



**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
EN EL DISTRITO DE LOS AQUIJES, PROVINCIA DE
ICA, AÑO 2016**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
PILLACA LOZANO ANTHONY BRANDO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

**ICA - PERÚ
2016**

DEDICATORIA

A mis padres que siempre creyeron y dieron su confianza plena para que pudiera ser lo que siempre añoraron y estén orgullosos de mí y mis logros que son tan míos como de ellos.

AGRADECIMIENTO

A las personas que estuvieron siempre a mi lado en este camino difícil pero a la vez hermoso, etapas que nunca saldrán de mi mente y que quiero compartir con ellos, siempre.

RECONOCIMIENTO

A las autoridades y docentes de la escuela profesional de Ingeniería Civil - Universidad Privada “Alas Peruanas” de Ica, quienes me han brindado el apoyo suficiente para poder realizar el presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RECONOCIMIENTO.....	iv
ÍNDICE	v
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN	x

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.2.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL	2
1.2.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL	2
1.3. PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	2
1.3.1. PROBLEMA GENERAL	2
1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	3
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.5. HIPÓTESIS Y VARIABLES	4
1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL	4
1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	4

1.5.3. VARIABLES.....	5
1.6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.6.1 TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
a) TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	7
b) NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	7
1.6.2 MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
a) MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	7
b) DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	7
1.6.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
a) POBLACIÓN.....	8
b) MUESTRA.....	8
1.6.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
a) TÉCNICAS.....	8
b) INSTRUMENTOS.....	9
1.6.5 JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA Y LIMITACIONES.....	9
a) JUSTIFICACIÓN.....	9
b) IMPORTANCIA.....	9

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	10
2.2 BASES TEÓRICAS.....	15
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	48

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1	CONFIABILIDAD Y VALIDACION DEL INSTRUMENTO	50
3.2	ANALISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES	63

CAPÍTULO IV

PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

4.1	PRUEBA DE HIPOTESIS GENERAL	50
4.2	PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECIFICAS	53

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	83
5.2	CONCLUSIONES.....	84
5.3	RECOMENDACIONES	85
5.4	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	86

ANEXOS

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	68
ANEXO N° 02: INSTRUMENTOS.....	70
ANEXO N° 03: JUICIO DE EXPERTOS	76
ANEXO N° 05: PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN	76

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue describir el funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable utilizados en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016.

De acuerdo con la situación a estudiar, se incorpora el tipo de investigación denominado cuantitativo, explicativo, no experimental y aplicativo el cual consiste en describir situaciones y eventos, decir cómo es y cómo se manifiesta determinado fenómeno. Se aplicó el método de análisis documental y de trabajo de campo.

El número de la muestra se ha calculado utilizando la fórmula cuando el tamaño de la población (N) es conocido, quedando conformada por 384 pobladores del Distrito de Los Aquijes, a quienes se les aplicó la técnica de la encuesta que permitió rescatar datos puntuales y más estructurados a través de preguntas que fueron formuladas de acuerdo a la investigación, esto fue un gran apoyo para poder verificar los sistemas de agua potable.

Se llegó a la conclusión que existe un deficiente servicio de agua potable, y este se ve reflejado más aún en el sistema de agua potable por gravedad ya que el fluido no satisface la demanda de los pobladores. En el caso de agua por bombeo se requiere un consumo eléctrico afectando la economía de los pobladores. Asimismo las autoridades del distrito deben implementar la construcción de un sistema de agua potable para mejorar la calidad de vida de los pobladores del distrito de Los Aquijes, ya que este debe contar con agua entubada y principalmente con un sistema de desinfección, para evitar que se utilicen fuentes contaminadas.

PALABRAS CLAVES: Sistemas, Agua, potable, abastecimiento.

ABSTRACT

The objective of the present research was to describe the operation of the systems of supply of water drinking used in the District of Los Aquijes, province of Ica, year 2016. According to the situation to study, it embodies the type of research called, explanatory, not experimental and quantitative application which consists of describing events and situations, to tell how it is and how a determined phenomenon manifests. The documentary analysis and field work method was applied.

The number of it shows is has calculated using the formula when the size of the population (N) is known, leaving formed by 384 settlers of the District of Los Aquijes, to who is applied its technical of its survey that allowed rescue data point and more structured through questions that were formulated according to its research, this was a great support for to verify the systems of water drinking.

It came to the conclusion that there is a poor service of water drinking, and this is seen reflected more still in the system of water drinking by gravity since the fluid does not meet the demand of the settlers. In the case of water by pumping requires a power consumption affecting the economy of the inhabitants. Also the district authorities must implement the construction of a drinking water system to improve the quality of life of the inhabitants of the District of Los Aquijes, since this must have piped water and mainly with a disinfection system, to prevent contaminated sources being used.

KEY WORDS

Systems, tap water, supply.

INTRODUCCIÓN

En la mayoría de pueblos del Perú se puede comprobar que uno de los principales problemas es el abastecimiento de agua potable, así como de la eliminación de aguas servidas. Ante esta realidad que pone en peligro la salud de sus habitantes, se hace necesario contar con dichos servicios puesto que ello reducirá los índices de morbilidad y elevará el nivel Socio-Cultural de los mismos, este problema de saneamiento básico en las localidades de nuestra región, es la escasa importancia que se le da al tema, sumado a la carencia de recursos económicos hacen que el problema de saneamiento se agrave.

Con el paso del tiempo y debido al crecimiento poblacional, ha sido necesario realizar obras cada día de mayor tamaño con la finalidad de abastecer de este preciado líquido a las poblaciones que día a día lo solicitan en mayor cantidad y de mejor calidad, para sus necesidades.

En este sentido, el presente proyecto se encuentra enmarcado dentro del objetivo sectorial que es el de describir los sistemas de servicios de agua potable en el distrito de Los Aquijes a través de un cuestionario que será aplicado a los pobladores del lugar y que nos permitirá evaluar e identificar cómo funcionan estos sistemas, de tal manera que podamos contribuir con el acervo científico y proponer alternativas de solución a este problema.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

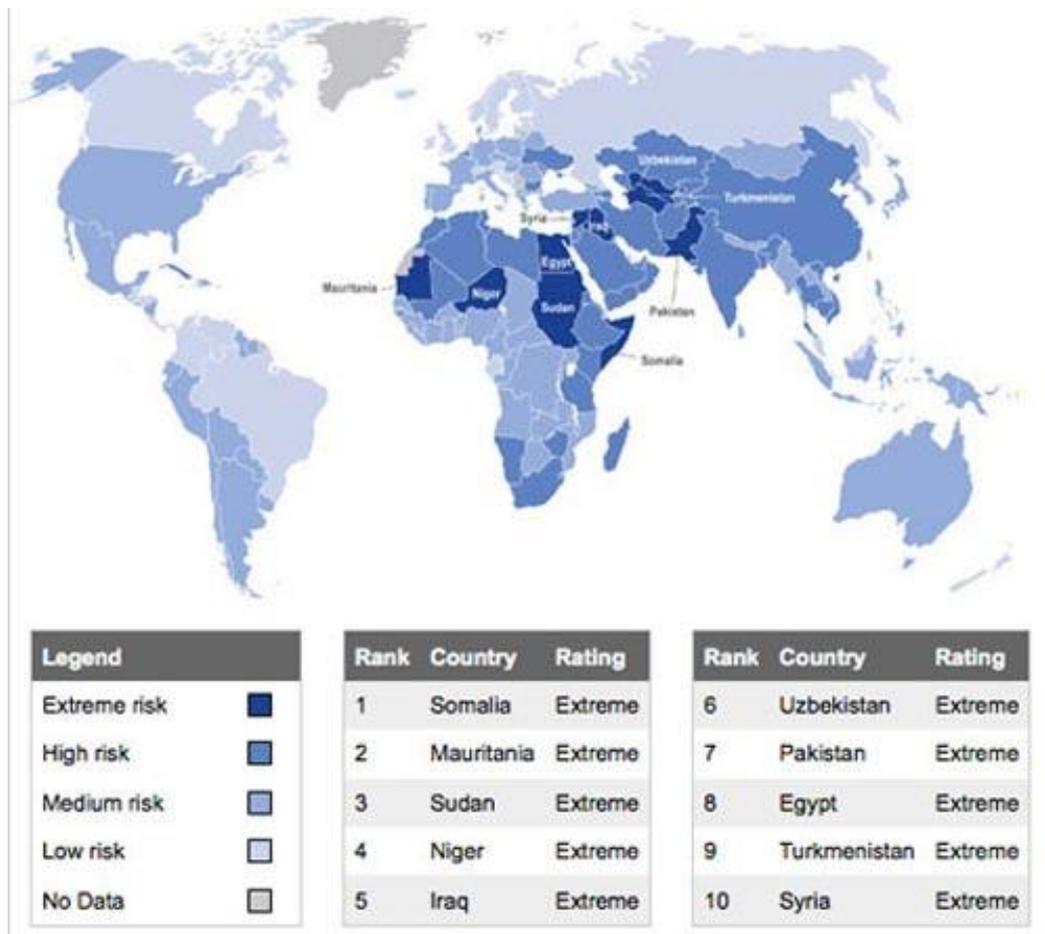
El servicio de agua potable para consumo humano es considerado como una necesidad prioritaria e indispensable para el desarrollo del ser humano. Sin embargo, para muchos esta necesidad no está satisfecha, sobre todo en las zonas rurales más pobres de Ica, donde la carencia de este servicio origina diversos problemas, como el de salud. Los rezagos se incrementan de manera alarmante, ya que es imposible suministrar este servicio a una velocidad mayor que la del crecimiento de la población rural, en virtud del alto costo que tienen los sistemas tradicionales en estas zonas de características tan difíciles para los proyectos; o del temor que se tiene, de que los sistemas se abandonen o pierdan su condición sanitaria.

