} := 15.00 \cdot \text{cm}$$

Finalmente se tiene

$$\phi_{\text{x}} := \phi_{\text{ArmaduraX}} = 12.7 \cdot \text{mm}$$

$$s_x := s_{XAsumido} = 15 \text{ cm}$$

Colocar:

$$\phi_x = 12.7 \text{ mm}$$

cada

$$s_x = 15 \text{ cm}$$

### b) Armadura en la Dirección X para Momento (-)

La cuantía mínima a ser considerada es:

$$\rho_{minX} := 0.0016$$

El peralte a ser considerado es:

$$d_x := d_{asumido} = 18 \text{ cm}$$

El momento máximo

$$M_{udisXNeg} := M_{eBase-m} = 7.763 \times 10^3 \text{ m}\cdot\text{kg}$$

$$\rho_{necX} := 0.85 \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.36 \cdot M_{udisXNeg}}{\phi_f \cdot f_c \cdot b_0 \cdot d_x^2}} \right) \cdot \frac{f_c}{f_y} = 0.00692$$

$$\rho_{tomadaX} := \begin{cases} \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{necX} & \text{if } (\rho_{necX} \geq \rho_{minX} \wedge \rho_{necX} \leq \rho_{max}) = 0.00692 \\ \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{minX} & \text{if } \rho_{necX} < \rho_{minX} \\ \text{Cuantia} \leftarrow \text{"Error"} & \text{if } \rho_{necX} > \rho_{max} \\ \text{Cuantia} & \end{cases}$$

El área necesaria por metro de longitud

$$A_{snecXm} := \rho_{tomadaX} \cdot 100 \text{ cm} \cdot d_x = 1.246 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

El área necesaria para toda la longitud

$$A_{snecX} := \rho_{tomadaX} \cdot L_{xLL} \cdot d_x = 9.966 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

La armadura a temperatura

$$A_{stempX} := 0.0018 \cdot L_{xLL} \cdot e_{BaseAsumido} = 3.6 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

El área de refuerzo

$$A_{sX} := \max(A_{snecX}, A_{stempX}) = 9.966 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

El diámetro de la armadura

$$\phi_{ArmaduraX} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}$$

$$\underline{\text{NoBarrasX}} := \frac{\text{AsX}}{\frac{\pi}{4} \cdot (\phi \text{ArmaduraX})^2} = 78.675$$

La separación

$$\underline{\text{sX}} := \frac{\text{LxLL}}{\text{NoBarrasX}} = 10.168 \cdot \text{cm}$$

$$\underline{\text{sXAsumido}} := 15.00 \cdot \text{cm}$$

Finalmente se tiene

$$\underline{\phi_x} := \phi \text{ArmaduraX} = 12.7 \cdot \text{mm}$$

$$\underline{\text{sX}} := \text{sXAsumido} = 15 \cdot \text{cm}$$

Colocar:

$$\phi_x = 12.7 \cdot \text{mm}$$

cada

$$\text{sX} = 15 \cdot \text{cm}$$

### c) Armadura en la Dirección Y para Momento (+)

La cuantía mínima a ser considerada es:

$$\underline{\rho_{\min Y}} := 0.0016$$

El peralte a ser considerado es:

$$\underline{\text{dy}} := \text{dasumido} - \phi_x = 16.73 \cdot \text{cm}$$

El momento máximo

$$\underline{\text{MudisYPos}} := \text{MyBase} \cdot \text{m} = 887.19 \text{ m} \cdot \text{kg}$$

$$\underline{\rho_{\text{necY}}} := 0.85 \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.36 \cdot \text{MudisYPos}}{\phi_f \cdot f_c \cdot b_0 \cdot \text{dy}^2}} \right) \cdot \frac{f_c}{f_y} = 0.00085$$

$$\underline{\rho_{\text{tomadaY}}} := \begin{cases} \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{\text{necY}} & \text{if } (\rho_{\text{necY}} \geq \rho_{\min Y} \wedge \rho_{\text{necY}} \leq \rho_{\max}) = 0.0016 \\ \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{\min Y} & \text{if } \rho_{\text{necY}} < \rho_{\min Y} \\ \text{Cuantia} \leftarrow \text{"Error"} & \text{if } \rho_{\text{necY}} > \rho_{\max} \\ \text{Cuantia} & \end{cases}$$

El área necesaria por metro de longitud

$$\underline{\text{AsnecYm}} := \rho_{\text{tomadaY}} \cdot 100 \cdot \text{cm} \cdot \text{dy} = 2.677 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

El área necesaria para toda la longitud

$$\underline{\text{AsnecY}} := \rho_{\text{tomadaY}} \cdot \text{LyLC} \cdot \text{dy} = 1.071 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

La armadura a temperatura

$$A_{stempY} := 0.0018 \cdot Ly_{LC} \cdot e_{Base} \cdot A_{sumido} = 1.8 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

El área de refuerzo

$$A_{sY} := \max(A_{snecY}, A_{stempY}) = 1.8 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

El diámetro de la armadura

$$\phi_{ArmaduraY} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}$$

$$NoBarrasY := \frac{A_{sY}}{\frac{\pi}{4} \cdot (\phi_{ArmaduraY})^2} = 14.209$$

La separación

$$s_Y := \frac{Ly_{LC}}{NoBarrasY} = 28.15 \cdot \text{cm}$$

$$s_{YAsumido} := 15.00 \cdot \text{cm}$$

Finalmente se tiene

$$\phi_y := \phi_{ArmaduraY} = 12.7 \cdot \text{mm}$$

$$s_y := s_{YAsumido} = 15 \cdot \text{cm}$$

Colocar:

$$\phi_y = 12.7 \cdot \text{mm}$$

cada

$$s_y = 15 \cdot \text{cm}$$

#### d) Armadura en la Dirección Y para Momento (-)

La cuantía mínima a ser considerada es:

$$\rho_{minY} := 0.0016$$

El peralte a ser considerado es:

$$d_y := d_{asumido} - \phi_x = 16.73 \cdot \text{cm}$$

El momento máximo

$$M_{udisYNeg} := M_{eyBase} \cdot m = 5.323 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{kg}$$

$$\rho_{necY} := 0.85 \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.36 \cdot M_{udisYNeg}}{\phi_f \cdot f_c \cdot b_0 \cdot d_y^2}} \right) \cdot \frac{f_c}{f_y} = 0.00539$$

$$\rho_{tomadaY} := \begin{cases} \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{necY} & \text{if } (\rho_{necY} \geq \rho_{minY} \wedge \rho_{necY} \leq \rho_{max}) = 0.00539 \\ \text{Cuantia} \leftarrow \rho_{minY} & \text{if } \rho_{necY} < \rho_{minY} \\ \text{Cuantia} \leftarrow \text{"Error"} & \text{if } \rho_{necY} > \rho_{max} \\ \text{Cuantia} & \end{cases}$$

El área necesaria por metro de longitud

$$As_{necYm} := \rho_{tomadaY} \cdot 100 \cdot \text{cm} \cdot \text{dy} = 9.014 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

El área necesaria para toda la longitud

$$As_{necY} := \rho_{tomadaY} \cdot Ly_{LC} \cdot \text{dy} = 3.606 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

La armadura a temperatura

$$As_{tempY} := 0.0018 \cdot Ly_{LC} \cdot e_{BaseAsumido} = 1.8 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

El área de refuerzo

$$AsY := \max(As_{necY}, As_{tempY}) = 3.606 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

El diámetro de la armadura

$$\phi_{ArmaduraY} := \frac{1}{2} \cdot \text{in}$$

$$NoBarrasY := \frac{AsY}{\frac{\pi}{4} \cdot (\phi_{ArmaduraY})^2} = 28.463$$

La separación

$$sY := \frac{Ly_{LC}}{NoBarrasY} = 14.053 \cdot \text{cm}$$

$$sY_{Asumido} := 15.00 \cdot \text{cm}$$

Finalmente se tiene

$$\phi_y := \phi_{ArmaduraY} = 12.7 \cdot \text{mm}$$

$$s_y := sY_{Asumido} = 15 \cdot \text{cm}$$

Colocar:

$$\phi_y = 12.7 \cdot \text{mm}$$

cada

$$s_y = 15 \cdot \text{cm}$$

## PLANILLA DE ACCESORIOS

REF.	UBICACION	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	Ø Pulg
1	Entrada	Adaptador PVC E-40	Pza	1	
2		Tee FG	Pza	1	
3		Unión universal FG	Pza	4	
4		Codo 90° FG	Pza	6	
5		Válvula de paso Br	Pza	2	
6		Tubería FG	m	9.00	
7	Salida	Colador Br	Pza	2	
8		Codo 90° FG	Pza	2	
9		Válvula de paso Br	Pza	2	
10		Niple hexagonal FG	Pza	8	
11		Unión universal FG	Pza	4	
12		Adaptador PVC E-40	Pza	1	
13		Tubería FG	m	5.00	
14		Tee FG	Pza	1	
15	Rebose y limpieza	Codo 90° FG	Pza	4	
16		Válvula de paso Br	Pza	2	
17		Niple hexagonal FG	Pza	10	
18		Unión universal FG	Pza	6	
19		Tee FG	Pza	2	
20		Tubería PVC E-40 o FG	m	16.00	
21	Ventilación	Tubería FG	m	1	1 1/2"
22		Codo FG	Pza	4	1 1/2"
23		Tee FG	Pza	2	1 1/2"
24		Malla milimétrica	m2	0.12	
25	Drenaje	Tubería PVC drenaje	m	2	1"
26	Seguro	Candado Br.	Pza	4	
27		Tapa Sanitaria e= 1/8" 0.85 x 0.85	Pza	2	
28		Tapa Metálica e= 1/8" 1.20 x 0.80	Pza	1	
29		Tapa Metálica e= 1/8" 1.00 x 0.80	Pza	3	

### NOTA

- \* LA ACERA PERIMETRAL TENDRA UN ANCHO MINIMO DE 0.60M CON ZAMPEADO DE PIEDRA O LADRILLO
- \* SE RECOMIENDA LA CONSTRUCCION DE UN CERCO PERIMETRAL
- \* EL INGRESO AL TANQUE DEBE ESTAR LOCALIZADO ADYACENTE A LA TUBERIA DE INGRESO

## PLANILLA DE COMPUTOS METRICOS

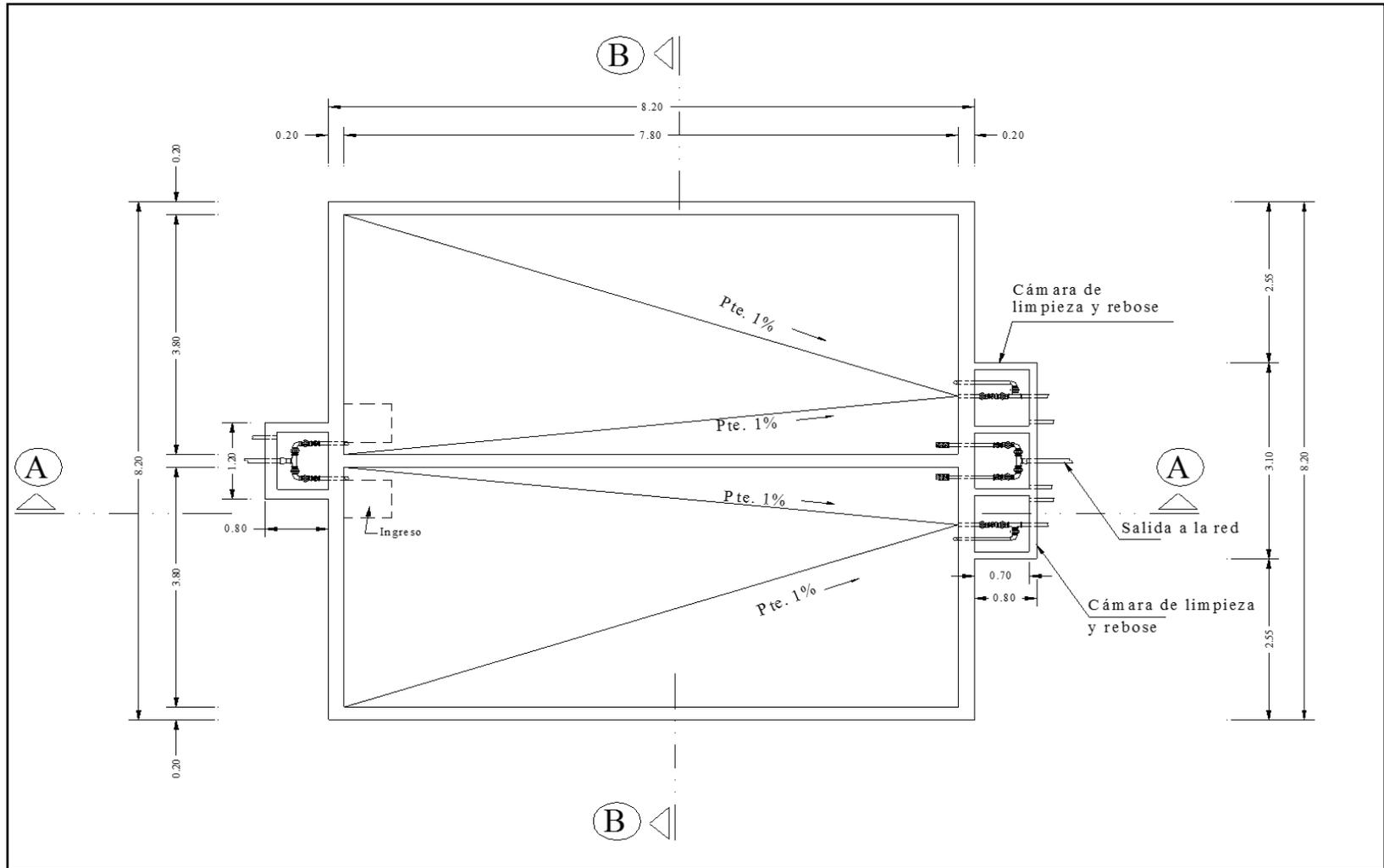
DESCRIPCION	UNID.	CANT.	CODIGO
H°A° 1:2:3	m3	32.69	ET-CO-09-04
Zampeado de piedra ó ladrillo	m2	67.24	ET-CO-19-02
H°S° c/piedra o ladrillo	m3	0.86	ET-CO-09-01
Excavación	m3	79.01	ET-CO-04-01-02
Revoque interior impermeable	m2	152.08	ET-CO-12-01
Revoque exterior	m2	147.41	ET-CO-12-02

