

CAPÍTULO I (INTRODUCCIÓN)

1.1 Título del Proyecto

“Diseño Hidráulico del Sistema de Agua Potable Comunidad de Santa Ana la Nueva zona Barbecho”

1.2 Problema actual

El agua potable un servicio básico e indispensable para el desarrollo de los pueblos, considerada como la principal demanda de las urbes.

Es en este sentido, que Bolivia, un país tercermundista en proceso de desarrollo, se ha dado la tarea de incrementar la cobertura de este servicio, aumentando considerablemente desde 1990 con altas inversiones en el sector. Sin embargo, la realidad refleja que la cobertura y la calidad de servicio siguen siendo las más bajas del continente. La inestabilidad política e institucional ha contribuido a la debilitación de las instituciones del sector a nivel nacional y de muchas instituciones locales.

Según el Director ejecutivo de la autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y saneamiento básico (AAPS), las coberturas de agua potable en el 2010 eran:

(Cuadro 1.1) Coberturas del agua potable en Bolivia

		% Total
Agua Potable	Area Urbana	68%
	Area Rural	44%

Fuente: <http://www.eabolivia.com/economia>

Elaboración: por: AAPS, mediante un monitoreo general (2010).

En el (Cuadro 1.1), vemos gran deficiencia entre las conexiones urbanas y rurales hecho que al pasar de los años se han ido agravando por un crecimiento poblacional desmedido y la falta de financiamiento.

No debemos olvidar que el agua potable es una necesidad, Las localidades que actualmente cuenten con los servicios de agua potable ya no necesitarán que sus habitantes (principalmente mujeres y niños) caminen largas distancias para llevar

a su vivienda uno o dos cántaros de agua, que escasamente cubrían las necesidades de consumo y así como la preparación de alimentos de su familia. Como también podrán contrarrestar infecciones intestinales como diarrea, cólera y tifoidea, al mismo tiempo que podrán satisfacer otras necesidades como el aseo personal y lavado de ropa dentro de sus viviendas.

1.2.1 Planteamiento del problema

La ejecución de proyectos de “Sistemas de Agua Potable”, nace de un largo proceso de demanda comunal y provincial de varias décadas atrás, encabezada principalmente por este tipo de comunidades; donde la falta del recurso hídrico tanto para consumo humano, como también para agua de riego, es un común denominador.

Año a año y cada vez con mayor intensidad se tiene una dramática situación de sequía ocasionado por el déficit hídrico, haciendo que las tradicionales obras de toma (tirolesa, directa, etc.) queden colgadas, debido a que el caudal no es suficiente, provocando que la población quede sin agua para el consumo y que pierda sus cosechas, por tanto, la recesión en el crecimiento del nivel de vida y económico, que sufren sus habitantes, son indicadores que definen las posibilidades del desarrollo de la región y la satisfacción de sus demandas de agua.

La falta de agua potable en la comunidad de Santa Ana la Nueva zona Barbecho, ha ido incrementando considerablemente en los últimos años, volviéndose un tema de preocupación de sus habitantes.

En la actualidad la comunidad se abastece de agua superficial de diferentes fuentes: quebradas, arroyos y manantiales, mediante micro sistemas de tuberías.

Estos microsistemas no llegan a abastecer a la totalidad de la población, siendo la parte más baja la más afectada, por este motivo las fuentes, están sujetas a variaciones de caudal, que en su mayoría se secan en épocas de estiaje ocasionando molestias en esta población.

Este es quizás el principal problema por el cual la comunidad no se ha desarrollado más, tomando en cuenta la cercanía del mismo a la ciudad, ubicada aproximadamente Santa Ana la Nueva a 15 km de la ciudad de Tarija, y Barbecho a 2 km entrando camino hacia Yesera.

1.2.2 Formulación del problema

¿Hace falta un sistema de agua potable en la comunidad de Santa Ana la Nueva zona Barbecho, que suministre agua apta para el consumo humano en la cantidad y calidad necesaria?

Un sistema de agua potable para esta comunidad es de evidente necesidad, y que conlleva una alta inversión económica, que no podrá ser pagada por parte de los comunarios, y por tanto deberán buscar financiamiento del estado.

Se pretende encarar el problema situado, mediante el diseño hidráulico de un sistema de agua potable, ofertando a los comunarios de Santa Ana la Nueva zona Barbecho, las facilidades que sobrelleva el servicio. De esta manera crear la conciencia de salud e higiene, que eleven la calidad de vida.

1.2.3 Sistematización del problema

Se debe tomar en cuenta las variables que forman parte de la pregunta principal que identifica el problema, siendo las respuestas las que permitan. La orientación a la formulación del objeto del proyecto, esto es lo que se denomina sistematización del problema.

- ¿Qué problemas conlleva la falta de un sistema de agua potable, para la comunidad de Santa Ana la Nueva zona Barbecho?
- ¿El sistema de agua potable, reducirá las enfermedades gastrointestinales por el consumo de aguas no tratadas?
- ¿Qué perspectivas hacia el aprovechamiento del agua potable se creará en la población favorecida?

1.3 Objetivos del proyecto

1.3.1 Objetivo general

- Elevar el nivel de calidad de vida de los habitantes de la Comunidad Santa Ana la Nueva zona Barbecho.

1.3.2 Objetivos específicos

La realización del presente diseño hidráulico apuntará a:

- ✓ Garantizar un suministro de agua potable, apta para el consumo humano.

- ✓ Distribuir el agua de manera domiciliaria, de tal manera que se elimine la inversión del tiempo para conseguir el líquido elemento.
- ✓ Suministrar el agua potable, de manera permanente sin crear molestias ni desconformidad por el sistema de agua potable.
- ✓ Disminuir las enfermedades gastrointestinales, provocadas por el consumo de aguas no tratadas.
- ✓ Mediante el sistema de agua potable aportar condiciones de habitabilidad, de manera de reducir la migración de los pobladores de la zona.

1.4 Justificación del proyecto

“El saneamiento básico es un indicador importante para medir la pobreza, y el acceso adecuado al agua y a los servicios de saneamiento. La escasez nace de la desigualdad, la pobreza y el poder, pero no en la carencia de la disponibilidad física del agua”.

De acuerdo con el informe del Ministerio de Medio Ambiente, el área urbana de Bolivia hay una cobertura de 62 %, y sumado con el porcentaje del área rural, se tiene en total 63 % de personas con acceso al agua potable en el país.

Estas cifras alarmantes, se plasman en la realidad que vive esta comunidad:

- ✓ En el bajo nivel de vida, a causa de poca higiene deteriorando su salud.
- ✓ La alta vulnerabilidad ante enfermedades gastrointestinales.
- ✓ El retraso económico, incide el invertir tiempo en acarrear agua desde puntos lejanos.

1.4.1 Justificación académica

Aplicar los conocimientos adquiridos en el diseño de: “sistemas de agua potable, diseño de obras hidráulicas y materia afines”, de tal manera de interactuar el campo teórico con la aplicación práctica que conlleva el “Diseño Hidráulico del Sistema de Agua Potable a la Comunidad de Santa Ana la Nueva zona Barbecho”. Razones que argumentan el deseo de verificar, rechazar o aportar aspectos teóricos prácticos referidos al objeto del perfil.

1.4.2 Justificación técnica

Realizar el “diseño hidráulico de un sistema de agua potable para la comunidad de Santa Ana la Nueva zona Barbecho”, determinando la ubicación de los componentes del sistema, como el cálculo correspondiente a su diseño de los mismos, buscando que el sistema sea económico y técnicamente aceptable.

1.4.3 Justificación social

El agua potable es un servicio básico de dependencia humana, que toda población necesita para llevar un buen desarrollo de vida saludable. Es en este sentido que el “Diseño Hidráulico del Sistema de Agua Potable de la Comunidad de Santa Ana la Nueva zona Barbecho”, servirá a la mencionada comunidad como una propuesta técnica para buscar financiamiento.

1.4.4 Justificación institucional

Se realizará este proyecto de ingeniería con el propósito de contribuir la extensión universitaria en la sociedad, apoyando técnicamente en la realización del “Diseño Hidráulico del Sistema de Agua Potable Comunidad de Santa Ana la Nueva zona Barbecho”, siendo adecuado a las necesidades de esta comunidad, lo que generaría un mejoramiento de aprovisionamiento de agua potable en la región del proyecto.

1.5 Marco de referencia

Para desarrollar la presente propuesta, es necesario definir los alcances y la metodología a emplear. Para lo cual se debe contar con la debida información y sobre todo definir todas las variables que limitarán el perfil del proyecto.

1.5.1 Marco teórico

➤ Red de abastecimiento de agua potable

La red de abastecimiento de agua potable es un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar, el agua potable hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural relativamente densa.

➤ **Almacenamiento de agua**

El almacenamiento del agua tiene la función de compensar las variaciones horarias del consumo, y almacenar un volumen estratégico para situaciones de emergencia, como por ejemplo incendios. Existen dos tipos de tanques, tanques apoyados en el suelo y tanques elevados, cada uno dotado de dosificador o hipoclorador para darle el tratamiento y volverla apta para el consumo humano.

➤ **Obras de Captación**

Las obras de captación son estructuras y/o dispositivos que permiten el aprovechamiento y explotación racional del agua de una fuente determinada en forma continua, segura y sin detrimento de las condiciones hidrológicas, geológicas y ecológicas en los alrededores o aguas abajo de la obra de captación.

➤ **Aducción de Agua**

Se denomina aducción, al conjunto de tuberías, canales, túneles, dispositivos y obras civiles que permiten el transporte del agua, desde la obra de captación hasta la planta de tratamiento, tanque de almacenamiento o directamente a la red de distribución.

➤ **Aducción por gravedad**

- Aducción por conductos y canales a superficie libre, en la que el agua se conduce a una presión igual a la atmosférica, pueden ser túneles, tuberías y canales en general.
- Aducción por conductos cerrados a presión, en la que el agua se conduce a presiones superiores a la presión atmosférica, son generalmente tuberías de agua a sección llena.

En lo posible debe utilizarse la aducción por conductos cerrados a presión, debido a las dificultades que presentan los canales en su construcción y mantenimiento, pero fundamentalmente debido a que están más expuestos a contaminación.

1.5.2 Marco conceptual

➤ **Calidad del agua.-** Se expresa mediante la caracterización de los elementos y compuestos presentes, en solución o en suspensión, que desvirtúan la composición original.

- **Capacidad de almacenamiento.-** Volumen de agua que puede ser almacenado en un tanque.
- **Captación.-** Estructura o conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de la fuente.
- **Caudal máximo diario.-** Consumo máximo durante 24 horas observado en el periodo de un año sin tener en cuenta los gastos que se hayan presentado por razones de incendio, pérdidas, accidentes y fuerza mayor.
- **Caudal máximo horario.-** Consumo máximo obtenido durante una hora en el periodo de un año sin tener en cuenta los gastos que se hayan presentado por razones de incendio, pérdidas, etc.
- **Caudal medio diario.-** Consumo durante 24 horas, obtenido como promedio de los consumos diarios en el periodo de un año.
- **Presión dinámica.-** Diferencia entre la presión estática y las pérdidas de carga producidas en el tramo respectivo, en el momento de flujo máximo.
- **Presión estática.-** Presión en un punto de la aducción o red considerando la ausencia de flujo en la misma o consumo nulo en la red.
- **Tanque de almacenamiento.-** Depósito situado generalmente entre la captación y la red de distribución destinado a almacenar agua y/o mantener presiones adecuadas en la red de distribución.
- **Tubería de conducción.-** Tubería comprendida entre la planta de tratamiento y/o el tanque de regulación y la red de distribución.

1.5.3 Marco espacial

El proyecto se lo realizará en la comunidad de Santa Ana la Nueva zona Barbecho, ubicada en la primera sección de la provincia Cercado del departamento de Tarija.

1.5.4 Marco temporal

El proyecto se lo desarrollo en la materia de Proyecto de Ingeniería II, en el transcurso de un semestre.

1.6 Alcance del proyecto

El presente proyecto de grado contemplará:

La obtención y recopilación de toda la información necesaria por parte del proponente, el diseño hidráulico de todo el sistema de agua potable desde su obra de captación, tanque de almacenamiento, el proceso de aducción hasta la red de distribución y una planificación de obra que nos proporcione el costo y tiempo necesarios para invertir en la materialización de esta propuesta.

➤ **Recopilación de toda la información necesaria.-** Este será el primer paso antes de entrar al diseño hidráulico de todo el sistema de agua potable, desde su obra de captación del proceso de aducción hasta la red de distribución y una planificación de obra, que nos proporcione el costo y tiempo necesarios para invertir en la materialización de esta propuesta, entrar al diseño hidráulico, buscar una buena información que garantice buenos resultados será lo primordial, para ello se plantea:

- Datos de la población.- Permitirá conocer el número de habitantes de la comunidad, su edad, ocupación o actividad económica y sus más frecuentes enfermedades. Datos que serán contrastados con los obtenidos tanto del INE en el 2001 con lo cual nos asegurara un buen resultado de estos.
- Un levantamiento topográfico.- Necesario para el diseño hidráulico, buscando el mejor trazo en consenso de la comunidad de manera que no se tenga ningún problema para su posterior construcción.
- Análisis de la cantidad de agua.- Para asegurar un suministro se contrastara el caudal de diseño requerido por el sistema con el caudal mínimo de la fuente de captación, de esta manera asegurando su funcionalidad en épocas de estiaje.
- Análisis de la calidad del agua.- Se tomará una muestra de la fuente de captación y se la llevará a un laboratorio especializado. El mismo nos proporcionara datos confiables acerca de la calidad del agua y si requiere de algún tratamiento para su consumo.

➤ **El diseño hidráulico.-** En base a toda la información se procederá al dimensionamiento de las estructuras comprometidas al sistema:

- La obra de toma.

- El tren de potabilización según sea necesario de acuerdo al resultado de los análisis de laboratorio.

- El sistema de aducción y todas sus obras complementarias que se requieran en su recorrido.

- El tanque de regulación.

- La red de distribución.

➤ **La planificación de obra.-** Una vez concluida la etapa de diseño hidráulico, se procederá a la planificación de obra que comprenderá:

- Un presupuesto de obra.- El mismo no permitirá saber el costo que se requiere para la construcción del sistema de agua potable, mostrando en detalle de precios unitarios, cómputos métricos, como un resume de materiales necesarios.

- Un cronograma de actividades.-Mostrara el tiempo necesario para la culminación de la obra como la ruta crítica de actividades.

➤ **Documentación final.-** Todo el trabajo será debidamente documentado y representado gráficamente por planos del diseño hidráulico:

- Plano de la obra de toma.

- Planos de la aducción

- Plano de obras complementarias

- Planos de la red de distribución

- Especificaciones Técnicas

- Presupuesto

1.7 Aspectos metodológicos

El “Diseño Hidráulico del Sistema de Agua Potable Comunidad Santa Ana la Nueva zona Barbecho”, será realizado por fases:

Fase I - Levantamiento y recopilación de la información

Fase II - Procesamiento de la información (ingeniería del proyecto)

Los mismos se detallan a continuación:

Fase I - Levantamiento y recopilación de la información

A1-Datos de la población

Se efectuará un censo de la población beneficiaria, recabando el número de habitantes de la comunidad, su edad, ocupación, actividad económica.

Datos que serán contrastados con los obtenidos tanto del INE (censo PV 2001), lo cual nos asegurará una buena calidad de estos.

A2-Levantamiento topográfico

Se dará paso al levantamiento topográfico tomando en cuenta la opinión de los comunarios que más conozcan el lugar, para demarcar el trazo de la aducción desde el punto elegido para la obra de toma, hasta la red de distribución.

A3-Estudio Hidrológico

Se realizaran un estudio hidrológico con los datos proporcionados por el PRODASUT, que se contrastaran con aforos de la vertiente existente. Las respectivas mediciones nos permitirán cuantificar el recurso hídrico de manera que podamos en primera instancia definir el tipo de obras de captación y diseñar las obras civiles del sistema, dándoles servicio y seguridad.

A4-Estudio de la calidad del agua

Se empezará con la toma de muestras en la fuente de agua cuidando que esta sea lo más representativa posible. Estas serán llevadas a un laboratorio de análisis de la calidad del agua pertinente, que nos proporcione un informe de calidad del agua.

Fase II - Procesamiento de la información (ingeniería del proyecto)

A1-Diseño de estructuras del sistema

Se procederá al diseño de las obras civiles como: Obra de captación, tanque de almacenamiento, y otras que en el diseño se requieran. En el proceso de diseño se adoptaran los criterios vertidos por las normas NB689 (regula el diseño de sistemas de agua potable), NB512 (regula la calidad del agua), como de la bibliografía citada.