Los sistemas tradicionales se encuentran en condiciones deficientes debido a que muchos de ellos no se ajustan a la realidad socioeconómica de los poblados. Muchos de estos proyectos técnicamente bien concebidos tuvieron serios problemas de funcionamiento cuando las instalaciones eran ejecutadas al margen de las creencias y costumbres de la gente, de sus necesidades y aspiraciones sentidas; o cuando los usuarios del agua, escasamente motivados y preparados, quedaban bruscamente envueltos en la responsabilidad de su operación y mantenimiento.

De esta apreciación se puede colegir que el servicio de agua potable no es sólo un problema técnico de ingeniería, sino fundamentalmente una cuestión humana; una función de la forma de vida de la colectividad.

Debe reconocerse que la única forma de enfrentar el problema es ofreciendo soluciones ingeniosas e imaginativas que resulten de diseño sencillo, económicas, fáciles de construir, prácticas en su operación y adecuadas al entorno en que se erijan con total aceptación de la comunidad usuaria. Considerando la falta de soluciones adecuadas para la implementación y sostenibilidad de los sistemas de abastecimiento de agua potable, especialmente en poblaciones rurales, se ha creído conveniente la elaboración del presente trabajo de tesis, el cual desarrolla una metodología para el diseño e implementación de sistemas de abastecimiento de agua potable mediante utilización de energía solar fotovoltaica, enfocado a pequeñas comunidades rurales; siendo ésta, una solución segura, accesible y sostenible en el tiempo.

Figura N°01



Fuente: <http://www.lareserva.com/home/> aíses_peor_suministro_agua

El problema del agua en la Región Ica es como se detalla:

Chincha

SEDAPAL se encuentra efectuado trabajos de rehabilitación de las redes de agua potable. En Pueblo Nuevo se ha habilitado un nuevo surtidor que abastecerá a los camiones cisternas. El servicio eléctrico se ha reestablecido por lo que se viene evaluando el bombeo directo a la red para determinar si las redes soportan la presión de agua.

Pueblo Nuevo y Grocio Prado: continúan abasteciéndose en un 70% a través de las redes de agua, debido a la inoperatividad del reservorio de 1000 m³ de Pueblo Nuevo el cual presenta fisuras producto del movimiento sísmico.

Chincha Alta: continúa al 95 % de abastecimiento a través de la red de agua.

Tambo de Mora: Se está abasteciendo a través de las redes de agua. Se sigue ejecutando trabajos de control de fugas y Rehabilitación de las redes.

Chincha Baja y Alto Larán, se encuentran abasteciéndose al 100 % a través de las redes.

El Carmen continua abastecida por la Hacienda San José a través de camiones cisterna.

Sunampe ya cuenta con el servicio de abastecimiento de agua a través de la red. Con el restablecimiento de la energía eléctrica se ha puesto operativo el pozo que abastece a esta localidad, bombeando directamente a la red, debido a que el Reservorio se encuentra con fisuras. Respecto al alcantarillado, conforme se viene restableciendo el servicio de agua, se logra identificar y rehabilitar los tramos de colectores colapsados.

Nº de camiones cisternas operativos: 12 cisternas (A tiempo completo: 03 de Sedapal, 02 de Gas de Camisea y 02 Municipalidad de Pueblo Nuevo. A tiempo parcial: 04 de ayuda de personas particulares y 01 de Minera Milpo)

Pedido Urgente:

- 01 Ingeniero Estructural para que evalúe los Reservorios y demás estructuras.
- 02 electrobombas para la cámara de bombeo de desagüe (de 60 HP y HDT 35 m) para Chinchá Baja y Tambo de Mora.
- 02 camiones cisterna
- 06 baldes de 45 kilos de Hipoclorito de calcio.

Figura N°02



Fuente:<http://www.huachos.com/detalle/la-falta-del-agua-potable-en-chincha-tiene-un-nombre-pedro-mendoza-arias-gerente-de-semapach-noticia-3249>

Pisco

SEDAPAL ha evaluado la línea de conducción que lleva el agua de la galería filtrante al Reservorio R1, determinando que sólo requerirá abrazaderas, para ello ha solicitado el material a su sede central en Lima. La cisterna de Villa Túpac Amarú bombea al R-3 (7 horas al día), abasteciendo a través de la red de agua (media hora al día) a las 10 zonas de la Villa Túpac Amaru. Cabe indicar que en condiciones normales el abastecimiento era de una hora.

La estación de bombeo de Leticia ya tiene energía eléctrica, sin embargo es necesario reponerla en las estaciones de San Miguel, Miguel Grau y San Martín.

Respecto al sistema de alcantarillado, se continúa la limpieza de colectores. EMAPISCO ha iniciado los trabajos de evaluación del estado de la línea de impulsión de cámara de bombeo Leticia.

EMAPISCO ha gestionado la donación de 1000 galones de petróleo de parte del Gobierno Regional. Asimismo CONCYSSA y la EPS han empezado a hacer la evaluación para la rehabilitación de las redes de agua potable en la ciudad. Se han iniciado los trabajos para la Instalación de 19 tanques de Rotoplas de 2.5 m³ de capacidad. Estos adicionales a los 40 ya instalados hasta ayer y los 5 bladers (tanques flexibles) de 15 m³. Sin embargo, requieren adicionalmente 61 tanques de 2.5 metros cúbicos para Pisco, San Andrés, Villa Túpac Amaru, San Clemente, San Miguel y Casalla.

Nº de camiones cisternas que vienen trabajando en la zona: 16 camiones (5 Sedapal, 1 Municipalidad de Lima, 1 Pluspetrol 2 Banco de Trabajo, 2 de LGN, 1 EPS Ayacucho, 1 Municipalidad de Miraflores, 1 de Bomberos del Perú, 2 Emapisco).

Pedido Urgente:

- 08 cisternas
- 06 bidones de hipoclorito de calcio al 65% para una semana
- 10 grupos electrógenos (7 de 10 kilowatts, dos de 100 kilowatts, uno de 200 kilowatts)
- 01 hidrojet autopropulsado
- 61 tanques de agua de 2.5 m³.
- 03 dosificadores de cloro: Para el R-1 con rotámetro de 0-100 lb/día, para el R-2 con rotámetro de 0-150 lb/día y para la cisterna Túpac Amaru, rotámetro de 0-50 lb/día
- 03 bombas booster de 1.5 HP

Figura N°03



Fuente: <http://rpp.pe/peru/actualidad/chincha-suspenden-servicio-de-agua-por-trabajos-de-mantenimiento-noticia-789972>

Ica

Se encuentran operativos los 22 pozos de agua al 100%. Las localidades de Cercado de Ica, Parcona, Los Aquijes y Palpa tienen abastecimiento de agua al 100% por redes.

Además Emapica sigue brindando agua por camiones cisternas a las zonas que no cuentan con redes de agua y a las aldeañas que no forman parte de la administración de la empresa. Con respecto al alcantarillado, continúa operativo al 70%, existiendo tramos de colectores colapsados, en particular el emisor ubicado en la Urb. Villa de Valverde, que descarga a la laguna de oxidación Cachiche, por lo que se requiere con urgencia una cuadrilla de operarios especialistas, volquetes, una retroexcavadora y un cargador frontal, como mínimo, para atender el problema.

Pedido Urgente:

- 01 Ingeniero Estructural para que evalúe los Reservorios y demás estructuras.

- Operarios especialistas.
- Volquetes.
- 01 retroexcavadora.
- 01 cargador frontal.
- Tubería de desagüe de 18 pulgadas, 200 metros lineales de PVC.
- 01 motobomba de desagüe.
- 01 ranger para hidrojet múltiple para extraer desagües atorados
- 03 camionetas para movilizar al personal.