## PLANILLA DE MATERIALES

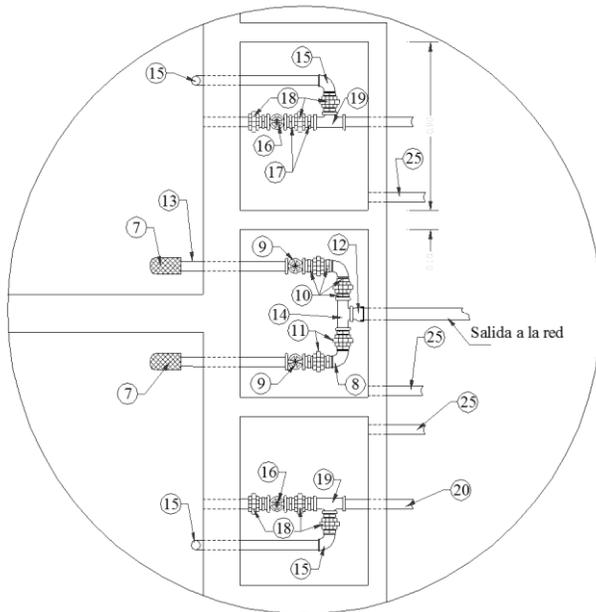
DESCRIPCION	UNID.	CANT.	CODIGO
Cemento	Bol	345	ET-MP-01
Arena	m3	30.64	ET-MP-02-01
Grava	m3	27.79	ET-MP-02-02
Aditivo impermeabilizante	Kg	76.04	ET-MP-08
Alambre de amarre	Kg	49.00	ET-MP-09

## CONDICIONES TECNICAS DE DISEÑO

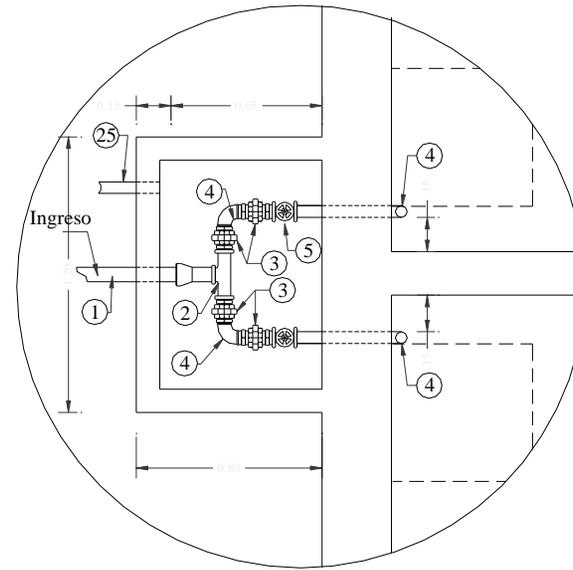
Características	Valor
Capacidad portante del suelo	1 Kg/cm2
Sobrecarga de servicio	100 kg/m2
Resistencia Hormigón H20	204 kg/cm2
Resistencia Acero AH 400	4080 kg/cm2
Dosificación H°A°	1:2:3
Dosificación H°C°	1:3:3; 50% P.D
Dosificación H°S°	1:3
Recubrimiento losas	3 cm
Recubrimiento vigas pared	3 cm



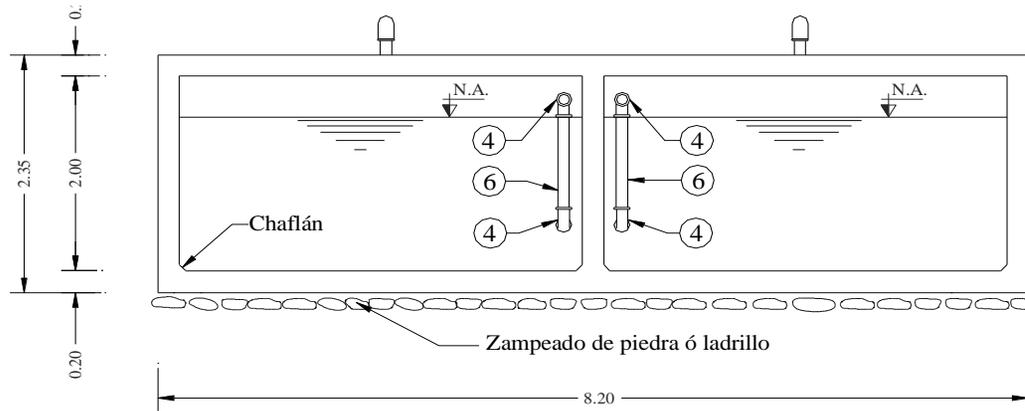
<p>UMSA-FACULTAD DE TECNOLOGIA CONSTRUCCIONES CIVILES</p>	<p>PROYECTO: OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION</p>	<p>TANQUE DE ALAMACENAMIENTO</p>	<p>Pág.: 1</p>
---	--	--------------------------------------	--------------------



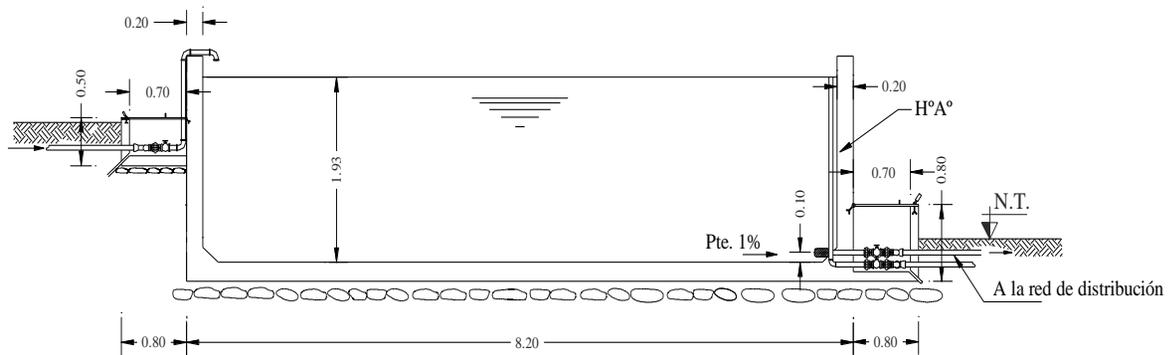
DETALLE CAMARAS DE  
SALIDA, LIMPIEZA Y REBOSE



DETALLE CAMARA DE  
INGRESO

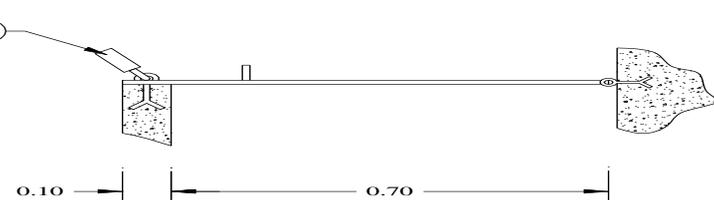
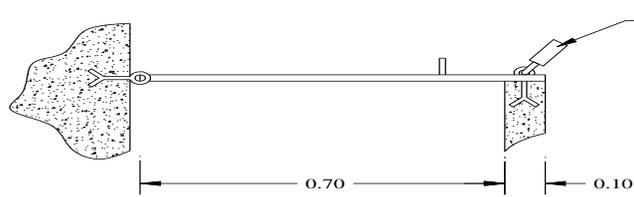
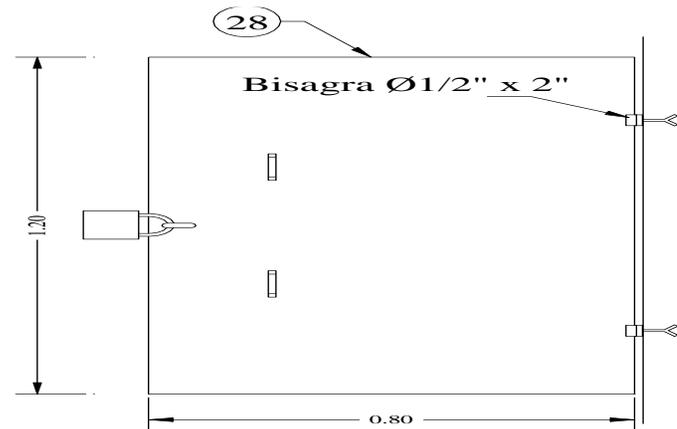
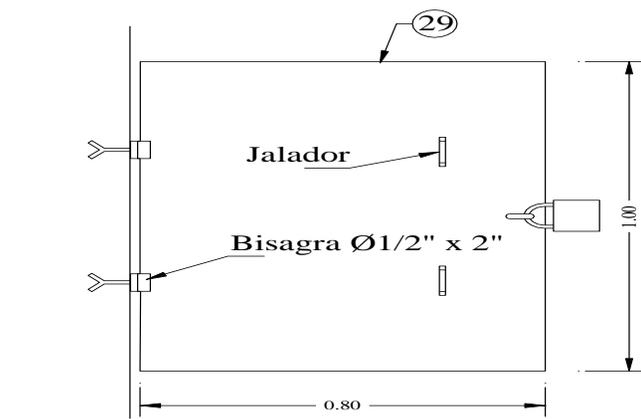


CORTE B - B



CORTE A - A

<p>UMSA-FACULTAD DE TECNOLOGIA CONSTRUCCIONES CIVILES</p>	<p>PROYECTO: OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION</p>	<p>TANQUE DE ALAMACENAMIENTO</p>	<p>Pág.: 1</p>
---	--	--------------------------------------	--------------------



**DETALLE TAPA METALICA SALIDA, LIMPIEZA Y REBOSE**

**DETALLE TAPA METALICA INGRESO**

<p>UMSA-FACULTAD DE TECNOLOGIA CONSTRUCCIONES CIVILES</p>	<p>PROYECTO: OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION</p>	<p>TANQUE DE ALAMACENAMIENTO</p>	<p>Pág.: 1</p>
---	--	--------------------------------------	--------------------

## ANEXO 8

PROYECTO: OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)

MUNICIPIO: JESUS DE MACHACA

COMUNIDAD: JILATITI SEKO

DISEÑO: CALCULO HIDRAULICO TUBERIA DE DISTRIBUCION

### 1. Caudal

Se tiene el siguiente caudal de salida de la obra de toma:

Calculo del caudal probable de la Obra de Toma:

Altura de del Nivel de Agua:

$$h_o := 2.35 \cdot m$$

Aceleración de la Gravedad:

$$g_o := 9.81 \cdot \frac{m}{s^2}$$

La velocidad de Flujo es:

$$v_o := \sqrt{2 \cdot g_o \cdot h_o} = 6.79 \frac{m}{s}$$

Para un diámetro de Tubería de:

$$\phi_{Tuberia} := 3.0 \cdot in$$

Área de la Tubería:

$$AreaT := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{Tuberia}^2 = 0.004560 m^2$$

El caudal teórico es:

$$Caudal := v_o \cdot AreaT = 0.031 \frac{m^3}{s}$$

Se considerará un coeficiente de caudal de:

$$C_d := 0.985 \cdot 0.620 = 0.611$$

El caudal real es:

$$\text{CaudalReal} = C_d \cdot \text{Caudal} = 0.018911 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

## 2. Diseño Hidráulico

Para modelar de una manera más real las presiones de la tubería de distribución desde el tanque de almacenamiento hasta las áreas de riego, se empleó el programa EPANET 2.0.

Las coordenadas y las elevaciones de los nudos de la tubería fueron obtenidos de la topografía realizada, una vez modelado la tubería se tiene los siguientes resultados.

### 2.1. Presiones

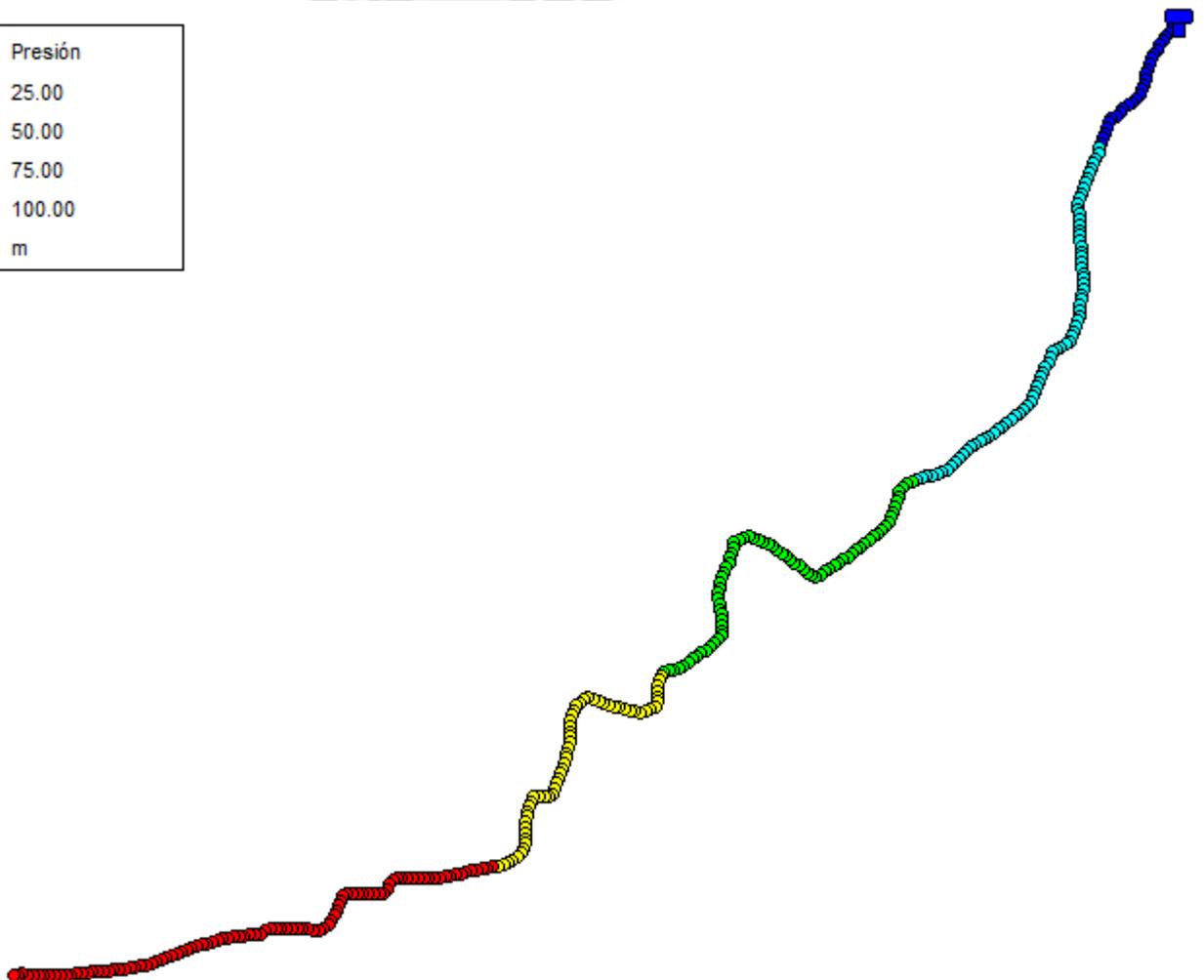
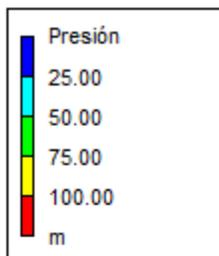