A2-Diseño de la red de distribución

Con datos ya conocidos por los estudios mencionados anteriormente, se procederá al cálculo de la red de distribución, adoptando la metodología de acuerdo a la distribución de la población buscando siempre que todo el diseño tenga funcionalidad adecuada. Para el diseño se tomaran los procedimientos y sugerencias de la bibliografía citada en el presente proyecto.

A3-Elaboración de planos a detalle

Mediante el uso del software AUTO-CAD, CIVIL 3D y otros, se procederá a la documentación gráfica del diseño: de las obras civiles, la red de distribución, tanque de almacenamiento, etc.

A4-Presupuesto del sistema

Se elaborarán los cómputos métricos en base a los planos del diseño final, los cuáles relacionados con el análisis de precios unitarios, que serán levantados buscando la mayor realidad del mercado, los mismos proporcionaran el costo y presupuesto final de la obra. (Ver ANEXOS 11, 12, 13)

A5-Cronograma de actividades

Para la materialización de la obra se requerirá hacer una programación del mismo de acuerdo a las características de la zona; para tal efecto, se empleará el diagrama Gantt. (Ver ANEXO 14)

CAPÍTULO II (DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO).

2.1 Ubicación geográfica del proyecto

El proyecto políticamente se halla ubicado en comunidad de BARBECHO pertenece a la comunidad Santa Ana Nueva , correspondiente al distrito 18 del cantón Santa Ana, perteneciente al Municipio de Tarija, primera sección de la provincia Cercado del departamento de Tarija.

El cantón Santa Ana fue creado mediante la base legal“ Creación Mención Ley (ML) del 19 de Octubre de 1880, con el código geográfico 06 01 01 02, A partir de la Ley N° 1551 del 20 de abril de 1994, ley de Participación Popular, se lo delimita dentro el Distrito N° 18 toda la jurisdicción de la provincia Cercado, la comunidad Santa Ana la Nueva, se subdivide en cuatro zonas, las cuales son: Santa Ana la Nueva, Comunidad Cebollar, Comunidad Barbecho y Farella Santa Ana la Nueva.

La división política administrativa del departamento lo ubica a la comunidad BARBECHO con el código cartográfico 06010104701701, comunidad perteneciente al distrito de Santa Ana con el código geográfico 06 01 01 04 701.

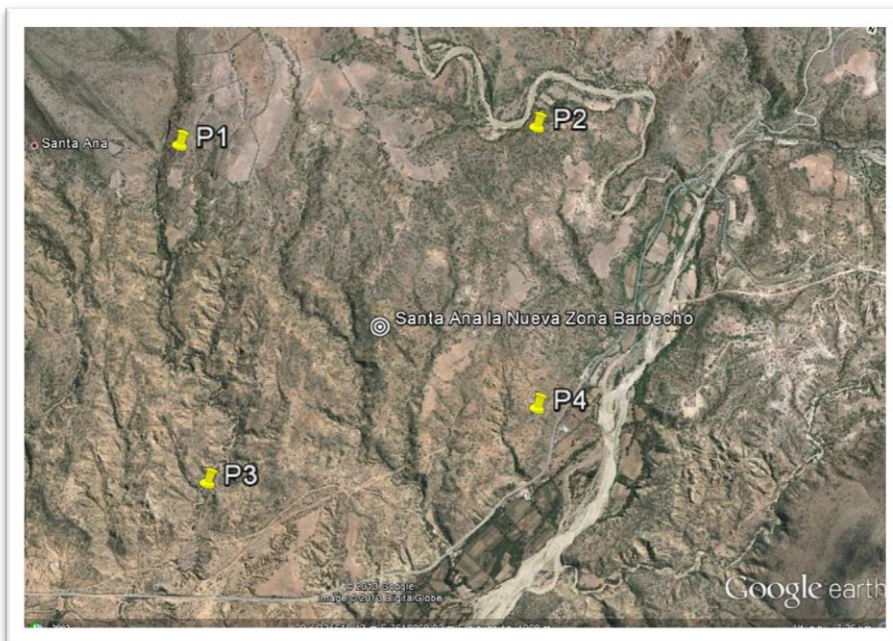
Geográficamente la población beneficiada del proyecto se encuentra dispersa, ubicadas entre las coordenadas: Latitud Sur 21 ° 30' 17" y 21 ° 33' 04", Longitud Oeste de 64 ° 36' 34" y 64 ° 34' 32". Los límites políticos administrativos se encuentra colindado con los límites territoriales de: al Norte con yesera sur, al Sur con la Pintada, al Este con la comunidad de Curuyo y al oeste con el divortium acuarium del cerro Barbecho y la Gamoneda.

(Cuadro 2.1) Ubicación geográfica Santa Ana la Nueva zona Barbecho

PUNTO	LATITUD SUD	LONGITUD
P1	21°31'39.67"	64°36'6.13"
P2	21°31'12.19"	64°36'58.59"
P3	21°31'38.56"	64°36'36.02"
P4	21°31'2.32"	64°36'38.22"

Fuente: elaboración propia mediante el software google Earth

Elaboración: Propia



(Figura 2.1) Ubicación geográfica Santa Ana la Nueva zona Barbecho- Provincia Cercado - Tarija

Fuente: elaboración propia mediante el software google Earth.

Elaboración: Propia

El área de la comunidad de Barbecho se halla a una altitud promedio de 2293 m.s.n.m., presentando una altura máxima de 2582 m.s.n.m (Cerro Barbecho) y una altura mínima de 1940 m.s.n.m. La población dispersa de Barbecho está ubicada altitudinalmente entre 2200 a 1940 m.s.n.m. El área de influencia del proyecto se halla ubicada dentro de una micro cuenca de primer orden del río Santa Ana.

2.2 Acceso a la zona del proyecto

La red vial que vincula al área del proyecto con la capital del departamento, se efectúa a través de camino Tarija – Gran Chaco con carpeta asfáltica, con una distancia de 15 kilómetros a la altura del puesto de control de peaje, de este punto existe un desvío hacia la mano izquierda, cuyo camino se dirige a la comunidad de Barbecho, en una distancia de 5 kilómetros de rodadura de tierra, ambas vías son transitables durante toda el año hidrológico sin problema alguno.

El mantenimiento de la vía de Santa Ana Nueva a la comunidad de Barbecho, lo realiza la propia comunidad, la misma que consiste en la asignación de jornales necesarios por familia.

La distancia de la ciudad de Tarija (capital de la provincia Cercado) al área del proyecto es de 20 Km., El recorrido tiene un tiempo aproximado de 20 minutos en vehículos particulares y vehículos livianos de servicio público, por lo general coexiste un servicio regular de transporte. Las tarifas por el cobro de transporte son de 10 Bolivianos por persona en micro y por quintal de 7,0 Bolivianos, los taxis expresos cobran una tarifa de 35 bolivianos de la ciudad de Tarija a la comunidad de Barbecho.

(Cuadro 2.2)- Distancias y tiempos de transporte en vehículo al área de proyecto

TRAMO	INSTANCI	TIPO	TIEMPO
Tarija- Control de Santa Ana	15 km	Asfalto	35 min
Control de Santa Ana - Barbecho	5 km	Tierra	10 min
TOTAL	20 km		45 min

Fuente: Gobierno Municipal de la Ciudad de Tarija y la Provincia Cercado

Elaboración: Propia

2.3 Descripción de la zona

La comunidad Santa Ana la Nueva zona Barbecho fisiográficamente pertenece a los valles altos, distribuidos entre los rangos a 2000 m.s.n.m. a 3000 m.s.n.m. tal posicionamiento hace que presente las siguientes características:

Topografía:

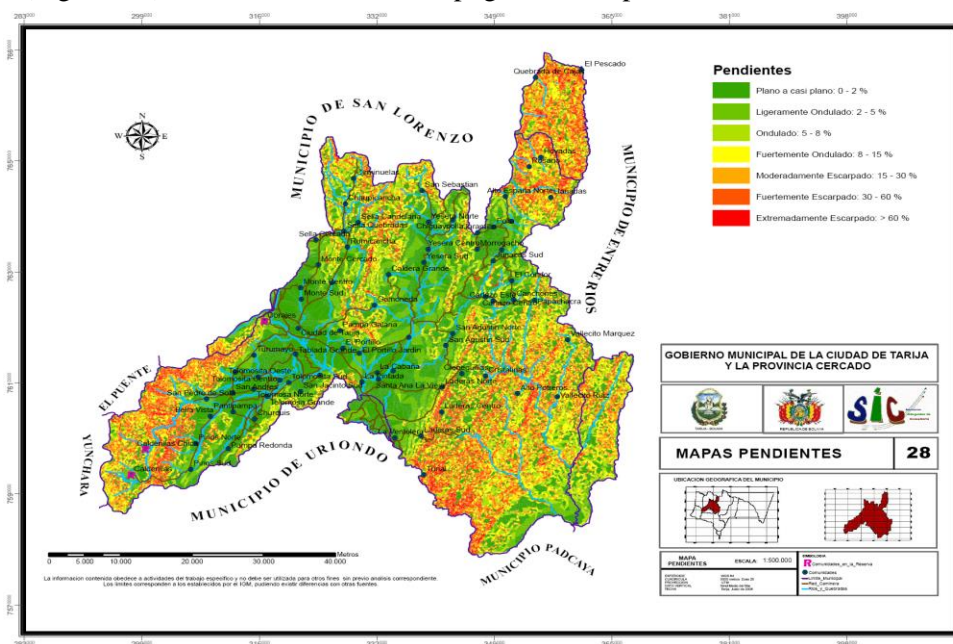
La topografía que presenta la zona según adaptación de Soter de (1989), se clasificaría en una topografía ligeramente ondulada de (2-5)% a una topografía ondulada de (5-8)%, que es caracterizada por cimas variables, divisorias de aguas poco discernibles ;y con grado ligero y mesurado de disección. En muchos sitios se presentan movimientos en masa y vestigios de acción glaciaria. La litología es variable, se encuentran rocas sedimentarias: Areniscas, arcillita y lutitas.

Suelo: En los lugares más elevados son generalmente superficiales, solo en lugares en procesos de acumulación de material coluvial, algo profundos.

Se trata de suelos que ocurren frecuentemente en regiones semiáridas, formados básicamente por un proceso de translocación de carbonatos de calcio desde los horizontes superficiales a un horizonte de acumulación a cierta profundidad en el perfil. Estos suelos principalmente se forman en sedimentos aluviales, lacustrinos y coluviales, en material rico en bases y en terrenos de relieve plano u ondulado.

Generalmente muestran signos de erosión laminar a medida y en algunos sectores severa con cárcavas. El drenaje varía, de bien, a moderadamente bien drenado ;y los colores de suelo varían de pardo oscuros en los horizontes superficiales, a pardo amarillento oscuro en los horizontes a más profundidad. La textura es predominantemente franco arenosa, con muy pocos a abundantes fragmentos gruesos. Los suelos no son calcáreos, con estructura en bloques sub-angulares, pH entre 4,8 y 7,9 y no son salinos ni sódicos, los contenidos de materia orgánica son bajos a medios y la disponibilidad de nutrientes generalmente es baja.

(Figura 2.2) Características de la Topografía en la provincia cercado



Fuente: Gobierno Municipal de la Ciudad de Tarija y la Provincia Cercado(Plan Municipal de Ordenamiento Territorial

Elaboración: Propia

Clima: Por la alturas que se tienen en zona que oscilan entre 2.001 a 3.000 m.s.n.m, cuyas temperaturas oscilan de 12° a 17,5° C, e índice de Lang de 41, que califica de frio semiárido árido, ubicándose en la región norte de la provincia Cercado, mas propiamente por el cantón Yesera, ocupando las serranías altas y medias de Santa Ana la Nueva.

(Figura 2.3) Provincia Cercado área rural valores predeterminados par el índice de Lang

Tipos climaticos	Estacion climatica	Precipitacion promedio	Precipitacion promedio	Estacion climatica	Temperatura media	Temperatura promedio	Índice Lang
Paramo alto	Sama cumbre	798	798	Campanario	9,9	9,9	81
Paramo bajo humedo	Calderillas	1251,2	1251,2	Campanario	9,9	9,9	126
Templado arido	San mateo	751,4					
	Monte sud	532,2					
	San Pedro de B.V.	512					
	El tejlar	621,7		El Tejar	18		
	Aeropuerto	602		Aeropuerto	17,8		
Templado semiarido	San jacinto sud	590,4		San Jacinto	17,9		
	Santa ana puente	386,3		Santa Ana P.	17,9		
	La Angostura	339	542	La Angostura	18,2	17,96	30
	Obrajes	655,6					
	Turumayu	881		Turumayu	18,1		
Templado semihumedo	San Andres	1074,1		San Andres	17,7		
	Tolomosa	777	847			17,9	43
	Coimata	724,4			17,2		
Frio arido	Pampa Redonda	905,3					
	Salinas	1312,5	981		12,7	14,95	66
	Junacas	523,7		yesera norte	15		
Frio semiarido	San Agustin	308		Santa Ana P.	17,9		
	Laderas centro	399,4	410	salinas	12,7	15,2	31
	yesera norte	653,7		yesera norte	15		
Frio semihumedo	Canasmoro	588,7		Canasmoro	16,9		
	Tomatas grande	743,1	662			16	41
	Entre Rios	1063,6		Entre Rios	19,4		
Frio arido	Narvaez	1154,2		Coimata	17,2		
	Pinos Sud	1098,6	1105	Juntas	17,8	18	61

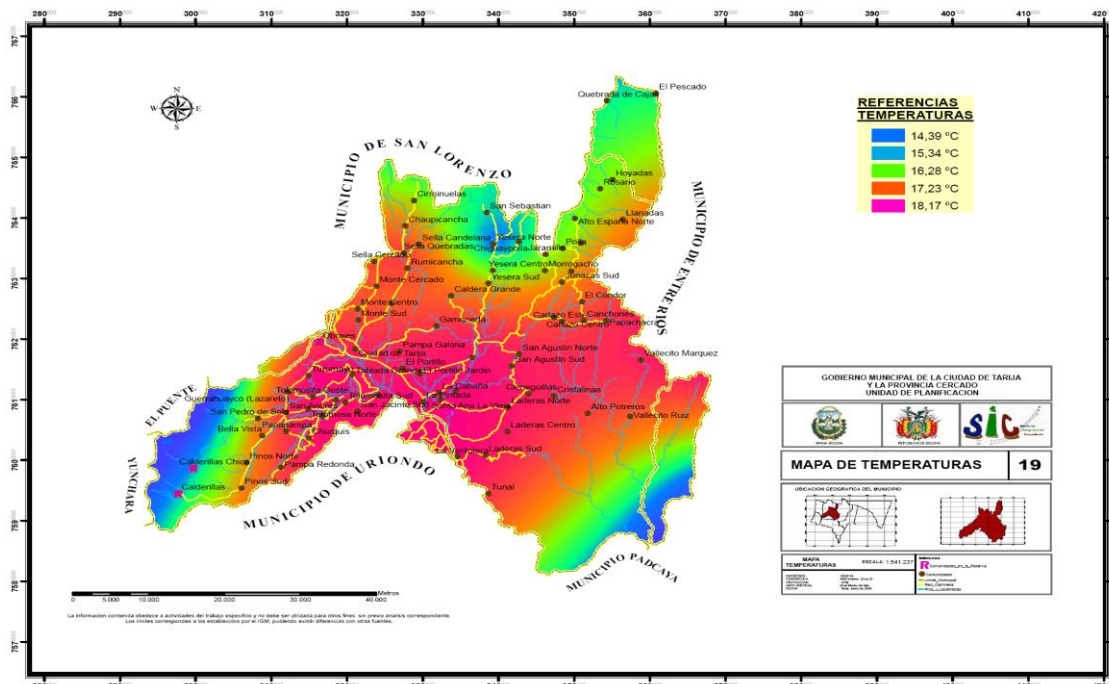
Fuente: SIC, Srl.

Elaboración: SIC, Srl. 2007

Fuente: Gobierno Municipal de la Ciudad de Tarija y la Provincia Cercado (Plan Municipal de Ordenamiento Territorial)

Elaboración: Propia

(Figura 2.4) Provincia Cercado área rural valores de Temperaturas



Fuente: Gobierno Municipal de la Ciudad de Tarja y la Provincia Cercado (Plan Municipal de Ordenamiento Territorial)

Elaboración: Propia

Flora: Matorral extremadamente xeromórfico mayormente espinoso montano (churquial alto)

El área de formación matorral se ubica en la parte este del área de estudio, extendiéndose desde Yesera Centro a la Comunidad de Caldera Chica, con altitudes de 2.100 a 2.400 m.s.n.m., con climas de frío árido a semiárido, fisiográficamente se ubica entre llanuras de pie de monte, con disección fuerte, con pendientes de (5-8)%. El matorral se caracteriza por la presencia predominante de especies de churquis negro y de los amarillos, con coberturas promedio abiertas o claras, con especies como: *Acacia caven* (churqui negro), *Prosopis ferox* (churqui amarillo) y *Verbesina* sp. (tabaquillo), el estrato arbóreo es muy escaso en términos de coberturas con especies como: *Schinus* (molle) y *Prosopis nigra* (algarrobo), el estrato herbáceo presenta coberturas semidensas como promedio, las especies más representativas en términos de cobertura son:

Dichondra sp.2 (oreja de mono blanco), Dichondra sericea (oreja de ratón) y Tegetes pusilla (anís silvestre).

