

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1.- GENERALIDADES

El presente proyecto, fue elaborado con el propósito de captar financiamiento del Gobierno Municipal de San Lorenzo para la construcción del sistema de agua potable, de acuerdo con los programas de infraestructura básica que cuenta esta Institución Gubernamental, cuyo fin es colaborar a las comunidades del Municipio, especialmente en los rubros básicos como son saneamiento básico, educación, salud, infraestructura vial, riego, etc. Para ello se estructuró el proyecto en función a los requerimientos de la comunidad.

De esta manera, se identifican los aspectos sobresalientes, objetivos y metas que vienen a reflejar las necesidades de la comunidad beneficiada para la implementación del presente proyecto. Luego se describen los aspectos sociales relacionados a población y características productivas de las familias beneficiarias, para luego describir los aspectos técnicos del proyecto.

1.2.- ANTECEDENTES

1.2.1.- ANTECEDENTES

Un sistema de abastecimiento de agua está constituido por una serie de estructuras presentando características diferentes, que serán afectadas por coeficientes de diseño distintos en razón de la función que cumplen dentro del sistema. Por tanto, para su diseño es preciso conocer el comportamiento de los materiales bajo el punto de vista de su resistencia física a los esfuerzos y los daños a que estarán expuestos, así como desde el punto de vista funcional su aprovechamiento y eficiencia, para ajustarlos a criterios económicos.

La población de Pajchani en la actualidad enfrenta una situación seria debido al déficit en la dotación de agua, en razón a que sólo un 40% de la comunidad se beneficia con este servicio ya que están siendo beneficiados con la línea de Aducción de los sistemas de Tarija Cancha Norte y Falda la Quiñua que pasan cerca de sus

viviendas razón por la cual se incluyen a estos sistemas y el otro 60% quedando sin este servicio.

1.2.2.- ORIGEN DEL PROYECTO

El proyecto de Construcción Sistema de Agua Potable Pajchani, se origina como una necesidad de los pobladores de la comunidad de Pajchani, que expresan la necesidad de contar con este sistema. La ejecución del proyecto tendrá efectos multiplicadores en el mejoramiento de vida de los pobladores, ya que por intermedio de éste podrán evitar las enfermedades producidas por el consumo de agua contaminada.

La comunidad beneficiaria, teniendo en cuenta la Ley de Participación Popular en reunión plena prioriza sus necesidades y decide solicitar al Gobierno Municipal de la Primera Sección de la Provincia Méndez, la Construcción de un Sistema de Agua Potable, y se realicen las gestiones necesarias para la elaboración y posterior ejecución del presente proyecto.

1.2.3.- PRIORIZACIÓN Y PLANES DE DESARROLLO MUNICIPAL

El proyecto entra a formar parte de programa Saneamiento Básico y esta dentro del Plan Operativo Anual de la Honorable Alcaldía Municipal de San Lorenzo.

Como consecuencia la Alcaldía Municipal de San Lorenzo realizando un análisis detallado, considera prioritaria la construcción de sistema de agua potable para la comunidad de Pajchani, además de una parte vital dentro del programa de Saneamiento Básico de la Institución.

1.3.- JUSTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.3.1.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Un sistema de abastecimiento de agua está constituido por una serie de estructuras presentando características diferentes, que serán afectadas por coeficientes de diseño distintos en razón de la función que cumplen dentro del sistema. Por tanto, para su diseño es preciso conocer el comportamiento de los materiales bajo el punto de vista de su resistencia física a los esfuerzos y los daños a que estarán expuestos, así como

desde el punto de vista funcional su aprovechamiento y eficiencia, para ajustarlos a criterios económicos.

El proyecto de Construcción Sistema de Agua Potable Pajchani, se origina como una necesidad de los pobladores de la comunidad de Pajchani, que expresan la necesidad de contar con este sistema. La ejecución del proyecto tendrá efectos multiplicadores en el mejoramiento de vida de los pobladores, ya que por intermedio de éste podrán evitar las enfermedades producidas por el consumo de agua contaminada.

El agua es un elemento fundamental y de gran consumo dentro de la vida del ser humano, es así que es una necesidad de todos y tiene una gran importancia las condiciones de calidad y cantidad con las que llegue al consumidor. Los asentamientos poblacionales siempre se dan cerca de fuentes de agua, con el objeto de usar este líquido vital en las diferentes rutinas diarias, desde la preparación de alimentos y aseo personal hasta el uso del agua para riego y consumo de animales.

Debido al progreso y principalmente al crecimiento de algunas comunidades, se hace necesario contar con un sistema de agua potable, ya que el agua transportada por acequias o recogida de ríos o quebradas, no cumplen con los requerimientos mínimos de potabilidad y presentan índices elevados de contaminación. Al ser consumidas estas aguas traen consigo enfermedades o trastornos de tipo gastrointestinal que afectan principalmente a la población infantil limitando de esta manera el desarrollo de las comunidades.

1.3.2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La comunidad de Pajchani no cuenta con un sistema de agua potable propio de la comunidad, razón por lo cual se hace indispensable la necesidad de poder contar con este servicio básico que permita mejorar las condiciones y calidad de vida actual, y que dentro de sus condiciones técnicas incluya niveles de cobertura y calidad del suministro.

El tipo de proyecto que se plantea para dar solución al problema de agua existente en esta comunidad es por gravedad, ya que tendrá una cobertura al 100% y con costos de tarifas reducidas.

1.4.- OBJETIVOS

1.4.1.- OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal es mejorar la calidad de vida de la población de Pajchani, mediante la disponibilidad y acceso al agua potable para toda la población actual y futura, este servicio básico primordial permitirá dar mejores condiciones de desarrollo económico de la zona.

1.4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos que persigue alcanzar el proyecto son los siguientes:

- Preservar la salud de los habitantes de la comunidad de Pajchani.
- Evitar la contaminación de los recursos naturales del área del proyecto.
- Garantizar la disponibilidad de agua potable de mejor calidad y potabilidad, durante los 12 meses del año.
- Lograr una autosostenibilidad futura en lo que respecta a la operación y mantenimiento.
- Cambiar los hábitos y costumbres tradicionales respecto al uso adecuado y racional del agua.

1.5.- ALCANCE Y UBICACIÓN DEL PROYECTO

1.5.1.- ALCANCE

El proyecto tiene como alcance beneficiar al 100% de la población actual y futura de la comunidad de Pajchani, esto representará a 18 Familias (71 habitantes), cabe mencionar que se tomara en cuenta para el cálculo un población de 91 habitantes puesto que la escuela que tiene la comunidad asisten 19 alumnos mas un profesor

razón por la cual se tomara en cuenta dicha población, que representa el 100% de la población para una proyección de 20 años.

Construcción del sistema de Agua Potable y su potabilización respectiva, a objeto dotar agua de buena calidad a través de la desinfección de las aguas, de esta forma proveer a la población beneficiada de Agua Potable de buena calidad que garantice la salud de toda la población.

Dotar de una red de distribución de Agua Potable capaz de satisfacer las exigencias de agua de toda la población. De tal forma la distribución será en forma equitativa durante todo el año a la población actual y futura.

1.5.2.- UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra ubicado en la Comunidad de Pajchani, perteneciente al Primera Sección de la Provincia Méndez del Departamento de Tarija, geográficamente se encuentra ubicado entre las coordenadas 21°28' de latitud Sud y 64°50' longitud Oeste.

La comunidad de Pajchani de acuerdo a su relieve es una cabecera de valle, ubicada en las faldas de la Cuesta de Sama una altura promedio de 2040 m.s.n.m., donde se presenta una topografía plana con terrenos ondulados que están unidas a las serranías que los rodean.

La vía de acceso principal a San Lorenzo Capital de la Provincia Méndez, es una carretera asfaltada doble vía. Desde este lugar se debe de tomar el camino que va hacia la comunidad de Tarija Cancha Sud y posteriormente se desvía por un camino secundario de tierra que vincula directamente la Comunidad de Pajchani con la capital de la provincia la cual dista aproximadamente 5.00 Km.

El Municipio de San Lorenzo es capital de la Primera Sección de la provincia Méndez del departamento de Tarija. La comunidad de Pajchani pertenece política y administrativamente al distrito N°4 Choroma.

Por su parte la Comunidad Pajchani tiene los siguientes límites: al norte con la comunidad de Colorados Sud, al sur con la comunidad de La Calama y Tarija

Cancha, al este con la comunidad de Lajas, al oeste con el comunidad de Choroma.

CUADRO N° 1.1

LÍMITES TERRITORIALES PROVINCIA MÉNDEZ, COMUNIDAD PAJCHANI.

Sección/Comunidad	Norte	Sur	Este	Oeste
San Lorenzo	Provincia Sud Cinti (Dpto. Chuquisaca)	Provincia Cercado (Municipio Cercado)	Provincia O'Connor (Municipio Entre Rios)	2da Seccion Mendez (Municipio El Puente)
Pajchani	Comunidad de Colorados Sud	Comunidad La Calama	Comunidad de Lajas	Comunidad de Choroma.

FIGURA N° 1.1

UBICACIÓN GENERAL

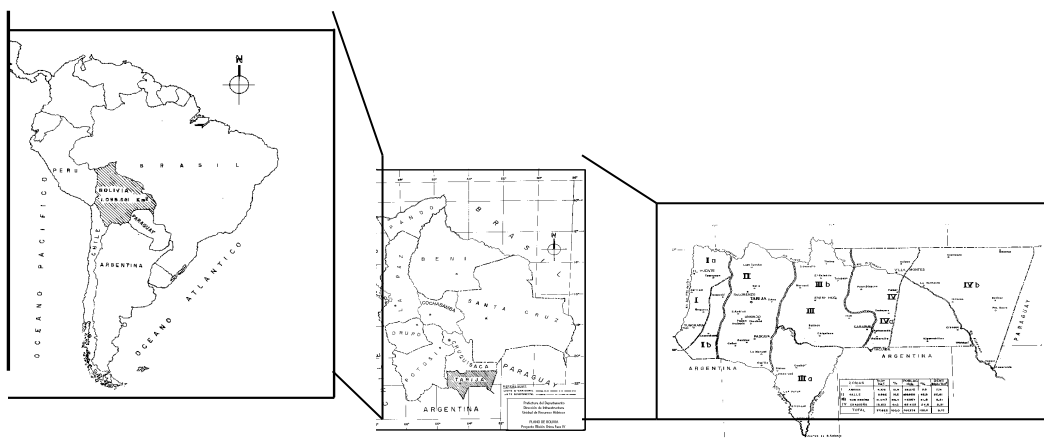


FIGURA N° 1.2

MAPA DE LA PROVINCIA MENDEZ



CAPÍTULO II

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

2.1.- POBLACIÓN BENEFICIADA Y PRINCIPALES ACTIVIDADES

2.1.1.- NUMERO DE POBLACIÓN BENEFICIADA Y FAMILIAS BENEFICIADAS

La Primera Sección de la Provincia Méndez, tiene un total de 21.375 habitantes, según el Censo Nacional de Población y vivienda realizado por el INE en el año 2001, de acuerdo a estos datos tiene una población total de 71 habitantes (18 familias), los mismos que fueron obtenidos de un censo realizado por el proyectista.

2.1.2.- POBLACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIFERENCIADA POR SEXO

La cantidad de población de un territorio, está determinado por variables como migración, natalidad y mortalidad. En el área rural, la cuantificación de la población se torna difícil, toda vez que no existe registros anuales de información demográfica. Por lo tanto, los datos estadísticos que se presenta, responden a fuentes secundarias como las proyecciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE) y el Distrito de Educación San Lorenzo, que en forma anual realiza el Censo demográfico en cada una de las comunidades.

CUADRO N° 2.1
POBLACIÓN POR SEXO Y EDADES

Rango	Hombres	Mujeres
0-3	2	3
4-5	1	2
6-10	2	8
11-13	3	3
14-17	4	3
> 17	18	22
TOTAL	30	41

Siendo aproximadamente un total de 71 habitantes, estos datos son adquiridos de los propios censos de la Junta Escolar y Reuniones de Autoridades.