Tabla de Red - Nudos			Tabla de Red - Nudos		
ID Nudo	Altura	Presión	ID Nudo	Altura	Presión
	m	m		m	m
Conexión 1	3851.83	2.3	Conexión 31	3851.83	26.03
Conexión 2	3851.83	3.28	Conexión 32	3851.83	26.26
Conexión 3	3851.83	4.37	Conexión 33	3851.83	26.48
Conexión 4	3851.83	5.5	Conexión 34	3851.83	26.7
Conexión 5	3851.83	6.12	Conexión 35	3851.83	27.1
Conexión 6	3851.83	6.74	Conexión 36	3851.83	27.51
Conexión 7	3851.83	7.91	Conexión 37	3851.83	27.91
Conexión 8	3851.83	8.97	Conexión 38	3851.83	28.14
Conexión 9	3851.83	9.98	Conexión 39	3851.83	28.25
Conexión 10	3851.83	10.86	Conexión 40	3851.83	28.37
Conexión 11	3851.83	11.85	Conexión 41	3851.83	28.54
Conexión 12	3851.83	13.72	Conexión 42	3851.83	28.72
Conexión 13	3851.83	14.67	Conexión 43	3851.83	28.91
Conexión 14	3851.83	16.86	Conexión 44	3851.83	29.15
Conexión 15	3851.83	18.8	Conexión 45	3851.83	29.41
Conexión 16	3851.83	19.25	Conexión 46	3851.83	29.65
Conexión 17	3851.83	19.71	Conexión 47	3851.83	29.92
Conexión 18	3851.83	20.17	Conexión 48	3851.83	30.2
Conexión 19	3851.83	20.63	Conexión 49	3851.83	30.51
Conexión 20	3851.83	21.08	Conexión 50	3851.83	30.95
Conexión 21	3851.83	21.54	Conexión 51	3851.83	31.39
Conexión 22	3851.83	22	Conexión 52	3851.83	31.61
Conexión 23	3851.83	22.45	Conexión 53	3851.83	31.78
Conexión 24	3851.83	22.83	Conexión 54	3851.83	31.96
Conexión 25	3851.83	23.21	Conexión 55	3851.83	32.23
Conexión 26	3851.83	23.62	Conexión 56	3851.83	32.61
Conexión 27	3851.83	24.11	Conexión 57	3851.83	32.87
Conexión 28	3851.83	24.6	Conexión 58	3851.83	33.07
Conexión 29	3851.83	25.1	Conexión 59	3851.83	33.36
Conexión 30	3851.83	25.59	Conexión 60	3851.83	33.47

Tabla de Red - Nudos			Tabla de Red - Nudos		
ID Nudo	Altura	Presión	ID Nudo	Altura	Presión
	m	m		m	m
Conexión 61	3851.83	33.69	Conexión 121	3851.83	54.16
Conexión 62	3851.83	34.16	Conexión 122	3851.83	54.62
Conexión 63	3851.83	34.59	Conexión 123	3851.83	55.09
Conexión 64	3851.83	34.8	Conexión 124	3851.83	55.46
Conexión 65	3851.83	35.01	Conexión 125	3851.83	55.82
Conexión 66	3851.83	35.3	Conexión 126	3851.83	56.18
Conexión 67	3851.83	35.66	Conexión 127	3851.83	56.55
Conexión 68	3851.83	36.01	Conexión 128	3851.83	56.97
Conexión 69	3851.83	36.35	Conexión 129	3851.83	57.4
Conexión 70	3851.83	36.86	Conexión 130	3851.83	57.83
Conexión 71	3851.83	37.53	Conexión 131	3851.83	58.27
Conexión 72	3851.83	38.21	Conexión 132	3851.83	58.92
Conexión 73	3851.83	38.85	Conexión 133	3851.83	59.58
Conexión 74	3851.83	39.44	Conexión 134	3851.83	60.14
Conexión 75	3851.83	40.02	Conexión 135	3851.83	60.66
Conexión 76	3851.83	40.09	Conexión 136	3851.83	61.19
Conexión 77	3851.83	40.1	Conexión 137	3851.83	61.64
Conexión 78	3851.83	40.2	Conexión 138	3851.83	62.02
Conexión 79	3851.83	40.53	Conexión 139	3851.83	62.39
Conexión 80	3851.83	41.14	Conexión 140	3851.83	62.76
Conexión 81	3851.83	41.93	Conexión 141	3851.83	63.02
Conexión 82	3851.83	42.59	Conexión 142	3851.83	63.25
Conexión 83	3851.83	42.99	Conexión 143	3851.83	63.49
Conexión 84	3851.83	43.4	Conexión 144	3851.83	64.08
Conexión 85	3851.83	43.8	Conexión 145	3851.83	64.25
Conexión 86	3851.83	44.2	Conexión 146	3851.83	64.43
Conexión 87	3851.83	44.57	Conexión 147	3851.83	64.61
Conexión 88	3851.83	44.94	Conexión 148	3851.83	64.8
Conexión 89	3851.83	45.21	Conexión 149	3851.83	65.12
Conexión 90	3851.83	45.47	Conexión 150	3851.83	65.45

Tabla de Red - Nudos			Tabla de Red - Nudos		
ID Nudo	Altura	Presión	ID Nudo	Altura	Presión
	m	m		m	m
Conexión 151	3851.83	65.81	Conexión 181	3851.83	74.5
Conexión 152	3851.83	66.39	Conexión 182	3851.83	74.77
Conexión 153	3851.83	66.87	Conexión 183	3851.83	75.15
Conexión 154	3851.83	66.71	Conexión 184	3851.83	75.58
Conexión 155	3851.83	66.67	Conexión 185	3851.83	75.91
Conexión 156	3851.83	66.9	Conexión 186	3851.83	76.39
Conexión 157	3851.83	67.38	Conexión 187	3851.83	76.84
Conexión 158	3851.83	68	Conexión 188	3851.83	76.71
Conexión 159	3851.83	68.35	Conexión 189	3851.83	76.81
Conexión 160	3851.83	68.3	Conexión 190	3851.83	76.34
Conexión 161	3851.83	68.45	Conexión 191	3851.83	76.91
Conexión 162	3851.83	69.55	Conexión 192	3851.83	78.33
Conexión 163	3851.83	69.55	Conexión 193	3851.83	78.77
Conexión 164	3851.83	69.8	Conexión 194	3851.83	79.22
Conexión 165	3851.83	70.41	Conexión 195	3851.83	79.71
Conexión 166	3851.83	70.7	Conexión 196	3851.83	80.21
Conexión 167	3851.83	70.68	Conexión 197	3851.83	80.68
Conexión 168	3851.83	71.03	Conexión 198	3851.83	81.09
Conexión 169	3851.83	71.42	Conexión 199	3851.83	81.5
Conexión 170	3851.83	71.7	Conexión 200	3851.83	81.84
Conexión 171	3851.83	71.98	Conexión 201	3851.83	81.97
Conexión 172	3851.83	72.26	Conexión 202	3851.83	82.1
Conexión 173	3851.83	72.59	Conexión 203	3851.83	83.4
Conexión 174	3851.83	72.91	Conexión 204	3851.83	84.5
Conexión 175	3851.83	73.11	Conexión 205	3851.83	83.84
Conexión 176	3851.83	73.31	Conexión 206	3851.83	83.77
Conexión 177	3851.83	73.58	Conexión 207	3851.83	84.11
Conexión 178	3851.83	73.85	Conexión 208	3851.83	84.44
Conexión 179	3851.83	74.09	Conexión 209	3851.83	84.72
Conexión 180	3851.83	74.22	Conexión 210	3851.83	84.94

Tabla de Red - Nudos			Tabla de Red - Nudos		
ID Nudo	Altura	Presión	ID Nudo	Altura	Presión
	m	m		m	m
Conexión 211	3851.83	85.25	Conexión 241	3851.83	98.82
Conexión 212	3851.83	85.99	Conexión 242	3851.83	99.52
Conexión 213	3851.83	86.58	Conexión 243	3851.83	100.22
Conexión 214	3851.83	87.16	Conexión 244	3851.83	100.91
Conexión 215	3851.83	87.49	Conexión 245	3851.83	101.61
Conexión 216	3851.83	87.76	Conexión 246	3851.83	102.31
Conexión 217	3851.83	87.85	Conexión 247	3851.83	103
Conexión 218	3851.83	87.73	Conexión 248	3851.83	103.7
Conexión 219	3851.83	87.92	Conexión 249	3851.83	104.4
Conexión 220	3851.83	88.61	Conexión 250	3851.83	105.09
Conexión 221	3851.83	89.71	Conexión 251	3851.83	105.92
Conexión 222	3851.83	90.27	Conexión 252	3851.83	106.74
Conexión 223	3851.83	90.76	Conexión 253	3851.83	107.56
Conexión 224	3851.83	91.17	Conexión 254	3851.83	108.39
Conexión 225	3851.83	91.58	Conexión 255	3851.83	108.19
Conexión 226	3851.83	91.96	Conexión 256	3851.83	108.66
Conexión 227	3851.83	92.27	Conexión 257	3851.83	109.12
Conexión 228	3851.83	92.58	Conexión 258	3851.83	109.59
Conexión 229	3851.83	92.87	Conexión 259	3851.83	109.98
Conexión 230	3851.83	93.16	Conexión 260	3851.83	110.37
Conexión 231	3851.83	93.68	Conexión 261	3851.83	110.77
Conexión 232	3851.83	94.67	Conexión 262	3851.83	111.2
Conexión 233	3851.83	95.35	Conexión 263	3851.83	111.67
Conexión 234	3851.83	95.95	Conexión 264	3851.83	112.06
Conexión 235	3851.83	96.13	Conexión 265	3851.83	112.37
Conexión 236	3851.83	96.28	Conexión 266	3851.83	112.85
Conexión 237	3851.83	96.42	Conexión 267	3851.83	113.34
Conexión 238	3851.83	96.97	Conexión 268	3851.83	113.83
Conexión 239	3851.83	97.56	Conexión 269	3851.83	114.32
Conexión 240	3851.83	98.15	Conexión 270	3851.83	114.69

Tabla de Red - Nudos		
ID Nudo	Altura	Presión
	m	m
Conexión 271	3851.83	115.03
Conexión 272	3851.83	115.37
Conexión 273	3851.83	115.63
Conexión 274	3851.83	115.73
Conexión 275	3851.83	115.84
Conexión 276	3851.83	116.41
Conexión 277	3851.83	116.7
Conexión 278	3851.83	116.76
Conexión 279	3851.83	116.83
Conexión 280	3851.83	117.22
Conexión 281	3851.83	117.7
Conexión 282	3851.83	117.9
Conexión 283	3851.83	118.08
Conexión 284	3851.83	118.43
Conexión 285	3851.83	118.95
Conexión 286	3851.83	118.99
Conexión 287	3851.83	119.01
Conexión 288	3851.83	119.04
Conexión 289	3851.83	119.06
Conexión 290	3851.83	119.08
Conexión 291	3851.83	119.5
Conexión 292	3851.83	119.94
Conexión 293	3851.83	120.22
Conexión 294	3851.83	120.5
Conexión 295	3851.83	120.77
Conexión 296	3851.83	121.01
Conexión 297	3851.83	121.25
Conexión 298	3851.83	121.5
Conexión 299	3851.83	121.75
Conexión 300	3851.83	122.01

Tabla de Red - Nudos		
ID Nudo	Altura	Presión
	m	m
Conexión 301	3851.83	122.27
Conexión 302	3851.83	122.53
Conexión 303	3851.83	122.79
Conexión 304	3851.83	123.07
Conexión 305	3851.83	123.35
Conexión 306	3851.83	123.63
Conexión 307	3851.83	123.88
Conexión 308	3851.83	124.12
Conexión 309	3851.83	124.36
Conexión 310	3851.83	124.79
Conexión 311	3851.83	125.16
Conexión 312	3851.83	125.63
Conexión 313	3851.83	125.87
Conexión 314	3851.83	126.04
Conexión 315	3851.83	126.32
Conexión 316	3851.83	126.75
Conexión 317	3851.83	126.84
Conexión 318	3851.83	126.96
Conexión 319	3851.83	127.09
Conexión 320	3851.83	127.29
Conexión 321	3851.83	127.49
Conexión 322	3851.83	127.69
Conexión 323	3851.83	127.89
Conexión 324	3851.83	128.08
Conexión 325	3851.83	128.26
Conexión 326	3851.83	128.44
Conexión 327	3851.83	128.6
Conexión 328	3851.83	128.74
Conexión 329	3851.83	128.87
Conexión 330	3851.83	129.01
Conexión 331	3851.83	129.03
Conexión 332	3851.83	129.05
Conexión 333	3851.83	129.11
Conexión 334	3851.83	129.43
Conexión 335	3851.83	129.75
Conexión 336	3851.83	130.01
Conexión 337	3851.83	130.21
Conexión 338	3851.83	130.89
Conexión 339	3851.83	131.54

## Conclusiones

Como la tubería de la red de distribución, según el proyecto es una Tubería de PVC de diámetro  $D=3''$  SDR 26 y según norma **NB 888** tendría una presión de trabajo de 110 m.c.a., pero la norma no nos permite emplear más del 80 % de dicha presión, entonces la presión de trabajo de la tubería no tendría que sobrepasar de 88 m.c.a.

Con los resultados obtenidos se tiene que en los nudos finales se sobrepasan esta presión, por lo cual para evitar daños y vibraciones en la tubería y los pasos quebrada se recomienda la construcción de una cámara rompe presión, lo recomendable para una reducción graduada en la mitad de la longitud de la tubería.