Fauna: La fauna está constituida por mamíferos carnívoros, mamíferos herbívoros, aves, reptiles entre los más importantes de la fauna terrestre. Actualmente se encuentra dispersa a causa de las profundas intervenciones del hombre, ya sea por la explotación forestal sin control, lo que está además ocasionando cambios en la estructura de la vegetación, destruyendo de esta forma su hábitat natural. La fauna y vida silvestre, constituye una alternativa alimentaria de la población.

2.4 Aspectos sociales

2.4.1 Población beneficiaria

Actualmente se cuenta con una población de aproximadamente 300 personas en la comunidad de Santa Ana la Nueva zona Barbecho que se distribuyen en 75 familias, con un promedio de cuatro integrantes por familia. Tal como se muestra en el siguiente cuadro el cual fue elaborado en base a una lista oficial proporcionada por la Sub-Alcaldía de la Provincia Cercado.

A continuación se presenta lista de beneficiarios directos del proyecto:

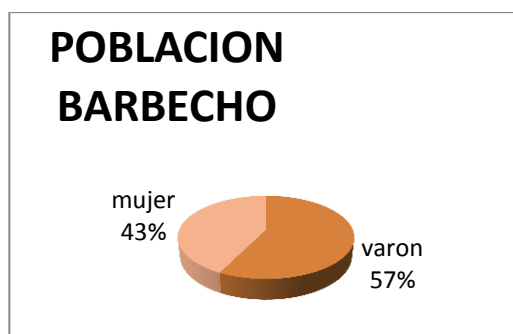
LISTA DE COMUNARIOS BENEFICIARIOS	
1	Ariel Arenas
2	Victoria Miranda
3	Diosmira Aparicio
4	Beimar Miranda
5	Laver Hoyos
6	Lacaria Hoyos
7	Mirtha Branez
8	Elizabeth Branez
9	Teofilo Branez
10	Olga Areco
11	Primo Velasquez
12	Dante Branez
13	Angel Tolaba
14	Emerita Condori
15	Jorge Fernandez
16	Samuel Miranda
17	Delina Miranda
18	Nilfa Miranda
19	Carmen Miranda
20	Maria Miranda
21	Martha Brañes
22	Luis Alberto Condori
23	Victor Figueroa
24	Hipolito Figueroa
25	Marcos Figueroa
26	Lucia Romero
27	leucariovagas
28	Doli Rivera
29	Milton Choque
30	Jesus Brañes
31	Daniel Sulcata
32	Nicolas Duran
33	Yamil Borja
34	Domingo Colque
35	Ivan Gira
36	Claudia Gira
37	Carlos Laime
38	Roxana Gira
39	Eli Fernandez
40	Sabina Gudiño
41	Cornelio sandoval
42	Amalia Miranda
43	Juan Carrizo
44	Margarita Carrizo
45	Urbano Arce
46	Maria fernndez
47	Gladis Aparicio
48	Diego Aparicio
49	Maria Neli Velasquez
50	Severa Martinez
51	Leisi Cayo
52	Claudi Cayo
53	Julia Arenas
54	Sebastian Arenas
55	Asuncionn Arenas
56	Horacio Cayo
57	Jose Cayo
58	Elsa Arenas
59	Javier Armella
60	Maricela Armella
61	Neli Armella
62	David Armella
63	Sebastian Cayo
64	Juan Cayo
65	Carmen Gonzales
66	Marisol Cayo
67	Elvis Cayo
68	Ivar Franco
69	Luis Condori
70	Edwin Ovidio Aparicio
71	Julian Aparicio
72	Edmundo Espindolas
73	Simar Sandoval
74	Juan Pablo Cayo
75	Yamil Cayo

(Cuadro 2.3) -
Número de
beneficiarios según
lista proporcionadas
por la Sub-Alcaldía
de la Provincia
Cercado

Fuente: Lista Proporcionada
por la Subalcaldía de la
Provincia cercado

Elaboración: Propia

(Figura 2.5) – Distribución de género comunidad Barbecho



Fuente: Censo de elaboración propia

Elaboración: Propia

2.4.2 Actitud de los comunarios ante el proyecto

El proyecto “Diseño hidráulico del Sistema de Agua Potable Comunidad de Santa Ana la Nueva Zona Barbecho” es una propuesta de solución a la necesidad de agua potable que esta población requiere.

Por parte de la comunidad, esta iniciativa es respaldada por los pobladores, esperando contar con el servicio, por los grandes beneficios que traerá para ellos. Con una alta expectativa por parte de los comunarios, que con este proyecto se podrá solicitar financiamiento para la etapa de ejecución.

2.5 Actividad económica de la población

Las actividades productivas de la zona son principalmente agrícolas. El cultivo de papa, maíz, cebolla y en menor medida hortalizas y verduras; constituyen la base de la economía y producción de la zona. El clima favorable con elevadas cantidades de precipitación y bajos riesgos de granizadas garantiza, en la mayoría de las gestiones agrícolas, rendimientos elevados de los cultivos.

La cría de ganado constituye un pequeño porcentaje de las labores productivas de la zona, siendo utilizado solamente para el consumo familiar y para los trabajos de campo (uso de bueyes en las labores agrícolas) y en determinadas circunstancias como capital de ahorro. De igual forma es incipiente la crianza de aves de corral, salvo para los fines de alimentación.

La comunidad se encuentra con mayores ocupaciones durante los meses de siembra en agosto y diciembre; cómo también en los meses de cosecha: diciembre y abril. Quedando así la temporada de invierno para labores de preparación de los terrenos y también pueden ser temporadas óptimas para el mantenimiento del sistema de riego, además algunos miembros de las familias especialmente los más jóvenes se trasladan a la ciudad con el fin de realizar trabajos alternativos, tales como albañilería, comercio y labores de casa.

Los trabajos de preparación del terreno y labores culturales sobre los cultivos recaen en su mayor parte sobre los hombres, quedando así las mujeres a cargo de las labores del hogar y las responsabilidades de salud y educación de los niños y adolescentes. Esta conformación del núcleo familiar, está cambiando a medida que pasa los años, incursionando un mayor número de mujeres, en labores de comercio y agricultura. La equidad en las posibilidades de educación en jóvenes, niños y niñas, están marcando una pauta de desarrollo social, brindando mejores medios para que la mujer adquiera un rol fundamental en la economía.

El potencial de la zona sigue siendo el agrícola. Con una mayor tecnificación y acceso a microcréditos se podría cambiar los cultivos actuales por aquellos que presentan una mayor rentabilidad económica, como lo son las hortalizas y frutas, ya que las condiciones de calidad de suelo, clima y agua son favorables.

(Cuadro 2.4) Nivel de Ingreso de las Familias Beneficiarias

Ingresos Familiares Mensuales		
Ingresos	Familias	Porcentaje
de 0 a 500 Bs.	27	36%
de 501 a 1000 Bs.	20	27%
de 1001 a 1500 Bs.	17	23%
de 1501 a 2000 Bs.	8	11%
2000 o más Bs.	3	4%
TOTAL	75	

Fuente: Censo de elaboración propia

Fuente: Censo de elaboración propia

Como observamos en el (cuadro 2,4), los ingresos de la mayor parte de la población beneficiaria (36%) son menores a 500 Bs, mientras que el (27%)

presentan ingresos entre 501 a 1000 Bs, valor cercano a los que presentan un ingreso entre 1001 a 1500Bs, que hacen un porcentaje de (23%). Tan solo un (11%) presenta un ingreso mayor a 1500Bs, pero inferior a 2000Bs, cifra que disminuye aún más si evaluamos los que presentan un ingreso mayor a 2000Bs, que según encuestas realizadas son solo el (4%).

2.6 Servicios básicos

2.6.1 Salud

De acuerdo al organigrama del sistema de salud, este establecimiento depende del Ministerio de Previsión y Salud Pública y El gobierno municipal de la Provincia Cercado. Esta unidad básica presenta una infraestructura médica en estado Regular, Infraestructura realizada por la comunidad y refaccionado por el Plan Internacional y la Sub Alcaldía de la comuna de Tarija y la ampliación del nosocomio y la construcción del muro perimetral en la gestión 2002 por el Municipio de Tarija a través de la sub Alcaldía.

Por lo general realiza la atención de enfermedades preventivas, primeros auxilios, enfermedades primarias y consultas dentarias. Los casos de tratamientos más graves y hospitalización es cubierta por el hospital de San Juan de Dios de la ciudad de Tarija.

En el ámbito de recursos humanos se puede señalar que el centro de salud de Santa Ana Nueva cuenta con un plantel de 5 miembros, donde el personal de apoyo pertenece al ministerio de salud y Deportes y los galenos a la gobernación del departamento de Tarija. El personal asignado para el nosocomio comprende de: un médico, un dentista, dos enfermeras, un administrador y un portero, este establecimiento además recibe el apoyo, de los servicios de salud del hospital de Tarija. La frecuencia de visitas a las diferentes comunidades o zona de acción por lo general es periódica de una vez por mes.

(Cuadro 2.5) Influencia del establecimiento de salud

COMUNIDAD	POBLACIÓN TOTAL	NUMERO DE VIVIENDAS	TIPO DE ATENCIÓN		
			CENTRO	VISITAS	CAMPAÑA
Santa Ana Nueva	600	120	X		X
Santa Ana Vieja	175	35	X	X	X
San Agustín Norte	230	46	X	X	X
Yesera sur	380	76	X	X	X
Caldera Grande	210	42	X	X	X
TOTAL		318			

Fuente: Centro de salud Santa Ana la Nueva

Elaboración: Propia

La infraestructura de Salud consta de varios ambientes: dos consultorios (medicina general y Odontología), una enfermería, secretaria, oficinas del administrador y una sala de hospitalización con cuatro camas y un ambiente adicional para la farmacia popular y una sala para la recepción de pacientes en consulta. El Centro de Salud presenta medios de locomoción disponible como apoyo logístico (Ambulancia) estos medios de transporte le permiten atender en forma oportuna a las comunidades de su jurisdicción.

La presencia de enfermedades en la región en forma porcentual es: las agudas respiratorias como la faringe amigdalitis y el resfrió común con el 22,59 %, le sigue en orden de importancia las enfermedades de la micosis cutánea y parasitazos con el 17,07 %, la cefalea con el 8,77 %, dentaria el 10 % y otras enfermedades como el Reumatismo, Hemorragias y otras.

(Cuadro 2.6) Enfermedades prevalentes

ENFERMEDADES	POBLACIÓN POR GRUPOS ETAREOS												TOTAL	
	<1		01 a 05		05 a 09		10 a 20		21 a 59		>60		N°	%
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F		
ANEMIA	3	1					24	17	6	23	13	27	114	6,06
ARTRITIS REUMATOIDE											10	3	13	0,69
BALANOPOSTITIS	1												1	0,05
BRONQUITIS AGUDA					3	4	17	13	7	20	4	11	79	4,2
CEFALEA					8	2	13	20	5	70	7	40	165	8,77
CÓLICO ABDOMINAL					3	8	9	22	16	43	7	8	116	6,17
CONTUSIÓN			2	1			19	6	12	22	3	7	72	3,83
CONJUNTIVITIS BACT.	4		1	1									6	0,32
CONSTIPACIÓN	1												1	0,05
DESNUTRICIÓN LEVE			3	1									4	0,21
EDAS	10	5	21	12									48	2,55
FARINGOAMIGDALITIS					20	17	61	49	19	44	4	8	222	11,8
FIEBRE TIFOIDEA	1	1											2	0,11
GASTRITIS									8	66	7	28	109	5,79
HYPERTENSION ART.											7	27	34	1,81
HERPANGINA					3	1							4	0,21
IRAS	22	14	54	31									121	6,43
IMPÉTIGO				2									2	0,11
INFECCIÓN URINARIA									4	30			34	1,81
LARINGITIS					3	1							4	0,21
LUMBALGIA									25	60	26	31	142	7,55
MICOSIS CUTÁNEA			5	3	34	27	48	47					164	8,72
PARASITOSIS			5	3	43	33	38	35					157	8,35
PEDICULOSIS					8	6	12	15					41	2,18
RESFRÍO COMÚN					29	21	47	36	15	55			203	10,79
SÍNDROME FEBRIL	1	1											2	0,11
VARICELA			1	1									2	0,11
TOTAL	46	23	102	60	154	120	288	260	117	433	88	190	1881	100
PORCENTAJE	2,45	1,22	5,42	3,19	8,19	6,38	15,31	13,82	6,22	23,02	4,68	10,1	100.00	

Fuente: Centro de salud Santa Ana la Nueva

Elaboración: Propia

Respecto a la presencia de enfermedades infecto transmisible en la región es prácticamente nula o se exterioriza en forma muy esporádica, determinado por enfermedades venéreas, debido a la migración que realiza la población joven.

La cobertura de vacunación infantil en la zona asciende al 99%.

Otra forma de curar enfermedades es la medicina tradicional que presenta un sistema de tipo naturista y espiritual, medicina trasferida por generaciones por los curanderos. La población recurre a este servicio por hallarse próximo de los pacientes y por los escasos recursos económicos que posee el agricultor.

2.6.2 Vivienda

Se evidencio que las construcciones de 50 viviendas dispersas en toda el área perteneciente a la comunidad de Barbecho fueron mejorados por el convenio comunal y el Plan Internacional, la misma que consistía en la dotación de materiales y la ejecución lo realizaba el comunario.

Un 66 % de las viviendas presentan características similares en cuanto a los materiales utilizados por los moradores, esto implica paredes de adobe, cubierta de teja, las piezas en su interior llevan revoque de estuco y el piso varía de tierra en un 30 % y 70 % con cerámica y carpeta de cemento. El 14 % de las viviendas son construidos con materiales no locales como: pared de ladrillo, techos de calamina. Revoque interior con estuco, pisos de cerámica y cemento, plafones. El 20 % de las viviendas presentan viviendas mixtas entre lo tradicional y ambientes con materiales no locales.

La distribución del inmueble presenta una forma de “L y en U”, por lo general presentan un promedio de tres a cuatro ambientes, el destino de los ambientes son: dormitorio, cocina y deposito, en general poseen un patio central, los pobladores que poseen dos ambientes son destinados para diferentes fines y múltiples usos.

Todas las viviendas mejoradas poseen letrinas construidas con materiales no locales, las mismas que fueron construidas juntamente con el programa de mejoramiento de vivienda.

2.6.3 Educación

Nivel de Instrucción de la Población

La comunidad de Barbecho no posee este servicio educativo, por su proximidad a la Unidad Educativa de Santa Ana Nueva, esta unidad educativa fundada en 1953 hasta la gestión 2005 solo ofrecía los niveles de primaria, los estudios de secundaria lo realizaban en la ciudad de Tarija.

La Unidad Educativa de Santa Ana Nieva, a partir de la gestión 2005 hasta la fecha posee todos los niveles de educación: Inicial, Primario y Secundario, esta Unidad Educativa ofrece este servicio en todo los niveles Inicial, Primario y Secundario a las comunidades de Barbecho, Casa Real, Farella y Cebollar. Los niveles de Secundaria a las comunidades de San Agustín Norte, Carlazo, Yesera Sur y Gamoneda.

En la actualidad la población de Barbecho bajo estas características recibió Los siguientes niveles de educación: un 7,83 % de la población actual no recibió ningún tipo de educación, el 24,40 % recibió educación incompleta primaria y 23,19 % educación primaria completa, El nivel secundaria incompleta recibió el 13,25 % y un nivel completo el 15,36 %, debido a la alta migración de la población joven, tan solo el 3,61 % recibe educación universitaria. De acuerdo a los datos obtenidos en la comunidad se pudo evidenciar que el grado de analfabetismo asciende a 4,52 % de la población o sea 15 habitantes son analfabetos.

(Cuadro 2.7) Niveles de instrucción de la población

GRADO EDUCATIVO	HOMBRES		MUJERES		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
NINGUNO ≤ DE 5 AÑOS	5	3,11	6	3,51	11	3,31
NINGUNO > DE 5 AÑOS	5	3,11	10	5,85	15	4,52
PRE - PRIMARIO	19	11,8	22	12,87	41	12,35
PRIMARIO INCOMPLETO	41	25,47	40	23,39	81	24,4
PRIMARIO COMPLETO	37	22,98	40	23,39	77	23,19
SECUNDARIO INCOMPLETO	22	13,66	22	12,87	44	13,25
SECUNDARIO COMPLETO	25	15,53	26	15,2	51	15,36
UNIVERSITARIO	7	4,35	5	2,92	12	3,61
TOTAL	161	100	171	100	332	100

Fuente: Encuestas socioeconómicas

Elaboración: Propia

Población Educativa Actual.