2.1.3.- POBLACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO

CUADRO N° 2.2
POBLACIÓN ACTUAL

Descripción	V	M
Menores a 14 años de edad	8	16
Personas mayores a 14 años de edad	22	25
Total	30	41
TOTAL HABITANTES	71	

El 58% de los habitantes que beneficia el proyecto son de sexo femenino.

El 42% de los habitantes que beneficia el proyecto son de sexo masculino.

2.1.3.1.- POBLACIÓN FLOTANTE

La Población Flotante es de aproximadamente el 5% por el incremento de fuentes de trabajo en ciertas épocas del año, como ser los meses de noviembre a febrero y de abril a junio. Así como también se tiene un índice elevado de migración temporal del 25% aproximadamente.

2.1.3.2.- TIPO DE POBLACIÓN

Considerando las características especiales de la comunidad, donde las viviendas se encuentran ubicadas de manera semi-dispersa, las propiedades son de grandes extensiones y las viviendas se construyen sin ninguna planificación. Asimismo para esta estimación se consideraron los aportes puntuales que se originan en concentraciones públicas como ser centros comerciales, escuela, centro religioso, etc.

2.1.3.3.- ESTABILIDAD POBLACIONAL (MIGRACIÓN TEMPORAL O DEFINITIVA)

La población para satisfacer sus necesidades básicas más esenciales realiza la migración en busca de nuevas alternativas económicas. Esta emigración se efectuó desde hace varias décadas a la República Argentina. La venta de la fuerza laboral se orientaba en un 90% la producción agrícola y un 10% a otras actividades, la migración de las mujeres por lo general se consagran a la actividad doméstica.

La edad de migración temporal que realiza los miembros de la comunidad, varía ampliamente donde los varones migraron desde los 15 a 55 años y las mujeres entre 15 y 30 años, por lo general existe un porcentaje mayor de migración en el sexo masculino (70.80%) y el sexo femenino en menor porcentaje (29.20%).

2.1.3.4.- ÍNDICE CRECIMIENTO POBLACIONAL

Según el último Censo Nacional el municipio de Méndez tiene un índice de crecimiento población de 1.52 %, este valor se considerará para determinar la población futura en el diseño del sistema de agua potable.

2.1.4.- ASPECTOS ECONÓMICOS

2.1.4.1.- TENENCIA DE TIERRAS

De acuerdo a la encuesta efectuada en el área de proyecto la estructura de la tenencia de tierras de los beneficiarios del proyecto es la de tierras en propiedad, ya sea por compra directa o por posesión. Según información de los comunarios.

2.1.4.2.- PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS DE LAS FAMILIAS

La actividad productiva predominante es la agricultura y la ganadería.

La principal actividad en la comunidad es la agropecuaria, dentro de ésta se destaca la agricultura y ganadería. Es importante relevar que las mujeres participan de manera activa en las tareas agrícolas, el realismo muestra con elocuencia que los niños sin distinción de sexo participan en ambas actividades y algunos casos lo hacen desde muy temprana edad aunque esta participación es muy variable durante el periodo de actividades escolares

2.1.4.3.- SISTEMA PRODUCCIÓN AGRÍCOLAS

El uso de la tierra agrícola está referido fundamentalmente al cultivo de hortalizas, papa, maíz, trigo.

En agricultura a secano los cultivos más difundidos son: maíz, papa, arveja, la siembra se realiza al inicio de las lluvias bajo condiciones de medio riego en áreas agrícolas reducidas de hortalizas, cultivos anuales y a secano el resto de cultivos.

2.1.4.4.- DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA Y MATERIALES LOCALES

La comunidad en su conjunto está identificada de manera positiva con este proyecto, donde todos están prestos para poder trabajar y ofrecer su mano de obra semicalificada y no calificada.

También se cuenta con materiales áridos en poca proporción, que existen en el río Pajchani donde se pueda extraer piedra, grava, la fuente o banco más cercano es la comunidad de Erquis. La arena es de muy mala calidad para la fabricación de hormigones, por lo que se deberá tomar previsiones.

2.1.5.- ASPECTOS SOCIALES

2.1.5.1.- COMPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN SEGÚN DIFERENTES ETNIAS

Los pobladores de la comunidad de Pajchani son criollos, no existen en la zona etnias de ningún tipo.

2.1.5.2.- LENGUAJE QUE HABLA LA POBLACIÓN

El idioma oficial que se habla en la comunidad de Pajchani es el castellano.

2.1.5.3.- NUMERO APROXIMADO DE LAS FAMILIAS

En la comunidad de Pajchani existe un número aproximado de 18 familias.

2.1.5.3.- TAMAÑO PROMEDIO DE LAS FAMILIAS

El tamaño Promedio de las familias en la comunidad de Pajchani en función del numero total de familias y el numero total de habitantes es de 3.94 hab./flia.

2.1.5.4.- ROLES DE HOMBRE Y MUJERES DENTRO DE LA COMUNIDAD.

La actividad principal de los varones es la agricultura y también la crianza de animales menores, por su lado las mujeres también ayudan en la parte de la agricultura pero la función principal que cumplen las mujeres en la comunidad de Pajchani son labores domésticas de casa.

2.1.5.5.- ENFERMEDADES PREVALENTES EN EL DISTRITO CORRESPONDIENTE

Como principales enfermedades que afectan a esta comunidad tenemos las enfermedades estomacales como ser indigestiones e infecciones y los resfriados.

2.4.- DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS

2.4.1.- EDUCACIÓN

En la comunidad de Pajchani existe la escuela seccional, cuenta con cinco niveles del primero al quinto básico, regentados por un profesor encargado que imparte conocimientos a los niños de la comunidad.

2.4.2.- SALUD

En la zona del proyecto no se dispone de Posta Sanitaria y para recibir cualquier atención menor los enfermos son trasladados a Centros de Salud de San Lorenzo y la ciudad de Tarija en algunos casos. La cobertura en los servicios de salud no alcanza, en el mejor de los casos, ni a un 30% de la población esperada. Las enfermedades recurrentes en la niñez y en lo adultos son las endémicas, respiratorias y diarreicas.

2.4.3.- AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO

Los hogares de la comunidad de Pajchani carecen de la provisión del líquido elemento por cañería, para satisfacer las necesidades vitales, utilizan agua de las quebradas adyacentes que discurren por la comunidad, asimismo carecen de sistemas de recojo y tratamiento de aguas residuales domiciliarias.

2.4.4.- INFRAESTRUCTURA VIAL

La vía de acceso principal a San Lorenzo Capital de la Provincia Méndez, es una carretera asfaltada doble vía. Desde este lugar se debe de tomar el camino que va hacia la comunidad de Tarija Cancha Sud y posteriormente se desvía hacia por un camino secundario de tierra que vincula directamente la Comunidad de Pajchani con la capital de la provincia la cual dista aproximadamente 5.00 Km.

2.4.5.- SERVICIO DE TELEFONÍA

En el tema de medios de comunicación podemos concluir que un porcentaje muy reducido de los pobladores tiene acceso al servicio telefonía móvil, ya que existe algunas empresas de telecomunicación tiene sus antenas instaladas por esta zona, la comunidad se beneficiada con este sistema de telefonía.

2.4.6.- ENERGÍA ELÉCTRICA

En la actualidad la comunidad de Pajchani no cuenta con un servicio de energía eléctrica, las familias en la actualidad usan diferentes combustibles para la iluminación doméstica tales como kerosene , GLP, velas, mecheros, etc.

Para las radios el único sistema de comunicación usual en las familias es la pila.

Para la cocción de alimentos existe el uso del gas y de la leña (que es recogida individual o familiarmente de los terrenos aledaños).

CAPÍTULO II
ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

CAPÍTULO III

ESTUDIOS Y PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO

3.1.- DEFINICIÓN

Los estudios y parámetros básicos de diseño, son un conjunto de procedimientos y valores necesarios para el desarrollo del proyecto, los cuales son obtenidos en base a estudios de campo, recolección de información técnica, económica, social, ambiental y cultural de la población a ser beneficiada por el proyecto.

3.2.- ESTUDIOS BÁSICOS DE DISEÑO

Los estudios básicos deben ser realizados en el lugar del proyecto y con participación de la población beneficiaria, organizaciones e instituciones involucradas.

Se deben considerar en términos generales, sin ser limitativos los siguientes estudios básicos de diseño:

- Técnico.
- Ambiental.

3.2.1.- ESTUDIOS TÉCNICOS

Los estudios técnicos deben incluir:

- Evaluación de las posibles fuentes de agua.
- Evaluación de la cuenca.
- Reconocimiento geológico del área del proyecto.
- Estudios de suelos.
- Trabajos topográficos.
- Evaluación del estado del sistema de abastecimiento de agua.

3.2.3.- ESTUDIOS AMBIENTALES

Los estudios ambientales deben incluir la evaluación de las condiciones del entorno ambiental en la zona del proyecto. Particularmente las referidas al uso y conservación de las fuentes hídricas e hidrogeológicas para lo cual la correspondiente ficha ambiental se presenta en los anexos.

3.3.- PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO

Los parámetros básicos de diseño deben ser establecidos considerando el área del proyecto y el período de vida útil del proyecto. Entre los parámetros básicos de

diseño se deben considerar:

- Población del proyecto.
- Consumo de agua.
- Caudales de diseño.
- Período de diseño.

3.3.1 POBLACIÓN DEL PROYECTO

Es el número de habitantes que ha de ser servido por el proyecto para el período de diseño, el cual debe ser establecido con base en la población inicial.

Para la estimación de la población de proyecto se deben considerar los siguientes aspectos:

a) Población inicial, referida al número de habitantes dentro el área de proyecto que debe ser determinado mediante un censo poblacional y/o estudio socio-económico.

Se aplicarán los datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadística (INE) para determinar la población de referencia o actual y los índices de crecimiento demográfico respectivos.

Para poblaciones menores, en caso de no contar con índice de crecimiento poblacional, se debe adoptar el índice de crecimiento de la población capital o del municipio. Si el índice de crecimiento fuera negativo se debe adoptar como mínimo un índice de crecimiento de 1%.

b) Población futura, referida al número de habitantes dentro el área del proyecto que debe ser estimada en base a la población inicial, el índice de crecimiento poblacional y el período de diseño.

3.3.1.1 MÉTODOS DE CÁLCULO

Para el cálculo de la población futura se pueden utilizar uno de los siguientes métodos de crecimiento, según el tipo de población, dependiendo de sus características socio-económicas.

a) Aritmético:
$$P_f = P_o * \left(1 + \frac{i * t}{100} \right)$$

b) Geométrico:
$$P_f = P_o * \left(1 + \frac{i}{100}\right)^t$$

c) Exponencial:
$$P_f = P_o * e^{\frac{i*t}{100}}$$

d) Wappaus :
$$P_f = P_o * \left(\frac{200 + i * t}{200 - i * t}\right)$$

Donde:

Pf: Población futura en habitantes

Po: Población inicial en habitantes

i: Índice de crecimiento poblacional anual en porcentaje

t: Número de años de estudio o período de diseño

3.3.1.2 APLICACIÓN

Los métodos a emplearse deben ser aplicados en función del tamaño de la población, de acuerdo a lo especificado en la siguiente tabla:

CUADRO N° 3.1

APLICACIÓN DE FÓRMULAS

Método	Poblacion (Habitantes)			
	Hasta 5000	De 5001 a 20000	De 20001 a 100000	> 100000
Aritmetico	X	X		
Geometrico	X	X	X	X
Exponencial	X(1)	X(1)	X	X
Wappaus	X	X	X	X

(1) Con algunas observaciones, crecimiento acelerado no se da en poblaciones pequeñas.

3.3.1.3 CRITERIO DEL PROYECTISTA

El ingeniero proyectista, podrá de acuerdo a las condiciones particulares de la localidad adoptar uno de los métodos recomendados o usar otro criterio, siempre que lo justifique técnicamente.

3.3.1.4 CORRECCIONES A LA POBLACIÓN CALCULADA

La población calculada según los métodos descritos, debe ser determinada y ajustada de acuerdo a las siguientes consideraciones:

a) Población estable.

b) Población flotante, se refiere a la población ocasional que signifique un aumento notable y distinto a la población estable.

c) Población migratoria, que depende de las condiciones de planificación sectorial en relación con los recursos naturales, humanos y/o económicos de cada localidad.