## ANEXO N° 9

PROYECTO: OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS  
(AUTOMATIZACION)

MUNICIPIO: JESUS DE MACHACA

COMUNIDAD: JILATITI SEKO

DISEÑO: ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTRUCTURA COLGATE PARA LA TUBERÍA (PASO DE QUEBRADA)

### DATOS GENERALES PARA EL DISEÑO DE PENDOLA Y CABLE PRINCIPAL

<b>GEOMETRIA DEL PUENTE</b>		
Longitud Total del Puente(L)	50.0	m
Longitud de la Flecha(f)	5.0	m
Por Proceso Constructivo Redondear flecha (f)	4.0	m
Long. Min. de la pendola ( $\Delta H$ )	0.3	m
Espaciamiento entre Péndolas(l)	2.5	m
Diámetro de la Tubería de F°G° (d)	1.0	pulg
Altura Total del Puente ( $H_T$ )	4.3	m

<b>METRADO DE CARGAS TOTALES QUE SOPORTA LA TUBERIA</b>		
Carga Muerta (WD)	0.5	Kg/m
Carga Viva (WL)	0.5	Kg/m
Carga de Viento (WV)	0.0	Kg/m
Carga Ultima de diseño ( $W_u$ )	2.0	Kg/m

<b>FACTORES DE SEGURIDAD PARA EL DISEÑO DE PENDOLA Y CABLE PRINCIPAL</b>		
Factor de seguridad para el diseño de Péndolas	2.0	
factor de seguridad para el diseño del cable principal	1.0	

<b>DATOS PARA DISEÑO DE LAS ABRAZADERAS</b>		
<b>Datos para el Diseño de los pernos por corte</b>		<b>Se utilizará pernos de grado 5 (A-325)</b>
Esfuerzo unitario permisible en corte.(Fv)	1055.0	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Datos para el Diseño por aplastamiento de pernos</b>		
Esfuerzo unitario permisible en compresión.(Fp)	3375.0	Kg/cm <sup>2</sup>

**ANALISIS Y DISEÑO DE LA ESTRUCTURA COLGANTE**

<b>DISEÑO DE LA TUBERIA</b>	
<i>Espesor Mínimo de la tubería de F°G° (<math>t_{Min}</math>)</i>	0.13 cm
	$t_{min}$ 1.3 mm
	<i>Luego el espesor de tubería de F°G° a usar será</i> 5.0 mm
<i>Donde :</i>	
	<i>d : Es el diámetro de la tubería de F°G°</i>

<b>DISEÑO DE LA PENDOLA</b>			
<i>Esfuerzo de tracción en la Péndola (<math>T_p</math>)</i>	5	Kg	
		Kg	
<i>Esfuerzo de tracción de Rotura en la Péndola (TR)</i>	10.0	=	0.01 Tn
<i>Según el cuadro del Anexo N° .... 1</i>			
<i>Especificaciones de las Péndolas</i>	USAR CABLES PROLANSA SERIE 6 X 19 TIPO COBRA ALMA DE FIBRA	<i>Diámetro</i>	1/4 pulg
		<i>Peso</i>	0.16 Kg/m
		<i>TR efectiva</i>	2.49 Tn
<i>Debe cumplirse la siguiente restricción</i>			ok
<i>Longitud de las Péndolas (<math>Y_i</math>)</i>		<i>Numero de Péndolas (<math>N_p</math>)</i> 19	

	<i>Distancia del centro de la Péndola (i)</i>	<i>longitud de la Péndola <math>i</math> (<math>Y_i</math>)m</i>	<i>Doblez arriba y abajo (m)</i>	<i>Longitud Total (m)</i>			
Centro	0.0	0.30	0.7		<b>RESUMEN DE DISEÑO DE PENDOLA</b>		
CH A	6	1.8	0.32	0.7			
	5	4.3	0.42	0.7	1.12	<i>Longitud Total de Péndolas</i> 13.76 m	
	4	6.8	0.60	0.7	1.30	<i>Numero de Péndolas (<math>N_p</math>)</i> 19	
	3	9.3	0.85	0.7	1.55	<i># Total de grampas por péndola</i> 4	
	2	11.8	1.19	0.7	1.89	<i>Longitud total dobléz arriba y a bajo</i> 70 cm	
	1	14.3	1.61				
Centro			0.30			<b>ESPECIFICACIONES DE PENDOLA</b>	

<b>IZQUIERDA</b>	6	-1.8	0.32	0.7	1.02	<b>CABLES TIPO PROLANSA</b> <b>SERIE 6 X 19 TIPO COBRA</b> <b>ALMA DE FIBRA</b>  <i>Diámetro</i> 1/4    pulg  <i>Peso</i> 0.16    Kg/m  <i>TR efectiva</i> 2.49    Tn
	5	-4.3	0.42	0.7	1.12	
	4	-6.8	0.60	0.7	1.30	
	3	-9.3	0.85	0.7	1.55	
	2	-	1.19	0.7	1.89	
	1	-	1.61			
<i>Longitud Total de Péndolas</i>				13.76		

**DETERMINACION DEL NUMERO DE GRAMPAS PARA SUJECION DE CABLES**

*NOTA : Para fijar la pendola con la abrazadera asi como la pendola y el extremo superior de la tubería, los dobleces tanto como en el extremo superior y extremo inferior de la pendola se estiman según el cuadro*

DIAMETRO DE CABLE Y TAMAÑO DE GRAMPAS		CANTIDAD GRAMPAS	DISTANCIA ENTRE CADA GRAMPA		LONG. CABLE A DOBLAR DESDE GUARDACABO		LONGITUD EXTREMO LIBRE	
pulg.	mm		pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm
1/8	3	2	3/4	18	1 1/2	36	3/4	18
3/16	5	2	1 1/8	30	2 1/4	60	1 1/8	30

# Total de grampas por pendola	# de grampas	Distancia entre cada grampa	Longitud de extremo libre	Longitud de cable a doblar	Vuelta a la tubería tubería	Longitud total doblez arriba y a bajo
4						
<i>Unión Péndola-Cable Principal</i>	2	3 cm	6 cm	6 cm	cm	
<i>Unión Péndola-Tubería</i>	2	3 cm	6 cm	6 cm	46 cm	70 cm

**DISEÑO DE LAS ABRAZADERAS**

<i>Tracción Tangente al Cable Principal (T1)</i>	<i>Esfuerzos en las Abrazaderas(P1)</i>
--	---

PI : Carga de corte que actúa en el perno					Diseño de los pernos por corte					Diseño de los pernos por Aplastamiento			
					n=Numero de pernos en la abrazadera					t=Espesor de la plancha de abrazadera			
Abrazadera (i)	Xi (m)				d Ø Perno	Area del Perno				mm	t asumido		
											pulg.	mm	
1	1.8	1.3198612	0.1152	1.15169	3/8	0.71	0.10	16.162829	ok	0.04	3/8	9.525	12.7 ok
2	4.3	3.1503810	0.2748	2.74784	3/8	0.71	0.10	38.563083	ok	0.09	3/8	9.525	30.3 ok
3	6.8	4.9744878	0.4336	4.33561	3/8	0.71	0.10	60.845734	ok	0.13	3/8	9.525	47.8 ok
4	9.3	6.7885441	0.591	5.91027	3/8	0.71	0.10	82.944498	ok	0.18	3/8	9.525	65.1 ok
5	11.8	8.5890331	0.7467	7.4673	3/8	0.71	0.10	105	ok	0.23	3/8	9.525	82.3 ok
6	14.3	10.3725967	0.9002	9.00244	3/8	0.71	0.10	126.33979	ok	0.28	3/8	9.525	99.2 ok

### DISEÑO DEL CABLE PRINCIPAL

n =	0.08
Longitud del Cable Principal (Lc)	50.8402 m
xi	25 m
f	4.0 m
L	50.0 m
α	17.7447 °
H <sub>T</sub>	4.3 m
L1	14.00 m
Longitud de los Fidores (Lf)	14.65 m

Tracción Máxima Horizontal en el Fidor (Hmax)			
Tracción Máxima Horizontal por Carga Ultima (H <sub>wu</sub> )			156.25 Kg
Tracción Máxima Horizontal por Temperatura (H <sub>t</sub> )			2.34375 Kg
Tracción Máxima Horizontal por Peso del Cable (H <sub>c</sub> )			32.8125 Kg
El peso del cable se Asume Para una primera aprox.según el	Especificaciones del Cable Principal	Diámetro	1/3 pulg
		Peso (Wc)	0.42 Kg/

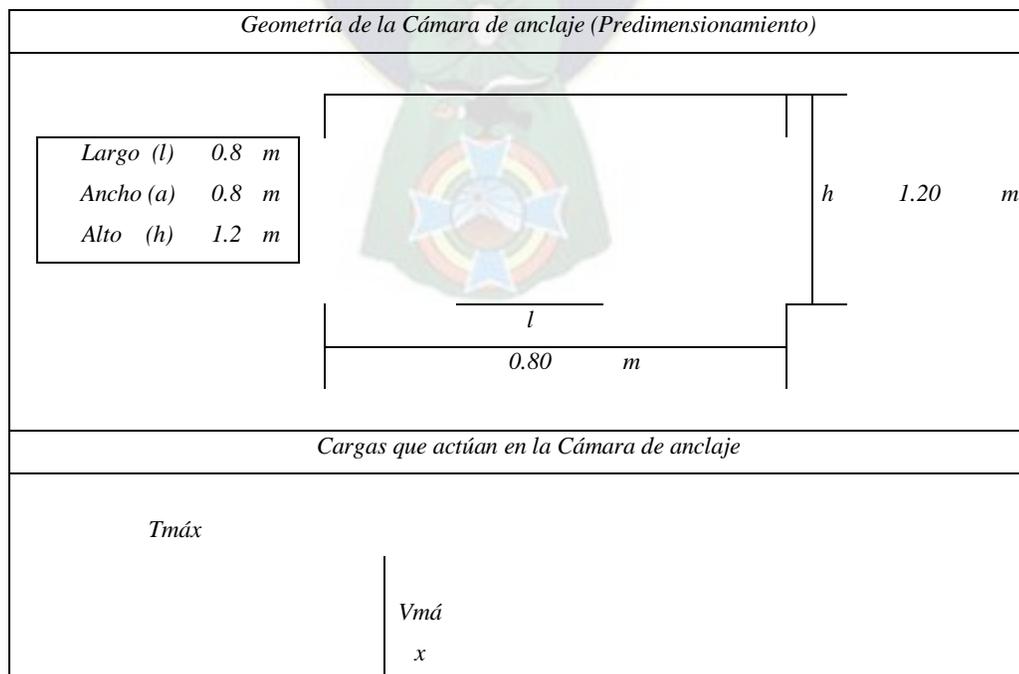
cuadro N°..			<i>m</i>	
Tracción Máxima Horizontal por Peso de las Péndolas ( <i>H<sub>p</sub></i> )			12.5	Kg
Estos datos han sido calculados en el diseño de las Péndolas	Especificaciones de las Péndolas	Diámetro	1/4	pulg
		Peso ( <i>W<sub>p</sub></i> )	0.16	Kg/ <i>m</i>
Luego la Tracción Máx. Hor. en el Fiador ( <i>H<sub>max</sub></i> )		<i>H<sub>Máx</sub></i>	203.906	Kg
		$\alpha$	17.7447	°
		<i>cosa</i>	0.95242	
Tracción Máxima en el Fiador del Cable Principal ( <i>T<sub>max</sub></i> )			214.092	Kg
Tracción Máxima de Rotura en el Cable Principal ( <i>TR</i> )			214	Kg = 0.2 Tn

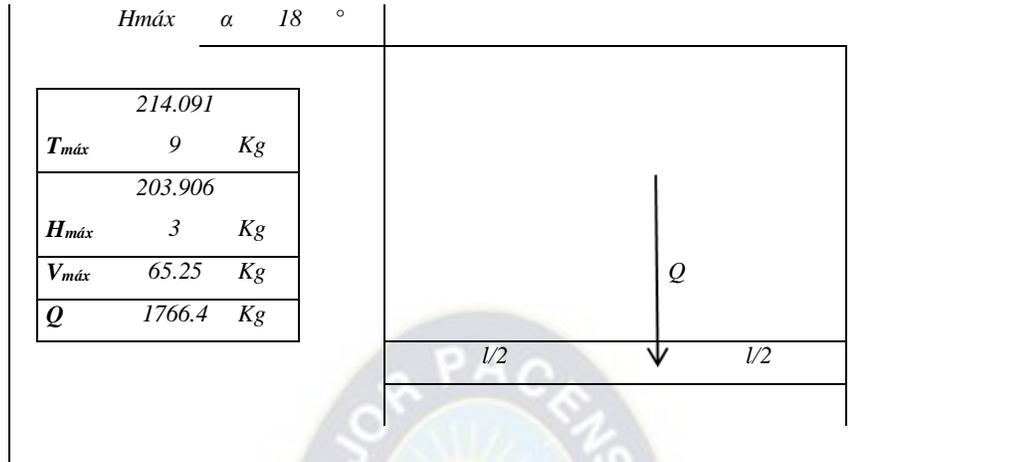
$h/v = 1/0.37$

Según el cuadro N° 01

Especificaciones del Cable Principal	USAR CABLES PROLANSA	Diámetro	5/16	pulg
	SERIE 6 X 19 TIPO BOA	Peso	0.42	Kg/m
	ALMA DE ACERO	<i>TR</i> efectiva	4	Tn
Debe cumplirse la siguiente restricción				ok

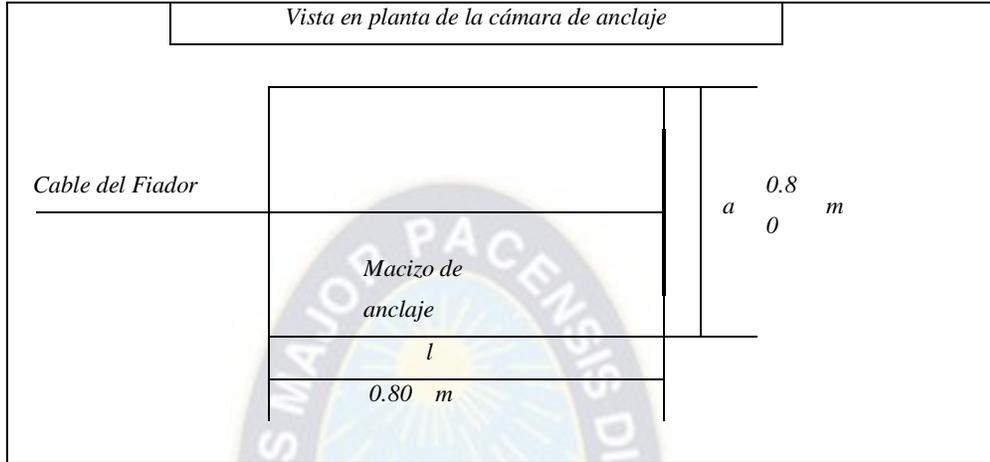
### DISEÑO DE LA CAMARA DE ANCLAJE





<b>Estabilidad al Deslizamiento</b>	<b>Estabilidad al Volteo</b>	<b>Estabilidad por Presi3n Sobre el Terreno</b>
$C_f = 0.8$ $\sum F_v = 1701$ $= 2 \text{ Kg}$ $H_{m\acute{a}x} = 203.9 \text{ Kg}$ $FSD = 6.7 \text{ OK}$	$M_r = 706.56 \text{ Kg-m}$ $M_v = 244.69 \text{ Kg-m}$ $FSV = 2.8$ $= 9 \text{ OK}$	$e = 0.12 \text{ m}$ $\sigma_t = 8 \text{ Kg/cm}^2 \text{ cap. Port. del terreno}$ $\sigma_1 = 5219.62 \text{ Kg/m}^2$ $\sigma_1 = 0.52196 \text{ Kg/cm}^2 \text{ ok}$ $\sigma_2 = 96.4746 \text{ Kg/m}^2$ $\sigma_2 = 0.00965 \text{ Kg/cm}^2 \text{ ok}$
<b>Dise1o del Macizo de Anclaje</b>		
Datos de Dise1o	Calculos	
$T_{m\acute{a}x}$ $Rot. = 214 \text{ Kg}$ $F.S = 1$ $f_s = 2000 \text{ Kg/cm}^2$	Area del Macizo $A = 0.1070459 \text{ cm}^2$  Diámetro del Macizo $D = 0.3691817 \text{ cm}$  $D = 0.5 \text{ g}$	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <b>usar Macizo de Anclaje</b>  <math>D = 0.50 \text{ pulg}</math> </div>
	$T_{m\acute{a}x}$ Tracci3n Máxima en el Fiador	