La comunidad de Barbecho cubre el 100 % de la educación en los niveles Inicial, Primario y Secundario en la Unidad Educativa de Santa Ana Nueva, la misma que pertenece a la dirección distrital del Cercado, presenta infraestructura suficiente para cubrir todos estos niveles educativos.

El plantel educativo de profesores alcanza a 16 educadores de los cuales son 15 maestros y un director, los cuales cubren los catorce niveles o grados de la de educación, las aulas son dos tipos: del tipo multifuncional para el inicial y aulas asignadas por grados de educación, la infraestructura alberga a una población de 268 alumnos obteniéndose una relación 18/1.

(Cuadro 2.8) Niveles de instrucción de la población por grado educativo

GRADO EDUCATIVO	HOMBRES		MUJERES		TOTAL		COBERTURA	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	AL/DOC
INICIAL								
PRIMERA SECCIÓN	5	45,45	1	14,29	6	33,33	1	18 a 1
SEGUNDA SECCIÓN	6	54,55	6	85,71	12	66,67		
SUB TOTAL	11	100	7	100	18	100	1	
PRIMARIA								
PRIMERO	14	24,56	11	24,44	25	24,51	1	25 a 1
SECUNDO	9	15,79	8	17,78	17	16,67	1	17 a 1
TERCERO	8	14,04	4	8,89	12	11,76	1	12 a 1
CUARTO	8	14,04	5	11,11	13	12,75	1	13 a 1
QUINTO	10	17,54	6	13,33	16	15,69	1	16 a 1
SEXTO	8	14,04	11	24,44	19	18,63	1	19 a 1
SUB TOTAL	57	100	45	100	102	100	6	17 a 1
SECUNDARIO								
PRIMERO	18	21,95	7	10,61	25	16,89	8	148/8
SECUNDO	15	18,29	12	18,18	27	18,24		
TERCERO	21	25,61	10	15,15	31	20,95		
CUARTO	8	9,76	11	16,67	19	12,84		
QUINTO	9	10,98	19	28,79	28	18,92		
SEXTO	11	13,41	7	10,61	18	12,16		
SUB TOTAL	82	100	66	100	148	100	8	18 a 1
TOTAL	150	55,97	118	44,03	268	100	15	18 a 1
DIRECCIÓN								
	268						1	268 a 1
SECRETARIA								
	16						1	16 a 1
PORTERO								
	268						1	268 a 1
TOTAL DEL PLANTEL							18	15 a 1

Fuente: Encuestas socioeconómicas

Elaboración: Propia

Servicios de Educación

El estado y calidad de la infraestructura educativa va desde regular a buena, presenta las siguientes características: La infraestructura de educación Inicial y primaria fue construida en 1.953, con materiales locales de adobe y cubierta con teja, refaccionada por el convenio Plan Internacional y sub Alcaldía de Cercado en la gestión 1998, en esta misma fecha se construyó los baños y la cancha polifuncional. Durante las gestión de 2007 se realizó la construcción del edificio para el nivel secundario y la construcción del muro perimetrales con materiales no locales (muros de ladrillos con revoque cielo raso, pisos de cerámica y madera, puertas y ventanas de madera), en general poseen todos los servicios eléctricos de iluminación.

La infraestructura educativa consta de: 16 aulas destinadas a la educación, un ambiente destinadas a la dirección, un ambiente para la secretaria y una portería. Además posee una cancha polifuncional, servicios de agua potable y una batería de baños.

El equipamiento y material didáctico insuficiente, este material en la actualidad se halla deteriorado y no actualizado siendo necesario la reposición de este material, además es insuficiente los materiales didácticos para las materias de química y física.

2.7 Organizaciones

El área cuenta con una autoridades comunales que regulan las actividades políticas y sociales en orden denominada "*Centro Social Cultural y Productivo Barbecho*", posee un inmueble nuevo, construido en el año 2005, con el aporte propio de Comunidad, el costo en materiales no locales fue de 5500 Bolivianos y los jornales y materiales locales alcanzo a 4000 Bolivianos, en total se invirtió la suma de 9500 Bolivianos.

Centro Social Cultural y productivo Barbecho, Sindicato Agrario, fundado en la gestión de 2000, donde participan 100 agricultores de la zona de los cuales 72 son varones y 28 muyeres, esta institución se halla constituido por un Presidente y una

secretaria de actas, la institución posee reglamentito de funcionamiento, en la actualidad se halla a la cabeza del comunitario German Martínez y la secretaria a cargo de Claudia Oller. Cubre la representación en:

- Comité de Desarrollo de agua Potable.
- Comité de riego o asociación de regantes.
- Presidente del comité de deportes
- Presidente de la Asociación Producción Agrícola.
- Representante ante las Instituciones Estatales Nacionales y departamentales como la Gobernación de Tarija, la Alcaldía de Cercado.

CAPÍTULO III (ESTUDIOS PRELIMINARES)

Para diseñar un sistema de agua potable, se debe tomar en cuenta, que el suministro sea constante en la cantidad y calidad requerida, para el consumo humano. Por tanto, en el presente acápite se desarrollará los estudios preliminares que vayan a validar esta condicionante.

Se trabajara sobre:

- Un estudio topográfico, sobre el cual se emplazará el diseño del sistema.
- Un estudio hidrológico, para validar la continuidad del servicio en la cantidad necesaria.
- Un estudio de la calidad del agua, que valide la aptitud de la misma para consumo humano.

3.1 Estudio topográfico

El mismo consistió en un levantamiento topográfico a partir de las coordenadas referenciales tomadas mediante GPS (Global Positioning System), barriendo toda la superficie considerada, para el sistema de agua Potable, desde el lugar supuesto en donde estará ubicado nuestro pozo de captación, hasta la red de distribución. Para tal efecto se consensuó con los comunarios para evitar problemas posteriores de invasión de predios particulares.

El informe topográfico se encuentra disponible en el ANEXO 1, sobre el cual se trabajó.

3.2 Estudio hidrológico

Inicialmente con la finalidad de poder garantizar el suministro de agua potable para la comunidad de Barbecho, se procedió a la verificación de posibles fuentes de captación que pudieran proporcionar agua para ser usada en el nuevo Sistema de Agua Potable en la cantidad necesaria.

En tal sentido se identificó dos alternativas:

a).- Fuente Superficial “*Vertiente Quebrada la Cueva*”

b).- Fuente Subterránea “*Pozo Profundo*”

a).- Fuente Superficial “*Quebrada la Cueva*”

Si bien es una fuente de agua subsuperficial, la vertiente de la Quebrada la Cueva se convierte en nuestra primera alternativa de captación y la más económica.

Análisis:

En primera instancia es de conocimiento que dicha fuente de agua ya es fuente de captación del antiguo sistema de agua potable de la comunidad de Barbecho, dicho Sistema fue ejecutado e inaugurado en el año 2000 y presta servicio a un total de 35 conexiones.

En actas comunales levantadas en las reuniones mensuales que realiza dicha comunidad, es de frecuente recurrencia que nuevas personas pidan ser incluidas en el sistema actual de agua potable. Dichas peticiones si bien son escuchadas por las autoridades de las comunidad, no siguen el curso debido, ya que las mismas rechazan las peticiones mencionadas, argumentando que el agua no abastece ni siquiera a las actuales conexiones, y mucho menos en la época de estiaje que solo existe el servicio de agua potable por horas si es que no se corta por completo días hasta incluso semanas.

Si bien la anterior argumentación es motivo de un inmediato descarte de la primera alternativa de captación. Un respaldo técnico es el aforo realizado en fecha 08/07/2013 a dicha fuente mostrando los siguientes resultados:

(Cuadro 3.1).- Aforo realizado a la Vertiente la Cueva Fuente de captación del antiguo Sistema de Agua Potable de la Comunidad de Barbecho. “método volumétrico”

N° AFORO	TIEMPO seg	Volumen (lt)	Caudal (lt/seg)
1	19,58	3,70	0,189
2	18,98	3,75	0,198
3	20,00	4,00	0,200
4	20,00	4,00	0,200
5	20,00	4,00	0,200

CAUDAL AFORADO (lts/seg)	0,197
---------------------------------	--------------

Fuente: Vertiente la Cueva

Elaboración: Propia

Conclusión:

La primera alternativa y la más económica, queda descartada desde todo punto de vista.

Dicha fuente de captación según información oral proporcionada por los pobladores de la comunidad, tiene muy poco caudal e inclusive llegando a secar en época de estiaje, por lo que empíricamente por simple análisis no podría ser tomada en cuenta como fuente de captación para el nuevo sistema.

Tras un análisis tangible mucho más serio, de aforos realizados a la misma fuente se evidencia que en los primeros días de Julio su caudal es de aproximadamente (0,2lt/seg), y considerando que la época de estiaje se proyecta mínimamente hasta finales de septiembre. Se concluye desde el punto de vista técnico, que dicha fuente de ninguna manera puede ser tomada en cuenta para realizar la captación de la misma, con finalidades de ser utilizada para el nuevo Sistema de Agua Potable de la Comunidad de Barbecho.

b).- Fuente Subterránea “*Pozo Profundo*”

Análisis:

Al no contarse actualmente con el pozo perforado y por consiguiente desconocer el caudal de producción del mismo, se recopiló información existente en base a estudios de aguas subterráneas y proyectos ya diseñados y ejecutados en el valle central del departamento de Tarija, por lo que la producción del pozo es asumida igual o superior al caudal de diseño.

Caudal de diseño máximo diario 0.65 (litros/segundo), que tiene proyectado abastecer a una población de 531 personas durante 20 años de periodo de diseño.

Dicho caudal de diseño es respaldado por un estudio de producción de pozos profundos que son utilizados para abastecimiento de sistemas de agua potable, los cuales fueron perforados por el PRODASUT.

A continuación se muestra tabla resumen de pozos cercanos al área del proyecto:

(Cuadro 3.2).- Caudales de Producción de Pozos cercanos al Área del proyecto.

Nombre del Pozo o Comunidad	Producción (lt/seg)
Portillo Jardin	10 (lt/seg)
Turumayo	2 (lt/seg)
Yesera Sud	4 (lt/seg)
1ro. De Mayo	12 (lt/seg)
19 de Marzo	13 (lt/seg)
Pampa Galana	4 (lt/seg)
La Pintada	4 (lt/seg)
Monte Sud	8 (lt/seg)
La Pintada (24 de Oct.)	12 (lt/seg)
Torrecillas (Vela)	5 (lt/seg)
27 de Mayo	8 (lt/seg)
San Mateo	6 (lt/seg)
Producción Promedio	7,33 (lt/seg)

Fuente: PRODASUT

Elaboración: Propia

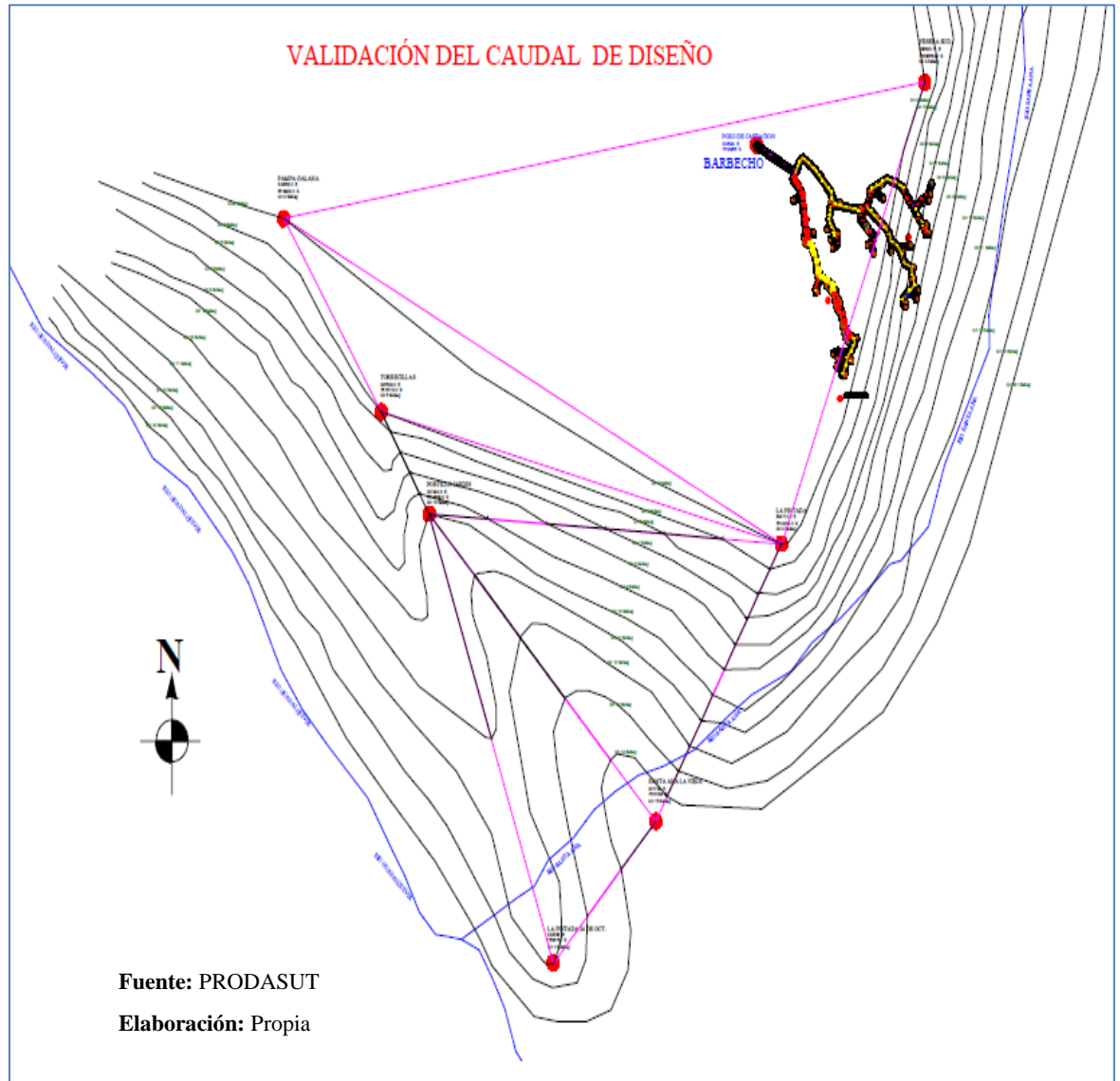
Si bien usar un valor promedio de producción de pozos cercanos al área del proyecto es visiblemente observable y discutible.

Para una mayor justificación del valor del caudal asumido, se realizó una interpolación de las producciones de los pozos más cercanos al área del proyecto, en base a un registro de información proporcionado por el PRODASUT, dicha información fue seleccionada y trabajada únicamente con los registros de los pozos que se encuentran más cercanos al área del proyecto.

Para tal efecto se hizo uso del software Land Cad, introduciendo cada pozo con sus respectivas coordenadas originales y caudales de producción.

A continuación se muestra grafica de interpolación (isolineas), la misma será adjuntada a este documento en el ANEXO 17 Planos y Detalles Constructivos.

(Figura 3.1).- Caudales de Producción de Pozos cercanos al Área del proyecto.



Conclusión:

Al no existir una metodología de estimación cierta de caudales de producción de Pozos Profundos, más que la prueba de bombeo, la misma que es desarrollada una vez se haya realizado la perforación del pozo.

Con el desarrollo del cuadro y figura anteriores (Cuadro 3.2 y Figura 3.1) se propone una validación del caudal de producción del pozo de la comunidad de Barbecho, al ser en ambas metodologías “sugeridas” la producción mínima mayor al caudal requerido se asume que se puede seguir adelante con el diseño hidráulico del sistema.

Sin embargo con el propósito de realizar una mayor validación de los caudales de producción esperados tras la perforación del pozo, se realizó una recopilación del único Estudio e Investigación de Aguas subterráneas en el Valle central de Tarija, dicho estudio elaborado entre finales de la década de los 70 y principios de la 80, a través de un convenio realizado entre Naciones Unidas y CODETAR.

Las dos alternativas de captación mencionadas y desarrolladas anteriormente presentan un análisis y una conclusión expresada para cada alternativa, la alternativa solución de captación, técnicamente sustentable para el nuevo Sistema de Agua Potable para la Comunidad de Barbecho, es la captación de Aguas Subterráneas a partir de un Pozo Profundo. Que según se evidencia con dos teorías de validación empíricas propuestas por mi persona y en el estudio de Naciones Unidas y CODETAR de aguas subterráneas en el valle central de Tarija.