3.3.1.5 ÁREA DEL PROYECTO

Se considera área de proyecto, a aquella que contará con el servicio de agua potable, para el período de diseño del proyecto.

La delimitación del área de proyecto debe seguir los lineamientos del plan de desarrollo de la población o planes maestros, o ser establecido de acuerdo a un estudio de áreas de expansión futura.

De acuerdo a la magnitud y características de la población, se deben diferenciar claramente las áreas de expansión futura, industriales, comerciales, de equipamiento y áreas verdes. El área de proyecto se debe dividir en subáreas de acuerdo a rangos de densidad poblacional y por sus características socioeconómicas como centros urbanos y zonas periurbanas.

En el área rural, se debe diferenciar las áreas de nucleamiento y las áreas de población dispersa y semidispersa.

Se debe señalar claramente los establecimientos educativos, cuarteles, hospitales, centros deportivos y otras instituciones, así como la capacidad de los mismos, que representan consumos de carácter público / institucional a ser considerados especialmente en el diseño de las redes de distribución.

3.3.2 CONSUMO DE AGUA

La dotación mínima a adoptarse debe ser suficiente para satisfacer los requerimientos de consumo doméstico, comercial, industrial y público, considerando las pérdidas en la red de distribución.

La dotación de agua depende de los siguientes factores:

- Oferta de agua (capacidad de la fuente).
- Clima.

- Aspectos económicos y socio-culturales.
- Opción técnica y nivel de servicio (piletas públicas, conexiones domiciliarias y uso de bombas manuales).
- Tipo de consumo (medido, irrestricto y uso de limitadores de caudal).
- Servicio de alcantarillado.
- Condiciones de operación y mantenimiento.
- Pérdidas en el sistema.

a) Consumo doméstico

En la determinación del consumo doméstico se deben considerar:

- Sistemas con conexiones domiciliarias, en los que, la dotación debe ser suficiente para abastecer los diferentes usos: aseo personal, descarga de sanitarios, lavado de ropa, cocina, riego de jardines y lavado de pisos.

- Sistemas con piletas públicas, en los que, la dotación media diaria debe ser suficiente para satisfacer los requerimientos de: aseo personal, lavado de ropa y cocina.

b) Consumo comercial e industrial

Se deben analizar las necesidades y requisitos de cada caso, así como su incidencia en los consumos máximos horarios. Los consumos deben ser diferenciados según zonas debido a que los consumos son característicos del tipo de comercio e industrias asentadas en las diferentes zonas.

c) Consumo público

El consumo público debe satisfacer los requerimientos de instituciones públicas, lavado de calles, riego de parques y jardines, y demanda para combatir incendios.

d) Pérdidas

En la determinación del consumo de agua, debe también considerarse las pérdidas en la red de distribución, como un porcentaje de los anteriores consumos, el mismo que depende de:

- Las pérdidas físicas por fugas visibles y/o no visibles.
- Las pérdidas comerciales por conexiones clandestinas, malas lecturas en el medidor y/o mala facturación.

3.3.2.1 DOTACIÓN MEDIA DIARIA

La dotación media diaria se refiere al consumo anual total previsto en un centro poblado dividido por la población abastecida y el número de días del año. Es el volumen equivalente de agua utilizado por una persona en un día.

Para el caso de sistemas nuevos de agua potable, con conexiones domiciliarias, la dotación media diaria puede ser obtenida sobre la base de la población y la zona geográfica dada, según lo especificado en el Cuadro N° 3.2.

CUADRO N° 3.2
DOTACION MEDIA DIARIA (l/hab/dia)

POBLACION DE DISEÑO						
Zona	Hasta 500	De 500 a 2.000	De 2.000 a 5.000	De 5.000 a 20.000	De 20.000 a 100.000	Mas de 100.000
Altiplano	30 – 50	30 - 70	50 – 80	80- 100	100– 150	150-250
Valles	50 – 90	50 - 90	70 – 100	100–140	150– 200	200-300
Llanos	90 – 110	90- 110	90 – 120	120-180	200- 250	250-350

Las dotaciones indicadas son referenciales y deben ajustarse sobre la base de estudios que identifiquen la demanda de agua, capacidad de la fuente de abastecimiento y las condiciones socioeconómicas de la población, podrán utilizarse datos de poblaciones con características similares.

Para sistemas nuevos de agua potable, en zonas rurales, como caso excepcional, donde la disponibilidad de agua no llegue a cubrir la demanda de la población (consumo restringido) se debe calcular la dotación en base al caudal mínimo de la fuente y la población futura.

En caso de establecer una dotación menor a 30 l/hab-d, no se deben considerar conexiones domiciliarias, solamente piletas públicas.

Para el caso de ampliación, incorporación o cambio de los componentes de un sistema existente, la dotación media diaria debe ser obtenida en base al análisis y resultados de los datos de producción y consumo del sistema. En forma previa al uso

de los valores de consumo deberá efectuarse la verificación del equilibrio de caudales del sistema a fin de determinar los componentes debidos a pérdidas en cada uno de los componentes del sistema.

3.3.2.2 DOTACIÓN FUTURA DE AGUA

La dotación media diaria puede incrementarse de acuerdo a los factores que afectan el consumo y se justifica por el mayor hábito en el uso de agua y por la disponibilidad de la misma. Por lo que, se debe considerar en el proyecto una dotación futura para el período de diseño, la misma que debe ser utilizada para la estimación de los caudales de diseño.

La dotación futura se debe estimar con un incremento anual entre el 0,50% y el 2% de la dotación media diaria, aplicando la fórmula del método geométrico:

$$D_f = D_o * \left(1 + \frac{i * t}{100} \right)$$

Donde:

- Df Dotación futura en l/hab-día
- Do Dotación inicial en l/hab-día
- d Variación anual de la dotación en porcentaje
- t Número de años de estudio en años

3.3.3 CAUDALES DE DISEÑO

Los caudales de diseño deben ser estimados para el dimensionamiento de los diferentes componentes del sistema de agua potable.

Se deben considerar los siguientes caudales:

3.3.3.1 CAUDAL MEDIO DIARIO

Es el consumo medio diario de una población, obtenido en un año de registros. Se determina con base en la población del proyecto y dotación, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Q_{md} = \frac{P_f * D_f}{86400}$$

Donde:

Q_{md} Caudal medio diario en l/seg.

D_f Población futura en hab.

D_f Dotación futura en l/hab-día

3.3.3.2 CAUDAL MÁXIMO DIARIO

Es la demanda máxima que se presenta en un día del año, es decir representa el día de mayor consumo del año. Se determina multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente k_1 que varía según las características de la población.

$$Q_{máx.d} = k_1 * Q_{md}$$

Donde:

$Q_{máx.d}$ Caudal máximo diario en l/seg.

K_1 Coeficiente de caudal máximo diario

$$K_1 = 1,20 \text{ a } 1,50$$

Q_{md} Caudal medio diario en l/seg.

3.3.3.3 CAUDAL MÁXIMO HORARIO

Es la demanda máxima que se presenta en una hora durante un año completo. Se determina multiplicando el caudal máximo diario por el coeficiente k_2 que varía, según el número de habitantes, de 1,5 a 2,2, tal como se presenta en la Cuadro N° 3.3.

$$Q_{máx.h} = k_2 * Q_{máx.d}$$

Donde:

$Q_{máx.h}$ Caudal máximo horario en l/seg.

K_2 Coeficiente de caudal máximo horario

$Q_{máx.d}$ Caudal máximo diario en l/seg.

CUADRO N° 3.3
COEFICIENTE CAUDAL MÁXIMO HORARIO

Población (habitantes)	Coficiente K2
Hasta 2000	2,2 - 2,00
De 2001 a 10000	2,00 - 1,800
De 10001 a 100000	1,80 - 1,50
Mas de 100000	1,5

3.3.3.4 CAUDAL INDUSTRIAL

Es la cantidad de agua que se requiere para atender la demanda industrial.

El caudal industrial se estimará tomado en cuenta dichos consumos y las características de cada tipo de industria.

3.3.3.5 DEMANDA CONTRA INCENDIO

Se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Para poblaciones menores a 10.000 habitantes no es necesario y resulta antieconómico el proyectar demanda contra incendios, sin embargo el proyectista deberá justificar en los casos en que dicha protección sea necesaria.
- b) Para poblaciones entre 10.000 y 100.000 habitantes, se debe considerar la protección contra incendios; sin embargo, el proyectista podrá justificar, técnica y económicamente si la protección no es necesaria.
- c) Para poblaciones mayores a 100.000 habitantes se debe considerar la protección contra incendios, tomando en cuenta el volumen contra incendios y la ubicación de hidrantes en base a la planimetría y/o las zonas de servicio.

3.3.4 PERÍODO DE DISEÑO

El período de diseño es el número de años durante los cuales una obra determinada prestará con eficiencia el servicio para el cual fue diseñada.

Los factores que intervienen en la selección del período de diseño son:

- Vida útil de las estructuras y equipos tomando en cuenta la obsolescencia, desgaste y daños.
- Ampliaciones futuras y planeación de las etapas de construcción del proyecto.
- Cambios en el desarrollo social y económico de la población.
- Comportamiento hidráulico de las obras cuando éstas no estén funcionando a su

plena capacidad.

El período de diseño debe ser adoptado en función del componente del sistema y la característica de la población, según lo indicado en el Cuadro N° 3.4.

CUADRO N° 3.4
PERIODO DE DISEÑO(años)

Componente del Sistema	Poblacion menor a 20000 habitantes	Poblacion mayor a 20000 habitantes
Obra de captación	10 - 20	30
Aducción	20	30
Pozos profundos	10	15 - 20
Estaciones de bombeo	20	30
Plantas de tratamiento	15 - 20	20 - 30
Tanque de almacenamiento	20	20 -30
Redes de distribucion	20	30

El período de diseño podrá ser mayor o menor a los valores especificados en el Cuadro N° 3.4, siempre que el ingeniero proyectista lo justifique.

Con el fin de evitar inversiones mayores al inicio del proyecto y/o el sobredimensionamiento de las distintas unidades del sistema, referido a los requerimientos del período inicial del proyecto, se podrán definir etapas de construcción para los componentes susceptibles de crecimiento.

CAPÍTULO III
ESTUDIOS Y PARÁMETROS
BÁSICOS DE DISEÑO

CAPÍTULO IV INGENIERÍA DEL PROYECTO

4.1.- MEMORIA DESCRIPTIVA

4.1.1.- ÍNDICE CRECIMIENTO POBLACIONAL

El índice de crecimiento refleja las condiciones socioeconómicas del desarrollo de una población. Su determinación debe ser efectuada a través de los valores censales y de un análisis económico y social. El crecimiento de las capitales de departamento y en especial de las poblaciones rurales en el último tiempo tuvo grandes distorsiones por efectos políticos, sociales y naturales

Los datos del INE de los censos de 1992 y 2001 para el departamento de Tarija son los siguientes:

**CUADRO N° 4.1
POBLACIÓN DEL DEPARTAMENTO**

AREA	1992	2001	Tasa %
Total	291407	391226	3.18
Urbana	159438	247736	4.76
Rural	131969	143490	0.90

**CUADRO N° 4.2
ÍNDICE ANUAL DE CRECIMIENTO POBLACIONAL**

.N°	PROVINCIA	%
1	Cercado	3.77
2	Arce	1.75
3	Gran Chaco	4.80
4	Avilés	0.83
5	Méndez	1.52
6	O'Connor	0.092

Datos proporcionados por el INE

Como no se conoce el índice de crecimiento poblacional de la Comunidad de Pajchani, para lo cual se adopta el valor proporcionado por el INE para la Provincia Méndez que es de 1.52%.

4.1.2.- POBLACIÓN HORIZONTE 2030

Los métodos y modelos matemáticos adoptados para determinar la población futura son los recomendados por la Norma Boliviana del Agua Potable, los mismos que se detallan a continuación:

DETERMINACION DE POBLACION DE DISEÑO SISTEMA DE AGUA POTABLE PAJCHANI

POBLACIÓN ACTUAL	P _o =	91 Hab.
ÍNDICE DE CRECIMIENTO	i=	1,52 %
PERIODO DE DISEÑO	t=	20 Años

Fórmula por el Método Geométrico
Es el que se adecua más a la realidad

$$P_f = P_o * \left(1 + \frac{i}{100}\right)^t$$

123,0 Hab.