Figura N°04



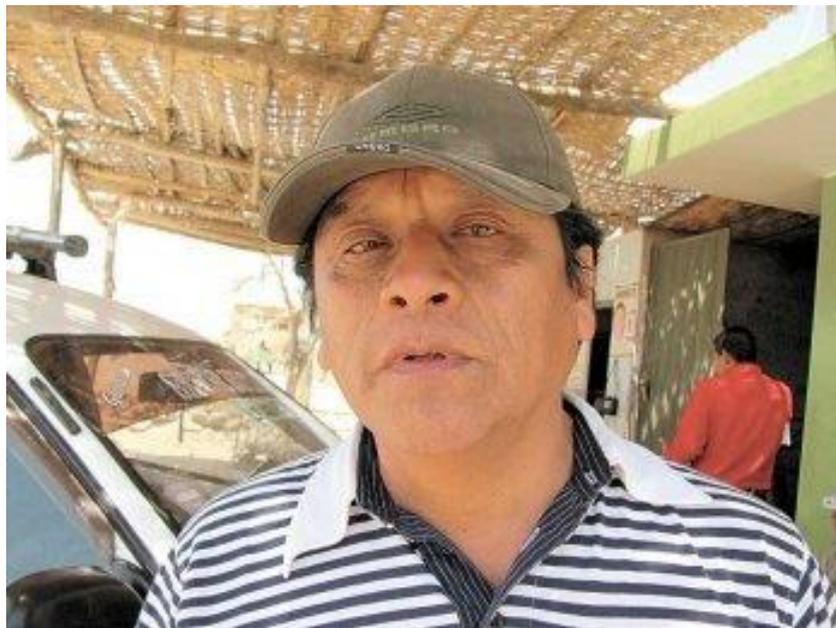
Fuente: <http://www.diariode3.com/comunidades-de-santiago-se-movilizan-por-agua-y-luz/>

En el distrito de los Aquijes existe una gran dificultad para el acceso de agua potable, se ha observado que el agua potable en este distrito es limitado, por ello la necesidad de realizar la investigación para describir e investigar los tipos de sistemas utilizados en este sector y proponer alternativas de solución.

A pesar de que la ejecución del proyecto de desagüe, ansiada obra esperada por muchos años en el distrito de Los Aquijes, se viene haciendo realidad, aunque para los vecinos esta obra va a paso lento, ocasionando el malestar general. El distrito de Los Aquijes cuna del pisco y las bodegas vitivinícolas, el diario El Correo recogió algunas inquietudes de los ciudadanos:

En el sector del Rosario, por ejemplo, los vecinos piden que el próximo alcalde culmine la obra del desagüe que viene siendo ejecutado por Emapica y que, según ellos, está en malas condiciones. Reclaman además la reconstrucción de sus viviendas colapsadas el pasado terremoto de 2007. Reclaman. En el sector de Huamanguilla, los moradores instan a las autoridades que ocupen el sillón municipal, hacer las obras de pistas y veredas, y mejorar el servicio de agua en el sector. En el Arenal, los vecinos esperan que el próximo edil priorice la obra de agua y desagüe, además se preocupe en atender la seguridad ciudadana, problema que se ha incrementado en todo el distrito.

Figura N°05



Moradores del distrito de Los Aquijes

Fuente: Diario El Correo

1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL

La investigación se realizó en el distrito de Los Aquijes, provincia y departamento de Ica.

Figura N°07



Fuente: <https://www.google.com.pe/maps/place/Distrito+de+Los+Aquijes/@-14.0937079,-75.6988994,15z/data=!4m5!3m4!1s0x91111da2b29db981:0x7ab02b712c11f48b!8m2!3d-14.0993396!4d-75.6891699?hl=es-419>

Figura N°08



Fuente: <http://mapio.net/a/7881538/>

1.2.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL

La presente investigación se delimita durante el año 2016.

1.3 PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cómo funcionan los sistemas de abastecimiento de agua potable utilizados en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016?

1.3.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- a) ¿De qué manera funcionan los sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016?

- b) ¿De qué manera funcionan los sistemas de abastecimiento de agua potable por bombeo en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016?

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Describir el funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable utilizados en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Investigar el funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016.
- b) Investigar el funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable por bombeo en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016.

1.5 HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL

Los sistemas de abastecimiento de agua potable satisfacen el requerimiento de los pobladores del distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016.

1.5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- a) Los sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad satisfacen eficientemente la demanda de los pobladores en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016.
- b) Los sistemas de abastecimiento de agua potable por bombeo satisfacen eficientemente la demanda de los pobladores en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016.

1.5.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

1.5.3.1 Variable Independiente: Abastecimiento de agua potable

A. Definición Conceptual:

Un sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto de obras que permiten que una comunidad pueda obtener el agua para fines de consumo doméstico, servicios públicos, industrial y otros usos. Consiste en proporcionar agua a la población de manera eficiente considerando la calidad (desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico), cantidad, continuidad y confiabilidad de esta.

B. Definición Operacional:

Es un conjunto de acciones que permiten a una comunidad obtener agua para fines de consumo doméstico ya sea por gravedad o por bombeo.

1.5.3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE (X):

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	Sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad	Fluido del agua
		Energía potencial
		Gastos de bombeo
		Mantenimiento
		Presión del sistema
	Sistemas de abastecimiento de agua por bombeo	Distribución del agua
		Fuente del agua
		Reservorios de almacenamiento
		Fuerza de gravedad
		Costo

Fuente: Elaboración propia

1.6 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

a) TIPO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con la situación a estudiar, se incorpora el tipo de investigación denominado cuantitativo, explicativo, no experimental y aplicativo el cual consiste en describir situaciones y eventos, decir cómo es y cómo se manifiesta determinado fenómeno.

b) NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El Nivel de investigación es descriptiva ya que comprende la explicación, registro, análisis e interpretación del objeto a estudiar,

tales como aspectos de suma redundancia dentro de lo que este abarca.

1.6.2 MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:

a) Método de la investigación

Se aplicó el método de análisis documental y de trabajo de campo el cual se desarrolla a través de una serie de pasos ordenados y cuidadosos que describen hechos o fenómenos, con objetivos precisos. Para la elaboración del trabajo de investigación se aplicó la siguiente estrategia:

- Determinación del tema de investigación, teniendo en cuenta la materia de Ingeniero civil.
- Establecimiento de las necesidades de información y la consecuente accesibilidad y disponibilidad de la misma.
- Consultas con los profesores de los cursos de la especialidad y profesionales del medio.
- Formulación de un documento preliminar a discutir como borrador de trabajo.
- Estructuración de los problemas de investigación, objetivos e hipótesis, según las normas de la metodología de la investigación científica.
- Selección y operacionalización de variables según los indicadores que se mejoraron de acuerdo a las necesidades de la investigación en la etapa de preparación del documento final.

- Formulación del marco teórico, tomando en cuenta las variables de estudio.
- Diseño y aplicación preliminar de los instrumentos de obtención de datos y la obtención de la confiabilidad del instrumento mediante el Alfa de Cronbach.
- Obtención de los datos mediante aplicación de los instrumentos de obtención de datos en el trabajo de campo.
- Tabulación, sistematización y análisis de datos mediante la aplicación de las técnicas estadísticas correspondientes. (Tablas de frecuencia, Chi cuadrado).
- Obtención y redacción de conclusiones y recomendaciones.
- Elaboración, formulación y presentación del documento final, previa revisión del Docente Asesor.

b) Diseño de investigación

La investigación a ser aplicada es tanto documental, de campo. Se basó en la obtención de datos provenientes de publicaciones, investigaciones y materiales impresos de empresas perforadoras de pozos, asociaciones de investigación en la materia, entre otros.

Documental, etapa en la cual se recopila y revisa toda información referente a pozos tubulares, en textos, Internet, normas, folletos, estudios y análisis previamente realizados.

1.6.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

a) Población

Hernández R. (2010) conceptualiza la población como “Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. (P.174). En esta investigación la población quedara definida por 6930 habitantes del distrito de Los Aquijes.

b) Muestra

La muestra es la parte significativa de la población en vista que tiene rasgos similares al de la totalidad, tal como define Balestrine (2006): "Una muestra es un subgrupo de la población o un sub conjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población."

El número de la muestra se ha calculado utilizando la fórmula cuando el tamaño de la población (N) es conocido y teniendo en consideración los siguientes criterios:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{E^2 (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra, dato que se quiere obtener.

Z = Margen de Confianza del 95% = 1,96

p = Proporción de la población que tiene las características de interés que nos interesa medir. Si no es calculable se asume 0,5 es decir, que el 50 % de la población tiene las características de interés que mediremos.

q = Proporción de la población que no tiene las características de interés que nos interesa medir: $q = (1 - p) = (1 - 0,5) = 0,5$

E = Es el máximo de error permisible

N = Tamaño de población = 100 familias.

$$n = \frac{(1,96)^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 6930}{(0.5)^2 (6930 - 1) + (1.96)^2 (0.5)(0.5)}$$

$$n = 384$$

1.6.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

a) TÉCNICAS

Análisis documental

Esta técnica se utilizó, para registrar la información necesaria de los reportes, libros, informes, registros y otros documentos que serán de gran importancia para recabar información de interés para la elaboración de esta investigación.