En el punto en donde se realizara la perforación del pozo se tiene esperado una producción mínima superior al caudal máximo diario. 0.65 lt/seg. Dicha justificación se presenta en ANEXO 16.

3.3 Estudio de la calidad del agua

El término calidad del agua es relativo, referido a la composición del agua en la medida en que esta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas.

Como tal, es un término neutral que no puede ser clasificado como bueno o malo sin hacer referencia al uso para el cual el agua es destinada.

Por tanto la condicionante de potabilidad, hace referencia a la calidad del agua, cuyos parámetros se encuentran estandarizados, en nuestro país por la norma Boliviana NB-512

Para tal efecto se sometió una muestra de agua, si bien no es del pozo mismo, el agua fue extraída de una vertiente muy cercana al pozo, aproximadamente a una distancia de 50m la cual se sometió a un análisis físico, químico y bacteriológico mediante un laboratorio especializado en el tema.

El informe de la calidad del agua, se encuentra disponible en el ANEXO 2.

Dicho análisis corrobora la información existente de estudios de aguas subterráneas ejecutados en el valle central del departamento de Tarija.

(Cuadro 3.3).- Análisis químico de aguas Subterráneas de Tarija

Parámetros	Pozos	Manantiales
Conductividad ($\mu\text{mhos/Cm}$)	50 a 600	21 a 135
pH	7,4 a 8,6	6,4 a 9,0
Dureza total (Mg/L)	25 a 95	10 a 45
Alcalinidad (Mg/L)	30 a 80	20 a 60

Fuente: CODETAR-NACINES UNIDAS de 1979-80

Elaboración: Propia

CAPÍTULO IV (INGENIERÍA DEL PROYECTO)

Para la etapa de diseño del sistema se empleará los criterios de diseño y sugerencias vertidas por la norma Boliviana NB-689, que establece su uso obligatorio sobre el territorio nacional, en marco al artículo segundo de la resolución ministerial N° 230 emitida el 7 de septiembre del año 2004.

4.1 Parámetros de diseño

4.1.1 Índice de crecimiento poblacional

En la proyección de la demanda, la variable más importante es la población y su tasa de crecimiento, al respecto el índice de crecimiento poblacional se la evalúa de acuerdo a los datos obtenidos por el censo realizado en el pasado año (2012) versus el censo verificado en el (2001), de esta manera se tendrá un índice de crecimiento evidente.

Al ser Barbecho una Zona o llamada también sub comunidad de Santa Ana la Nueva, no cuenta con estadísticas de la comunidad propiamente dichas, más al contrario, forma parte de un colectivo, refiriéndose este esencialmente, en que existe un solo núcleo escolar en la parte baja de Santa Ana la Nueva, en donde se aglutina al estudiantado de las cuatro zonas de la misma, Cebollar, Farella, Barbecho, Santa Ana la Nueva. Por consiguiente no existe un índice de crecimiento singular de la Zona de Barbecho es por eso que se adopta el siguiente criterio extraído de la Norma:

Para poblaciones menores a 10.000 habitantes, en caso de no contar con el índice de crecimiento poblacional, se debe adoptar el índice de crecimiento de la población, capital o del municipio. Si el índice en caso fuera negativo. Se debe adoptar como mínimo un índice de crecimiento de 1%.

Adoptándose entonces para Barbecho un índice de crecimiento de **2.34%** un índice de crecimiento extraído de las estadísticas del INE para la población rural de la provincia cercado.

4.1.2 Población horizonte

La población futura es el crecimiento histórico de la población o crecimiento que ha sido observado para diferentes períodos de tiempo.

La población futura para poblaciones menores a 5000 habitantes se la puede calcular con los siguientes métodos:

(Cuadro 4.1).- Métodos de cálculo de la población

Método	Población (habitantes)	
	Hasta 5000	De 5001 a 10000
Geométrico	x	x
Exponencial	x (1)	x (1)
Curva logística	---	x (2)

(X) = Optativo

(1) = Recomendable

(2) = Sujeto a justificación

Fuente: Norma NB-689, Diseños de Sistema de Agua Potable

- Crecimiento Aritmético

Dónde:

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

Pf: población futura (hab.)

- Crecimiento Geométrico

Po: Población actual (hab.)

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

t : Período de diseño (años)

- Método de Wappaus:

$$P_f = P_o \frac{(200 + i \cdot t)}{(200 - i \cdot t)} =$$

- Método Exponencial:

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

Aplicando las ecuaciones anteriores se tiene para N=20 años se tiene:

- Crecimiento Aritmético

$$P_f = P_o \left(1 + i \cdot \left(\frac{t}{100}\right)\right) = \quad \mathbf{487.38} \text{ habitantes}$$

- Crecimiento Geométrico

$$P_f = P_o \left(1 + \left(\frac{i}{100}\right)\right)^t = 527.29 \text{ habitantes}$$

- Método de Wappaus:

$$P_f = P_o \frac{(200 + i * t)}{(200 - i * t)} = 534.84 \text{ habitantes}$$

- Método Exponencial:

$$P_f = P_o * e^{i * t / 100} = 530.14 \text{ habitantes}$$

Adoptando los resultados del método exponencial para el diseño del proyecto que es el método recomendable para poblaciones menores a 5000 habitantes:

$$P_f = 531 \text{ habitantes}$$

4.1.3 Dotación media diaria

Para determinar las necesidades de agua potable en zonas habitadas, se deben considerar los siguientes factores:

- Nivel económico de la población y tamaño propiedades.
- Clima del lugar.
- Capacidad de las fuentes

El primer factor es importante, ya que la capacidad económica condiciona las necesidades de las familias. En consecuencia, los consumos en los sectores de nivel económico elevado son mayores. Conviene recordar, que la dotación debe cubrir las necesidades de la población en cuanto a los servicios domésticos, aseo personal, limpieza, riego de jardines y pérdidas en el sistema.

(Cuadro 4.2).- Dotaciones medias

Zona	DOTACIÓN MEDIA (l./hab./día)					
	POBLACIÓN (habitantes)					
	Hasta 500	500 – 2000	2000 – 5000	5000 – 20000	20000 – 100000	>100000
Altiplano	30 - 50	30 - 70	50 - 80	80 - 100	100 - 150	150-200
Valles	30 - 70	50 - 90	70 - 100	100 - 140	150 - 200	200-300
Llanos	70 – 90	70 - 110	90 - 120	120 - 180	200 - 250	250-350

Fuente: Norma Boliviana NB 689

En cuanto al factor clima, su influencia se refleja en los grandes consumos registrados en poblaciones con clima cálido, en relación con los templados y fríos. En muchos casos la disponibilidad de agua en la fuente, limita la dotación.

Para la zona de los valles con una población hasta 500 habitantes, la dotación media varía entre 30 y 70 (l/hab/día). Se adoptará el valor de 70 (l/hab/día), por las expectativas de desarrollo de la comunidad y por inclinarse hacia el diseño para el caso más desfavorable.

4.1.4 Dotación futura

La dotación futura se debe estimar con un incremento anual del 0.5% y el 1% de la dotación media diaria, aplicando la fórmula del método geométrico:

El valor de la dotación futura la podemos obtener de la siguiente ecuación (fórmula del método geométrico):

$$Df = Do(1 + (\frac{d}{100}))^n =$$

Dónde:

- Df:** Dotación futura
- Do:** Dotación inicial
- d:** Variación anual de la dotación (0.5 – 1 %)
- t:** periodo de diseño

Aplicando la ecuación se tiene:

$$Df = Do(1 + (\frac{d}{100}))^n = \quad \mathbf{71} \text{ (litros/habitante/día)}$$

4.1.5 Consumo medio diario

Es el consumo durante 24 horas obtenido como promedio de los consumos diarios observados en el período de un año.

Podemos establecer el caudal medio diario con la siguiente ecuación:

Dónde:

- Qmd:** Caudal medio diario (l/s)
- Df:** Dotación futura (l/hab/día)

$$Q_m d = \frac{(P_f * Df)}{86400} =$$

Pf: Población futura (hab.)

Aplicando la anterior ecuación se obtiene el caudal medio diario:

$$Q_m d = \frac{(P_f * D_f)}{86400} = \quad \mathbf{0.436 \text{ (litros/segundo)}}$$

4.1.6 Consumo máximo diario

Es el consumo máximo durante 24 horas observado durante un periodo de un año, sin tomar en cuenta los gastos producidos por los incendios, se determina multiplicando el caudal medio diario y el coeficiente **k1** que varía entre **(1.20 a 1.50)** según las características de la población.

El caudal máximo diario se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Q_{\max d} = Q_m d * k_1 =$$

Dónde:

Qmax d: Caudal máximo diario (l/s)

Qm d: Caudal medio diario (l/s)

K1: Factor de variación diaria (1.2 a 1.5)

Aplicando la anterior ecuación se obtiene:

$$Q_{\max d} = Q_m d * k_1 = \quad \mathbf{0.65 \text{ (litros/segundo)}}$$

4.1.7 Consumo máximo horario

Es la demanda máxima que se presenta en una hora durante un año completo. Se lo determina multiplicando el consumo máximo diario por un coeficiente **k2** que varía entre **(1.5 a 2.2)** según el número de habitantes.

$$Q_{\max h} = Q_{\max d} * k_2$$

Dónde:

Qmáx. h: Caudal máximo horario (l/s)

Qmáx. d: Caudal máximo diario (l/s)

K2 : Factor de variación horaria (1.5 - 2.2)

(Cuadro 4.3).- Valores de k₂

Tamaño de población	K ₂
hasta 2000 hab	2.20 - 2.00
2001 - 10000	2.00 - 1.80
10001 - 100000	1.80 - 1.50
más de 100000 hab	1.5

Fuente: Norma Boliviana NB 689

Elaboración: Propia

Aplicando la anterior ecuación se obtiene:

$$Q_{\max h} = Q_{\max d} * k_2 = \quad \quad \quad \mathbf{1.44 \text{ (litros/segundo)}}$$

4.2. Fuentes de abastecimiento y captación (obra de toma)

4.2.1 Obra de captación

Dentro las posibles fuentes de captación convencional de agua que se conoce:

- Fuente superficial (ríos o quebradas)
- Fuente sub superficiales (vertientes)
- Fuente subterráneas (acuíferos)

La alternativa de captación para la comunidad de Barbecho será la Fuente Subterránea (Pozos), que son obras que se realizan para captar aguas subsuperficiales y profundas. Identificándose dos tipos de pozos

a).- Pozos Someros o subsuperficiales, que captan agua subsuperficial de acuíferos de poca profundidad, hasta los 30m.

b).- Pozos Profundos, los cuales captan agua subterránea de profundidades mayores a los 30m.

Siendo Barbecho una comunidad con características particulares propias de la zona erosionada de la Provincia Cercado, presentando poca precipitación anual y teniendo características de alta permeabilidad de los suelos subsuperficiales, teniendo en cuenta que la única fuente de captación superficial que existe en la comunidad durante la época de estiaje no presenta caudal alguno. La fuente de

captación profunda se convierte en la única solución y alternativa de captación, (Pozo Profundo).

Esta alternativa se valida mediante:

- La Cuantificación del Agua, la cual se analizó en el CAPITULO III (ESTUDIOS PRELIMINARES)
- Un análisis de la calidad del agua a captar, el mismo se encuentra en el ANEXO 2 que certifica que cumple los requisitos exigidos por la norma Boliviana NB 512.
- La singularidad climática, hidrológica y geológica de la zona, que anula la posibilidad de una fuente de captación superficial o sub superficial y obliga a satisfacer la demanda de consumo de agua mediante la utilización de una fuente de captación de agua subterránea (Pozo Profundo) tal como se puede apreciar en el ANEXO 16 (Validación de la fuente de captación).

Para el presente diseño se optará por el tipo de obra de Bombeo con Bomba Sumergible.

Selección de la Bomba

Obra de Captación.- La obra de toma o de captación es la estructura más importante de un sistema de agua potable, es la que define la disposición de los demás componentes del sistema, además de abarcar un porcentaje del presupuesto.

La finalidad básica de las obras de captación, es asegurar de manera continua y bajo cualquier condición de flujo la captación del caudal de diseño previsto.

El diseño de la obra de captación para este proyecto se convierte básicamente en la determinación de las características de la bomba y accesorios de la misma, que serán utilizados para dicho sistema, seguido de un diseño hidráulico de la tubería de impulsión del pozo, y obviamente el lugar de establecimiento de los controles de la bomba (caseta de bombeo). Dicho cálculo de tubería de impulsión y capacidad de bomba se encuentran en ANEXO 4.

Si bien en el mercado existen un sin número de tipos y capacidades de bombas, las más usuales en orden de la actual difusión y aplicación son:

- a).- Bombas eléctricas: sumergibles, de eje vertical, centrifugas.
- b).- Bombas solares.
- c).- Bombas eólicas.
- d).- Bombas manuales.

a).- Bombas eléctricas.- Tiene diversas formas y capacidad y se pueden instalar en cualquier tipo de fuente (pozo, noria, cárcamo o galería), pero lógicamente requieren de energía eléctrica para su funcionamiento, esta energía puede ser monofásica (220 voltios) o trifásica (380 voltios). Los principales elementos de un sistema eléctrico de bombeo son: la bomba propiamente dicha, un motor eléctrico, que acciona la bomba y un equipo de control.

Cuando no existe una red de distribución de energía eléctrica en el lugar, se debe instalar un generador para producir energía necesaria para accionar la bomba.

b).- Bombas solares.- Se llaman así por que utilizan el sol como energía. En realidad la radiación solar es convertida mediante celdas fotovoltaicas directamente a electricidad, la cual a su vez es utilizada para mover un motor eléctrico para impulsar la bomba.

c).- Bombas eólicas.- Se llama así a las accionas por energía producida por viento. Las más usuales son de acoplamiento mecánico (bombas de pistón recíprocante y bombas rotativas), pero también hay de acoplamiento eléctrico (cuando el rotor mueve primero un generador).

d).- Bombas manuales.- Como su nombre lo indica, son operadas directamente por la acción del hombre y sin necesidad de otra clase de energía. Su mayor ventaja, son sus bajos costos de construcción y operación. Sus desventajas, son su limitada altura y caudal de bombeo.

Pues del anterior análisis de tipos de bombas para sistemas de agua potable, en primera instancia se descarta el tipo de bombeo por energía solar, ya que es de conocimiento general que en el valle central del Departamento de Tarija existen ciertos días e incluso semanas del año, sea tanto en época de invierno, como también en verano, donde los rayos del sol no hacen contacto directo con la superficie terrestre. Al ser el pozo de barbecho un pozo profundo, necesita vencer

una gran altura para lograr que el agua aflore a la superficie, por ende precisa gran energía y potencia continua de bombeo, otro punto más, por el cual la energía solar es descartada como fuente de energía para una bomba.

Al igual que las bombas solares, las bombas eólicas, transforman la energía del viento en energía eléctrica, haciendo accionar el motor de la bomba, su principal desventaja radica en que este tipo de bombas son utilizadas para la explotación de aguas superficiales y subsuperficiales poco profundas, ya que generalmente la generación de energía suele ser intermitente, por ser el viento una variable que no es constante. Dicha alternativa de bombeo es descartada por lo anteriormente expuesto.

El bombeo con bombas manuales es el menos indicado para ser utilizado en un sistema de agua potable en la actualidad, si bien presenta ventajas en relación a su costo de construcción y operación, sus desventajas son las que marcan la decisión teniendo poca altura de bombeo y siendo los caudales de bombeo pequeños, el bombeo mediante bombas manuales, también es descartado con una alternativa de bombeo para el Sistema de Agua Potable de la Comunidad de Barbecho.

Las bombas eléctricas son las más frecuentemente usadas en el abastecimiento de agua, también las bombas centrifugas, horizontales y verticales, y las bombas sumergibles. El proyectista de acuerdo a las características del proyecto, seleccionará el tipo de bomba más adecuada a las necesidades del mismo.

Bombas Centrifugas Horizontales

Son equipos que tienen el eje de transmisión de la bomba en forma horizontal. Tienen la ventaja de poder ser instaladas en un lugar distinto de la fuente de abastecimiento, lo cual permite ubicarlas en lugares secos, protegidos de inundaciones, ventilados, de fácil acceso, etc.