Formula Método Aritmético

121,4 Hab.

Formula Método Exponencial $P_f = P_o * \left(1 + \frac{i * t}{100}\right)$

$$P_f = P_o * e^{\frac{i * t}{100}}$$

123,3 Hab.

367,8

Promedio

122,6 Hab.

Adoptamos Método Aritmético

123,0 Hab.

4.1.3.- DOTACIÓN MEDIA DIARIA

La dotación media diaria por habitante, es la media de los consumos registrados durante un año. Para determinar las dotaciones se deben considerar los siguientes factores fundamentales:

- Nivel socioeconómico de la población.
- Clima del lugar.
- Pérdidas en el sistema.

El primer factor es importante, puesto que las necesidades de las familias están condicionadas por su capacidad económica, por lo que los consumos en los sectores de nivel económico elevado son mayores.

Respecto al factor clima, su influencia se refleja en los grandes consumos registrados en las poblaciones con clima calido y seco, en relación con los templados y fríos.

Para el presente proyecto se compatibilizan estos aspectos con las dotaciones de referencia del “**Reglamento Técnico de Diseño Para Sistemas de Agua Potable**” que se indica a continuación:

CUADRO N° 4.3

REGLAMENTO DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE AGUA POTABLE

Dotación (lt/hab/día)						
POBLACIÓN DE DISEÑO						
Zona	Hasta 500	De 500 a 2.000	De 2.000 a 5.000	De 5.000 a 20.000	De 20.000 a 100.000	Mas de 100.000
Altiplano	30 – 50	30 - 70	50 – 80	80- 100	100– 150	150-250
Valles	50 – 90	50 - 90	70 – 100	100–140	150– 200	200-300
Llanos	90 – 110	90- 110	90 – 120	120-180	200- 250	250-350

Analizando el cuadro anterior y considerando que la comunidad de Pajchani tiene una población menor a 500 habitantes, que se encuentra en la zona de valles se adoptó una dotación actual de 80 lts/hab/día como dotación media diaria y un crecimiento poblacional de 1.52 % anual.

4.1.4.- DOTACION FUTURA

Se ha calculado con la fórmula de crecimiento geométrico

Variación de dotación anual que esta entre 0.5- 2%

Asumimos 1,40 %

$$D_f = D_i * \left(1 + \frac{i}{100}\right)^t$$

Df = Dotación futura (lts/hab.día)

Di = Dotación inicial (lts/hab.día)

d = Variación anual de la dotación (%)

t = Vida útil del proyecto (años)

Reemplazando tenemos **105,65 Lts/Hab./dia**

4.1.5.- CONSUMO MEDIO DIARIO

El consumo medio diario es afectado por diversos factores de diseño para los componentes factores del sistema

dependiendo de las características de cada estructura.

El consumo medio diario se ha calculado con la siguiente fórmula

$$Q_{md} = \frac{P_f \times D_f}{86400}$$

Donde:

Pf: Población Futura (Hab)

Df: Dotación futura (lts/hab. Día)

Qmd. **0,15 Lts./seg.**

4.1.6.- CONSUMO MAXIMO DIARIO

El consumo medio diario nos sirve para diseñar la aducción desde la obra de toma hasta el tanque de almacenamiento o hasta la red de distribución.

El consumo máximo diario se calculo con la siguiente fórmula:

Qmaxd.

$$Q_{maxd} = K_1 \times Q_{md}$$

Donde :

K1: Coeficiente que varía entre 1.2 - 1.5 según las características de la población

Qmd: consumo medio diario (Lt/seg.)

Reemplazando valores, con **K1 = 1,2**

$$Q_{\max d} = 0,18 \text{ Lts./seg.}$$

4.1.7.- CONSUMO MÁXIMO HORARIO

El consumo máximo horario nos sirve para diseñar nuestra red de distribución.

El consumo máximo horario se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_{\max h} = K_2 \times Q_{\max d}$$

Donde:

K2: Coeficiente que varia entre 1.8 - 2.2 según el número de habitantes.

Q_{maxd}.: Consumo máximo diario (Lts/seg.)

El coeficiente K2 se ha obtenido sacando un valor dentro del rango el cual es de 2,2 reemplazando en nuestra fórmula tenemos:

$$Q_{\max h} = 0,40 \text{ Lts./seg.}$$

4.2.- COMPONENTES DEL SISTEMA

4.2.1.- FUENTES ABASTECIMIENTO Y CAPTACIÓN (OBRA DE TOMA)

Se considera fuente de abastecimiento de agua a todas las formaciones que permiten la captación del agua, en condiciones suficientes para el consumo, las mismas que deberán cumplir con las normas técnicas Bolivianas de calidad físico-química y bacteriológica.

Consiste en un muro colector, que atraviesa todo el lecho de la quebrada y tiene una longitud de 11.00 ml, con muros laterales. El agua que es captada por el muro colector, mediante una rejilla de entrada la misma que es conducida hasta el desarenador.

La obra de toma se construirá con Hormigón Ciclópeo con una dosificación 1:2:3 y un porcentaje de piedra desplazadora del 50%.

La capacidad de la fuente será igual al consumo máximo diario, cuando se utilicen estanques de almacenamiento y al caudal máximo horario cuando no se cuente con este tipo de estructuras.

4.2.2.- LÍNEA DE ADUCCIÓN

Como el sistema incluye tanque de regulación, la capacidad de la aducción en el punto de entrega, será igual a la requerida para satisfacer el consumo máximo horario.

Análisis Hidráulico.- Para las tuberías a presión, podrán utilizarse las fórmulas de Manning, Prandlt – Colebrook, Darcy – Weisbach, o la de Hazen Willams para determinar las cargas lineales.

Para el presente proyecto se ha utilizado la formula de Hazen Willams cuya relación es la siguiente:

$$H_f = \frac{10.643 \times Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.87}} \times L$$

Donde:

H_f = Pérdida de Carga (m).

Q = Caudal (Lts/seg).

L = Longitud del Tramo (m).

C = Coeficiente de Rugosidad de la Tubería.

D = Diámetro de la Tubería (m).

Tipo de Material.- Para el presente proyecto se ha optado por utilizar tubería de P.V.C., porque ofrece las siguientes ventajas.

- Excelente resistencia a la corrosión.
- Liviana y de fácil manipuleo.
- Costo favorable.
- Mínima pérdida de carga por fricción.

A continuación se indican los valores del coeficiente de rugosidad “C” para diferentes tipos de material:

CUADRO N° 4.4
VALORES DEL COEFICIENTE “C”

Tipo de Material	“C”
Acero Galvanizado	125
Acero Soldado c/revestimiento	130
Asbesto Cemento	120
Fierro Fundido Nuevo	100
Fierro Fundido Usado (15 – 20 años)	100 – 60
Fierro Fundido Dúctil c/revestimiento de cemento	120
Plástico PVC/Polietileno	140

Ubicación.- para definir la línea de aducción, se toma en cuenta los siguientes aspectos:

- Topografía.
- Características del Suelo.
- Propiedad y usos de la tierra.
- Obras de arte: Puentes, pasos de nivel, etc.

Trazado.- en el trazado de la línea de aducción, se considera además del análisis económico, caudal y vida útil, los siguientes factores:

- Evitar tramos de pendientes y contrapendientes en la línea, que pueden causar bloqueos de aire.
- La condición es cerrada y a presión.
- El trazado de la línea lo más directo posible, de la fuente al tanque de regulación y de ésta a la red de distribución.
- Se debe evitar los tramos extremadamente difíciles o inaccesibles, zonas de deslizamientos o inundaciones.
- El trazado debe estar por debajo de la línea piezométrica y deben evitarse presiones excesivas que puedan afectar la seguridad de la aducción.
- Se debe evitar en lo posible, que se cruce caminos, quebradas y ríos, etc.

Velocidad de Diseño.- En tuberías de aducción, la velocidad mínima en lo posible es de 0.6 m/seg. pudiendo ser menor en función de la calidad del agua (contenido de sólidos en suspensión y condiciones de autolimpieza).

Las velocidades máximas en las conducciones están en función del tipo de material:

CUADRO 4.5
VELOCIDADES MAXIMAS

Tipo de Material	Velocidad (m/s)
Tubería de concreto centrifugado	3.50
Plástico PVC/Polietileno	5.00
Fierro Fundido	5.00
Acero Galvanizado	5.0

Profundidad y Ancho de Zanja.- La profundidad y ancho de zanja está en función del diámetro de la tubería y del uso del suelo en el lugar de emplazamiento de la tubería. Los criterios para la construcción de las zanjas se presentan en la siguiente tabla:

CUADRO N° 4.6
PROFUNDIDAD DE TENDIDO

Uso del Suelo	Profundidad	Ancho de Zanja (m)		Recomendación
	(m)	d= 1/2" a 3"	d= 4" a 8"	
Calles de area Rural	0,6	0,4	0,5	En los Lugares donde la temperatura ambiente es menor a 5°C debe incrementarse la profundidad
Areas de Cultivo	0,8	0,6	0,7	
Cruce de Camino	1	0,6	0,7	

Diámetros Mínimos.- En la selección del diámetro de la tubería deben analizarse las presiones disponibles, las velocidades de escurrimiento y las longitudes de la línea de aducción. La elección estará basada en un estudio comparativo técnico económico.

Presiones Máximas.- Se recomienda que la presión estática máxima no sea mayor al 80% de la presión nominal de trabajo de las tubería a emplearse, debiendo ser compatibles con las presiones de servicio de los accesorios y válvulas a utilizarse.

4.2.3.- TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Son depósitos destinados a cumplir las siguientes funciones:

- Suministro de agua en las horas de máxima demanda (volumen de regulación).
- Mantenimiento de presiones adecuadas en la red de distribución.
- Abastecimiento de agua durante el mantenimiento y/o reparación de la obra de toma, aducción.

Capacidad.- La capacidad de un tanque de almacenamiento, será igual al volumen que resulte mayor de las siguientes consideraciones:

- Volumen de Regulación.
- Volumen de lucha contra incendios.
- Volumen de reserva.

- **Volumen de Regulación.-** Es el volumen destinado a la regulación entre el gasto con que las fuentes alimentan el sistema y el gasto que se requerir en cada instante en la red. Considerando que el sistema de agua potable es por gravedad, el volumen de regulación se encuentra dentro del 15 al 30% del caudal máximo diario.

- **Volumen de lucha contra incendios.-** La Instrucción de la Norma Boliviana NB 689 indica al respecto, que para poblaciones que se cuenten con menos de 10.000 habitantes se considera innecesario y antieconómico proyectar un sistema de hidrantes contra incendios, por lo que para este diseño no consideramos dicha demanda.

- **Volumen de Reserva.-** Se toma en cuenta el volumen que debe disponer un tanque para poder absorber interrupciones en el suministro. Se toma un volumen de 4 hrs. del consumo máximo diario.

Para el presente proyecto, la capacidad del tanque queda determinado por el volumen de regulación, se adopta un coeficiente del 15% del caudal máximo diario, porque la comunidad no cuenta con ningún tipo de fábrica, por lo que no es necesario un tanque de mayor volumen.

RECOMENDACIÓN.-

- a) El paso directo (By Pass) se utilizar en casos especiales justificados, analizando los caudales y presiones (no en el área rural).
- b) La tubería de rebose descargará a la tubería de desagüe con una interconexión, para conducir las aguas a una descarga final alejada del tanque, para no comprometer la estructura por erosión, el diámetro de las tuberías de limpieza y rebose será siempre mayor que el diámetro de la tubería de llegada.
- c) Se instalará válvulas en:
 - La tubería de entrada al tanque.
 - La tubería de salida del tanque.
 - La tubería de limpieza.
- d) El tanque deberá contar con una entrada de inspección con su respectiva tapa sanitaria.
- e) La abertura de acceso estará ubicada próxima a la tubería de entrada, para permitir su aforo.
- f) Es necesario que todas las tuberías en contacto con el medio ambiente y embebidas en H^o, sean de fierro galvanizado.
- g) La distancia entre el nivel máximo del agua en el tanque y a losa tapa, deberá ser de 30 cm. como mínimo, con el objetivo de contar con un espacio de aire ventilado.
- h) La altura de la base de la tubería de salida al piso del tanque será de 10 cm. como mínimo.
- i) Las pendientes de la losa de piso y losa tapa serán del 2%.