Observación

Es un proceso intelectual que requiere un acto de atención, es decir una concentración selectiva de la actividad mental según indicadores previamente establecidos.

Encuesta

Esta técnica permitió rescatar datos puntuales y más estructurados a través de preguntas que serán formuladas de acuerdo a la investigación, esto será un gran apoyo para poder verificar los sistemas de agua potable.

b) INSTRUMENTOS

La selección de los instrumentos empleados para la recolección de datos, se realizó atendiendo a la validez que ofrecen, pues permite realmente la medición de la variable obteniendo una respuesta observable. Al respecto Batista P., Fernández C., Hernández S. (2003) acota que:

“Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente. En términos cuantitativos: capturo verdaderamente la realidad que deseo capturar”. (p. 345). La realización de esta investigación requiere de frecuentes consultas a fuentes bibliográficas, normas y a especialistas en la materia; así como de la observación directa y repuestas a cuestionarios facilitada por la muestra de estudios, con el fin de obtener los respectivos resultados para el análisis de los mismos.

1.6.5 JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

a) JUSTIFICACIÓN

Como justificación, surge de la necesidad de dar solución a los problemas de abastecimiento de agua potable debidos a la sobreexplotación que afectan al Distrito de los Aquijes, debido al crecimiento de la población y a la antigüedad del sistema de suministro mediante agua subterránea, cuyo abastecimiento se interrumpe, afectando la salubridad de la población servida.

b) IMPORTANCIA

La investigación es relevante para que las autoridades locales formulen sus estrategias de desarrollo, a partir de las posibilidades técnicas de atender las necesidades de la comunidad.

Esto implica, en cuanto al agua y al saneamiento en las zonas rurales, ver los aspectos de las fuentes de agua y métodos de aforo, los principales sistemas rurales de abastecimiento de agua, los principales sistemas rurales de saneamiento y el control y vigilancia de la calidad del agua.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1.1. Internacionales

JIMÉNEZ TERÁN, JOSÉ MANUEL. MANUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO.

Este manual se ha elaborado con la finalidad de que sea un apoyo, para los estudiantes de la carrera de ingeniería civil de la Universidad Veracruzana, durante su curso semestral. Los temas que se tratan están congruentes con la propuesta de currículo de ésta experiencia educativa. La temática que se aborda, está de acorde con las normas que la Comisión Nacional del Agua (CNA), tiene implementadas a nivel nacional para todos los proyectos que sobre los sistemas de agua potable y alcantarillado se elaboren con el propósito de realizar obras y con ello dar un servicio adecuado de manera sustentable y económica.

BARRERA CHINCHILLA, MIGUEL (2011). DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD Y BOMBEO EN LA ALDEA JOCONAL Y ESCUELA PRIMARIA EN LA ALDEA CAMPANARIO PROGRESO, MUNICIPIO DE LA UNIÓN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA.

En el presente trabajo se desarrollan los diseños de introducción de agua potable en la aldea Joconal y la escuela primaria en la aldea

Campanario Progreso del municipio de La Unión, departamento de Zacapa, para los cuales se emplearán diferentes herramientas que conciernen a la ingeniería civil. Tuvo como objetivo realizar el diseño de introducción de agua potable para la aldea Joconal y el diseño para la construcción de una escuela de nivel primario para la aldea Campanario Progreso, del municipio de La Unión, del departamento de Zacapa.

La construcción de un sistema de agua potable vendrá a mejorar la calidad de vida de los pobladores de la aldea Joconal, ya que contará con agua entubada y principalmente con un sistema de desinfección, para evitar que se utilicen fuentes contaminadas.

LÓPEZ (2009). DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LAS COMUNIDADES SANTA FE Y CAPACHAL, PIRITU, ESTADO ANZOÁTEGUI. UNIVERSIDAD DE ORIENTE.

En este trabajo se diseñó el sistema de abastecimiento de agua potable de las comunidades de Santa Fe y Capachal. Para tal diseño se realizaron cálculos de hidráulica, estableciéndose como parámetro fijo el número de habitantes a los cuales se les prestará el servicio, determinándose el caudal aproximado que requieren esas comunidades, y así, poder satisfacer las necesidades domésticas de esas poblaciones. Conocido el caudal necesario se estudió la proyección y distribución de la tubería con el fin de determinar las pérdidas que deben vencer las bombas para poder seleccionarlas dependiendo de las especificaciones técnicas del fabricante. Y, por último, simular el sistema con el programa PIPEPHASE 8.1 para poder verificar el funcionamiento del mismo y obtener unos resultados más satisfactorios. En el diseño del sistema se obtuvieron los siguientes resultados:

- a) Una distribución apropiada del caudal en cada comunidad lo cual garantiza el suministro diario requerido,

- b) Las bombas seleccionadas fueron las centrífugas, debido a que es un tipo de máquina más versátil y puede mover grandes o pequeñas cantidades de agua a una gama muy grande de presiones.

2.1.2. Nacionales

LOSSIO ARICOCHE, MOIRA. (2012). SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA CUATRO POBLADOS RURALES DEL DISTRITO DE LANCONES. TESIS DE PREGRADO EN INGENIERÍA CIVIL. UNIVERSIDAD DE PIURA. FACULTAD DE INGENIERÍA. PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL. PIURA, PERÚ

El propósito del presente trabajo de tesis es contribuir técnicamente, proponiendo criterios de diseño para sistemas de abastecimiento de agua similares en zonas rurales de nuestro ámbito regional, teniendo en cuenta las normas nacionales y la experiencia de diseño, construcción, evaluación y transferencia de sistemas rurales de abastecimiento de agua que en los últimos años ha desarrollado la Universidad de Piura. Se ha utilizado la tecnología solar fotovoltaica como una buena alternativa de aplicación en estas zonas de características tan particulares donde la energía solar ofrece mayores ventajas frente al uso de otros tipos de energía. También se ha realizado una evaluación de la sostenibilidad económica del proyecto y del impacto ambiental con las respectivas medidas de mitigación.

Además, se ha resaltado la importancia de la participación comunitaria en la gestión, administración, operación y mantenimiento del servicio de agua, no sólo para garantizar la viabilidad y sostenibilidad del proyecto, sino también, porque queda sentada una base sólida de organización para que en el futuro la población pueda gestionar nuevos proyectos que impulsen el desarrollo de su comunidad.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1. Sistemas de abastecimiento de agua potable

2.3.1.1 Definición

El agua es un compuesto formado por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Su fórmula molecular es H_2O . El agua cubre el 72% de la superficie del planeta Tierra y representa entre el 50% y el 90% de la masa de los seres vivos. Es una sustancia relativamente abundante aunque sólo supone el 0,22% de la masa de la Tierra. Se puede encontrar esta sustancia en prácticamente cualquier lugar de la biosfera y en los tres estados de agregación de la materia: sólido, líquido y gaseoso. Se halla en forma líquida en los mares, ríos, lagos y océanos; en forma sólida, nieve o hielo, en los casquetes polares, en las cumbres de las montañas y en los lugares de la Tierra donde la temperatura es inferior a cero grados Celsius; y en forma gaseosa se halla formando parte de la atmósfera terrestre como vapor de agua. El agua cubre tres cuartas partes de la superficie de la Tierra. El 3% de su volumen es dulce. De ese 3%, un 1% está en estado líquido, componiendo los ríos y lagos. El 2% restante se encuentra formando casquetes o banquisa en las latitudes próximas a los polos.

Es fundamental para todas las formas de vida conocidas. Las personas consumen agua potable la cual se denomina al agua que se encuentra en condiciones aptas para el consumo humano según unos estándares de calidad, la cual llega a los hogares a través de grifos. El agua potable es considerada aquella que cumple con la norma establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual indica la cantidad de sales minerales disueltas que debe contener el agua para adquirir la calidad de potable. Sin embargo una definición aceptada generalmente es aquella que dice que el agua potable es toda la que es “apta para consumo humano”, lo que quiere decir que es posible beberla sin que cause daños o enfermedades al ser ingerida.

La elaboración del diseño de un sistema de abastecimiento de agua exige como elementos básicos: fijación de las cantidades de agua a suministrar, que determinarán la capacidad de las diferentes partes del sistema; estudios sobre cantidad y calidad del agua disponible en las diferentes fuentes; reconocimientos del suelo y subsuelo; reunión de informaciones y antecedentes indispensables para el diseño, para la justificación de las soluciones adoptadas, para la preparación de su presupuesto, etc.

2.2.1.2 Agua potable en el Perú

Según Agüero, El agua y saneamiento son factores importantes que contribuyen a la mejora de las condiciones de vida de las personas.