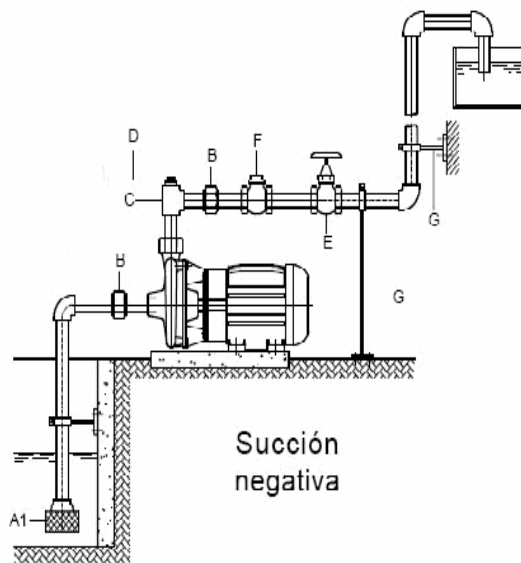
Este tipo de bomba se debe emplear en cisternas, fuentes superficiales y embalses. Por su facilidad de operación y mantenimiento es apropiado para el medio rural. Su bajo costo de operación y mantenimiento es una ventaja adicional.

Se pueden clasificar, de acuerdo a la posición del eje de la bomba con respecto al

nivel del agua en la cisterna de bombeo, en bombas de succión positiva y bombas de succión negativa.

La mayor desventaja que presentan estas bombas, es la limitación en la carga de succión, ya que el valor máximo teórico que alcanza es el de la presión atmosférica del lugar (10,33 m. a la altura del mar), sin embargo, cuando la altura de succión es de 7 metros, la bomba ya muestra deficiencias de funcionamiento.

(Figura 4.1).- Bombas centrifugas horizontales.



Fuente: UNATSABAR

Elaboración: Propia

En tal sentido dicha alternativa de bombeo, es también descartada debido a que cuando el pozo es perforado, su diámetro interno será de aproximadamente 8", haciendo imposible colocar en su interior una bomba centrífuga de eje horizontal. Por otro lado si es que la bomba se colocara fuera del pozo, la altura de succión que tendría que vencer la misma será mucho más grande que la que su potencia le permite.

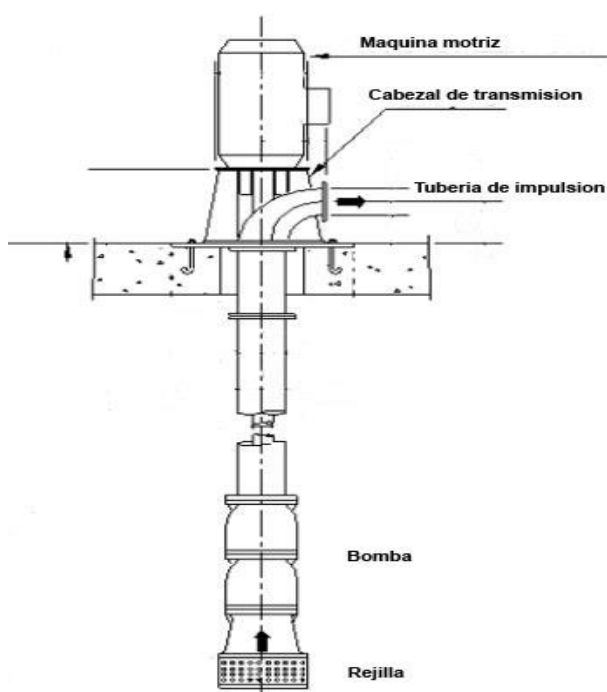
Bombas Centrifugas Verticales

Son equipos que tienen el eje transmisión de la bomba en forma vertical, sobre el cual se apoya un determinado número de impulsores que elevan el agua por etapas. Deben ubicarse directamente sobre el punto de captación, por lo cual casi se limita su uso a pozos profundos.

Estas bombas se construyen de diámetros pequeños, a fin de poder introducirlas en las perforaciones de los pozos, los cuales exigen diámetros pequeños por razones de costo.

Una unidad de bombeo de un pozo consta de seis partes principales, que son:

a) La máquina motriz, b) El cabezal de transmisión, c) Eje de transmisión, d) La columna o tubería de impulsión, e) La bomba, y f) La tubería de succión (véase figura 4.2).



(Figura 4.2).- Bombas centrífugas verticales.

Fuente: UNATSABAR
Elaboración: Propia

De acuerdo al tipo de lubricación del eje de transmisión de la bomba, pueden ser de dos tipos: lubricadas con el mismo líquido que se bombea y lubricadas con aceite.

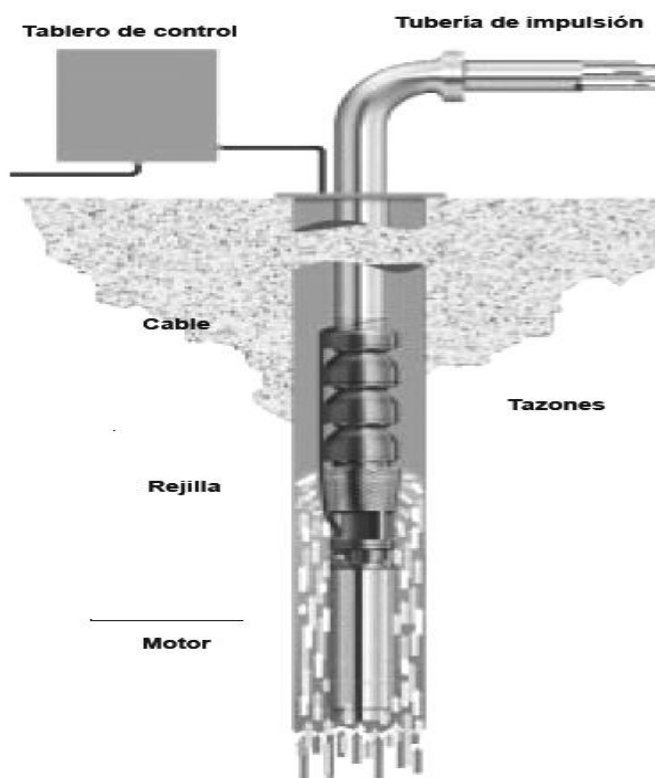
La ventaja principal de estos equipos, es su versatilidad y su capacidad para trabajar en un amplio rango de velocidades. Entre sus desventajas están; lo ruidosas que son y la estricta verticalidad que exige a los pozos para su instalación.

Los costos de instalación de este tipo de bombas son menores a los demandados por la instalación de una bomba de eje horizontal; sin embargo, la operación y mantenimiento exige cuidado especial y mayores costos.

Si bien dichas bombas pueden ser utilizadas para sistemas de explotación de aguas de pozos profundos, en el mercado interno se ve poca oferta de las mismas, ya que su instalación es mucho más costosa y complicada, por el hecho que se trabaja en altas profundidades y en espacios sumamente reducidos de los pozos ya perforados por motivos de economía. Por ende la utilización de dicha bomba fue descartada, ya que se ve como mejor alternativa el empleo de una bomba sumergible.

Bombas Sumergibles

Son equipos que tienen la bomba y motor acoplados en forma compacta, de modo que ambos funcionan sumergidos en el punto de captación; se emplean casi exclusivamente en pozos muy profundos, donde tienen ventajas frente al uso de bombas de eje vertical. Estas bombas tienen la desventaja de poseer eficiencia relativamente bajas, por lo cual, aun cuando su costo puede ser relativamente bajo, el costo de operación es elevado por su alto consumo de energía.



(Figura 4.3).-
Bombas sumergible

Fuente: UNATSABAR
Elaboración: Propia

Si bien la alternativa técnica más factible de selección de la bomba se inclina por la Bomba Sumergible, también se analizó la posibilidad de que trabajen dos bombas en paralelo al mismo tiempo, para así poder reducir la potencia de la requerida, pero dicha hipótesis es descartada tras análisis del siguiente cuadro:

(Cuadro 4.4).- Diámetros de perforación y entubamiento de Pozos en el valle central de Tarija

Nombre del Pozo o Comunidad	D de perforacion (pulg)
Las Bararncas	8,5 pulg
Pampa Redonda	8,9 pulg
Monte Mendez	8,75 pulg
Monte Sud	8,5 pulg
Quebrada la Aguada	8,5 pulg
San Mateo	8,5 pulg
Rancho Norte	8,5 pulg
San Luis	8,5 pulg
Calama	8,5 pulg
Portillo	8,5 pulg
Tarija Cancha	8,5 pulg
Calama-Tarija Cancha	8,5 pulg
Tablada	8,5 pulg
Barrio industrial	8,5 pulg
Sella Mendez	8,5 pulg
Monte Cercado	8,5 pulg
Sella Cercado	8 pulg
Sanata Ana la Vieja	8 pulg
Concepcion	8 pulg
Calamuchita	8 pulg
Portillo Jardin	6 pulg
Turumayu	6 pulg
Yesera Sud	6 pulg
San Pedro B.V.	6 pulg
Iro de Mayo	10 pulg
19 de Marzo	8 pulg
Pampa Galana	6 pulg
La Pintada	6 pulg
Monte Sud	6 pulg
La Pintada 24 de Oct.	6 pulg
Torrecilas (Vela)	8 pulg
27 de Mayo	6 pulg
San Mateo	6 pulg
Diametro promedio de perforacion	7,72 pulg

Fuente: PRODASUT

Elaboración: Propia

Como se muestra en el cuadro anterior los diámetro de perforación de la mayoría de los pozos profundos que se encuentran en el valle central de la Ciudad de Tarija, oscila alrededor de 8 pulgadas, siendo imposible colocar dos bombas sumergibles que trabajen juntas, ya que el diámetro promedio de una bomba sumergible de 5.5HP, es de aproximadamente 5 pulgadas. Por tal motivo la colocación de una segunda bomba que trabaje en paralelo se descarta en primera instancia por el diámetro de perforación del pozo, que solo tiene lugar para la colocación de una sola bomba y en segunda instancia, porque una bomba sumergible necesita enfriamiento y a veces es hasta necesario colocarle un encamisado reduciendo mucho más aún la separación entre el cuerpo de la bomba y las paredes del pozo.

En resumen para el presente Sistema de Agua Potable de contará con una Bomba tipo Sumergible de 5.5HP, la cual garantiza que el bombeo, que se realizará durante 8 horas cada día, transporte la cantidad prevista de agua hacia el tanque de regulación para posterior distribución a la red.

El detalle del cálculo de la bomba y del caudal del bombeo se puede apreciar en el ANEXO 4.

4.2.1.1 Nivel dinámico de explotación del Pozo

Uno de los aspectos más importantes al realizar un diseño de un Sistema de Agua Potable por Bombeo, es poder verificar la profundidad del Nivel Dinámico de Aguas.

Mas al desconocerse dicho dato tan elemental, debido a que el pozo en la actualidad no cuenta con perforación alguna y por ende no haberse llevado las pruebas de Bombeo, se propone a continuación un cuadro resumen de diversos pozos profundos perforados en el valle central del Departamento de Tarija por del PRODASUT, los cuales serán utilizados para estimar una profundidad y nivel dinámico del pozo en estudio Barbecho.

En tal sentido a continuación se muestra un resumen de las profundidades de perforación de los distintos pozos:

(Cuadro 4.5).- Niveles de perforación de pozos profundos de agua subterránea en el valle central del departamento de Tarija

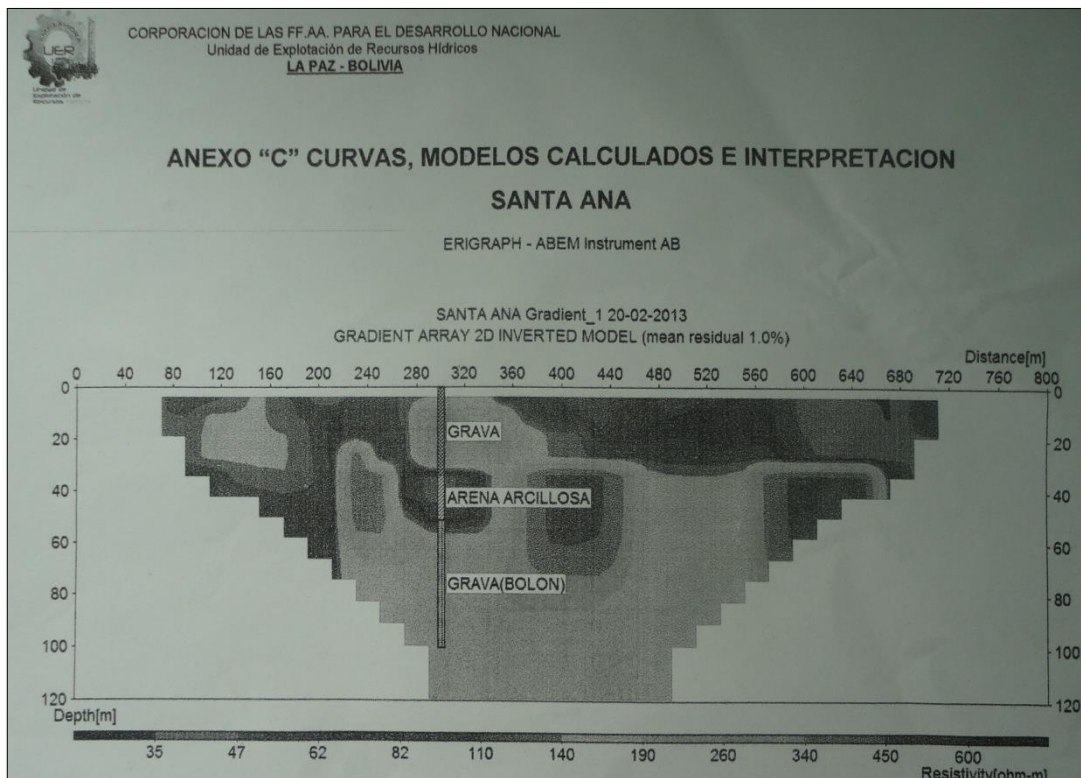
Nombre del Pozo o Comunidad	Profundidad (m)
Las Bararcas	132 m
Pampa Redonda	60 m
Monte Mendez	105 m
Monte Sud	44 m
Quebrada la Aguada	112 m
San Mateo	51 m
Rancho Norte	65 m
San Luis	26 m
Calama	30 m
Portillo	120 m
Tarija Cancha	83 m
Calama-Tarija Cancha	54 m
Tablada	163 m
Barrio industrial	114 m
Sella Mendez	99 m
Monte Cercado	110 m
Sanata Ana la Vieja	60 m
Concepcion	42 m
Calamuchita	93 m
Portillo Jardin	134 m
Turumayu	92 m
Yesera Sud	190 m
San Pedro B.V.	130 m
1ro de Mayo	201 m
19 de Marzo	116 m
Pampa Galana	130 m
La Pintada	114 m
Monte Sud	100 m
La Pintada 24 de Oct.	104 m
Torrecilas (Vela)	85 m
27 de Mayo	156,6 m
San Mateo	126,5 m
Diametro promedio de perforacion	100,67 m

Fuente: PRODASUT

Elaboración: Propia

Si bien una manera de sustentar la profundidad del nivel dinámico del pozo podría ser el cuadro anterior, también existe otra alternativa, que es el Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) que llevó a cabo las FF.AA. El cual se muestra a continuación:

(Figura 4.4).- SEV Sondeo Eléctrico Vertical del pozo Barbecho



Fuente: Corporación de las FF.AA. para el Desarrollo Nacional

Elaboración: Propia

Como se puede ver en la figura anterior, tras en sondeo realizado al lugar seleccionado para la perforación del pozo, se evidencia que a partir de los 60m de profundidad existe una capa de grava bolón, por donde presuntamente se encontraría el flujo subterráneo.

Si bien no se podría hablar de profundidad de perforación, hasta que no se tenga el pozo perforado y profundidad de nivel dinámico; y no se haya realizado la prueba de bombeo por motivos de seguridad y muy arbitrariamente a manera de seguir adelante con el diseño hidráulico del sistema, se asume que la profundidad de nivel dinámico será de 100m.

4.2.2 Línea de aducción

Es el conjunto de elementos estructurales, equipos, dispositivos, tuberías y accesorios que permiten el transporte de un volumen determinado de agua, mediante bombeo, desde la obra de toma hasta el tanque de regulación o directamente a la red de distribución.

En caso particular del proyecto la figura de aducción, se ve eliminada por tratarse un una bomba sumergible.

4.2.3 Tratamiento

En cuanto a la calidad del agua se refiere, en el ANEXO 2 se tiene un informe del mismo donde se pueden apreciar que los parámetros evaluados tanto: físicos-químicos y bacteriológicos, están dentro de los rangos propuestos por la norma.

Para la desinfección del agua, utilizaremos un hipoclorador automático, que en comparación con el hipoclorador normal o convencional, presenta grandes ventajas, una de ellas, el verter la solución de cloro directamente a la red de distribución trabajando con una simple diferencia de presiones, y garantizando que solo se vierta solución a la red, cuando exista movimiento de agua en la misma, así controlando el gran problema de acumulación de cloro en la red en las horas de bajo o no consumo.