- j) Debe proveerse de un sistema de ventilación, dotado de protección, para evitar el ingreso de insectos y otros animales.

Tiempo de vaciado del tanque.- Como no es conveniente que el tanque quede fuera de funcionamiento un largo periodo de tiempo, se recomienda que el tiempo requerido para vaciar el tanque no exceda de 4 hrs.

$$t = \frac{2 * S * h^{0.5}}{m * w * (2g)^{0.5}}$$

Donde:

t = Tiempo de vaciado (seg).

S = Superficie del tanque (cm²).

h = Carga sobre el desagüe (cm).

w = Superficie de desagüe (cm²).

g = Aceleración de la gravedad (cm/seg²).

4.2.4.- RED DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución tiene como función el suministro de agua potable al consumidor en la cantidad, calidad y presión necesaria.

Caudal de Diseño.- La red de distribución ha sido calculada para satisfacer el consumo máximo horario.

Análisis hidráulico.- Como se trata de una red abierta, se utiliza para el cálculo el método de Hazen Williams, con la respectiva verificación de presiones en los puntos extremos.

Diámetros Mínimos.- En sistemas abiertos, el diámetro mínimo recomendable es de 3/4".

Velocidades.- La velocidad máxima está dada en función del material de la tubería. Las velocidades mínimas deberán garantizar la autolimpieza del sistema. En general, se recomienda un rango de velocidades de 0.30 a 2.00 m/seg.

Presiones.- En cualquier punto de la red y durante el periodo de la demanda máxima horaria, la presión dinámica mínima será de 5 m.c.a.

La presión estática máxima no será en ningún caso mayor a 70 m.c.a.

De acuerdo a la Norma Boliviana, el caudal mínimo de diseño a considerarse es de 0.15 lt/seg y como diámetro mínimo 1 plg. En la red principal y 3/4" en las terminales.

Conexiones Domiciliarias.- Se entiende por conexión domiciliaria a la conducción de agua desde la red de distribución a la llave final instalada en los predios de la vivienda.

La conexión domiciliaria deberá contar con los siguientes componentes básicos:

- Collarín de toma, abrazadera, tee derivadora.- Este accesorio deberá de ser de material anticorrosivo que garantice su durabilidad y fácil manejo, el diámetro mínimo de salida será de ½".
- Tubería de Conexión.- Es la tubería que interconecta la red con la vivienda, el diámetro mínimo será de ½". El material a emplearse sea el mismo que de la red (P.V.C).
- Llave de paso.- Será de tipo globo, instalada con unión universal, nicle hexagonal, protegida por una cámara de llaves con tapa y drenaje, que permitan se operabilidad. La llave de paso podrá instalarse 0.20 a 0.30 ml de la superficie del terreno y dentro del predio domiciliario.
- Pileta.- Constar de un parante de tubería que termine en un grifo o pila con una caja receptora de agua. El diámetro mínimo del parante deberá ser de ½" y preferentemente de F°G°, debiendo

sobresalir 1.10 ml del terreno. Cada grifo o pileta deberá estar provista de una zanja o pozo absorbente.

4.2.5.- PUENTE PASARELA

En la distribución se tiene provista la construcción de puentes pasarelas que se detallan a continuación:

CUADRO N° 4.7
PUNTES PASARELAS

Descripción	Cantidad	Longitud
Tubería F°G° D= 1½”	1.00	20.00
Tubería F°G° D= 1½”	1.00	30.00
Tubería F°G° D= ½”	1.00	50.00

En la pasarela se utilizar un cable principal de ¾”, mordazas de ½”, apoyadas en torres metálicas de 4” de diámetro, empotradas en anclajes de H°C°, con sus respectivas dimensiones de acuerdo a cálculo estructural, el cable de suspensión será de ¼”.

4.3.- DISEÑO OBRAS CIVILES

4.3.1.- LINEA ADUCCIÓN Y RED DISTRIBUCIÓN

El parámetro de diseño para la red según la Norma Boliviana para el área rural, es considerando el caudal máximo horario.

Para el cálculo de diseño de las tuberías, se determinó el caudal unitario por metro lineal de tubería, mediante un factor de cálculo de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Q_u = \frac{Q_d}{\Sigma L}$$

Donde:

Q_u = Caudal Unitario.

Q_d = Caudal Diseño = $Q_{\max.h} = 0.40$ lt/seg.

ΣL = Suma de Longitud de tubería con consumo = 5682.68 ml.

Por tanto:

$$Q_u = \frac{0.40}{5682.68} = 7.038932335 \cdot 10^{-5} \text{ lt / seg / ml.}$$

Para determinar la pérdida de carga de las tuberías en función del diámetro. Se utiliza la fórmula de Hazen Williams.

4.3.2.- DISEÑO DEL TANQUE DE REGULACION

La capacidad del tanque será igual al volumen que resulte mayor de los siguientes volúmenes.

- **Volumen de regulación**

$$Q_{\text{max. d}} = 0.18 \text{ lts/seg.}$$

$$V = 30\% * Q_{\text{max. d}}$$

$$V = 0.30 * 0.18 * 86.400$$

$$V = 4.665 \text{ m}^3$$

- **Volumen de reserva**

$$V = \frac{4}{24} * Q_{\text{max. d}} * 86.400$$

$$V = \frac{4}{24} * 0.18 * 86.400$$

$$V = 2.592 \text{ m}^3$$

Se asume un volumen del tanque será de 5.00 m³ por economía y con este volumen estamos asegurando el volumen de regulación y reserva que es un problema por la capacidad de la fuente en época de estiaje.

- **Altura económica**

$$h_e = 0.67 * \sqrt[5]{V}$$

$$h_e = 0.67 * (5)^{0.2}$$

$$h_e = 0.92 \text{ m}$$

Como:

$$V = a * b * h_e$$

Como $a = \frac{2}{3} * b$, para un sistema por gravedad y reemplazando valores en , despejando b tenemos:

$$b = \sqrt{\frac{3 * V}{2 * h}}$$

Reemplazando valores tenemos:

$$b = 2.85 \text{ m.}$$

$$a = 1.90 \text{ m.}$$

$$h = 0.92 \text{ m.}$$

Verificación del volumen

$$V = 1.90 * 2.85 * 0.92 \equiv 4.98 < 5$$

Medidas finales del tanque

$$a = 1.80 \text{ m. (Ancho)}$$

$$b = 1.80 \text{ m. (Largo)}$$

$$h = 1.60 \text{ m. (altura del nivel del agua)}$$

Verificación del volumen

$$V = 1.80 * 1.80 * 1.60 = 5.18 \geq 5 \text{ OK}$$

Tubería de desagüe

Según la Norma Boliviana, el tiempo de vaciado deberá estar entre 2 a 4 horas. La relación que nos permite calcular el vaciado es la siguiente expresión:

$$T = \frac{2 * S * \sqrt{h}}{m * w * \sqrt{2 * g}}$$

Donde:

T= Tiempo de vaciado (seg.)

S = Superficie del tanque (cm^2)

m= Coeficiente de contracción (0.60 a 0.65)

w= Superficie de desagüe (cm^2)

g = Aceleración de la gravedad (cm/seg^2)

h = Carga sobre el desagüe (cm)

Como: $h = 1.60 m. = 160 cm.$

$$S = 1.80 * 1.80 = 3.24 m^2 = 32400 cm^2$$

$$T = 2 hrs * 3600 seg. = 7200 seg.$$

$$g = 981 cm/seg^2$$

$$m = 0.65$$

Despejando w de la formula y reemplazando valores tenemos:

$$w = \frac{2 * 32400 * \sqrt{160}}{0.65 * 7200 * \sqrt{2 * 981}}$$

$$w = 3.94 cm^2$$

Como $w = \frac{\pi}{4} * D^2$ despejando D y reemplazando valores:

$$D = \sqrt{\frac{3.94 * 4}{3.1416}}$$

$$D = 2.23 cm = 0.88 plg.$$

Se adopta como tubería de desagüe D= 1plg

4.3.2.1.-DISEÑO DE LOS MUROS DEL TANQUE

Datos:

$$a = 0.20 mt.$$

$$l = 1.00 mt.$$

$$q = 0.20 \text{ mt.}$$

$$B = 1.20 \text{ mt.}$$

$$d = 0.20 \text{ mt.}$$

$$h = 1.60 \text{ mt. (altura del agua)}$$

$$h' = 1.80 \text{ mt.}$$

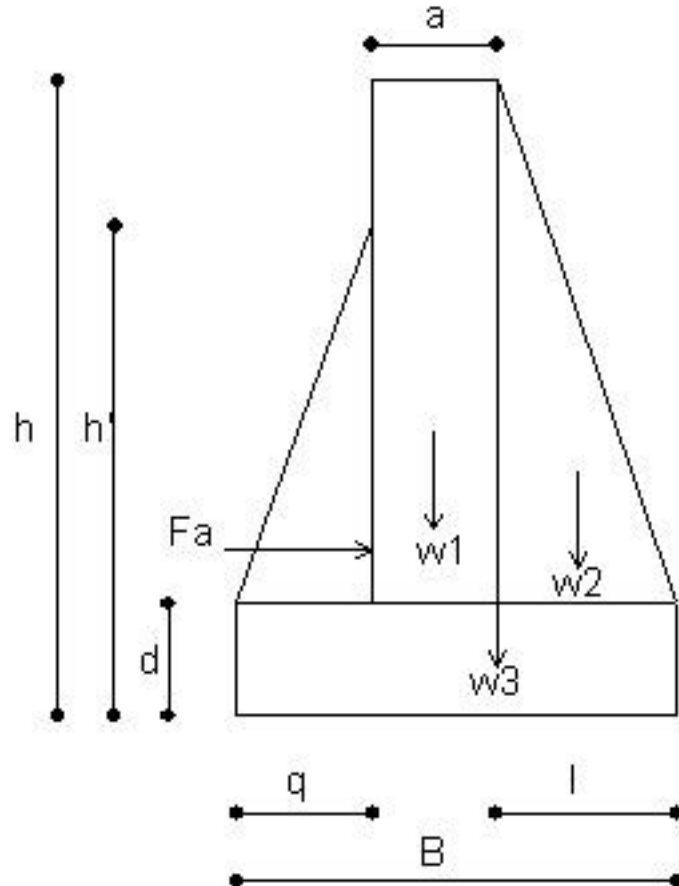
$$\rho_a = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (\text{Peso específico del agua})$$

$$\rho_{H^{\circ}C^{\circ}} = 2200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (\text{Peso Especifico del H}^{\circ}\text{C}^{\circ})$$

$$\mu = 0.70 \quad (\text{Coeficiente de Fricción})$$

FIGURA N° 4.1

FUERZAS ACTUANTES MURO DEL TANQUE



FUERZAS ACTUANTES

Fuerzas Horizontales

$$F_a = \frac{1}{2} * \rho_a * h^2 = \frac{1}{2} * 1000 * (1.60)^2 = 1280 \text{ Kg.}$$

$$\sum F_H = 1280 \text{ kg}.$$

Fuerzas Verticales

$$W_1 = \rho_c * a * h' = 2200 * 0.20 * 1.80 = 792 \text{ kg}$$

$$W_2 = \frac{1}{2} * \rho_c * 1 * h' = \frac{1}{2} * 2200 * 1.00 * 1.80 = 1980 \text{ kg}$$

$$W_3 = \rho_c * B * d = 2200 * 1.20 * 0.20 = 528 \text{ kg}$$

$$\sum F_v = 3300 \text{ kg}$$

MOMENTOS ACTUANTES

Momento de vuelco

$$M_v = F_a * \left(\frac{h}{3} + d \right)$$

$$M_v = 1280 * \left(\frac{1.60}{3} + 0.20 \right) = 938 \text{ Kg} - m$$

$$\sum M_v = 938 \text{ kg} - m$$

Momento resistente

$$M_{R1} = W_1 * \left(1 + \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{R1} = 792 * \left(1.00 + \frac{0.20}{2} \right) = 971.2 \text{ Kg} - m$$

$$M_{R2} = W_2 * \left(\frac{2}{3} * 1 \right)$$

$$M_{R2} = 1980 * \left(\frac{2}{3} * 1.00 \right) = 1320 \text{ Kg} - m$$

$$M_{R3} = W_3 * \left(\frac{B}{2} \right)$$

$$M_{R3} = 528 * \left(\frac{1.20}{2} \right) = 316.8 \text{ kg} - m$$

$$\sum M_R = 3608 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Posición de la resultante

$$x = \frac{\sum M_R - \sum M_V}{\sum F_V} = \frac{3608 - 938}{3300} = 0.80 \text{ m}$$

Excentricidad

$$e = \frac{B}{2} - x = \frac{1.20}{2} - 0.80 = -0.20 \text{ m}$$

Verificación del tercio central

$$\frac{B}{6} = \frac{1.20}{6} = 0.20$$

Como la condición es: $e \leq \frac{B}{6}$

Entonces: $-0.20 \text{ m} < 0.20 \text{ m}$, por tanto la resultante, se encuentra actuando dentro del tercio central.