**F.S** Factor de seguridad  
**f<sub>s</sub>** Resistencia a la Tracción del Fierro Liso



**DISEÑO ESTRUCTURA APORTICADA (DISEÑO DE LA TORRE)**

Carga Vertical Sobre la torre (P)

$V_{m\acute{a}x}$  65.25 Kg  
**P** 130.5 Kg Carga Total Producida Sobre la Torre  
**P** 130.5 Kg Carga Actuante en el centro de la torre

**Predimensionamiento de Columnas del pórtico**

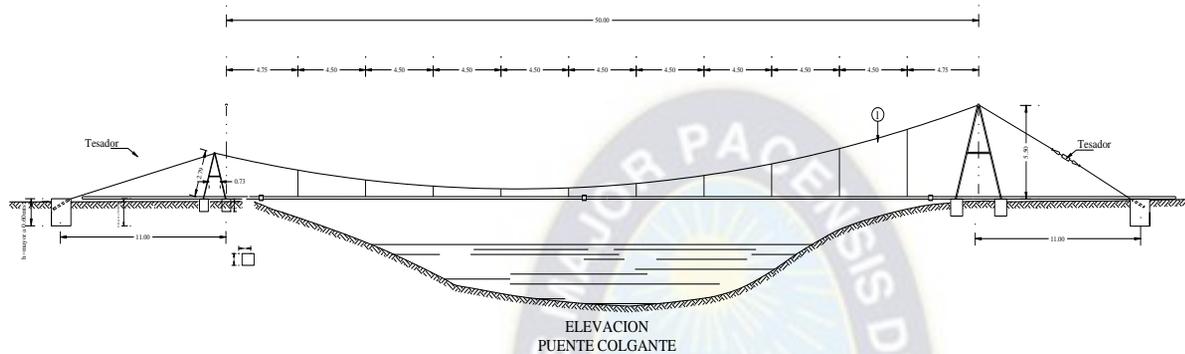
elemento	Características			Propiedades			diseño esfuerzos permisibles
parantes	diam	1	pulg	Area	6.70	cm <sup>2</sup>	F.S.= 2
	peso	6.0	kg/m		125.6		P <sub>admisible</sub>
				<b>I</b>	5	cm <sup>4</sup>	= 6700 kg
2 und	Fy	2000	kg/cm	Espeso			P <sub>ultimo</sub> = 13400 kg
			2	r	2.5	mm	P <sub>servicio</sub>
							= 65.25 kg
							P <sub>admisible</sub>
							> P <sub>servicio</sub> ok

**Predimensionamiento de Vigas del pórtico**

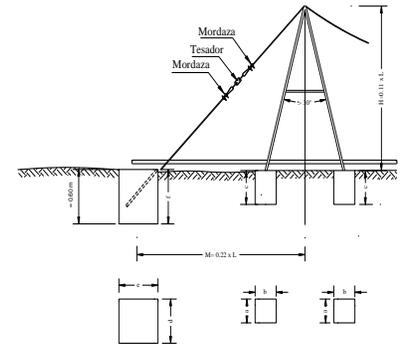
elemento	Características			Propiedades			diseño esfuerzos permisibles
parantes	diam	1	pulg	Area	14.39	cm <sup>2</sup>	Cv= 0.4

	<i>peso</i>	<b>6.0</b>	<i>kg/m</i>	<b>125.6</b>		Momen	<b>35071.87</b>
				<b>I</b>	<b>5</b>	<i>cm4</i>	to= <b>5</b> <i>kg</i>
<b>un</b>			<i>kg/cm</i>	<i>Espeso</i>			<b><math>\sigma_{admissible}</math></b>
<b>2 d</b>	<i>Fy</i>	<b>2000</b>	<b>2</b>	<i>r</i>	<b>2.5</b>	<i>mm</i>	= <b>209.34</b>
	<i>Area</i>	<b>6.70</b>	<i>cm2</i>				<b><math>P_{admissible}</math></b>
							= <b>0</b> <i>kg</i>
		<b>125.6</b>					<b><math>P_{ultimo}</math></b> = <b>314</b> <i>k</i>
	<i>I</i>	<b>5</b>	<i>cm4</i>				<b>g</b>
	<i>Espeso</i>						
	<i>r</i>	<b>5.49</b>	<i>mm</i>				





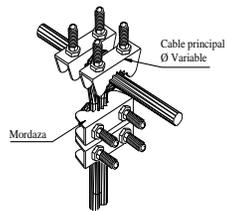
ELEVACION  
PUENTE COLGANTE



ANCLAJE PARA  
TERRENO PLANO  
SIN ESCALA

TABLA PARA LA SELECCION DE DIMENSIONES

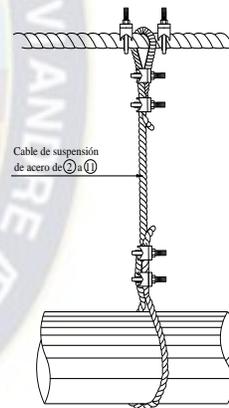
DIAMETRO TUBERIA [PULG.]	TORRE DIAMETRO PARANTE ["]	FUNDACION TORRE [M]			ANCLAJE DEL CABLE [M]		
		a	b	c	d	e	f
3/4"-1 1/2"	1 1/2"	0.4	0.4	1.0	0.4	0.40	1.2
2"-4"	2 1/2"	0.4	0.4	1.0	0.8	0.80	1.2
6"-8"	3"	0.5	0.5	1.0	1.2	1.2	1.2



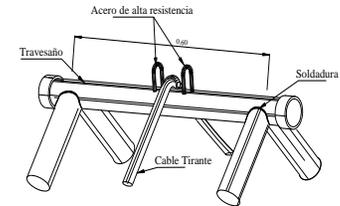
DETALLE  
SUSPENSION  
SIN ESCALA



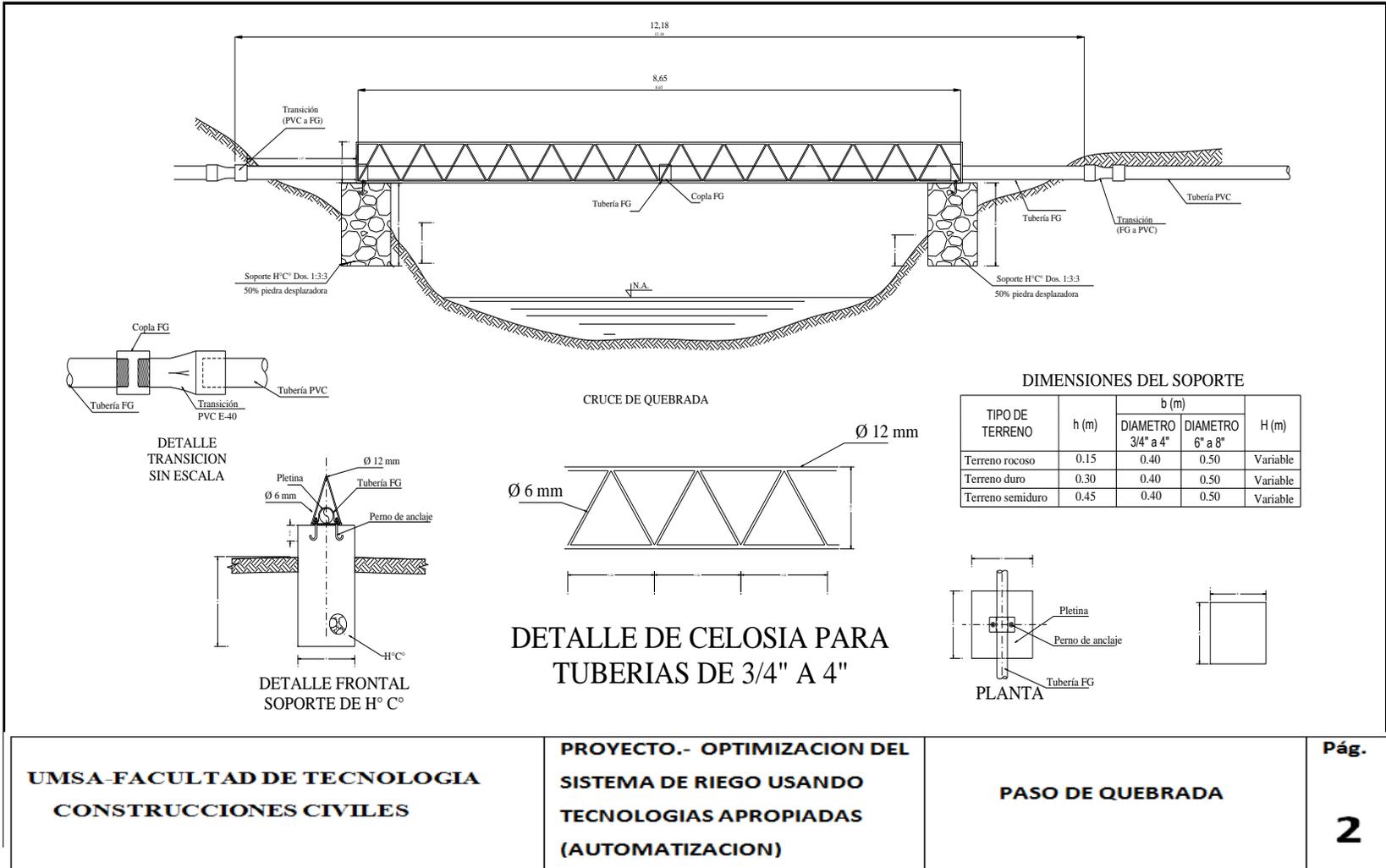
DETALLE DEL ANCLAJE  
SIN ESCALA



DETALLE DE LA SUSPENSION  
SIN ESCALA



DETALLE  
TOPE DE LA TORRE  
SIN ESCALA



**DIMENSIONES DEL SOPORTE**

TIPO DE TERRENO	h (m)	b (m)		H (m)
		DIAMETRO 3/4" a 4"	DIAMETRO 6" a 8"	
Terreno rocoso	0.15	0.40	0.50	Variable
Terreno duro	0.30	0.40	0.50	Variable
Terreno semiduro	0.45	0.40	0.50	Variable

**ANEXO N° 10  
COMPUTOS METRICOS**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	DIMENSIONES					COMPUTO PARCIAL	COMPUTO TOTAL	P.U.	total	
				LARGO	ANCHO	ALTO	AREA	VOLUMEN					
<b>TRABAJOS PRELIMILARES</b>													
1.00	PROV. Y COLOCACION DE LETRERO DE OBRAS FPS	PZA	1.00							1.00	1.00	2209.34	2209.34
2.00	INSTALACION DE FAENAS (CAMPAMENTO)	GLB	1.00							1.00	1.00	2384.19	2384.19
<b>OBRA DE TOMA</b>													
3.00	EXCAVACION DE 0-2 M - SUELO DURO	M3	26.02	1.00	5.00	4.00	1.30		26.02		26.02	54.67	1422.51
4.00	REVOQUE Y ENLUCIDO DE CEMENTO SOBRE HORMIGON	M2	2.40									152.84	366.82
5.00	REJILLA METALICA (SEG. DISEÑO)	PZA	1.00									404.38	404.38
6.00	HORMIGON CICLOPEO 50% PIEDRA DESPLAZADORA	M3	14.91									710.87	10599.07
7.00	REPLANTEO DE ESTRUCTURAS	M2	14.00	1.00	2.00	7.00		14.00		14.00	14.00	7.69	107.66
8.00	CONTRAPISO DE CEMENTO SOBRE SOLADURA	M2	9.60									117.54	1128.38
<b>DESARENADOR</b>													
9.00	EXCAVACION DE 0-2 M - SUELO DURO	M3	15.68	1.00	10.32	0.50	1.55		8.00	8.00	8.00	54.67	857.23
10.00	REVOQUE Y ENLUCIDO DE CEMENTO SOBRE HORMIGON	M2	27.22									152.84	4160.30

11.00	COMPUERTA TIPO GUSANO (S/DISEÑO)	PZA	1.00									431.91	431.91
12.00	HORMIGON CICLOPEO 50% PIEDRA DESPLAZADORA	M3	7.50									710.87	5331.53
13.00	REJILLA METALICA 0.30X0.30 DE 1/4" C/5 CM	PZA	1.00									435.00	435.00
14.00	RELLENO Y COMPACTADO CON TIERRA COMUN	M3	8.00									28.47	227.76
<b>TANQUE DE ALMCENAMIENTO</b>													
15.00	EXCAVACION DE 0-2 M - SUELO DURO	M3	120.00									54.67	6560.40
16.00	ACERO DE REFUERZO	KG	358.75									14.52	5209.05
17.00	HORMIGON CICLOPEO 50% PIEDRA DESPLAZADORA	M3	65.86									710.87	46817.90
18.00	PROV. Y COLOC. ACCESORIOS CAMARA DE VALVULAS	PZA	2.00									2172.67	4345.34
19.00	HORMIGON SIMPLE	M3	14.40									814.25	11725.20
20.00	REPLANTEO DE ESTRUCTURAS	M2	240.00	1.00	15.00	16.00		240.00		240.00	240.00	7.69	1845.60
21.00	CAMARA DE VALVULAS	PZA	2.00									719.28	1438.56
22.00	REVOQUE INTERIOR IMPERMEABLE	M2	416.00									117.40	48838.40
<b>CONDUCCION PRINCIPAL</b>													
23.00	REPLANTEO Y CONTROL DE LINEAS DE TUBERIA	ML	2000.00	1.00	600.00					600.00	600.00	2.10	4200.00
24.00	EXCAVACION DE 0-2 M - SUELO DURO	M3	712.87	1.00	600.00	0.40	0.60		144.00	144.00	144.00	54.67	38972.60
25.00	PROV. Y TENDIDO TUBERIA PVC 4" SDR 26	ML	1980.20	1.00	600.00					600.00	600.00	84.46	167247.69
26.00	RELLENO Y COMPACTADO CON TIERRA COMUN	M3	356.44	1.00	600.00	0.40	0.40		96.00	96.00	96.00	28.47	10147.85