Lamentablemente, no todos tenemos acceso a ella. Las más afectadas son las poblaciones con menores ingresos. Según revelan cifras actuales, en el Perú existen 7.9 millones de pobladores rurales de los cuales 3 millones (38%) no tienen acceso a agua potable y 5.5 millones (70%) no cuentan con saneamiento. Consecuencias negativas sobre el ambiente y la salud de las personas y, en los niños y niñas el impacto es tres veces mayor.

Figura N°09



Fuente: <http://elambienteyclelaje.blogspot.pe/>

En el futuro esta situación se agravará. Para el 2025 se prevé la escasez de agua en 48 países y uno de ellos es el Perú. Recibimos una debilidad histórica de los años 1990 al 2002 por los limitados recursos económicos y el lento aprendizaje de parte de los diferentes gobiernos. No se entendió la importancia del tema de agua y saneamiento y no se abordó de manera integral el componente educativo y el fortalecimiento organizacional de los modelos de gestión comunitaria.

Ante esta debilidad histórica, fueron principalmente las ONGs y las entidades de cooperación al desarrollo, las que implementaron proyectos que llenaban estos vacíos y en la práctica hicieron incidencia en las políticas de intervención.

En los últimos 5 años y con el financiamiento del Banco Mundial, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento a través del Programa Nacional de Agua Potable y Saneamiento Rural (PRONASAR), viene implementando masivamente proyectos de agua y saneamiento con Operadores Regionales. Dentro de sus actividades incorpora los componentes de Infraestructura, Educación Sanitaria, Gestión de las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS) y fortalecimiento a la unidad técnica municipal (UTM).

En el caso de comunidades rurales que se encuentran aisladas geográficamente, es necesario evaluar alternativas de diseño y analizar costos, tomando en cuenta la condición de difícil acceso.

2.2.1.3. Sistemas de abastecimiento de agua por gravedad

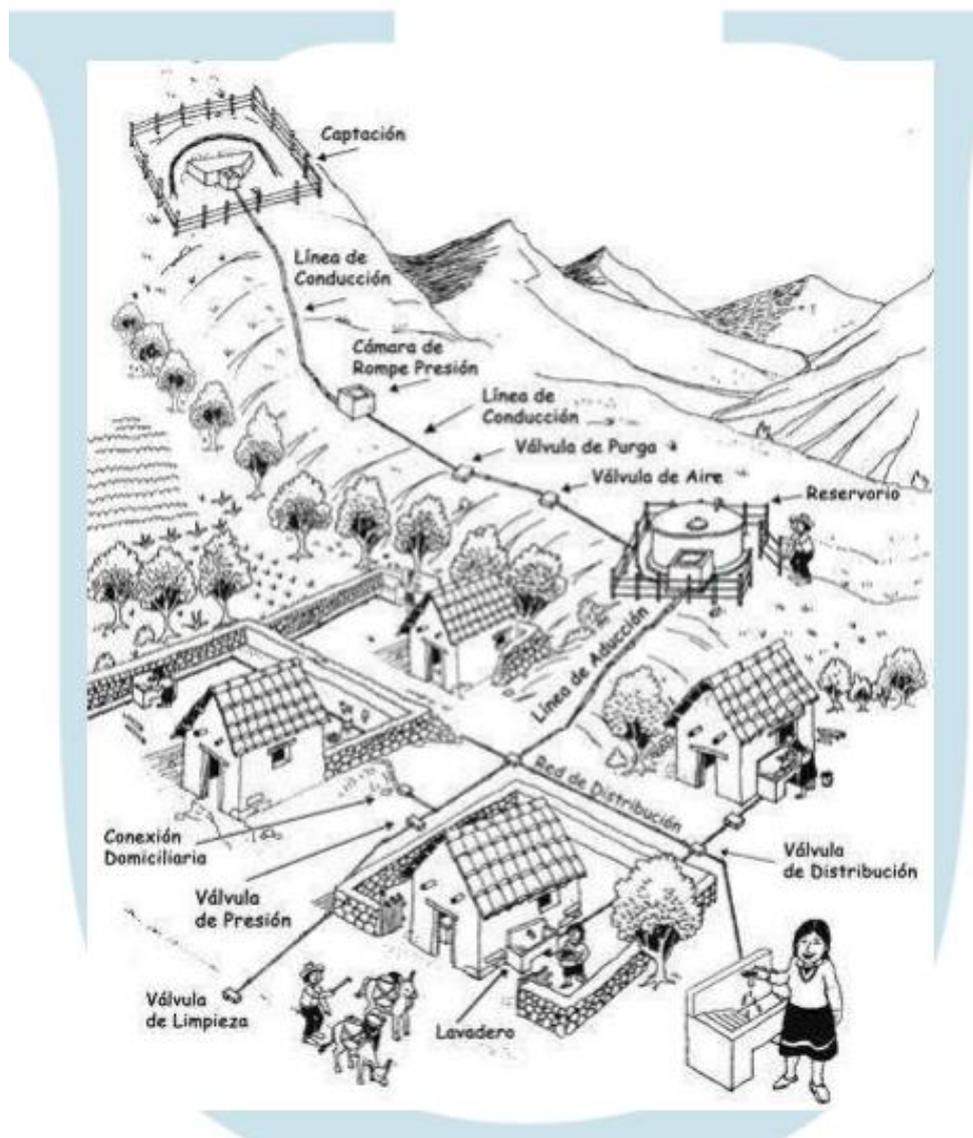
En estos sistemas el agua cae por acción de la fuerza de la gravedad desde una fuente elevada ubicada en cotas superiores a las de la población a beneficiar. El agua fluye a través de tuberías para llegar a los consumidores finales. La energía utilizada para el desplazamiento es la energía potencial que tiene el agua por su altura.

Las ventajas principales de este tipo de sistema son:

- a) No tienen gastos de bombeo.
- b) El mantenimiento es pequeño porque apenas tienen partes móviles.
- c) La presión del sistema se controla con mayor facilidad.
- d) Robustez y fiabilidad. Incluso los sistemas bombeados suelen diseñarse para distribuir el agua por gravedad a partir de un punto determinado.

Figura N°10

Sistemas por gravedad



Fuente: Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de Municipios rurales y pequeñas comunidades 2009

Sus componentes son:

- Captación.
- Línea de conducción o impulsión.
- Planta de tratamiento de agua.
- Reservorio.
- Línea de aducción.
- Red de distribución.

2.2.1.4 Sistemas de abastecimiento de agua por bombeo

En los sistemas de agua potable por bombeo, la fuente de agua se encuentra localizada en elevaciones inferiores a las poblaciones de consumo, siendo necesario transportar el agua mediante sistemas de bombeo a reservorios de almacenamiento y regulación ubicados en cotas superiores al centro poblado.

Generalmente los sistemas bombeados son diseñados para que el agua sea distribuida por la fuerza de la gravedad, saliendo desde un punto determinado. Estos sistemas ayudan a que se pueda distribuir una gran cantidad de agua para cada una de las personas, por un precio que puede ser pagado por toda la comunidad.

Sus componentes son:

- **Captación.**
La captación de un manantial debe hacerse con todo cuidado, protegiendo el lugar de afloramiento de posibles contaminaciones, delimitando un área de protección cerrada.

La captación de las agua superficiales se hace a través de las bocatomas, en algunos casos se utilizan galerías filtrantes paralelas al curso de agua para captar las aguas que resultan así con un filtrado preliminar.

Una **bocatoma**, o captación, es una estructura hidráulica destinada a desviar desde un curso de agua, río, arroyo, o canal, o desde un lago, o incluso desde el mar, una parte del agua disponible en ésta, para ser utilizada en un fin específico, como puede ser abastecimiento de agua potable, riego, generación de energía eléctrica, agricultura, enfriamiento de instalaciones industriales, etc.

Figura N°11



Fuente: <http://www.tripmondo.com/peru/ica/san-jose-de-los-molinos/>

Tratamiento

El tratamiento del agua para hacerla potable es la parte más delicada del sistema. El tipo de tratamiento es muy variado en función de la calidad del agua bruta.