Verificación al vuelco

Se usara un factor de seguridad $f_v \geq 2.00$

$$f_v = \frac{\sum M_R}{\sum M_V} = \frac{3608}{938} = 3.85 > 2.0 \Rightarrow OK$$

Verificación al deslizamiento

Se usara un factor de deslizamiento $f_d \geq 1.50$ y un coeficiente de fricción $\mu = 0.70$

$$f_d = \frac{\mu * \sum F_V}{\sum F_H} = \frac{0.70 * 3300}{1280} = 1.80 > 1.5 \Rightarrow OK$$

4.3.2.2.- DISEÑO DE LA LOSA DE HORMIGON ARMADO

Datos:

$$f_{ck} = 200 \text{ Kg} / \text{cm}^2 \quad (\text{Resistencia característica del hormigón})$$

$$\gamma_c = 1.50 \quad (\text{Coeficiente de minoración del hormigón})$$

$$f_{yk} = 4200 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

	(Límite elástico característico del acero)
$\gamma_s = 1.15$	(Coeficiente de minoración del acero)
$\rho_h = 2400 \text{ Kg} / \text{cm}^2$	(Peso específico del hormigón armado)
$l_x = 1.90 \text{ m}$	(Lado mayor de la losa)
$l_y = 1.90 \text{ m}$	(Lado menor de la losa)
$E = 2 * 10^6 \text{ Tn} / \text{m}^2$	(Modulo de elasticidad del hormigón)

Adopción del canto de la losa: h

Por recomendaciones de CBH-87, el canto h para losas apoyadas en sus cuatro bordes, en ningún caso será menor a:

$$h \geq 8 \text{ cm} \quad \text{ó} \quad h \geq \frac{1}{40}$$

$$h \geq \frac{190}{40} = 4.75 \text{ cm}$$

se adopta; $h = 8 \text{ cm}$

Análisis de cargas

Carga muerta de servicio; C_m

$$\text{Peso propio: } P_p = h * \rho_h = 0.08 * 2.400 = 192 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

$$C_m = 192 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

Carga viva de servicio: C_v

Sobrecarga de uso = 300Kg/m²

$$C_v = 300 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

Carga total de servicio: q

$$q = C_m + C_v$$

$$q = 192 + 300 = 492 \text{ Kg} / \text{m}^2 = 0.592 \text{ Tn} / \text{m}^2$$

Verificación de efectos triaxiales y de membrana

Según el CBH – 87, se especifica que:

$$a) \text{Si } \frac{h}{l} > \frac{1}{5} \quad \text{Existirán esfuerzos triaxiales}$$

$$b) \text{Si } \frac{w}{l} > \frac{1}{5} \quad \text{La losa funciona como membrana}$$

Luego:

$$\frac{h}{l} = \frac{0.08}{1.90} = 0.042 \ll \frac{1}{5}$$

Por tanto no existen esfuerzos triaxiales

$$w = \frac{0.001 * q * l^4 * m}{E * h^3}$$

Donde:

w= Flecha de la losa (m)

q= Carga total de servicio (Tn/m²)

l = longitud entre apoyos (m)

E = modulo de elasticidad del hormigón (2 x 10⁶ Tn/m²)

h = Canto de la losa (m)

m = coeficiente que depende de la relación ly/lx y del grado de empotramiento de la losa

Luego:

Con el valor de ly/lx = 1.90/1.90 = 1 y considerando a la losa como simplemente apoyada en sus cuatro bordes, de la Tabla 23.1 que propone Jiménez Montoya, se obtiene el valor de m=48.

Posteriormente se tiene:

$$w = \frac{0.001 * 0.492 * (1.90)^4 * 48}{2 \times 10^6 * (0.08)^3} = 0.00030$$

$$\frac{w}{h} = \frac{0.00030}{0.08} = 0.000375 \ll \frac{1}{5}$$

Por tanto, la losa no funcionará como membrana.

Calculo de los momentos de servicio

$$M_y^+ = 0.001 * q * l_y^2 * k$$

$$M_x^+ = 0.001 * q * l_y^2 * k$$

Con el valor de $l_y/l_x = 1.90/1.90=1$ y considerando a la losa como simplemente apoyada en sus cuatro bordes, de la Tabla 23.1 que propone Jiménez Montoya, se obtiene el valor de $k=42$.

Luego se tiene:

$$M_y^+ = 0.001 * 0.492 * (1.90)^2 * 42 = 0.074 \text{ Tn} - m$$

$$M_x^+ = 0.001 * 0.492 * (1.90)^2 * 42 = 0.074 \text{ Tn} - m$$

Calculo de la armadura

Con los momentos de servicios ya calculados, y valiéndose del ábaco de losas que propone Jiménez Montoya, correspondiente al tipo de acero y resistencia del hormigón indicados (Hormigón Armado Tomo II – serie rosa, pagina 165), se obtiene:

$$U = A_s * f_y d = 4.40 \text{ Tn}$$

Luego:

$$A_s = \frac{4.10 * 1.15}{4200} * 1000 = 1.12 \text{ cm}^2 / m$$

Usar ϕ de 10 mm c/15 cm

(En ambas direcciones)

Disposición de armaduras (ver planos de detalle)

Por recomendación del CBH-87, en las esquinas de las placas simplemente apoyadas, se debe disponer armadura a torsión en una zona cuadrada de longitud igual a $0.20 * l$ y con una cuantía igual o mayor al 75% de la armadura necesaria para resistir el mayor de los momentos principales de la placa, en ambas caras: superior e inferior.

Armadura a torsión:

$$A_{st} = 0.75 * A_s$$

$$A_{st} = 0.75 * 1.12 = 0.84 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Armadura mínima:

$$A_{\min} = 0.0018 * b * h$$

$$A_{\min} = 0.0018 * 100 * 8 = 1.44 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Como $A_{\min} > A_{st}$ entonces se usara la armadura mínima como armadura a torsión.

Usar ϕ de 10 mm c/15 cm

(En ambas direcciones)

4.3.2.3.- DISEÑO DE LA LOSA DE FONDO DE HORMIGÓN

ARMADO

Datos:

$f_{ck} = 200 \text{ kg/cm}^2$ (Resistencia característica del hormigón)

$\gamma_c = 1.50$ (Coeficiente de minoración del hormigón)

$f_{yk} = 4.200 \text{ kg/cm}^2$ (Límite elástico característico del acero)

$\gamma_s = 1.15$ (Coeficiente de minoración del acero)

$\rho_h = 2400 \text{ kg/cm}^2$ (Peso específico del hormigón armado)

$l_x = 1.90\text{m}$ (Lado mayor de la losa)

$l_y = 1.90\text{m}$ (Lado menor de la losa)

$E = 2 \times 10^6 \text{ Tn/m}^2$ (Módulo de elasticidad del hormigón)

Adopción del canto de la losa: h

Por recomendaciones de CBH – 87, el canto h para losas apoyadas en sus cuatro bordes, en ningún caso será menor a:

$$h \geq 8\text{cm} \qquad \text{ó} \qquad h \geq 1/40$$

$$h = 190/40 = 4.75 \text{ cm}$$

Se adopta; $h = 10 \text{ cm}$

Análisis de cargas

Carga muerta de servicio; C_m

$$\text{Peso propio: } P_p = h * \rho_h = 0.10 * 2.400 = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$C_m = 240 \text{ kg/m}^2$$

Peso del agua:

$$P_a = h_a * \rho_a = 1.60 * 1000 = 1600 \text{ Kg / m}^2$$

$$C_m = 240 + 1600 \text{ kg / m}^2 = 1840 \text{ kg / m}^2$$

Carga viva de servicio: C_v

No se considero ninguna sobre carga de uso

Carga total del servicio: q

$$q = C_m$$

$$q = 1840 \text{ Kg / m}^2 = 1740 \text{ Th / m}^2$$

Verificación de efectos triaxiales y de membrana

Según el CHB -87, se especifica que:

- a) Si $h/l > 1/5$ existirán esfuerzos triaxiales
- b) Si $w/h > 1/5$ la losa funciona como membrana

Luego:

$$\frac{h}{l} = \frac{0.10}{1.90} = 0.052 \ll \frac{1}{5}$$

Por tanto no existen esfuerzos triaxiales

$$w = \frac{0.001 * q * l^4 * m}{E * h^3}$$

Donde:

w= Flecha de la losa (m)

q= Carga total de servicio (Tn/m²)

l= Longitud entre apoyos (m)

E = Modulo de elasticidad del hormigón (2x10⁶ Tn/m²)

h= Canto de la losa (m)

m = Coeficiente que depende de la relación l y /l_x y del grado de empotramiento de la losa

Luego:

con el valor de ly/lx= 1.90/1.90=1 y considerando a la losa como simplemente apoyada en sus cuatro bordes, de la Tabla 23.1 que propone Jiménez Montoya, se obtiene el valor de m = 48.

Posteriormente se tiene:

$$w = \frac{0.001 * 1840 * (1.90)^4 * 48}{2 * 10^6 * (0.10)^3} = 0.00057$$

$$\frac{w}{h} = \frac{0.00057}{0.10} = 0.0057 \ll \frac{1}{5}$$

Por tanto, la losa no funcionará como membrana.

Calculo de los momentos de servicio

$$M_y^+ = 0.001 * q * ly^2 * k$$

$$M_x^+ = 0.001 * q * lx^2 * k$$

Con el valor de ly/lx=1.90/1.90=1 y considerando a la losa como simplemente apoyada en sus cuatro bordes, de la Tabla 23.1 que propone Jiménez Montoya, se obtiene el valor de k=42.