Dicho hipoclorador será ubicado a los pies del tanque de regulación, inmediatamente luego de la bajante de PVC c-12.

- **Dosificación convencional del cloro para el sistema :**

De acuerdo al balance de masas se tiene:

El caudal de entrega al tanque será el caudal máximo diario del sistema ($Q= 65l/s$), con una dosis asumida de ($d=0.2 \text{ mg/l}$), con un porcentaje de cloro activo en el hipoclorito comercial de ($r= 70\%$)y con una mezcla de concentración ($c=50\%$).

De la ecuación: $P = Q * d = 0.471 \text{ gr/hr}$

Con el que se calculará el peso del hipoclorito comercial:

$$P_c = P * \frac{100}{r} = 0.673 \text{ gr/hr}$$

Calculado la demanda horaria de la solución:

$$q_s = \frac{P_c * 100}{c} = 1.3465 \text{ lt/hr}$$

Calculando el volumen de la solución: Para un periodo de $t=24\text{hrs}$.

$$Vs = qs * t = 32.315 \text{ litros}$$

Si bien se realizó el cálculo anterior para determinar la cantidad de solución de cloro que deberá ser introducida a la red cada 24hrs. Es para determinar un volumen tentativo del cloro a introducir a la red para un determinado periodo.

Al ser propuesto en el presente proyecto un Sistema de Hipocloración Automático, el porcentaje de solución a ser vertida a la red, se lo determina calibrando el instrumento en función a rangos establecidos.

4.2.4 Tanque de almacenamiento

La capacidad del tanque de almacenamiento debe ser mayor o igual que el volumen de regularización, volumen contra incendio o volumen de reserva. Es decir:

$$\text{Capacidad} \geq \left\{ \begin{array}{l} \text{Volumen de regulación} \\ \text{Volumen contra incendios} \\ \text{Volumen de reserva} \end{array} \right\}$$

4.2.4.1 Tanque de almacenamiento para el sistema

- Volumen de regulación.-

$$V_{\text{regulacion}} = C * Q_{\text{max. diario}} * Tr = 28.276 \text{ m}^3$$

- Volumen contra incendios.-

$$Q_i = 3.86\sqrt{P} * (1 - 0.01 * \sqrt{P})$$

$$V_{\text{incendios}} = Q_i * T_i = 20.104 \text{ m}^3$$

- Volumen de reserva.-

$$V_{\text{reserva}} = 4hr * Q_{\text{max. diario}} = 9.425 \text{ m}^3$$

La capacidad del tanque de regulación, deberá ser la mayor de las anteriormente determinadas. Por lo tanto se escoge la proveniente del volumen de regulación = 28.276m³, por motivos de practicidad y seguridad, se adoptará para diseño por las características de la zona, los planos tipo de la "Guía Técnica de Diseño de Agua Potable y Saneamiento" publicado por el Ministerio de Servicios y Obras Públicas.

Dicho tanque elevado es de H°A° y tiene una capacidad 30m³.

El cálculo de la capacidad del tanque de almacenamiento se presenta en ANEXO 6.

La opción de un tanque elevado de regulación es adoptada tras un análisis Técnico del área de influencia, que tendrá dicho tanque. En primera instancia, se podría pensar en un tanque semienterrado o de ferro-cemento, los cuales a simple vista ofrecen una alternativa solución mucho más económica y rápida.

Dicha alternativa ya sea la construcción de un tanque semienterrado de Hormigón Ciclópeo o de un tanque de Ferro-Cemento, son descartadas debido a que en el lugar aledaño en donde se realizará la construcción del tanque elevado, no existe en estos momentos alguna vivienda cercana, por lo cual se podría realizar la construcción de un tanque semienterrado o superficial, los cuales tranquilamente proporcionarían las presiones mínimas de servicio en cualquier punto de la red.

Proyectándonos en el tiempo y siendo consecuentes con las tendencias de desarrollo que tienen las comunidades tras la implementación de sistemas de agua potable y previendo que en lo posterior esas grandes áreas de terreno que se encuadran adyacentes al lugar de emplazamiento del tanque, puedan ser pobladas por viviendas que requieran el servicio de agua potable, se toma la decisión de realizar la construcción de un taque elevado de Hormigón Armado.

Dicho tanque elevado, consta de una altura de 15 m, desde el nivel inferior de la losa del tanque, hasta la superficie del suelo. Garantizando con estas presiones mínimas de servicio a posibles futuras conexiones domiciliarias, que se encuentren dentro del área potencial de influencia, dicha área aproximadamente es de 45Ha, la misma que fue extraída mediante el Software Google Earth y se muestra en la figura a continuación (figura 4.5).

(Figura 4.5).- Área de influencia del tanque de almacenamiento



Fuente: Software Google Earth

Elaboración: Propia

Paralelamente, a fin de verificar que las cuantías que ofrece el plano tipo de tanque de H°A°, que proporcionado por el Ministerio de Servicios y Obras Públicas, se realizó el cálculo estructural del mismo mediante el software de cálculo Cype Cad. Dicho cálculo es presentado en el ANEXO 6.

Tras verificación con el anterior programa de cálculo estructural mencionado, se verifica que las cuantías que propone el plano tipo proporcionado por el Ministerio de Servicios y Obras Públicas para un tanque elevado de capacidad de 30m³, son precisamente las que la estructura solicita.

4.2.5 Red de distribución

Es un sistema integrado por una serie de tuberías generalmente enterradas y sus piezas de unión y accesorios necesarios para operarla, cuya función principal es conducir agua en forma continua, para la prestación del servicio a los consumidores en cantidad y con presión adecuada.

4.2.5.1 Tipos de redes

4.2.5.1.1 Red abierta o ramificada

La red abierta o ramificada está constituida por tuberías que forman ramificaciones a partir de una línea principal. La red abierta puede superponerse en poblaciones semidispersas y dispersas o por razones topográficas o de conformación de la población, no es posible un sistema cerrado.

4.2.5.1.2 Red cerrada o anillada

La red cerrada o anillada está constituida por tuberías que forman circuitos cerrados o anillos. La red cerrada puede aplicarse en poblaciones concentradas y semi-concentradas mediante redes totalmente interconectadas o redes parcialmente interconectadas.

La red puede estar compuesta por una red de tuberías principales y una red de tuberías secundarias.

4.2.5.1.3 Red mixta o combinada

De acuerdo a las características topográficas y distribución de la población, pueden aplicarse en forma combinada redes cerradas y redes abiertas.

El tipo de red abierta o ramificada se ajusta mejor a las condiciones de la zona (comunidad de Rejará Centro). El mismo que será diseñado con el caudal máximo horario de la población futura tomando las siguientes consideraciones extraídas de la norma boliviana NB 689.

4.2.5.2 Presiones de servicio

Durante el período de la demanda máxima horaria, la presión dinámica mínima en cualquier punto de la red no debe ser menor a:

- Poblaciones iguales o menores a 2 000 habitantes 5,00 m.c.a.
- Poblaciones entre 2 001 y 10 000 habitantes 10,00 m.c.a.
- Poblaciones mayores a 10 000 habitantes 13,00 m.c.a.

Las presiones mencionadas anteriormente, podrán incrementarse observando disposiciones municipales o locales de políticas de desarrollo urbano y según las características técnicas del sistema de distribución.

4.2.5.3 Velocidades

La velocidad mínima en la red principal de distribución, en ningún caso debe ser menor a 0,30 m/s para garantizar su auto limpieza. Para “Poblaciones pequeñas”, se aceptaran velocidades menores, solamente en ramales secundarios. La velocidad máxima en la red de distribución, no debe ser mayor a 2,00 m/s

4.2.5.4 Diámetros mínimos

Los diámetros mínimos de las tuberías principales para redes cerradas deben ser:

- En poblaciones menores a 2 000 habitantes 1”
- En poblaciones de 2 001 a 20 000 habitantes 1 1/2”
- En poblaciones mayores a 20 000 habitantes 2”

En redes abiertas, el diámetro mínimo de la tubería principal debe ser de 1”, aceptándose, en poblaciones menores a 2 000 habitantes, un diámetro de 3/4” para ramales.

4.2.5.5 Clase de tubería

La clase de tubería que se utilizara en la red de distribución, estará en función a las solicitaciones de presión de las mismas. Según la Norma Boliviana NB 213, existen ciertas clases de tuberías que pueden ser utilizadas en Sistemas de Agua Potables, las cuales cuentan con la verificación de la respectiva certificación de calidad de las mismas.

(Cuadro 4.6).- Diámetros de tuberías según las Clases

	DIÁMETROS DE TUBERÍA EN PULGADAS											
Tipo de Tubería	1/2"	3/4"	1	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"
<i>Clase 6</i>							X	X	X	X	X	X
<i>Clase 9</i>					X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Clase 12</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Clase 15</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Clase Ro</i>	X	X	X	X	X							
<i>Esquema 40</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Esquema 80</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Esquema 120</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Norma Boliviana NB 213

Elaboración: Propia

En el desarrollo del proyecto básicamente se emplearon cuatro clases de tuberías, sean estas para la aducción, como también para la red de distribución.

Tubería PVC Clase – 12 : Esencialmente utilizada para los principios de la red en diámetro de 1 ½” y 2”, en donde los caudales de transporte son mayores y donde es necesario producir una menor pérdida de carga, con el objeto de poder garantizar las presiones de servicio mínimas de aguas abajo. Se utiliza tubería de PVC Clase – 12 debido a que se puede observar en el anterior cuadro dicha tubería se presenta en el mercado en diámetros mayores o igual a 1 ½”. Si bien la dicha tubería puede soportar una presión estática de hasta 120m.c.a., se recomienda que la misma no sobrepase del 80%, de la presión nominal anteriormente señalada.

Tubería PVC Clase – 15: La más utilizada en la mayoría de las red de distribución, como podemos observar en el anterior cuadro, para diámetros de 1/2” , 3/4 “ y 1”, no existe tubería de Clase menor a la 15. Dicha tubería puede soportar una presión estática de hasta 150m.c.a., pero igualmente la recomendación es la misma, que dicha tubería solo debe trabajar soportando máximo un 80% de su presión nominal.

Tubería PVC Esquema 40 : Este tipo de tubería es utilizada en su esencia, para la ejecución de las conexiones domiciliarias en un diámetro de 1/2", se eligió este tipo de tubería debido a sus características de alta tolerancia a las presiones de

trabajo, para un diámetro de 1/2", oscila alrededor de 42 kg/cm². Su espesor de paredes que es notablemente mayor a las tuberías de igual diámetro, pero en Clase -15, espesor de pared de casi 3mm. Entre otra de sus ventajas, está la alta resistencia a los efectos del medio ambiente que combinadas a su espesor, le proporciona a este tipo de tuberías una vida útil mucho más larga que la tubería de Clase – 15.

Dicha tubería (Esquema 40), se convierte en la mejor opción para su empleo en las conexiones domiciliarias, debido a que generalmente el tendido domiciliario va disminuyendo su profundidad de colocación, conforme se acerca a la acometida domiciliaria, siendo el mismo propenso a daños debido a cargas no contempladas que se puedan postrar sobre el mismo, dañando de esta forma la tubería.

Tubería FG: Dicha tubería utilizada únicamente para los pasos de quebrada y en donde su colocación amerite que la misma vaya por sobre la superficie, estando proclive a los efectos de la intemperie. Se utilizó esta tubería en un diámetro de 3/4", para su colocación en los dos pasos de quebrada de 75m y en un diámetro de 2", para su empleo como tubería de impulsión que conecta a la bomba sumergida con el taque de regulación. Se utiliza esencialmente este tipo de tubería para los lugares anteriormente señalados, debido a la alta resistencia que tienen las mismas a los golpes, cargas contempladas a los efectos del medio ambiente.

4.3 Diseño de obras civiles

4.3.1 Obra de captación

La alternativa de captación para la comunidad de Barbecho será la Fuente Subterránea (Pozos), que son obras que se realizan para captar aguas subsuperficiales y profundas. Identificándose dos tipos de pozos:

a).- Pozos Someros o subsuperficiales, que captan agua subsuperficial de acuíferos de poca profundidad, hasta los 30m

b).- Pozos Profundos, los cuales captan agua subterránea de profundidades mayores a los 30m.

Siendo Barbecho una comunidad con características particulares propias de la zona erosionada de la Provincia Cercado, presentando poca precipitación anual y teniendo características de alta permeabilidad de los suelos subsuperficiales, teniendo en cuenta que la única fuente de captación superficial que existe en la comunidad durante la época de estiaje, no presenta caudal alguno; la fuente de captación profunda se convierte en la única solución y alternativa de captación (Pozo Profundo).

En resumen para el presente Sistema de Agua Potable, se contará con una Bomba tipo Sumergible de 5.5HP, la cual garantiza que el bombeo que se realizará durante 8 horas cada día, trasportará la cantidad prevista de agua hacia el tanque de regulación, para su posterior distribución a la red. Dicho cálculo se encuentra presente en el ANEXO 4 del presente documento.

4.3.2 Línea de aducción y red de distribución

Para la aducción, tanto para la red de distribución se adoptarán las consideraciones dadas en la norma boliviana NB-689 para su diseño.

4.3.2.1 Línea de aducción

La aducción para este sistema de agua potable se convierte básicamente en el diseño de la tubería de impulsión que sale de la bomba trifásica y que lleva el caudal máximo diario al tanque de almacenamiento.

Para el diámetro económico de la tubería de impulsión se trabaja con la ecuación de Bresse:

$$D = k * \sqrt{Q}$$

Donde K es un coeficiente que varía entre (1-4.4), que para tuberías de impulsión no son operadas continuamente se convierte en:

$$D = 1,30 * x^{1/4} * \sqrt{Q} \quad x = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de bombeo}}{24}$$

A partir de datos del caudal máximo diario = (0.65 l/seg); y suponiendo 8hrs de bombeo al día, parámetro que señala la Norma.

D= impulsión = 2”

El cálculo hidráulico de aducción o tubería de Impulsión, se encuentra desarrollado en ANEXO 4.

4.3.2.2 Red de distribución

Para el diseño de la red de distribución se trabajará con la ecuación de Hazen-Williams:

$$hf = 10,678 * \frac{Q^{1,852} * L}{C^{1,852} * D^{4,87}}$$

- hf:** Pérdida de carga por fricción (m).
- L:** Longitud de la tubería (m).
- Q:** Caudal del tramo de tubería analizado (m³/s).
- D:** Diámetro de la tubería (m).
- C:** Coeficiente de Hazen-Williams (adim).

(Cuadro 4.7).- Valores de C

Material	C
Acero Galvanizado	125
Acero soldado c/revestimieto	130
Asbesto cemento	120
Hierro fundido nuevo	100
Hierro fundido usado (15 a20 años)	60-100
Hierro fundido ductil c/revestimiento de cemento	120
Plastico PVC o polietileno PE	140

Fuente: Norma NB-689, Diseños de Sistema de Agua Potable

Dichos cálculos fueron corroborados por la ecuación de Darcy-Weisback, que según explicación del desarrollo de la propia formula es mucho más precisa que las demás. Dicha ecuación se describe de la siguiente manera:

$$hf = f * \frac{l * V^2}{D * 2 * g}$$

$$f = \frac{0,25}{\log\left(\frac{E}{3,71D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}}\right)^2}$$

Dónde:

F = Factor de fricción de Darcy-Weisback (adimensional).

L= Longitud de la tubería (m).

D= Diámetro de la tubería en (m).

V= Velocidad de circulación al interior de la tubería (m/s).

E= Rugosidad relativa del material de la tubería.

Re=Número de Reynolds.

Como dato común se tiene el caudal; Para sistemas de distribución con tanque de regulación, se adoptará el caudal máximo horario: para el sistema $Q = 1.44$ (lt/s). Además de tener el coeficiente de Hazen Williams, para los materiales existentes en cada tramo: PVC = 140 y tener la ecuación iterativa con la cual podemos obtener el coeficiente de Darcy-Weisback (f).

Lo que se hará, es ir variando diámetros de manera que en función a la pérdida generada por la longitud de la tubería se condicione el funcionamiento de la misma. Buscando que en zonas de baja presión dinámica, pase el agua por los picos sin problemas, como también se tomará en cuenta los pasos de quebrada, el cambio de material acero galvanizado.

Al trabajarse con un sistema a presión o tubo lleno la velocidad se la calculara con la ecuación de continuidad:

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

Por recomendación de la norma, se diseñaran las tuberías con el 80% de la presión de servicio, tratando en todo momento de uniformizar la clase de tubería.

Uno de los principales aspectos de diseño a ser tomado en cuenta, es la presión de entrega a las conexiones domiciliarias, según Norma NB 689, la presión mínima de entrega para poblaciones son menores a 5000 hab. Es de 5 m.c.a.