42.00	HORMIGON CICLOPEO 50% PIEDRA DESPLAZADORA	M3	18.40									710.87	13080.01
43.00	PROV. Y TENDIDO TUBERIA PVC 4" SDR 26	ML	22.00									337.46	7424.12
44.00	CALAMINA PLANA N° 32 (PROTECCION)	M2	22.00									93.11	2048.42
45.00	CELOSIA RETICULADO MET.(0.30X0.40)PASO QUEBRADA	ML	22.00									128.24	2821.28
46.00	ACCESORIOS PUENTE COLGANTE L=20 M	GLB	1.00									7731.03	7731.03
47.00	TUBERIA FG D= 1 1/2" (TORRES)	ML	26.10									307.29	8020.27
48.00	TUBERIA FG D=2 1/2" (TORRES)	ML	1.60									446.41	714.26
<b>PASO DE QUEBRADA 10M+/-4</b>													
49.00	EXCAVACION DE 0-2 M - SUELO DURO	M3	20.00									62.33	1246.60
50.00	ACERO DE REFUERZO	KG	864.00									9.82	8484.48
51.00	HORMIGON CICLOPEO 50% PIEDRA DESPLAZADORA	M3	8.30									710.87	5900.22
52.00	HORMIGON SIMPLE	M3	14.84									669.40	9933.90
53.00	REPLANTEO DE ESTRUCTURAS	M2	69.00									7.69	530.61
54.00	PROV Y COLOC ACCESORIOS PASO DE QUEBRADA	GLB	1.00									5206.94	5206.94
55.00	RELLENO Y COMPACTADO CON TIERRA COMUN	M3	6.25									28.47	177.94
<b>MEDIDAS DE MITIGACION AMBIENTAL</b>													
56.00	CONTROL. Y SELCCION. DE DESECHOS	GLB	1.00									1328.17	1328.17
57.00	LIMPIEZA Y RETIRO DE ESCOMBROS	GLB	1.00									660.04	660.04

**ANEXO N° 11**  
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES						
Proyecto	:	"OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)"				
Actividad	:	REPLANTEO Y CONTROL DE LINEAS DE TUBERIA				
Unidad	:	ML				
Moneda	:	BOLIVIANOS				
<b>1. MATERIALES</b>						
Descripción	Und.	Cantidad	%		Precio	Costo Total
			Productivo.			
ESTACAS DE 1X1	PZA	0.050			0.704	0.035
PINTURA	LT	0.010			35.200	0.352
						0.000
						0.000
						0.000
					<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>0.387</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
TOPOGRAFO	HR.	0.006			15.000	0.090
ALARIFE	HR.	0.024			10.000	0.240
BENEFICIOS SOCIALES - % DE LA MANO DE OBRA					50.00%	0.170
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES					14.94%	0.070
					<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>0.570</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
EQUIPO TOPOGRAFICO	HR.	0.010		100.00%	10.982	0.110
HERRAMIENTAS - % DE LA MANO DE OBRA					5.00%	0.030
					<b>TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA</b>	<b>0.140</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3					7.00%	0.080
					<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTR.</b>	<b>0.080</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>						
UTILIDAD - % DE 1+2+3+4					7.00%	0.080
					<b>TOTAL UTILIDAD</b>	<b>0.080</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5					3.09%	0.040
					<b>TOTAL IMPUESTOS</b>	<b>0.040</b>
					<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>	<b>1.30</b>

Proyecto	:	"OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)"				
Actividad	:	INSTALACION DE FAENAS				
Unidad	:	GLB				
Moneda	:	BOLIVIANOS				
<b>1. MATERIALES</b>						
Descripción	Und.	Cantidad	% Productivo.	Precio	Costo Total	
CAMPAMENTO PRINCIPAL	MES	3.000		140.800	422.400	
MUEBLES	MES	2.000		70.400	140.800	
INSATACION DE SERVICIOS	GLB	1.000		563.200	563.200	
SERVICIOS	MES	3.000		140.800	422.400	
MOVILIZACION Y DESMOBILIZACION	GLB	1.000		1,056.000	1,056.000	
LETRERO	GLB	1.000		352.000	352.000	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>2,956.800</b>	
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
SERENO	HR.	3.000		281.600	844.800	
					<b>0.000</b>	
BENEFICIOS SOCIALES - % DE LA MANO DE OBRA				50.00%	422.400	
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES				14.94%	189.320	
				<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>1,456.520</b>	
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
					<b>0.000</b>	
HERRAMIENTAS - % DE LA MANO DE OBRA				5.00%	72.830	
				<b>TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA</b>	<b>72.830</b>	
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3				7.00%	314.030	
				<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTR.</b>	<b>314.030</b>	
<b>5.- UTILIDAD</b>						
UTILIDAD - % DE 1+2+3+4				7.00%	336.010	
				<b>TOTAL UTILIDAD</b>	<b>336.010</b>	
<b>6.- IMPUESTOS</b>						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5				3.09%	158.710	
				<b>TOTAL IMPUESTOS</b>	<b>158.710</b>	
				<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>	<b>5,294.90</b>	
	:					

Proyecto		"OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)"				
Actividad	:	EXCAVACION TERRENO DURO				
Unidad	:	M3				
Moneda	:	BOLIVIANOS				
<b>1. MATERIALES</b>						
Descripción	Und.	Cantidad	% Productivo.	Precio	Costo Total	
					0.000	
					0.000	
					0.000	
					0.000	
					0.000	
				TOTAL MATERIALES	0.000	
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
PEON	HR.	3.000		8.000	24.000	
					0.000	
BENEFICIOS SOCIALES - % DE LA MANO DE OBRA				50.00%	12.000	
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES				14.94%	5.380	
				TOTAL MANO DE OBRA	41.380	
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
					0.000	
HERRAMIENTAS - % DE LA MANO DE OBRA				5.00%	2.070	
				TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	2.070	
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3				7.00%	3.040	
				TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTR.	3.040	
<b>5.- UTILIDAD</b>						
UTILIDAD - % DE 1+2+3+4				7.00%	3.250	
				TOTAL UTILIDAD	3.250	
<b>6.- IMPUESTOS</b>						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5				3.09%	1.540	
				TOTAL IMPUESTOS	1.540	
				TOTAL PRECIO UNITARIO	51.28	
	:					

Proyecto	:	"OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)"				
Actividad	:	EXCAVACION EN ROCA				
Unidad	:	M3				
Moneda	:	BOLIVIANOS				
<b>1. MATERIALES</b>						
Descripción	Und.	Cantidad	% Productivo.	Precio	Costo Total	
DINAMITA	CART	2.000		3.168	6.336	
FULMINANTE	PZA	2.000		0.704	1.408	
GUIA	ML	2.000		1.197	2.394	
BARRENO	PZA	0.020		211.200	4.224	
					0.000	
					0.000	
				TOTAL MATERIALES	14.362	
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
AYUDANTE	HR.	2.000		10.000	20.000	
PEON	HR.	3.000		8.000	24.000	
PERFORISTA	HR.	0.200		12.500	2.500	
DINAMITERO	HR.	0.500		12.500	6.250	
BENEFICIOS SOCIALES - % DE LA MANO DE OBRA				50.00%	26.380	
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES				14.94%	11.820	
				TOTAL MANO DE OBRA	90.950	
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
PERFORADORA DE MARTILLO	HR.	0.040	100.00%	98.560	3.942	
HERRAMIENTAS - % DE LA MANO DE OBRA				5.00%	4.550	
				TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	8.492	
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3				7.00%	7.970	
				TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTR.	7.970	
<b>5.- UTILIDAD</b>						
UTILIDAD - % DE 1+2+3+4				7.00%	8.520	
				TOTAL UTILIDAD	8.520	
<b>6.- IMPUESTOS</b>						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5				3.09%	4.030	
				TOTAL IMPUESTOS	4.030	
				TOTAL PRECIO UNITARIO	134.32	
	:					

<b>Proyecto</b>		<b>“OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)”</b>				
<b>Actividad</b>	:	<b>RELLENO Y COMPACTADO MANUAL</b>				
<b>Unidad</b>	:	<b>M3</b>				
<b>Moneda</b>	:	<b>BOLIVIANOS</b>				
<b>1. MATERIALES</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>% Productivo.</b>	<b>Precio</b>	<b>Costo Total</b>	
						<b>0.000</b>
						<b>0.000</b>
						<b>0.000</b>
						<b>0.000</b>
						<b>0.000</b>
						<b>0.000</b>
					<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>0.000</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
<b>PEON</b>	<b>HR.</b>	<b>2.400</b>		<b>8.000</b>	<b>19.200</b>	
						<b>0.000</b>
						<b>0.000</b>
						<b>0.000</b>
<b>BENEFICIOS SOCIALES - % DE LA MANO DE OBRA</b>				<b>50.00%</b>	<b>9.600</b>	
<b>IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES</b>				<b>14.94%</b>	<b>4.300</b>	
				<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>33.100</b>	
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
						<b>0.000</b>
<b>HERRAMIENTAS - % DE LA MANO DE OBRA</b>				<b>5.00%</b>	<b>1.660</b>	
				<b>TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA</b>	<b>1.660</b>	
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
<b>GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3</b>				<b>7.00%</b>	<b>2.430</b>	
				<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTR.</b>	<b>2.430</b>	
<b>5.- UTILIDAD</b>						
<b>UTILIDAD - % DE 1+2+3+4</b>				<b>7.00%</b>	<b>2.600</b>	
				<b>TOTAL UTILIDAD</b>	<b>2.600</b>	
<b>6.- IMPUESTOS</b>						
<b>IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5</b>				<b>3.09%</b>	<b>1.230</b>	
				<b>TOTAL IMPUESTOS</b>	<b>1.230</b>	
				<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>	<b>41.02</b>	
	:					

Proyecto		"OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)"				
Actividad	:	MURO DE HORMIGON CICLOPEO (1:2:4) 50% PIEDRA				
Unidad	:	M3				
Moneda	:	BOLIVIANOS				
<b>1. MATERIALES</b>						
Descripción		Und.	Cantidad	% Productivo.	Precio	Costo Total
	CEMENTO	KG	150.000		1.056	158.400
	ARENA COMUN	M3	0.250		112.640	28.160
	GRAVA COMUN	M3	0.350		112.640	39.424
	PIEDRA	M3	0.600		63.360	38.016
	MADERA DE CONSTRUCCION	P2	20.000		4.013	80.256
	ALAMBRE	KG	0.500		12.672	6.336
					<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>350.592</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
	ALABAÑIL	HR.	3.000		12.500	37.500
	ENCOFRADOR	HR.	2.000		12.500	25.000
	AYUDANTE	HR.	3.000		10.000	30.000
	PEON	HR.	3.000		8.000	24.000
	BENEFICIOS SOCIALES - % DE LA MANO DE OBRA				50.00%	58.250
	IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES				14.94%	26.110
					<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>200.860</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
	MEZCLADORA	HR.	0.250	100.00%	35.200	8.800
	VIBRADORA	HR.	0.100	100.00%	28.160	2.816
	HERRAMIENTAS - % DE LA MANO DE OBRA				5.00%	10.040
					<b>TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA</b>	<b>21.656</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
	GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3				7.00%	40.120
					<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTR.</b>	<b>40.120</b>
	UTILIDAD - % DE 1+2+3+4				7.00%	42.930
					<b>TOTAL UTILIDAD</b>	<b>42.930</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>						
	IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5				3.09%	20.280
					<b>TOTAL IMPUESTOS</b>	<b>20.280</b>
					<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>	<b>676.44</b>

Proyecto	:	"OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)"				
Actividad	:	HORMIGON SIMPLE				
Unidad	:	M3				
Moneda	:	BOLIVIANOS				
<b>1. MATERIALES</b>						
Descripción	Und.	Cantidad	%		Precio	Costo Total
			Productivo.			
CEMENTO	KG	325.000			1.056	343.200
ARENA COMUN	M3	0.500			112.640	56.320
GRAVA COMUN	M3	0.700			112.640	78.848
MADERA DE CONSTRUCCION	P2	40.000			4.013	160.512
ALAMBRE	KG	2.000			12.672	25.344
					<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>664.224</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
ALABAÑIL	HR.	3.500			12.500	43.750
ENCOFRADOR	HR.	8.000			12.500	100.000
AYUDANTE	HR.	9.000			10.000	90.000
PEON	HR.	9.000			8.000	72.000
BENEFICIOS SOCIALES - % DE LA MANO DE OBRA					50.00%	152.880
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES					14.94%	68.520
					<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>527.150</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
MEZCLADORA	HR.	0.500	100.00%		35.200	17.600
VIBRADORA	HR.	0.400	100.00%		28.160	11.264
HERRAMIENTAS - % DE LA MANO DE OBRA					5.00%	26.360
					<b>TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA</b>	<b>55.224</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3					7.00%	87.260
					<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTR.</b>	<b>87.260</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>						
UTILIDAD - % DE 1+2+3+4					7.00%	93.370
					<b>TOTAL UTILIDAD</b>	<b>93.370</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5					3.09%	44.100
					<b>TOTAL IMPUESTOS</b>	<b>44.100</b>
					<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>	<b>1,471.33</b>

Proyecto	:	"OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)"				
Actividad	:	PROVISION Y COLOCACION DE REJILLA METALICA				
Unidad	:	M2				
Moneda	:	BOLIVIANOS				
<b>1. MATERIALES</b>						
Descripción	Und.	Cantidad	% Productivo.	Precio	Costo Total	
FIERRO DE CONSTRUCCION	KG	15.000		7.744	116.160	
SOLDADURA DE ARCO	KG	1.000		4.717	4.717	
PINTURA	LT	1.200		35.200	42.240	
					0.000	
					0.000	
				TOTAL MATERIALES	163.117	
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
SOLDADOR	HR.	6.000		12.500	75.000	
AYUDANTE	HR.	6.000		10.000	60.000	
ALBAÑIL	HR.	4.000		12.500	50.000	
					0.000	
BENEFICIOS SOCIALES - % DE LA MANO DE OBRA				50.00%	92.500	
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES				14.94%	41.460	
				TOTAL MANO DE OBRA	318.960	
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
					0.000	
					0.000	
HERRAMIENTAS - % DE LA MANO DE OBRA				5.00%	15.950	
				TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	15.950	
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3				7.00%	34.860	
				TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTR.	34.860	
<b>5.- UTILIDAD</b>						
UTILIDAD - % DE 1+2+3+4				7.00%	37.300	
				TOTAL UTILIDAD	37.300	
<b>6.- IMPUESTOS</b>						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5				3.09%	17.620	
				TOTAL IMPUESTOS	17.620	
				TOTAL PRECIO UNITARIO	587.81	