Luego se tiene: $M_y^+ = 0.001 * 1.840 * (1.90)^2 * 42 = 0.27Tn - m$

$$M_x^+ = 0.001 * 1.840 * (1.90)^2 * 42 = 0.27Tn - m$$

Calculo de la armadura

Con los momentos de servicios ya calculados, y valiéndose del ábaco de losas que propone Jiménez Montoya, correspondiente al tipo de acero y resistencia del hormigón indicados (Hormigón Armado Tomo II – serie rosa, página 165), se obtiene:

$$U = A_s * f_{yd} = 8.00 Tn$$

Luego:

$$A_s = \frac{8.00 * 1.15}{4200} * 1000 = 2.19 \text{ cm}^2 / m$$

Usar ϕ de 10mm c/15cm

(En ambas direcciones)

4.2.3.- .PUENTE PASARELA L=50m

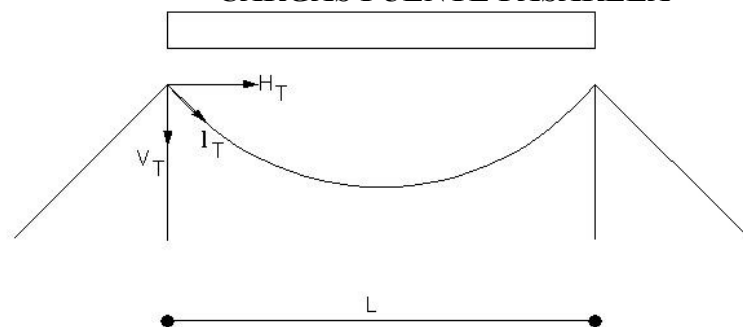
L= 50.0 m

F= 4.30 m

$\alpha = 26,57^\circ$

FIGURA N° 4.2

CARGAS PUENTE PASARELA



ANALISIS DE CARGAS

Peso cable	= 1.83 kg/m	
Peso Tub. D= 3/4"	= 0.76 kg/m	
Peso Agua D =3/4"	= 0.29 kg/m	
TOTAL	= 2.88 kg/m	
Por efecto del viento	= 15% *2.88	
	= 0.432 kg/m	
Peso total = 2.88 + 0.432	= 3.312 kg/m	P = 3.312 kg/m

CÁLCULO DE LAS TENSIONES

TENSIÓN EN EL CABLE

Datos:

Flecha = 4.20 m

P = 3.312 kg/m

$$T = \frac{T * L^2}{8 * f} * \sqrt{1 + 16 * n^2} = \frac{3.312 * (50)^2}{8 * 4.2} * \sqrt{1 + \frac{16 * (4.2)^2}{(50)^2}}$$

$$T = 259.967 \text{ Kg}$$

TENSIÓN HORIZONTAL EN EL CABLE

$$H = \frac{P * L^2}{8 * f} = \frac{3.312 * (50)^2}{8 * 4.20}$$

$$H = 246.428 \text{ Kg}$$

LONGITUD DEL CABLE

La longitud del cable entre torres es:

$$L = L + \left(1 + \frac{8}{3}n^2 + \frac{32}{5}n^4\right) = 50 + \left(1 + \frac{8}{3}\left(\frac{4.20}{50}\right)^2 + \frac{32}{5}\left(\frac{4.20}{50}\right)^4\right)$$

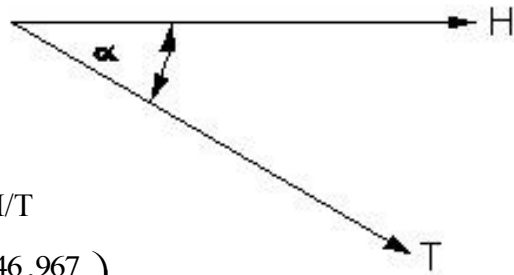
$$L = 51.02 \text{ m}$$

CÁLCULO DEL ÁNGULO

T = 259.967 Kg

H = 246.428 Kg

FIGURA N° 4.3
CALCULO ÁNGULO DEL CABLE



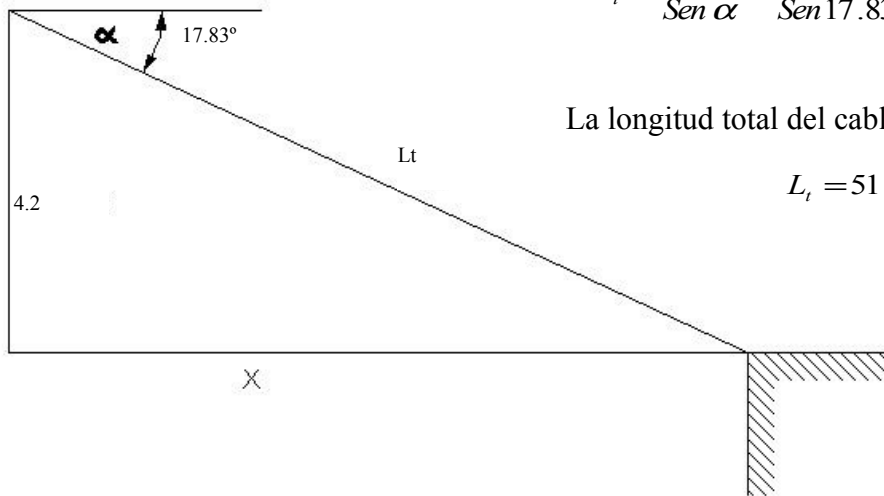
$$\cos \alpha = H/T$$

$$\alpha = \cos^{-1}\left(\frac{246.967}{259.428}\right)$$

$$\alpha = 17.83$$

La longitud del cable de la torre al bloque de anclaje:

$$L_i = \frac{h}{\text{Sen } \alpha} = \frac{4.20}{\text{Sen } 17.83} = 13.71 \text{ m}$$



La longitud total del cable principal será:

$$L_t = 51.02 + (13.71 * 2) = 78.44 \text{ m}$$

POSICIÓN DEL ANCLAJE CON RESPECTO AL PARANTE

$$x = \frac{4.20}{\text{Tan } \alpha} = \frac{4.20}{\text{Tan } 17.83} = 13.05 \text{ m}$$

CÁLCULO DE LA REACCIÓN VERTICAL

$$V_T = 2 * T * \text{Sen}(17.83)$$

$$V_T = 2 * 259.967 * \text{Sen}(17.83)$$

$$V_T = 159.200 \text{ Kg}$$

PENDOLONES

LONGITUD DE PENDOLONES

Para el cálculo de las longitudes de los pendolones, obtenemos las ecuaciones de la parábola del cable principal.

$$Y = \frac{4 * f * X^2}{L^2} = \frac{4 * 4.20}{50^2} * X^2 = 0.00672 * X^2$$

$$L_p = 1.20 + 0.00672 * X^2$$

CUADRO N° 4.8

CÁLCULO DE LONGITUDES DE PENDULONES

Posic	X	Lp	Cant	Long Neta
0	0.00	1.2	1	1.2
1	2.25	1.23	2	2.46
2	6.75	1.51	2	3.02
3	11.25	2.05	2	4.10
4	15.75	2.86	2	5.72
5	20.25	3.95	2	7.9
6	25.00	5.4	2	10.8

DIMENSIONAMIENTO DEL CABLE

Utilizamos un cable de las siguientes características:

Tr = 11950 Kg/cm² Resistencia de rotura a la tracción

$\gamma_s = 3$ Coeficiente de seguridad

$$T_t = \frac{11950}{3} = 3983.333 \text{ Kg / m}$$

$$T_t = \frac{T}{A} \quad A = \frac{T}{T_t} = \frac{259.967}{3983.333} \quad A = 0.065 \text{ cm}^2$$

Área necesaria = 0.065 cm²

Si adoptamos un diámetro de 3/8" = 0.9525 cm con un área de:

$$A = \frac{3.1416}{4} * (0.9525)^2 = 0.713 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{necesaria}} < A_{3/8''}$$

$$0.065 \text{ cm}^2 < 0.713 \text{ cm}^2 \text{ OK}$$

DISEÑO DE LOS PENDOLONES

- Tensión admisible = 4200 kg/cm²
- Separación de los pendolones = 4.50

$$P = 3.312 * 4.5 = 14.90 \text{ kg}$$

$$\text{Área} = 14.90 / 4200 = 0.00354 \text{ cm}^2$$

El resultado del cálculo se determina utilizar el mínimo diámetro comercial

Usar $\phi = 1/2''$

DIMENSIONAMIENTO Y TIPO DE MATERIAL

Adoptamos una tubería de $\phi = 2 1/2''$ de diámetro con las siguientes características

$$T_{adm} = 204 \text{ kg/cm}^2$$

$$D_{interior} = 6.35 \text{ cm}$$

$$D_{exterior} = 7.05 \text{ cm}$$

$$A = \frac{3.1416}{4} * (D^2 - d^2) \quad A = \frac{3.1416}{4} * ((7.05)^2 - (6.35)^2)$$

$$A = 7.367 \text{ cm}^2$$

$$T_t = R_d / A = (1.60 * 159.20) / 7.367 = 34.57 \text{ kg / cm}^2$$

$$T_{adm} = 204 \text{ kg / cm}^2 > T_t = 34.57 \text{ kg / cm}^2 \text{ OK}$$

DISEÑO DE LA ZAPATA

$$N_d = 1.6 * 159.20 = 254.72 \text{ KG}$$

$$\text{Terreno} = 0.5 \text{ Kg / cm}^2$$

$$T_{terreno} = N_d / A_{nec} \quad A_{nec} = N_d / \text{Terreno} \quad A_{nec} = 257.72 / 0.50 = 509.44 \text{ cm}^2$$

$$B = \text{SQR}(509.44) \quad b = 22.57 \text{ cm}$$

Por razones constructivas, adoptaremos dimensiones de 1.0m * 0.80m * 0.70m

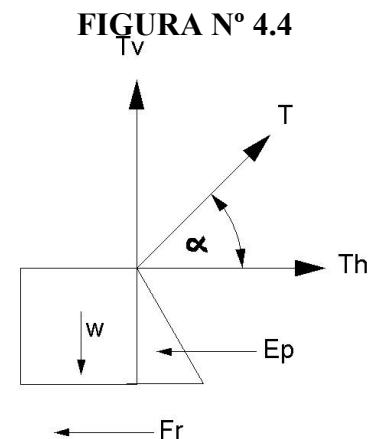
CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE ANCLAJE

$$T = 259.967 \text{ kg}$$

$$T_H = 247.481 \text{ kg}$$

$$T_V = T * \sin \alpha = 259.967 * \sin(17.83^\circ)$$

$$T_V = 79.60 \text{ kg}$$



VERIFICACIÓN AL DESLIZAMIENTO

Adoptamos las siguientes dimensiones

$$a = 1.00$$

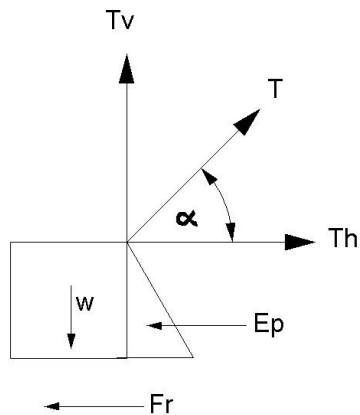
$$b = 0.80$$

$$h = 0.70$$

$$\text{Peso del bloque} = 2300 * 1.00 * 0.80 * 0.70$$

$$W_p = 1288 \text{ kg}$$

FUERZAS QUE SE OPONEN AL DESLIZAMIENTO



EP = Empuje pasivo (del Relleno)

Fr = Fuerza de rozamiento

Cr = Coeficiente de rozamiento = 0.60

Wp = Peso del bloque

T = Tensión del cable

G_s = Peso específico del terreno

FIGURA N° 4.5

EMPUJE PASIVO

$$E_p = (G_s * H^2 * K_p * a) / 2$$

$$K_p = \tan^2(45 + \phi/2) = \tan^2(45 + 30/2)$$

$$K_p = 3.0$$

$$E = (1700 * 0.7^2 * 3 * 1.00) / 2$$

$$E_p = 1249.5 \text{ kg}$$

FUERZA DE ROZAMIENTO

$$F_r = (W_p - T_v) * 0.60 = (1288 - 79.60) * 0.60 = 725.04$$

F_t = Fuerza que se opone al deslizamiento

$$F_t = E_p + F_r = 1249.5 + 725.04 = 1974.54 \text{ kg}$$

VERIFICACIÓN AL DESLIZAMIENTO

$$C_{sd} = \frac{F_t}{T_h} = \frac{1974.54}{247.481} = 7.97 > 1.50 \text{ OK}$$

CAPÍTULO IV
INGENIERÍA DEL PROYECTO

CAPÍTULO V
PRESUPUESTO Y ESTRUCTURA FINANCIERA

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.- CONCLUSIONES

Como conclusiones del presente proyecto podemos decir lo siguiente:

- La distancia y el lugar de captación reúne las condiciones necesarias para la conducción del agua por gravedad.
- En la comunidad, se plantea un sistema independiente, debido a la topografía y la distancia, desde el tanque de almacenamiento hasta la última vivienda de la comunidad, para así poder contar con un comité de agua de la comunidad propio el cual pueda administrar y manejar dicho sistema.
- En la fuente utilizada para el presente proyecto, no existe información de caudales y precipitaciones. Esta información básica ha sido suplida por aforos en época de estiaje, por lo que se tuvo que tomar en cuenta estaciones pluviométricas cercanas para poder llevar adelante el análisis hidrológico.
- Se plantea la construcción de una Cámara Recolectora, tendido de tubería en la línea de aducción, construcción de cruces suspendidos sobre el río y quebradas, construcción de un tanque de regulación, cámara rompe presión, tendido de tubería de la red matriz y conexiones domiciliarias en cada sistema.
- Con la implementación del servicio de agua potable, se lograra, contribuir a mejorar los indicadores actuales de salud y elevar el nivel de vida de los pobladores de la Comunidad de “Pajchani”, lo que se constituye como el objetivo fundamental del proyecto.