Si bien en norma se señala presiones mínimas, mas al contrario las presiones máximas las enmarca a la calidad de la tubería.

▫ **Metodología:**

Se dimensionará por tramos de 20 m aplicando la ecuación para resolver las pérdidas por fricción en cada tramo, en base a las pérdidas generadas, irán variando los diámetros cuidando, que en los picos la presión dinámica sea mayor a 5 mca, además de verificar la presión estática que determinará la clase de tubería a emplear.

Para la determinación de caudales en redes abiertas con más de 30 conexiones, debe de aplicarse uno de los métodos para redes cerradas.

- a) Método de la Densidad Poblacional
- b) Método de la Longitud Unitaria
- c) **Método de Numero de Familias**

Siendo este último el que mejor se adapta a nuestra disposición de población.

$$qu = \frac{Qt}{Nf} = 0.01735 \frac{lt}{seg} * familia$$

Nota:

El desarrollo de la metodología de cálculo se puede apreciar en el ANEXO 5.

4.3.2.3 Puentes colgantes en el proyecto

De acuerdo con el levantamiento topográfico, se considera la aplicación de puentes colgantes en las depresiones que se presentan en el trazo:

(Cuadro 4.8).- Puentes en el trazo

NOMBRE	UBICACIÓN	PROGRESIVA		LONTITUD	D (in)
		INICIO	FINAL		
puente 1	Ramal 2	3500	3575,001	75,001	3 / 4"
puente 2	Sub Ramal 2b	263,155	338,188	75,033	3/ 4"

Fuente: Elaboración propia

Para el diseño de los puentes colgantes se basará en planos tipo proporcionados por el Ministerio de Servicios y Obras Públicas, que van de acuerdo a la longitud del puente: 20, 30, 40, 50, 75 y 100 m.

4.4 Descripción del proyecto:

El presente proyecto contempla las siguientes características:

Se realizara la reconstrucción de la obra de toma, mediante la perforación de un pozo profundo de 8 pulgadas de Ø, donde se realizara la instalación de una bomba de agua sumergible de eje vertical de 5,5 HP de potencia y su conexión a un sistema eléctrico trifásico, se instalara un sistema de aducción con tubería de FG 2" Ø. En una longitud aproximada de 195.8 m, además de las construcción de una caseta de bombeo, con su respectivo cerco perimetral de protección.

Se construirá un tanque elevado de almacenamiento de H°A°, con una de capacidad 30 m³, con un volumen regulable de 28,28 m³, a una altura de elevación de 15 m., del nivel inferior de la base del tanque, además poseerá cámaras de salida y accesorios, las cámaras serán cubiertas con tapa metálica y su tubería de ventilación y de limpieza.

Construcción de una caseta de cloración hecha de mampostería de ladrillo y cubierta de calamina, provista de un clorador automático INYECTOR DOSMATIC, con características para la eliminación de los microorganismos patógenos presentes en el agua, la misma cuenta con su respectivo cerco de protección de malla olímpica.

Se instalara la red de distribución primaria con tuberías de PVC C-15 de 1", ¾" y ½" Ø en una longitud de 7,208 kilómetros y 3,942 kilómetros de longitud de PVC C-12. de 2" y 1½" Ø

Se instalara la red domiciliaria con tuberías de PVC E-40 de ½" Ø en una longitud de 4,799 kilómetros.

Se construirá dos puentes colgantes de H°A° con una distancia longitudinal de 75 +/- 3 metros del eje de las zapatas. Las zapatas serán de H°A° de 0,70 * 0,70* 0,5, se instalara tubería de FG ¾" Ø, estos puentes colgantes permitirán dotar de agua al ramal 2 y al sub-ramal 2B.

Construcción de la infraestructura de cámaras purgadoras de lodos de H°C°, purgadoras de aire de H°C° y rompe presiones de H°C°, todas con sus respectivas tapas de H°A° para garantizar un mayor perduración en el tiempo y resistencia al tráfico, para garantizar la operación y mantenimiento se instalara todo el sistema de válvulas y llaves de paso.

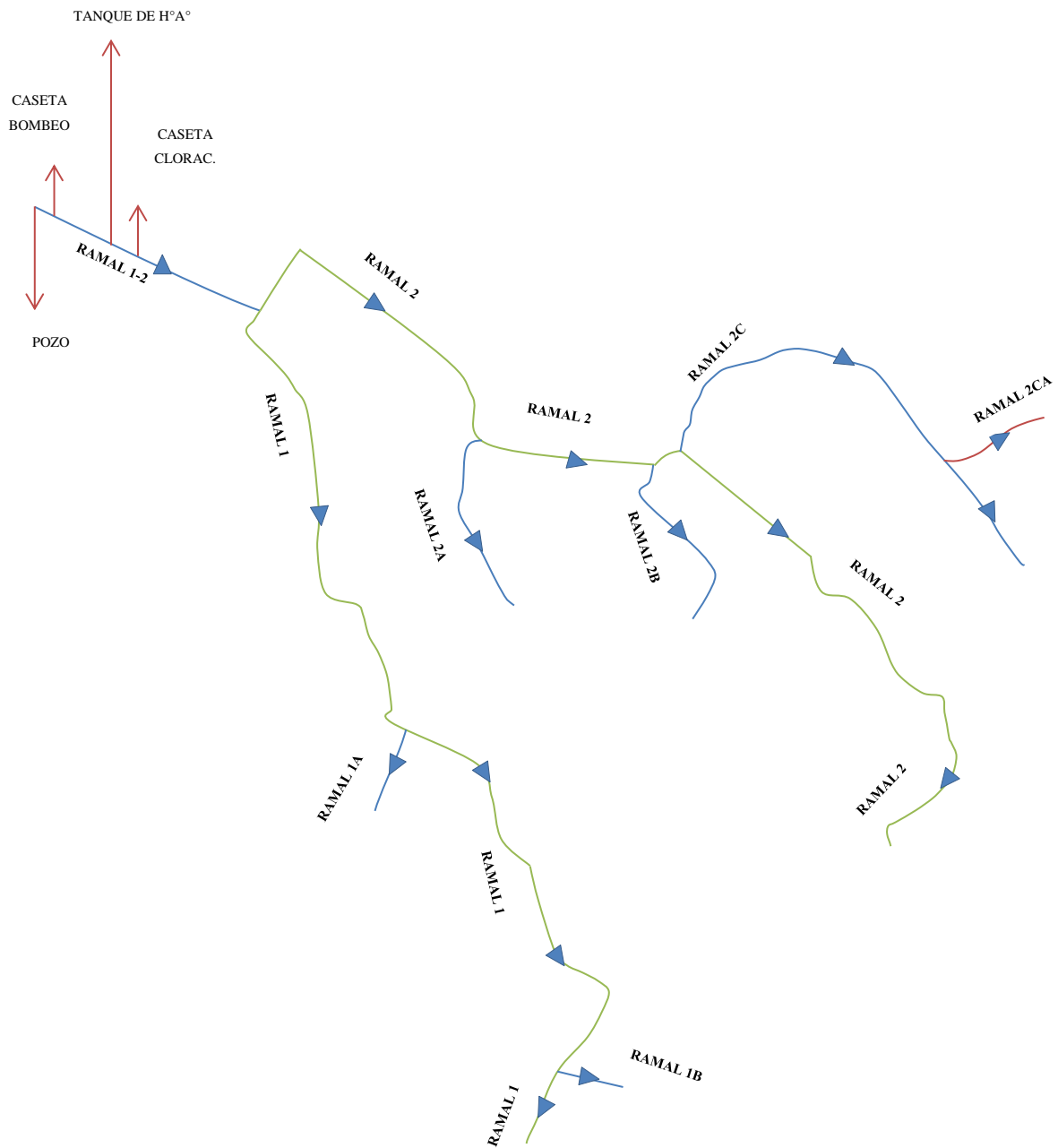
Se captara a través de la bomba sumergible un caudal igual al caudal máximo diario de 0,65 lts./seg., que brindara un caudal máximo horario de 1,44 lts./ seg. Caudal medio Diario de 0,436 lts./seg., una dotación futura de 71 lts. / Hab./seg.

(Cuadro 4.9).- Ubicación de obras

DESCRIPCION		PROG. INI.	PROG. FIN.	SECCION / LONGITUD	CARACTERISTICAS	OBSERVACION
Pozo de Captación	PC	0+000,00		90 m		Pozo de Agua
Caseta de Bombeo	CB	0+010,00		4,90m x 4,60m	ladrillo/ tapa calamina	Caseta de Bombeo
Tanque Elevado	TE	0+088,56		4,80m x 4,80m	H°A°	30 m3 de capacidad
Prov. Y Tend. Tubería FG 2"		0+000,00	0+088,56	195,8 m		Aducción
Caseta de Cloración	CC	0+090,00		4,90m x 4,60m	ladrillo/ tapa calamina	Ramal 1-2
Cerco de malla olímpica y alambre de púas		0+010,00		80,03 m2		Caseta de Bombeo
Cerco de malla olímpica y alambre de púas		0+088,56		84,5 m2		Tanque Elevado
Prov. Y Tend. Tubería PVC D=2" C-12 U anillo	RD			1100,9 m	Tubería Clase 12	Red de Distribución
Prov. Y Tend. Tubería PVC D= 1 1/2" C-12 U anillo	RD			2841,5 m	Tubería Clase 12	Red de Distribución
Prov. Y Tend. Tubería PVC D=1" C-15 U pegada	RD			1496,88 m	Tubería Clase 15	Red de Distribución
Prov. Y Tend. Tubería PVC D=3/4" C-15 U pegada	RD			5168,69 m	Tubería Clase 15	Red de Distribución
Prov. Y Tend. Tubería PVC D=1/2" C-15 U pegada	RD			542,98 m	Tubería Clase 15	Red de Distribución
Prov. Y Tend. Tubería de FG D=3/4" en longitud 150m	RD			150 m	Tubería de FG	Red de Distribución
Prov. Y Tend. Tubería PVC D=1/2" E-40 U pegada	RCD			4799,81 m	Tubería Esquema 40	Red de Distribución
Cámara Rompe Presión 1	RP1	1+100,00		3,45m x 2,70m	H°C° c/ tapa H°A°	Ramal 1
Cámara Purga Lodos 1	PL1	2+980,00		0,70 m x 0,70m	H°C° c/ tapa H°A°	Ramal 1
Cámara Rompe Presión 2	RP2	3+081,84		3,45m x 2,70m	H°C° c/ tapa H°A°	Ramal 1
Puente Colgante 1	PC1	3+500,00	3+575,01	75 m	FG 3/4 "	Ramal 2
Puente Colgante 2	PC2	0+262,12	0+337,25	75 m	FG 3/4 "	Sub ramal 2B
Cámara Purga Lodos 2	PL2	0+337,99		0,70 m x 0,70m	H°C° c/ tapa H°A°	Sub ramal 2B
Cámara Pura Aire 1	PA1	0+437,77		0,70 m x 0,70m	H°C° c/ tapa H°A°	Sub ramal 2B
Cámara Rompe Presión 3	RP3	1+380,00		3,45m x 2,70m	H°C° c/ tapa H°A°	Sub ramal 2C
Cámara Rompe Presión 4	RP4	0+060,00		3,45m x 2,70m	H°C° c/ tapa H°A°	Sub ramal 2CA
Prov. Y Coloc. De Medidor D=12"				83 piezas		
Conexión Domiciliaria Pedestal - Pileta				83 piletas	H°C°	

Fuente: Elaboración propia

4.5 Croquis general del proyecto:



CAPÍTULO V (PRESUPUESTO)

El presupuesto es el cálculo anticipado del costo de una obra, o de una de sus partes. Es la predicción de un hecho futuro cuya magnitud debe representarse con toda la exactitud con que ella pueda determinarse.

5.1.- Computo métrico

Por medio del cómputo métrico, se miden las estructuras que forman parte de una obra de ingeniería, con el objeto de:

- Establecer el costo de la misma, o de una de sus partes.
- Determinar la cantidad de materiales necesarios para ejecutarla.

El computo métrico es un problema de medición de longitudes, áreas y volúmenes, que requiere del manejo de fórmulas geométricas, computar es entonces medir, computo, medición y cubicación son palabras equivalentes.

El cómputo métrico supone el conocimiento de los procedimientos constructivos de la práctica y su éxito depende en gran medida de una experiencia sólida. El trabajo de medición puede ser ejecutado de dos maneras que son: sobre la obra misma, o sobre los planos.

- Computo en plano.- Significa realizar los trabajos de medición en los planos del proyecto con la ayuda de un escalímetro, teniendo mucho cuidado en la observación de las escalas.
- Computo en obra.-Este trabajo se lo efectúa en el lugar de la obra, cuando esta se encuentra en ejecución con la ayuda de una cinta métrica, un flexómetro.

El desarrollo de los cómputos métricos se encuentran en el ANEXO 10.

5.2.- Precio unitario

El precio unitario es la remuneración que recibe el contratista por las operaciones que realiza y los materiales que emplea en la ejecución de las distintas partes de

una obra, considerando la unidad que de acuerdo con las especificaciones respectivas, se fija para efectos de medición de la ejecución.

El desarrollo de los precios unitarios del proyecto se encuentran expuestos en el ANEXO 11.

5.2.1 Materiales

Los materiales son los recursos que se utilizan en cada una de las actividades o ítems de la obra. Los materiales están determinados por las especificaciones técnicas, donde se define la calidad, cantidad, marca, procedencia, color, forma, o cualquier otra característica necesaria para su identificación.

Este componente tiene su importancia en la estructura de costos, su magnitud y cantidad dependen de la definición técnica y las características propias de cada uno de los materiales que integran el ítem.

El costo de los materiales consiste en una cotización adecuada de los materiales a utilizar en una determinada actividad o ítem, esta cotización debe ser diferenciada por el tipo de material y buscando al proveedor más conveniente. El precio a considerar debe ser el puesto en obra, por lo tanto, este proceso puede ser afectado por varios factores tales como: costo de transporte, formas de pago, volúmenes de compra, ofertas del momento, etc.

5.2.2 Maquinaria y equipo

En lo que se refiere a obras de mayor magnitud el equipo que se utilizará en un determinado ítem toma una gran importancia en los precios unitarios, dado que como se tratan de obras más grandes, desde el punto de vista ingenieril, se tendrá una serie de movimiento de tierras en el transcurso de la obra, lo que quiere decir, que en la obra se hará una serie de transportes, excavaciones, compactaciones, etc. para la ejecución de la obra.

5.2.3 Utilidades

Las utilidades deben ser calculadas en base a la política empresarial de cada empresa, al mercado de la construcción, a la dificultad de ejecución de la obra y a su ubicación geográfica (urbana o rural).

Para fines de cálculo se toma como base el 5-10% del costo sub total, que resulta de la suma del costo directo más los gastos generales.

5.2.4 Impuestos

En lo que se refiere a los impuestos, se toma el Impuesto al Valor Agregado (IVA) y el Impuesto a las Transacciones (IT). El impuesto IVA grava sobre toda compra de bienes, muebles y servicios, estando dentro de estos últimos la construcción, su costo es el del 14,94 % sobre el costo total neto de la obra y debe ser aplicado sobre los componentes de la estructura de costos.

El IT grava sobre ingresos brutos obtenidos por el ejercicio de cualquier actividad lucrativa, su valor es el del 3,09% sobre el monto de la transacción del contrato de obra, pero el IT puede ser compensado con el importe pagado por el impuesto sobre las utilidades de las empresas (IUE) en la gestión anterior.

El desarrollo de los precios unitarios se encuentra en el ANEXO 11.

5.3.- Presupuesto general

En el caso en que el presupuesto significa el compromiso de la ejecución, es necesario determinar el costo con la máxima aproximación, en este caso es recomendable el sistema analítico por el cual el calculista en base a los pliegos de condiciones y especificaciones y a los planos a diseño final, calcula los precios unitarios de cada una de las actividades que forman parte de la obra, como asimismo los correspondientes volúmenes de obra. Este método permite establecer el costo total de la obra.

A continuación se muestra el desglose del presupuesto de la obra por módulos:

(Cuadro 5.1).- Presupuesto General

PRESUPUESTO GENERAL DE LA OBRA		
(M01)	ACTIVIDADES GENERALES	8703,15
(M02)	CASETA DE BOMBEO	79209,1
(M03)	ADUCCION	26528,89
(M04)	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	187098,45
(M05)	RED DE DISTRIBUCIÓN	1257843,26
(M06)	CONEXIONES DOMICILIARIAS	525217,48
(M07)	MITIGACION AMBIENTAL	15066,22
PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO		2099666,55 Bs

Fuente: PRESUPUESTO EXTRAIDO DEL PROGRAMA DE COSTOS “PRESCOM”

Elaboración: Propia

El desarrollo del presupuesto general se desglosa en el ANEXO 12.