<b>Proyecto</b>	:	<b>“OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)”</b>				
<b>Actividad</b>	:	<b>HORMIGON CICLOPEO (1:2:4) 50% PIEDRA</b>				
<b>Unidad</b>	:	<b>M3</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>% Productivo.</b>	<b>Precio</b>	<b>Costo Total</b>	
CEMENTO	KG	150.000		1.056	158.400	
ARENA COMUN	M3	0.250		112.640	28.160	
GRAVA COMUN	M3	0.350		112.640	39.424	
PIEDRA	M3	0.600		63.360	38.016	
MADERA DE CONSTRUCCION	P2	10.000		4.013	40.128	
ALAMBRE	KG	0.500		12.672	6.336	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>310.464</b>	
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
ALABAÑIL	HR.	3.000		12.500	37.500	
ENCOFRADOR	HR.	1.000		12.500	12.500	
AYUDANTE	HR.	3.000		10.000	30.000	
PEON	HR.	3.000		8.000	24.000	
BENEFICIOS SOCIALES - % DE LA MANO DE OBRA				50.00%	52.000	
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES				14.94%	23.310	
				<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>179.310</b>	
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HEERAMIENTAS</b>						
MEZCLADORA	HR.	0.250	100.00%	35.200	8.800	
VIBRADORA	HR.	0.100	100.00%	28.160	2.816	
HERRAMIENTAS - % DE LA MANO DE OBRA				5.00%	8.970	
				<b>TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA</b>	<b>20.586</b>	
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3				7.00%	35.730	
				<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTR.</b>	<b>35.730</b>	
<b>5.- UTILIDAD</b>						
UTILIDAD - % DE 1+2+3+4				7.00%	38.230	
				<b>TOTAL UTILIDAD</b>	<b>38.230</b>	
<b>6.- IMPUESTOS</b>						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5				3.09%	18.060	
				<b>TOTAL IMPUESTOS</b>	<b>18.060</b>	
				<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>	<b>602.38</b>	
	:					

<b>Proyecto</b>		<b>“OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)”</b>				
<b>Actividad</b>	:	<b>REVOQUE CON MORTERO DE CEMENTO</b>				
<b>Unidad</b>	:	<b>M2</b>				
<b>Moneda</b>	:	<b>BOLIVIANOS</b>				
<b>1. MATERIALES</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>% Productivo.</b>	<b>Precio</b>	<b>Costo Total</b>	
CEMENTO	KG	5.000		1.056	5.280	
ARENA CLASIFICADA	M3	0.020		112.640	2.253	
SIKA 1	KG	0.020		333.555	6.671	
					0.000	
					0.000	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>14.204</b>	
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
ALABAÑIL	HR.	1.800		12.500	22.500	
AYUDANTE	HR.	1.800		10.000	18.000	
					0.000	
					0.000	
<b>BENEFICIOS SOCIALES - % DE LA MANO DE OBRA</b>				50.00%	20.250	
<b>IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES</b>				14.94%	9.080	
				<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>69.830</b>	
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
					0.000	
					0.000	
<b>HERRAMIENTAS - % DE LA MANO DE OBRA</b>				5.00%	3.490	
				<b>TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA</b>	<b>3.490</b>	
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
<b>GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3</b>				7.00%	6.130	
				<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTR.</b>	<b>6.130</b>	
<b>5.- UTILIDAD</b>						
<b>UTILIDAD - % DE 1+2+3+4</b>				7.00%	6.560	
				<b>TOTAL UTILIDAD</b>	<b>6.560</b>	
<b>6.- IMPUESTOS</b>						
<b>IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5</b>				3.09%	3.100	
				<b>TOTAL IMPUESTOS</b>	<b>3.100</b>	
				<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>	<b>103.31</b>	

Proyecto	:	"OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)"				
Actividad	:	SOBRECIMENTOS DE H°C°				
Unidad	:	M3				
Descripción	Und.	Cantidad	% Productivo.		Precio	Costo Total
CEMENTO	KG	120.000			1.056	126.720
ARENA COMUN	M3	0.350			112.640	39.424
GRAVA COMUN	M3	0.250			112.640	28.160
PIEDRA	M3	0.800			63.360	50.688
MADERA DE CONSTRUCCION	P2	25.000			4.013	100.320
ALAMBRE	KG	0.500			12.672	6.336
CLAVOS	KG	0.600			12.672	7.603
						0.000
						0.000
					TOTAL MATERIALES	359.251
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
ALBAÑIL	HR.	10.000			12.500	125.000
AYUDANTE	HR.	10.000			10.000	100.000
BENEFICIOS SOCIALES - % DE LA MANO DE OBRA					50.00%	112.500
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES					14.94%	50.420
					TOTAL MANO DE OBRA	387.920
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
						0.000
						0.000
HERRAMIENTAS - % DE LA MANO DE OBRA					5.00%	19.400
					TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	19.400
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3					7.00%	53.660
					TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTR.	53.660
<b>5.- UTILIDAD</b>						
UTILIDAD - % DE 1+2+3+4					7.00%	57.420
					TOTAL UTILIDAD	57.420
<b>6.- IMPUESTOS</b>						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5					3.09%	27.120
					TOTAL IMPUESTOS	27.120
					TOTAL PRECIO UNITARIO	904.77

Proyecto	:	"OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)"				
Actividad	:	INSTALACION GUARDALLAVES				
Unidad	:	PZA				
Moneda	:	BOLIVIANOS				
<b>1. MATERIALES</b>						
Descripción	Und.	Cantidad	% Productivo.	Precio	Costo Total	
CEMENTO	KG	3.000		1.056	3.168	
ARENA COMUN	M3	0.010		112.640	1.126	
GUARDALLAVES DE PVC	M3	1.000		98.560	98.560	
					0.000	
					0.000	
					0.000	
				TOTAL MATERIALES	102.854	
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
ALABAÑIL	HR.	0.500		12.500	6.250	
AYUDANTE	HR.	0.500		10.000	5.000	
BENEFICIOS SOCIALES - % DE LA MANO DE OBRA				50.00%	5.630	
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES				14.94%	2.520	
				TOTAL MANO DE OBRA	19.400	
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
					0.000	
HERRAMIENTAS - % DE LA MANO DE OBRA				5.00%	0.970	
				TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	0.970	
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3				7.00%	8.630	
				TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTR.	8.630	
<b>5.- UTILIDAD</b>						
UTILIDAD - % DE 1+2+3+4				7.00%	9.230	
				TOTAL UTILIDAD	9.230	
<b>6.- IMPUESTOS</b>						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5				3.09%	4.360	
				TOTAL IMPUESTOS	4.360	
				TOTAL PRECIO UNITARIO	145.44	
	:					

Proyecto		"OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)"				
Actividad	:	INSTALACION DE LINEAS MOVILES (120 aspersores)				
Unidad	:	GLB				
Moneda	:	BOLIVIANOS				
<b>1. MATERIALES</b>						
Descripción	Und.	Cantidad	%		Precio	Costo Total
				Productivo.		
ASPERSOR NAAN 5024/5022	PZA	120.000			63.360	7,603.200
MEDIO ACOPLA RAPIDO 11/2"	PZA	65.000			54.912	3,569.280
ACOPLA RAPIDO 11/2"	PZA	120.000			71.104	8,532.480
PITON CON GOLLETE 11/2"	PZA	240.000			10.560	2,534.400
PITON CIEGO 11/2"	PZA	65.000			14.432	938.080
ABRAZADERA DE 11/2"	PZA	420.000			2.957	1,241.856
MANGUERA SUPERFLEX 11/2"	PZA	800.000			9.856	7,884.800
ALZADOR CAÑERIA FG 3/4"	PZA	120.000			15.136	1,816.320
SOPORTE TRIPODE PLEGABLE	PZA	120.000			29.568	3,548.160
					<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>37,668.576</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
AYUDANTE	HR.	28.000			10.000	280.000
						0.000
BENEFICIOS SOCIALES - % DE LA MANO DE OBRA					50.00%	140.000
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES					14.94%	62.750
					<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>482.750</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
						0.000
HERRAMIENTAS - % DE LA MANO DE OBRA					5.00%	24.140
					<b>TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA</b>	<b>24.140</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3					7.00%	2,672.280
					<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTR.</b>	<b>2,672.280</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>						
UTILIDAD - % DE 1+2+3+4					7.00%	2,859.340
					<b>TOTAL UTILIDAD</b>	<b>2,859.340</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5					3.09%	1,350.550
					<b>TOTAL IMPUESTOS</b>	<b>1,350.550</b>
					<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>	<b>45,057.64</b>

Proyecto	:	"OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)"				
Actividad	:	CANAL COLECTOR DE H° C° (1:2:4) 50% PIEDRA				
Unidad	:	M3				
Moneda	:	BOLIVIANOS				
Descripción	Und.	Cantidad	% Productivo.	Precio	Costo Total	
CEMENTO	KG	150.000		1.056	158.400	
ARENA COMUN	M3	0.250		112.640	28.160	
GRAVA COMUN	M3	0.350		112.640	39.424	
PIEDRA	M3	0.600		63.360	38.016	
MADERA CONSTRUCCION	P2	5.000		4.013	20.064	
ALAMBRE	KG	0.500		12.672	6.336	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>290.400</b>	
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
ALABAÑIL	HR.	3.000		12.500	37.500	
ENCOFRADOR	HR.	2.000		12.500	25.000	
AYUDANTE	HR.	3.000		10.000	30.000	
PEON	HR.	3.000		8.000	24.000	
BENEFICIOS SOCIALES - % DE LA MANO DE OBRA				50.00%	58.250	
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES				14.94%	26.110	
				<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>200.860</b>	
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
MEZCLADORA	HR.	0.250	100.00%	35.200	8.800	
VIBRADORA	HR.	0.100	100.00%	28.160	2.816	
HERRAMIENTAS - % DE LA MANO DE OBRA				5.00%	10.040	
				<b>TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA</b>	<b>21.656</b>	
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3				7.00%	35.900	
				<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTR.</b>	<b>35.900</b>	
<b>5.- UTILIDAD</b>						
UTILIDAD - % DE 1+2+3+4				7.00%	38.420	
				<b>TOTAL UTILIDAD</b>	<b>38.420</b>	
<b>6.- IMPUESTOS</b>						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5				3.09%	18.150	
				<b>TOTAL IMPUESTOS</b>	<b>18.150</b>	
				<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>	<b>605.39</b>	

DATOS GENERALES						
Proyecto		:	"OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)"			
Actividad		:	CONSTRUCCION TORRE PUENTE COLGANTE			
Unidad		:	PZA			
Moneda		:	BOLIVIANOS			
<b>1. MATERIALES</b>						
Descripción		Und.	Cantidad	% Productivo.	Precio	Costo Total
	TUBERIA FG D=4"	ML	16.000		105.600	1,689.600
	SOLDADURA DE ARCO	KG	4.000		4.717	18.867
	GUARDA CABLE	PZA	1.000		31.750	31.750
					TOTAL MATERIALES	1,740.218
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
	SOLDADOR	HR.	8.000		12.500	100.000
	AYUDANTE	HR.	8.000		10.000	80.000
						0.000
						0.000
	BENEFICIOS SOCIALES - % DE LA MANO DE OBRA				50.00%	90.000
	IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES				14.94%	40.340
					TOTAL MANO DE OBRA	310.340
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
						0.000
	HERRAMIENTAS - % DE LA MANO DE OBRA				5.00%	15.520
					TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	15.520
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
	GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3				7.00%	144.630
					TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTR.	144.630
<b>5.- UTILIDAD</b>						
	UTILIDAD - % DE 1+2+3+4				7.00%	154.750
					TOTAL UTILIDAD	154.750
<b>6.- IMPUESTOS</b>						
	IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5				3.09%	73.090
					TOTAL IMPUESTOS	73.090
					TOTAL PRECIO UNITARIO	2,438.55





Proyecto		"OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)"				
Actividad	:	PROVISION Y TENDIDO DE TUBERIA PVC C-9 3"				
Unidad	:	ML				
Moneda	:	BOLIVIANOS				
<b>1. MATERIALES</b>						
Descripción		Und.	Cantidad	% Productivo.	Precio	Costo Total
	TUBARIA PVC C-9 3"	ML	1.020		24.006	24.487
	LUBRICANTE	KG	0.050		16.192	0.810
					TOTAL MATERIALES	25.296
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
	INSTALADOR	HR.	0.020		12.500	0.250
	AYUDANTE	HR.	0.020		10.000	0.200
	PEON	HR.	0.040		8.000	0.320
						0.000
	BENEFICIOS SOCIALES - % DE LA MANO DE OBRA				50.00%	0.390
	IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES				14.94%	0.170
					TOTAL MANO DE OBRA	1.330
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
						0.000
						0.000
	HERRAMIENTAS - % DE LA MANO DE OBRA				5.00%	0.070
					TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	0.070
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
	GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3				7.00%	1.870
					TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTR.	1.870
<b>5.- UTILIDAD</b>						
	UTILIDAD - % DE 1+2+3+4				7.00%	2.000
					TOTAL UTILIDAD	2.000
<b>6.- IMPUESTOS</b>						
	IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5				3.09%	0.940
					TOTAL IMPUESTOS	0.940

					<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>	<b>31.51</b>
<b>DATOS GENERALES</b>						
<b>Proyecto</b>	:	<b>“OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)”</b>				
<b>Actividad</b>	:	<b>RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL SELECCIONADO</b>				
<b>Unidad</b>	:	<b>M3</b>				
<b>Moneda</b>	:	<b>BOLIVIANOS</b>				
<b>1. MATERIALES</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>% Productivo.</b>	<b>Precio</b>	<b>Costo Total</b>	
						<b>0.000</b>
						<b>0.000</b>
					<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>0.000</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
<b>PEON</b>	<b>HR.</b>	<b>3.500</b>		<b>8.000</b>	<b>28.000</b>	
						<b>0.000</b>
						<b>0.000</b>
						<b>0.000</b>
<b>BENEFICIOS SOCIALES - % DE LA MANO DE OBRA</b>				<b>50.00%</b>	<b>14.000</b>	
<b>IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES</b>				<b>14.94%</b>	<b>6.270</b>	
					<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>48.270</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
						<b>0.000</b>
						<b>0.000</b>
<b>HERRAMIENTAS - % DE LA MANO DE OBRA</b>				<b>5.00%</b>	<b>2.410</b>	
					<b>TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA</b>	<b>2.410</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
<b>GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3</b>				<b>7.00%</b>	<b>3.550</b>	
					<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTR.</b>	<b>3.550</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>						
<b>UTILIDAD - % DE 1+2+3+4</b>				<b>7.00%</b>	<b>3.800</b>	
					<b>TOTAL UTILIDAD</b>	<b>3.800</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>						
<b>IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5</b>				<b>3.09%</b>	<b>1.790</b>	
					<b>TOTAL IMPUESTOS</b>	<b>1.790</b>
					<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>	<b>59.82</b>