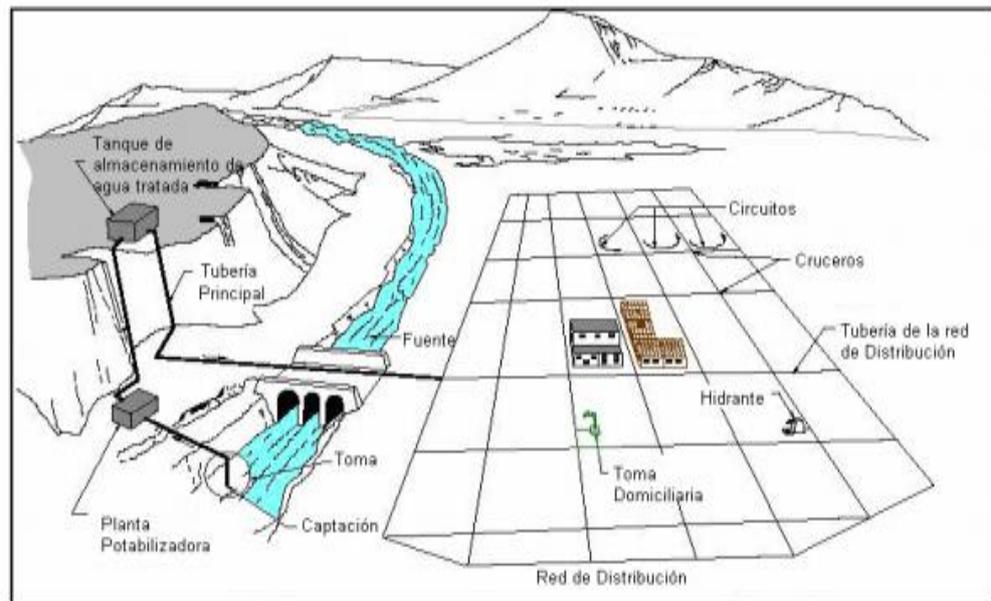
Una planta de tratamiento de agua potable generalmente consta de los siguientes componentes:

- ✓ Reja para la retención de material grueso, tanto flotante como de arrastre de fondo.

- ✓ Desarenador, para retener el material en suspensión de tamaño fino.
 - ✓ Floculadores, donde se adicionan químicos que facilitan la decantación de sustancias en suspensión coloidal y materiales muy finos en general.
 - ✓ Decantadores, o sedimentadores que separan una parte importante del material fino.
 - ✓ Filtros, que terminan de retirar el material en suspensión.
 - ✓ Dispositivo de desinfección.
- Estación de bombeo de agua.
 - Línea de conducción o impulsión.
 - Reservorio.
 - Línea de aducción.
 - **Red de distribución.**

La red de distribución de agua está constituida por un conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el líquido desde el tanque de agua tratada hasta la tomas domiciliaria o el hidrantes públicos como se muestra en la figura. A los usuarios (domésticos, públicos, industriales, comerciales) la red deberá proporcionarles el servicio las 24 horas de cada uno de los 365 días del año, en las cantidades adecuadas y con una presión satisfactoria.

Figura N°12



Fuente: Esquema de una Red de Distribución de agua potable.
[Internet]

Para poder diseñar las partes del sistema de abastecimiento de agua potable mencionadas en los párrafos anteriores, se debe realizar primero una serie de estudios para obtener los valores estimados de los datos definidos a continuación:

- ✓ Caudal: es el volumen de fluido por unidad de tiempo que pasa a través de una sección transversal a la corriente
- ✓ Consumo: Es la cantidad de agua realmente utilizada por un núcleo urbano para una fecha determinada y puede ser expresada en litros (l) o metros cúbicos (m³).
- ✓ Demanda: Es la cantidad de agua que los usuarios de un sistema de abastecimiento pretenden utilizar de acuerdo a determinados usos y costumbres. De no existir pérdidas o limitaciones en el servicio, el consumo y la demanda deberían ser iguales para una misma fecha.

- ✓ Dotación: es la cantidad de agua necesaria para satisfacer apropiadamente los requerimientos de un determinado núcleo urbano, generalmente expresada en litros por persona por día (LPCD). La dotación se forma de la suma de los requerimientos razonables correspondientes a los usos que conforman el abastecimiento urbano. La dotación es un factor muy importante que hay que tener en cuenta a la hora de diseñar un sistema de abastecimiento de agua para una comunidad ya que es la meta del diseño que se va a realizar.
- ✓ Gasto de bombeo: En el caso de estaciones de bombeo, el gasto a considerar debe ser el correspondiente al consumo máximo diario, pero en virtud de que ahora interviene una nueva variable, que es el tiempo de bombeo, es conveniente y justificado hacer un análisis considerando los gastos máximos y mínimos, como consecuencia de las demandas en los consumos actual y futuro, así como los incrementos durante el período de diseño.
- ✓ Levantamientos Topográficos: los levantamientos topográficos se realizan con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra, de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre, estos levantamientos topográficos sirven de guía para saber las diferencias de alturas en el terreno y longitudes de los diferentes tramos de tubería.
- ✓ Durabilidad o vida útil de las instalaciones: Dependerá de la resistencia física del material a factores adversos de desgaste u obsolescencia. Así, al hablar de tuberías como elemento de primer orden dentro de un acueducto, se encuentran distintas resistencias al desgaste por corrosión, erosión y fragilidad; siendo entonces estos factores determinantes en su durabilidad o en el establecimiento de períodos de diseño,

puesto que sería ilógico seleccionarlos con capacidad superior al máximo que les fija su resistencia física. Siendo un sistema de abastecimiento de agua una obra muy compleja, constituidos por obras de concreto, metálicas, tuberías, estaciones de bombeo, etc., cuya resistencia física es variable, no es posible pensar en períodos de diseños uniformes.

Componentes de una red de distribución

- ✓ Tubería: A menos que se indique específicamente, la palabra tubería se refiere siempre a un conducto de sección circular y diámetro interior constante. Las tuberías representan uno de los componentes más importantes en un sistema de abastecimiento de agua, ya que éstas facilitan el traslado del agua sobre todo si existe un desnivel como el que se presenta en este proyecto en el cual hay que llevar el agua de un nivel inferior a uno superior.

Figura N°13



Fuente:

<http://www.aguayfluido.com/web/productos/tubos/anillado-desague/saladillo-awaduct>

- ✓ Válvulas y accesorios: las válvulas y accesorios tienen como función principal controlar las presiones y caudales en la red de tuberías, cambiar la dirección del líquido, conectar las

tuberías en diferentes configuraciones etc. Para poder así llevar el líquido (agua) a los diferentes puntos de abastecimiento, A continuación se muestran algunos tipos de válvulas y conexiones que se utilizarán en el sistema de abastecimiento de agua.

- ✓ Check: Las válvulas de retención, también llamadas check y de no retorno, tienen el fin de evitar la descarga del agua en dirección a la bomba, esto evita daños por la rotación inversa de la bomba, además de impedir el vaciado de la tubería permitiendo que la puesta en marcha del sistema sea más rápida y segura.

Figura N° 14



Fuente: <http://vaportec-corp.com/es/categoria-producto/valvulas-check/>

- ✓ Válvulas de cierre: Las válvulas de cierre permiten o cierran el paso de agua en los distintos componentes del sistema, se fabrican en diversos materiales de acuerdo al fin al que estén destinadas, a continuación se puede apreciar una válvula de compuerta la cual es uno de los tantos tipos de válvulas de cierre que existen.
- ✓ Válvulas de Compuerta: En las válvulas de compuerta el cierre se produce con un disco vertical de cara plana que se desliza en ángulos rectos sobre el asiento.

Deben permanecer durante el período de operación, totalmente abierto o totalmente cerrado, no se recomiendan para la regulación de caudales en la red o equipo.

Figura N° 15



Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/bola-tek-mfgco/product-21299-673317.html>

- ✓ Válvulas de aire: Las válvulas de aire o ventosas, tienen la finalidad de extraer el aire que puede disminuir considerablemente el caudal cuando se producen bolsas de aire, también permiten la entrada de aire cuando se crean presiones de vacío, como ocurre con la parada repentina de una bomba o cuando se cierra una válvula.

Figura N° 16



Fuente: <http://galeon.com/elregante/valvulas.html>

- ✓ Válvulas de alivio: Las válvulas de alivio también llamadas de seguridad, tienen la función de abrir el sistema a la atmósfera

cuando la presión supera ciertos límites preestablecidos, reduciendo de esta forma las sobrepresiones subsiguiente.

Figura N° 17



Fuente: <http://galeon.com/elregante/valvulas.html>

- ✓ **Conexiones:** las conexiones son accesorios que permiten unir las tuberías entre sí también unir tuberías con válvulas, etc. y desviar el flujo de agua para donde se requiera; entre tantas conexiones se pueden nombrar los codos, tees, contracciones, expansiones, anillos etc.

Todos estos componentes se tienen que escoger según el resultado de los cálculos y la experiencia que se tenga en el diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable ya que así se podría alcanzar la mayor eficiencia del sistema y reducir en lo posible las pérdidas que se generan en todos los componentes y tuberías que conforman dicho sistema.

- **Conexiones domiciliarias**

En el manual de abastecimiento de agua potable del Programa de Agua Potable y Alcantarillado de Estados Unidos se establece que las conexiones domiciliarias son tuberías y accesorios que se instalan desde la red de distribución hacia cada vivienda, para que

las familias puedan utilizar el agua en la preparación de sus alimento e higiene.