6.2.- RECOMENDACIONES

Como recomendaciones podemos indicar:

- Dado el uso irracional del agua, realizar la concientización a la población sobre el uso adecuado del agua.
- Realizar la limpieza de sedimentos de la cámara recolectora, después de cada crecida de la quebrada.

- Realizar un adecuado mantenimiento del sistema de agua
- Control y seguimiento del sistema de agua.
- El proceso de Capacitación debe necesariamente realizarse durante la ejecución del proyecto.

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO V

PRESUPUESTO Y ESTRUCTURA FINANCIERA

5.1.- INFORMACIÓN BÁSICA PARA EL PRESUPUESTO

Todos los insumos como materiales, maquinaria pesada y mano de obra calificada, provendrán de la ciudad de Tarija. Por esta razón para la elaboración del presupuesto de precios unitarios se han considerado precios de esta ciudad.

Los precios han sido actualizados considerando las últimas variaciones de precios de material.

En la región existe suficiente cantidad de mano de obra no calificada y calificada para la ejecución del proyecto.

5.1.1.- ANÁLISIS DE COMPUTOS METRICOS

Los cómputos métricos se reducen a la medición de longitudes, superficies y volúmenes de las diferentes partes de la obra, recurriendo para ello a la aplicación de formulas geométricas y trigonometricas, cómputos métricos, medición de volúmenes y cubicajes son palabras equivalentes.

Esta definición tan simple aparentemente, significa para el calculista requerir de una serie de conocimientos prácticos del procedimiento constructivo de una obra, así como también de la adopción de un método apropiado para el proceso de computación.

El sistema aconsejable para la determinación de volúmenes es como sigue:

Ajustarse a los planos, los planos deben de estar preferentemente dimensionados, de manera que el calculista pueda efectuar las mediciones ajustándose estrictamente a ellos.

Exactitud en la medición, la medición debe ser lo más exacta posible en forma general para evitar valores falsos y se debe tener mayor cuidado cuando se trata de ítems de gran costo, en las cuales una pequeña diferencia en los volúmenes acarrea

una gran diferencia en el costo parcial, es importante no perder de vista que las superposiciones en la medición deben evitarse.

5.1.2.- ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Un precio unitario se halla formado por la adición de los siguientes rubros:

- a) Costo de materiales
- b) Costo de mano de obra (incluyendo beneficios sociales)
- c) Desgaste de herramienta
- d) Gastos generales
- e) Utilidad

a) Costo de Materiales.- Este rubro nos proporciona el primer elemento del precio unitario y es el resultado de la aplicación de la cantidad de materiales que forman parte de una obra por su precio unitario.

Para el cálculo de un presupuesto es preciso contar con una lista completa de materiales y sus precios, como así mismo el costo de transporte hasta el pie de la obra. La cantidad de materiales se determina mediante un estudio analítico, en el cual se considera el insumo que arroja cada uno de sus componentes al que se adiciona las pérdidas producidas por cortes resultantes de la colocación, rotura y fractura.

b) Costo de Mano de Obra.- El costo de la mano de obra se halla condicionado a dos factores: el precio que se paga por ella o salario y el tiempo de ejecución de la unidad de obra o rendimiento, no se debe de perder de vista que los rendimientos de los obreros varían también a lo largo de una jornada de trabajo, pues al inicio está descansado después de una noche es evidentemente muy superior comparado con las últimas horas del día cuando el obrero ya se encuentra cansado.

c) Desgaste de Herramienta.- Este rubro es considerado generalmente como un porcentaje de la mano de obra y difiere con relación a las diversas maneras como intervienen en las diferentes obras. Este rubro está destinado a la reposición de herramientas y equipos que son propiedad de la empresa proporcionados a los obreros

para la ejecución de obras. Si no se toma en cuenta este valor, al cabo de cierto tiempo la empresa se verá en dificultades por no poder reponer el capital que normalmente significa fuertes inversiones.

d) Gastos Generales.- los gastos de una empresa durante la ejecución de una obra son de diversa índole y origen, algunos de los cuales pueden ser fácilmente identificados y definidos como el caso de insumo de materiales, de la mano de obra, en cambio existen otros gastos que siendo imputables a la obra misma no son claramente determinados porque no intervienen en forma directa y no pueden ser asignados a ninguno de los rubros anteriormente mencionados.

Todos estos gastos de difícil concepción debe y forman parte del precio unitario se clasifican en: Gastos Administrativos, Gastos de Obra, Gastos de Financiamiento.

e) Utilidad.- la utilidad es el beneficio que busca la empresa en la realización de las obras, y por consiguiente su fijación es de difícil determinación, este rubro puede considerarse como un elemento de alternativa en el cálculo del costo pues se puede considerar como una variable condicionada a las circunstancias eventuales de la empresa.

5.1.3.-COSTO TOTAL DEL PROYECTO

El costo total de una obra será más exacto cuanto mayor sea el conocimiento de los elementos que constituyen el precio de Aplicación, cada uno de ellos se halla condicionado a una serie de factores de los cuales algunos son conocidos o son de fácil determinación mientras que otros están sujetos a la estimación o criterio del calculista.

5.2.- COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Considerando que estos proyectos deben ser autosostenibles en el tiempo y con el fin de garantizar la vida útil de los mismos, se ha visto por conveniente hacer un análisis de los costos de operación y mantenimiento del sistema de Pajchani.

Estos costos comprenden gastos de personal administrativo y operativo

5.2.1.- ESTRUCTURA TARIFARIA

Para la fijación, se ha tomado en cuenta los siguientes costos mínimos, los que serán distribuidos entre todos los beneficiarios del sistema.

El costo anual del personal, herramientas, materiales e insumos que demandan la operación del sistema se muestran a continuación

CUADRO N° 5.1
COSTOS DE OPERACIÓN UNITARIOS Y TOTALES EN (Bs./mes) y
(Bs./año)

Pasos a Seguir	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.(Bs.)	Subtotal
	CALCULO COSTO ANUAL DE PRODUCCION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (CPOM)				
CPOM= Salarios Personal operativo + gastos de energía + gastos de herramientas + gastos en materiales (Bs./años)	Salario Operador	salario	12.00	750.00	9000.00
	Cambio de Bomba en Filtros	pieza	2.00	600.00	1200.00
	Llave de Oblea	pieza	2.00	50.00	100.00
	Albates	pieza	1.00	15.00	15.00
	Llave Crossen	pieza	1.00	25.00	25.00
	Herramienta Mecánica	pieza	1.00	15.00	15.00
	Tarrazo Múltiple (5 años vida útil)	pieza	0.33	200.00	66.00
	Presna (5 años vida útil)	pieza	0.33	400.00	132.00
	Cables y Ties	pieza	10.00	3.50	35.00
	Tuberías	m	100.00	8.00	800.00
	Cemento	bolsa	6.00	50.00	300.00
	Otros en caso de emergencia	glo bal	1.00	2000.00	2000.00
Costo Pro d. Operación y Mant.	Bs./año				13688.00

COSTOS DE ADMINISTRACIÓN

Se indicarán los costos anuales en personal, equipamiento, material, papelería y otros que corresponde a una eficiente gestión administración del comité de agua potable.

CUADRO N° 5.2
COSTOS DE ADMINISTRACIÓN (Bs./año)

Pasos a Seguir	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.(Bs.)	Subtotal
	CALCULO COSTO ANUAL DE ADMINISTRACION (CA)				
CA= Salarios personal administrativo + gastos de servicio + gasto de material de escriorio (Bs./año)	Salario tesoro	salario	12.00	600.00	7200.00
	Salario Contador (parcial)	salario	12.00	600.00	7200.00
	Pago energía eléctrica	mes	12.00	30.00	360.00
	Material escritorio	glo bal	1.00	500.00	500.00
	Teléfono Recibo	glo bal	1.00	250.00	250.00
	Transporte	mes	24.00	50.00	1200.00
	Costo Anual Administración (CA)	Bs./año			

Otros costos

CAR = (Costo de los equipos/periodo de vida util)	CALCULO COSTO DE REEMPLAZO DE EQUIPOS (CAR)					
	Hipoclorador (3 años vida util)	Hipoclorador	0.33	2000.00	660.00	
	Reemplazo rejilla Tratamiento (4 años v.u.)	rejilla	0.25	600.00	150.00	
	Costo Anual Reemplazo Equipo (CAR)	Bs/año			810.00	
COSTO TOTAL ANUAL DE SERVICIO (CA + CPOM + CAR)					Bs /año	31208.00

Número de Volumetrico	CALCULO DEL DENOMINADOR		
	Caudal Captado	l/s	1.4
	Volumen de Agua Captado	m ³ /año	44150.4
	Pérdidas Estimadas	%	30%
Volumen de Agua Contabilizado	m ³ /año	30905.28	

Donde para el cálculo de la tarifa media por suscriptor se tiene los valores siguientes:

$$CA = 16,710.0 \text{ Bs/año}$$

$$CPOM = 13,688.0 \text{ Bs/año}$$

$$CAR = 810 \text{ Bs/año}$$

$$V = 30,905.28 \text{ m}^3/\text{año}$$

CÁLCULO DE LA TARIFA POR SUSCRIPTOR (TMS)

1ª Modalidad: Tarifa para Administración, operación y mantenimiento

$$\text{Formula: } TMS = \frac{(CA + CPOM)}{V} = 0.98 \text{ Bs} / \text{m}^3$$

2ª Modalidad: Tarifa para Administración, operación, mantenimiento y reemplazo

$$\text{Formula: } TMS = \frac{(CA + CPOM + CAR)}{V} = 1.01 \text{ Bs} / \text{m}^3$$

Según los reglamentos de la ley N° 2066 señalados en el Capítulo 1 “Marco Legal y Normativa Tarifaria” de este Manual el consumo mínimo es de 5 m³.

El consumo mínimo establecido para este sistema de agua potable en la comunidad de Pajchani (que corresponde a la zona de los valles) se asume de 6m³ por punto de conexión.

Por lo que la tarifa básica será

$$T_b = 6 \text{ m}^3/\text{mes} \times 1.01 \text{ Bs}/\text{m}^3 = 6.06$$

$$T_b = 6.50 \text{ Bs}/\text{mes. (Por conexión)}$$

5.2.- PRESUPUESTO DE ESTRUCTURA POR MODULO

5.2.1.- PRESUPUESTO TOTAL DE INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO.

El presupuesto general de inversión del proyecto corresponde a la suma de todos componentes que conforman la infraestructura, la cual se detalla a continuación:

CUADRO N° 5.3

PRESUPUESTO DE LA INFRAESTRUCTURA

N°	ACTIVIDAD	P.PARCIAL (Bs)
I	PAJCH01: OBRAS PRELIMINARES	12,885.93
II	PAJCH02: OBRA DE TOMA Y DESARENADOR	69,499.52
III	PAJCH03: ADUCCION	26,239.53
IV	PAJCH04: TANQUE SEMIENTERRADO CAP. 5M3	65,115.14
V	PAJCH05: DISTRIBUCION	395,534.82
VI	PAJCH06: ESTRUCTURAS DE PASO	38,306.55
VII	PAJCH07: CONEXIONES DOMICILIARIAS	24,747.93
TOTAL CONSTRUCCIÓN (Bs)		632,329.42

5.3.- ESTRUCTURA FINANCIERA

El presupuesto general de la inversión del proyecto corresponde a la suma de dos componentes que conforma el proyecto, la ejecución de la infraestructura y la supervisión del proyecto.

N°	COMPONENTE	DESCRIPCION	PRECIO(Bs)	PRECIO (\$US)
1	I	Infraestructura	632329.42	89565.07
2	II	Supervision	29700	4206.80
TOTAL			662029.42	93771.87
T.C. = 7.06 Bs/\$us				

5.4.- CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.

En la sección de anexos se muestra el cronograma de ejecución de la obra el cual se llevó adelante mediante el Diagrama de Gantt o barras.