<b>Proyecto</b>	:	<b>“OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)”</b>				
<b>Actividad</b>	:	<b>PROVISION Y TENDIDO DE TUBERIA PVC C-9 1”</b>				
<b>Unidad</b>	:	<b>ML</b>				
<b>Moneda</b>	:	<b>BOLIVIANOS</b>				
<b>1. MATERIALES</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>% Productivo.</b>	<b>Precio</b>	<b>Costo Total</b>	
TUBARIA PVC C-9 3”	ML	1.020		17.600	17.952	
LUBRICANTE	KG	0.050		16.192	0.810	
					<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>18.762</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
INSTALADOR	HR.	0.020		12.500	0.250	
AYUDANTE	HR.	0.020		10.000	0.200	
PEON	HR.	0.040		8.000	0.320	
					0.000	
BENEFICIOS SOCIALES - % DE LA MANO DE OBRA				50.00%	0.390	
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES				14.94%	0.170	
					<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>1.330</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
					0.000	
					0.000	
HERRAMIENTAS - % DE LA MANO DE OBRA				5.00%	0.070	
					<b>TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA</b>	<b>0.070</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3				7.00%	1.410	
					<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTR.</b>	<b>1.410</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>						
UTILIDAD - % DE 1+2+3+4				7.00%	1.510	
					<b>TOTAL UTILIDAD</b>	<b>1.510</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5				3.09%	0.710	
					<b>TOTAL IMPUESTOS</b>	<b>0.710</b>
					<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>	<b>23.79</b>



<b>Proyecto</b>	:	<b>“OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)”</b>				
<b>Actividad</b>	:	<b>PROVISION Y TENDIDO DE TUBERIA PVC C-9 6”</b>				
<b>Unidad</b>	:	<b>ML</b>				
<b>Moneda</b>	:	<b>BOLIVIANOS</b>				
<b>1. MATERIALES</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>% Productivo.</b>	<b>Precio</b>	<b>Costo Total</b>	
TUBARIA PVC C-9 6”	ML	1.020		76.314	77.840	
LUBRICANTE	KG	0.050		16.192	0.810	
					<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>78.649</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
INSTALADOR	HR.	0.020		12.500	0.250	
AYUDANTE	HR.	0.020		10.000	0.200	
PEON	HR.	0.050		8.000	0.400	
					0.000	
BENEFICIOS SOCIALES - % DE LA MANO DE OBRA				50.00%	0.430	
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES				14.94%	0.190	
					<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>1.470</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
					0.000	
					0.000	
HERRAMIENTAS - % DE LA MANO DE OBRA				5.00%	0.070	
					<b>TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA</b>	<b>0.070</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3				7.00%	5.610	
					<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTR.</b>	<b>5.610</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>						
UTILIDAD - % DE 1+2+3+4				7.00%	6.010	
					<b>TOTAL UTILIDAD</b>	<b>6.010</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5				3.09%	2.840	
					<b>TOTAL IMPUESTOS</b>	<b>2.840</b>
					<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>	<b>94.65</b>

Proyecto	:	"OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)"				
Actividad	:	PRUEBA HIDRAULICA DN 4"				
Unidad	:	ML				
Moneda	:	BOLIVIANOS				
<b>1. MATERIALES</b>						
Descripción		Und.	Cantidad	% Productivo.	Precio	Costo Total
	AGUA	LT	0.018		1.338	0.024
					TOTAL MATERIALES	0.024
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
	PEON	HR.	0.180		8.000	1.440
						0.000
	BENEFICIOS SOCIALES - % DE LA MANO DE OBRA				50.00%	0.720
	IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES				14.94%	0.320
					TOTAL MANO DE OBRA	2.480
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
						0.000
						0.000
	HERRAMIENTAS - % DE LA MANO DE OBRA				5.00%	0.120
					TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA	0.120
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
	GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3				7.00%	0.180
					TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTR.	0.180
<b>5.- UTILIDAD</b>						
	UTILIDAD - % DE 1+2+3+4				7.00%	0.200
					TOTAL UTILIDAD	0.200
<b>6.- IMPUESTOS</b>						
	IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5				3.09%	0.090
					TOTAL IMPUESTOS	0.090
					TOTAL PRECIO UNITARIO	3.09
	:					

<b>Proyecto</b>		<b>“OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO USANDO TECNOLOGIAS APROPIADAS (AUTOMATIZACION)”</b>				
<b>Actividad</b>	:	<b>PRUEBA HIDRAULICA HASTA 4”</b>				
<b>Unidad</b>	:	<b>ML</b>				
<b>Moneda</b>	:	<b>BOLIVIANOS</b>				
<b>1. MATERIALES</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>% Productivo.</b>	<b>Precio</b>	<b>Costo Total</b>	
AGUA	LT	0.003		1.338	0.004	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>0.004</b>	
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
PEON	HR.	0.120		8.000	0.960	
					0.000	
<b>BENEFICIOS SOCIALES - % DE LA MANO DE OBRA</b>				50.00%	0.480	
<b>IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES</b>				14.94%	0.220	
				<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>1.660</b>	
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
					0.000	
					0.000	
<b>HERRAMIENTAS - % DE LA MANO DE OBRA</b>				5.00%	0.080	
				<b>TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA</b>	<b>0.080</b>	
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
<b>GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3</b>				7.00%	0.120	
				<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTR.</b>	<b>0.120</b>	
<b>5.- UTILIDAD</b>						
<b>UTILIDAD - % DE 1+2+3+4</b>				7.00%	0.130	
				<b>TOTAL UTILIDAD</b>	<b>0.130</b>	
<b>6.- IMPUESTOS</b>						
<b>IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5</b>				3.09%	0.060	
				<b>TOTAL IMPUESTOS</b>	<b>0.060</b>	
				<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>	<b>2.05</b>	

**ANEXO N° 12**  
**PRESUPUESTO DE OBRAS CIVILES**

N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO Bs	COSTO TOTAL BS
<b>1.00</b>	<b>INSTALACIONES GENERALES</b>				<b>5,294.90</b>
1.10	INSTALACION DE FAENAS	GLB	1.00	5,294.90	5,294.90
<b>2.00</b>	<b>FUENTE DE CAPTACION OBRA DE TOMA</b>				<b>12,795.11</b>
2.10	REPLANTEO Y TRAZADO DE ESTRUCTURAS	M2	14.00	11.22	157.09
2.20	EXCAVACION TERRENO DURO	M3	16.02	51.28	821.51
2.30	PISO DE CEMENTO SOBRE SOLADURA DE PIEDRA	M2	9.60	149.32	1,433.52
2.40	MURO DE HORMIGON CICLOPEO (1:2:4) 50% PIEDRA	M3	13.95	676.44	9,436.31
2.50	CANAL COLECTOR DE H° C° (1:2:4) 50% PIEDRA	M3	0.96	605.39	581.17
2.60	REVOQUE CON MORTERO DE CEMENTO	M2	2.40	103.31	247.95
2.70	PROVISION Y COLOCACION DE REJILLA METALICA	M2	0.20	587.81	117.56
<b>3.00</b>	<b>DESARENADOR</b>				<b>9,321.47</b>
3.10	EXCAVACION TERRENO DURO	M3	15.68	51.28	804.07
3.20	HORMIGON CICLOPEO (1:2:4) 50% PIEDRA	M3	7.50	602.38	4,517.85
3.30	REVOQUE CON MORTERO DE CEMENTO	M2	27.22	103.31	2,812.20
3.40	PROVISION Y COLOCACION DE COMPUERTA METALICA	M2	0.60	1,431.98	859.19
3.50	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL	M3	8.00	41.02	328.16
<b>4.00</b>	<b>CANAL DE RIEGO REVESTIDO DE ADUCCION</b>				<b>262,750.45</b>
4.10	REPLANTEO Y TRAZADO DE ESTRUCTURAS	M2	1,895.20	11.22	21,265.21
4.20	EXCAVACION TERRENO DURO	M3	179.10	51.28	9,184.25
4.30	MAMPOSTERIA DE PIEDRA	M3	454.85	510.72	232,300.99
<b>COSTO PARCIAL EN BOLIVIANOS</b>					<b>290,161.93</b>

<b>5.00</b>	<b>ACUEDUCTO DE H° A° (LONGITUD 12.0 M.)</b>				<b>25,447.26</b>
5.10	REPLANTEO Y TRAZADO DE ESTRUCTURAS	M2	45.00	11.22	504.93
5.20	EXCAVACION TERRENO DURO	M3	12.00	51.28	615.36
5.30	HORMIGON CICLOPEO (1:2:4) 50% PIEDRA	M3	4.62	602.38	2,783.00
5.40	HORMIGON SIMPLE	M3	8.62	1,471.33	12,682.85
5.50	ACERO DE REFUERZO	KG	676.10	12.88	8,707.29
5.60	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL	M3	3.75	41.02	153.83
<b>6.00</b>	<b>ACUEDUCTO DE H° A° (LONGITUD 9.0 M.)</b>				<b>14,003.90</b>
6.10	REPLANTEO Y TRAZADO DE ESTRUCTURAS	M2	24.00	11.22	269.29
6.20	EXCAVACION TERRENO DURO	M3	8.00	51.28	410.24
6.30	HORMIGON CICLOPEO (1:2:4) 50% PIEDRA	M3	2.68	602.38	1,614.38
6.40	HORMIGON SIMPLE	M3	6.24	1,471.33	9,181.09
6.50	ACERO DE REFUERZO	KG	188.40	12.88	2,426.35
6.60	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL	M3	2.50	41.02	102.55
<b>7.00</b>	<b>ACUEDUCTO COLGANTE L = 22 M</b>				<b>29,589.36</b>
7.10	REPLANTEO Y TRAZADO DE ESTRUCTURAS	M2	22.00	11.22	246.85
7.20	EXCAVACION TERRENO DURO	M3	19.31	51.28	990.22
7.30	CONSTRUCCION TORRE PUENTE COLGANTE	PZA	2.00	2,438.55	4,877.10
7.40	PROVISION Y TENDIDO DE TUBERIA PVC C-9 4"	ML	22.00	44.47	978.40
7.50	PROVISION Y COLOCACION CABLE DE ACERO	ML	42.00	270.51	11,361.37
7.60	HORMIGON CICLOPEO (1:2:4) 50% PIEDRA	M3	18.40	602.38	11,083.79
7.70	JUNTA DE DILATACION	ML	0.60	86.04	51.63
<b>8.00</b>	<b>PROVISION Y TENDIDO DE TUBERIA PVC C-9 6"</b>				<b>11,123.52</b>
8.10	REPLANTEO Y CONTROL DE LINEAS DE TUBERIA	ML	82.00	1.30	106.36
8.20	EXCAVACION TERRENO DURO	M3	29.52	51.28	1,513.79
8.30	PROVISION Y TENDIDO DE TUBERIA PVC C-9 6"	GLB	82.00	94.65	7,761.26
8.40	PRUEBA HIDRAULICA DN 6"	ML	82.00	3.09	253.71
8.50	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	14.76	59.82	882.94
8.60	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL	M3	14.76	41.02	605.46
<b>9.00</b>	<b>PROVISION Y TENDIDO DE TUBERIA PVC C-9 3"</b>				<b>137,147.05</b>
9.10	REPLANTEO Y CONTROL DE LINEAS DE TUBERIA	ML	1,909.70	1.30	2,476.93
9.20	EXCAVACION TERRENO DURO	M3	687.49	51.28	35,254.49
9.30	PROVISION Y TENDIDO DE TUBERIA PVC C-9 3"	GLB	1,909.70	31.51	60,167.25

9.40	PRUEBA HIDRAULICA HASTA 3"	ML	1,909.70	2.40	4,584.62
9.50	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	343.75	59.82	20,563.13
9.60	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL	M3	343.75	41.02	14,100.63
<b>COSTO PARCIAL EN BOLIVIANOS</b>					<b>217,311.09</b>

<b>10.00</b>	<b>PROVISION Y TENDIDO DE TUBERIA PVC C-9 2"</b>				<b>127,323.44</b>
10.10	REPLANTEO Y CONTROL DE LINEAS DE TUBERIA	ML	1,985.50	1.30	2,575.24
10.20	EXCAVACION TERRENO DURO	M3	714.78	51.28	36,653.92
10.30	PROVISION Y TENDIDO DE TUBERIA PVC C-9 2"	ML	1,985.50	24.16	47,976.83
10.40	PRUEBA HIDRAULICA HASTA 2"	ML	1,985.50	2.05	4,078.24
10.50	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	357.39	59.82	21,379.07
10.60	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL	M3	357.39	41.02	14,660.14
<b>11.00</b>	<b>HIDRANTES Y LINEAS MOVILES</b>				<b>82,828.75</b>
11.10	EXCAVACION TERRENO DURO	M3	0.48	51.28	24.61
11.20	INSTALACION GUARDAHIDRANTE 0.3X0.4X0.2 M C/TAPA METALICA	PZA	20.00	111.80	2,235.93
11.30	INSTALACION GUARDALLAVES	PZA	20.00	145.44	2,908.89
11.40	INSTALACION DE ACCESORIOS EN LA RED	GLB	1.00	32,601.68	32,601.68
11.50	INSTALACION DE LINEAS MOVILES (120 ASPERSORES)	GLB	1.00	45,057.64	45,057.64
<b>12.00</b>	<b>RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO</b>				<b>124,524.79</b>
12.10	REPLANTEO Y TRAZADO DE ESTRUCTURAS	M2	240.00	11.22	2,692.93
12.20	EXCAVACION TERRENO DURO	M3	120.00	51.28	6,153.60
12.30	HORMIGON SIMPLE	M3	14.40	1,471.33	21,187.12
12.40	HORMIGON CICLOPEO (1:2:4) 50% PIEDRA	M3	65.86	602.38	39,672.75
12.50	REVOQUE CON MORTERO DE CEMENTO	M2	416.00	103.31	42,978.58
12.60	CAMARA DE VALVULAS - SALIDA RESERVORIO	PZA	2.00	1,381.70	2,763.40
12.70	PROVISION Y COLOCADO DE ACCESORIOS - RESERVORIO	GLB	2.00	2,228.09	4,456.18
12.80	ACERO DE REFUERZO	KG	358.75	12.88	4,620.23
<b>13.00</b>	<b>TRANSPORTE</b>				<b>6,481.14</b>
13.10	TRANSPORTE DE MATERIALES	VIAJE	6.00	1,080.19	6,481.14
<b>COSTO PARCIAL EN BOLIVIANOS</b>					<b>341,158.12</b>
<b>COSTO TOTAL OBRAS CIVILES</b>					<b>848,631.14</b>







ANEXO N°14  
Especificaciones técnicas del  
Programador de 4 estaciones



ANEXO N° 15  
Planos de Detalles