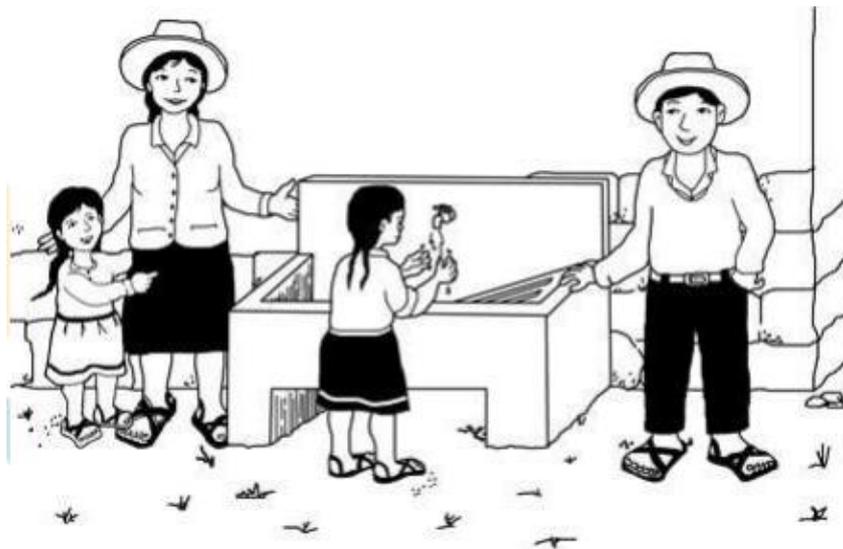
La conexión domiciliaria consta de las siguientes partes:

1. Elemento de toma. Que puede constar de una té o una abrazadera.
2. Elemento de conducción. Que va desde la toma hasta la vivienda.
3. Elemento de control. Constituido por una válvula de compuerta o de paso a la entrada de la vivienda.
4. Conexión al interior. Es la distribución interna de la vivienda.

Las conexiones domiciliares conectadas a una red pública pueden estar ubicadas fuera de la vivienda (un punto de agua al exterior de la vivienda) o dentro de la vivienda (conexión con módulos sanitarios)

Figura N°18

Conexión domiciliaria fuera de la vivienda



Fuente: Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de Municipios rurales y pequeñas comunidades 2009

El nivel de servicio debe ser de acuerdo a las necesidades de las familias, pero se ve influenciado por la capacidad de la fuente, el monto de la inversión disponible, los costos de operación y mantenimiento y la capacidad técnica y económica de los usuarios.

El nivel de servicio con conexión domiciliaria dentro de la vivienda es el que proporciona mayor garantía sanitaria al usuario, ya que disminuye el requerimiento de almacenamiento intra domiciliario del agua y los riesgos de contaminación asociados a esa práctica.

2.2.1.5 Consideraciones a seguir para la selección del sistema de abastecimiento de agua

Según la Dirección Regional de Salud ambiental, los factores que generalmente inciden en la selección apropiada de una solución tecnológica para el abastecimiento de agua son de tipo técnico, económico, social y cultural. La secuencia de su aplicación debe ser analizada de forma tal que permita establecer la opción tecnológica y el nivel de servicio más convenientes y que mejor se ajusten a las condiciones de las comunidades rurales a ser atendidas.

Se define como opción tecnológica a la solución de ingeniería que pueda aplicarse en función de las condiciones físicas, económicas y sociales de la comunidad. Son ejemplos de opción tecnológica los sistemas de abastecimiento de agua con o sin tratamiento y por bombeo o gravedad. Así mismo, el nivel de servicio se define como el grado de satisfacción en la utilización de las opciones tecnológicas, pudiendo ser familiar o multifamiliar.

Son ejemplos de nivel de servicio: el abastecimiento a escala individual o multifamiliar, a partir de pequeñas fuentes de agua de uso exclusivo; de alcance comunitario, por medio de piletas públicas; y a nivel individual, por conexiones domiciliarias enlazadas al servicio público de abastecimiento de agua.

Hay que tener en cuenta determinados factores que constituyen una herramienta indispensable para la toma de decisiones en la implementación de servicios de abastecimiento de agua en el medio rural. Estos factores se refieren básicamente a aspectos técnicos, económicos, sociales y culturales que al interrelacionarse permiten la selección de la opción tecnológica y el nivel de servicio que mejor se ajusten a las necesidades y expectativas de las comunidades evaluadas.

a) *Consideraciones técnicas para la selección del sistema de abastecimiento de agua*

i) Dotación: La dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas. Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificara su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 200 l/hab/d, en clima frío y de 250 l/hab/d, en clima templado y cálido. Para sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión cisterna o piletas públicas, se considerará una dotación entre 30 y 50 l/hab/d respectivamente.

ii) Fuente: Es indispensable identificar el tipo y procedencia de las fuentes existentes para analizar cuál de todas es la más conveniente.

iii) Rendimiento de la fuente: Determina la cantidad y disponibilidad de agua que puede ser destinada al abastecimiento de agua, y permite definir el nivel de servicio al que puede acceder la comunidad a ser beneficiada.

iv) Ubicación de la fuente: La fuente de agua puede estar ubicada por encima o por debajo de la localidad y permite definir si el abastecimiento es por gravedad o por bombeo.

b) Consideraciones sociales para la selección del sistema de abastecimiento de agua

- i) Categoría de la población: Se considera como comunidad rural a las localidades cuya población normalmente no es mayor a 2000 habitantes. Sin embargo, el algoritmo puede ser aplicado a localidades con mayor número de habitantes, si su patrón corresponde a la de una localidad rural.
- ii) Características de la población: La característica está vinculada con la distribución espacial de la población y puede ser:
- Concentrada: Corresponde a las localidades con viviendas agrupadas formando calles y vías que determinan un crecimiento con tendencia a un núcleo urbano.
 - Dispersa: Son localidades con viviendas distanciadas unas de otras y sin un orden de desarrollo preestablecido.
- iii) Tipo de servicio: Viene a estar representado por el resultado o la definición de la opción tecnológica y nivel de servicio que mejor se adecúan a las necesidades de la comunidad y que responden a las características físicas, económicas y sociales de la misma. Al efecto, se han considerado tres niveles básicos: familiar, multifamiliar y comunal.
- Familiar: Permite la atención de una a cinco familias.
 - Multifamiliar: Facilita la atención a grupos que van de cinco a 25 familias.
 - Comunal: Permite la atención de grandes grupos de familia.

c) Consideraciones económicas para la selección del sistema de abastecimiento de agua

La condición económica es un factor muy importante porque permite limitar la opción tecnológica y el nivel de servicio, al afectar directamente el monto de inversión para la construcción del sistema o los gastos de operación y mantenimiento. Teniendo en cuenta los niveles de ingresos económicos de las poblaciones a ser atendidas, puede ser bajo, medio o alto.

- a) Bajo: Cuando los ingresos familiares corresponden a la mitad del valor de la canasta familiar básica.
- b) Medio: Corresponde a ingresos familiares equivalentes al valor de la canasta familiar básica.
- c) Alto: Cuando los ingresos familiares equivalen a dos o más veces el valor de la canasta familiar básica

2.2.1.6 Fuentes de abastecimiento de agua potable en zonas rurales

El primer paso para diseñar un sistema de agua potable, es elegir una fuente de agua que tenga buena calidad y que produzca agua en cantidad suficiente como para abastecer a la población que se desea servir.

Las fuentes de abastecimiento de agua pueden ser subterráneas, superficiales y pluviales. Para la selección de la fuente de abastecimiento deben ser considerados los requerimientos de la población, la disponibilidad y la calidad de agua durante todo el año, así como todos los costos involucrados en el sistema, tanto de inversión como de operación y mantenimiento.

El tipo de fuente de abastecimiento influye directamente en las alternativas tecnológicas viables.

El rendimiento de la fuente de abastecimiento puede condicionar el nivel de servicio a brindar.

La operación y el mantenimiento de la alternativa seleccionada deben estar de acuerdo a la capacidad de gestión de los beneficiarios del proyecto, a costos compatibles con su perfil socio económico.

a) Agua pluvial

La captación de aguas de lluvia se efectúa mediante preparación de un área suficientemente extensa como para coleccionar el agua de lluvia necesaria para el abastecimiento de la localidad a servir.

El dimensionamiento de las canalizaciones propias del sistema, debe apoyarse en lo posible en una base pluviográfica de la región. Comúnmente, la captación se efectúa mediante plateas receptoras que impermeabilizan el área en cuestión, dando pendiente que facilite el escurrimiento hacia canaletas y cañerías que conducen el agua hasta las cisternas de almacenamiento, elemento indispensable del sistema. En cuanto a su calidad, las aguas de lluvia coleccionadas pueden contener sólidos disueltos en bajísima concentración y muy baja turbiedad, especialmente si la explotación de las áreas de colección se efectúa racionalmente.

b) Fuente superficial

Las aguas superficiales están constituidas por arroyos, ríos, lagos, etc. que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo a veces no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de agua. Antes de que pueda ser usada para bebida y para propósitos domésticos, el agua superficial deberá ser potabilizada de la siguiente manera:

a) Floculación:

Con productos químicos se la “limpia” de las sustancias que la enturbian.

b) Decantadores:

Se hace sedimentar los coágulos formados en la 1ª instancia mediante un pasaje lento por decantadores.

c) Filtración: Luego de ser decantada, el agua es filtrada mediante filtros especiales que aseguran que no se contamine ni se vea infectada por ningún agente patógeno.

d) Desinfección: El agua filtrada pasa a depósitos llamados cisternas para ser depuradas con el agregado de cloro en cantidades permitidas.

La captación de aguas superficiales incluye, como parte fundamental, las obras de toma, destinadas a derivar o extraer de la fuente el agua necesaria para el abastecimiento. Si se trata de abastecimiento a pequeñas localidades, los caudales a captar serían pequeños por lo que las obras pueden ser relativamente económicas. Sin embargo, muchas veces no es posible construir pequeñas plantas de tratamiento de acuerdo con las técnicas requeridas. Lo importante es que dentro de su sencillez se proyecten de manera que aseguren la continuidad del servicio.

La calidad del agua superficial puede estar comprometida por contaminaciones provenientes de la descarga de desagües domésticos, residuos de actividades mineras o industriales, uso de defensivos agrícolas, presencia de animales, residuos sólidos, y otros. Como recomendaciones de carácter general, conviene recordar que debe procurarse captar el agua de los niveles superiores, donde es menor el contenido de sólidos en suspensión y que el ingreso del agua debe protegerse con rejas o dispositivos equivalentes contra ingreso de cuerpos gruesos incompatibles con los conductos de toma, sistemas de

bombeo, etc. En caso de la utilización de aguas superficiales para abastecimiento, además de conocer las características físico químicas y bacteriológicas de la fuente, será preciso definir el tratamiento requerido para que cumpla con los requerimientos de calidad para consumo humano.

c) Fuente subterránea

El agua subterránea es una fuente vital de agua para beber y para el riego agrícola. Sin embargo es fácil de agotarla o contaminarla porque se renueva muy lentamente. Si se usa racionalmente, puede sacarse de los acuíferos a través de pozos de gran diámetro o norias durante todo el año.

Lógicamente para que sea factible el uso del agua subterránea, habrá que contar con agua en cantidad suficiente, a profundidad no excesiva y de calidad naturalmente potable o fácilmente transformable en agua potable.

El agua subterránea resulta ser de una calidad sanitaria superior. La mayoría de las aguas subterráneas no contiene materia en suspensión, ya que aparecen como naturalmente filtradas y prácticamente están libres de bacterias.

Por lo general es clara y sin olor. Estas características contrastan con las del agua superficial, puesto que ésta última es corrientemente turbia y contiene considerable cantidad de bacterias. Su temperatura es relativamente constante, factor muy importante en algunos casos. Por esta razón las aguas subterráneas han sido utilizadas exitosamente como fuente de abastecimiento de agua potable en muchas zonas del país. Resultando de gran aplicación para el caso de las comunidades rurales que nos ocupa.

2.2.1.7 Criterios de diseño del sistema rural de abastecimiento de agua

El dimensionamiento de cada una de las estructuras que integran un sistema de abastecimiento de agua potable, nos exige calcular los volúmenes de agua que la instalación debe tratar, elevar, almacenar o distribuir, según se trate de planta de tratamiento, equipos de bombeo, tanques o cisterna y redes.

Para la determinación de dichos volúmenes debemos calcular la población a servir y la dotación a suministrar. En el caso especial de la red, que es una de las partes del sistema de difícil ampliación, el cálculo ha de hacerse considerando la población y dotación futura, para el período de diseño que se haya estimado; para garantizar así un servicio eficiente para un determinado número de años durante los cuales crecerán paulatinamente la población servida y los consumos unitarios.

a) Dotaciones

El consumo diario “per cápita” o dotación es la cantidad media de agua utilizada diariamente por un habitante, que generalmente se expresa en litros.

Figura N° 19



Fuente: OMS

Este consumo sólo puede determinarse en base a estadísticas permanentes.

i) Factores genéricos que afectan el consumo de agua

- Tamaño y nivel de vida de la población.-

El consumo por habitante será mucho mayor en ciudades grandes donde se disfruta de un nivel de vida elevado, requiriendo el uso del agua para diversos fines; mientras que, en pequeñas localidades, el uso del agua se limita a atender las necesidades primarias de uso doméstico.

- Características culturales, económicas y sociales de la población.-

No cabe duda de que será diferente el consumo “per cápita” en ciudades que en pequeñas comunidades rurales, debido a que el consumo es grandemente afectado por el desarrollo social, cultural y de actividades económicas como la industria, comercio, entre otras.

- Clima de la zona.-

Influye en el consumo de agua, elevándolo en aquellas comunidades situadas en regiones tórridas y secas, y reduciendo su valor en las regiones templadas o frías.

- Hábitos de higiene de la población.-

Es evidente que en una población sanitariamente educada el consumo será mayor, ya que el agua es un elemento fundamental para la higiene individual y del medio ambiente.

ii) Factores específicos que afectan el consumo de agua

Entre los factores específicos que afectan el consumo de agua, se destacan:

- Modalidad del abastecimiento.-

Es evidente que el consumo de agua en comunidades servidas por un sistema público de abastecimiento es mayor que en aquellas donde se cuenta con un sistema rudimentario. En el primer caso se tratará de agua potable, sanitariamente segura, disponible en cantidades satisfactorias para atender las necesidades; mientras que, en los abastecimientos rudimentarios, el agua se obtiene con dificultad, en muchos casos a precio relativamente alto, generalmente de aspecto desagradable y peligroso para la salud.

- Calidad del agua suministrada.-

El agua potable tiene mucha mayor oportunidad de ser utilizada que otra turbia, dura, con olor o sabor desagradable. Cuando es mejorada la calidad del agua por medio de tratamientos, se observa un inmediato aumento del consumo.

- Presión en la red de distribución.-

La presión en la red afecta grandemente el consumo a través de los derroches y las pérdidas.

- Control de consumo.-

Cuando el uso del agua es controlado por medio de medidores o de reguladores de gasto, siendo la tarifa progresiva en función del propio consumo, el valor del mismo “per cápita” es inferior al registrado en localidades con servicio “por canilla libre”.

b) Variaciones de consumo

Según Meléndez (2005). Los consumos de agua de un poblado muestran variaciones mensuales, diarias y horarias. Durante un período (semana, mes, etc.) se puede observar que ocurren días de máximo y mínimo consumo.

Para el dimensionamiento de sistemas rurales de abastecimiento de agua con distribución final a nivel de piletas públicas, existen pocas referencias relacionadas con las variaciones diarias de consumo.

2.2.1.8 Condiciones de operación y mantenimiento

Según el RAS, los procedimientos y medidas pertinentes a la operación continua y permanente de los diferentes componentes de un sistema de agua potable y saneamiento básico seguirán los requerimientos establecidos en los Planos de Construcción y los Manuales de operación que deben tener disponibles en todo momento los operadores de las Entidades Prestadoras de los servicios municipales de acueducto, alcantarillado y aseo para cada uno de sus componentes, con el fin de brindar a los usuarios el respectivo servicio con los patrones de calidad y continuidad exigidos en el presente Reglamento Técnico.

Una vez que la red de distribución, o su ampliación, entre en operación, y durante todo el período de vida útil del proyecto, deben verificarse las presiones en diferentes puntos de la red, teniendo en cuenta los Manuales de Operación y Mantenimiento.

Romero, indica que dependiendo de las características propias de cada diseño, existen cuatro factores principales que determinan si una planta posee las condiciones requeridas para una operación y mantenimiento óptimo, estos son:

-
- a) **Confiabilidad:** Es el factor más importante puesto que en el caso de plantas de purificación de agua potable ésta debe satisfacer en todo momento los requerimientos de calidad estipulados. Para ello, todos los equipos y unidades de la planta deben operar satisfactoriamente con caudales mínimos o máximos, así como bajo condiciones extremas de calidad del agua. Por lo tanto, los operadores deben estar en capacidad de responder adecuadamente a los cambios del caudal de agua cruda y a las modificaciones de calidad de la misma.
- b) **Flexibilidad:** Asegura la producción normal de la planta; la planta debe estar en capacidad de operar continuamente aunque haya uno o más equipos o unidades fuera de servicio por mantenimiento o reparación. Los operadores deben asegurarse de que toda pieza de equipo esencial: bombas, motores, dosificadores de sustancias químicas, válvulas, entre otros, tengan una unidad de reserva disponible.
- c) **Mano de obra:** Es esencial en todo programa de operación y mantenimiento. En toda planta de purificación de agua es necesario que el personal de operación tenga capacidad técnica para operar el equipo y las unidades de la planta, así como para adecuar la dosificación de sustancias químicas y el grado de tratamiento a las variaciones de calidad del agua cruda.
- d) **Grado de automatización y control:** Debe ser tal que provea máxima confiabilidad en la operación de la planta. Por lo tanto, equipos y controles automáticos de difícil operación manual no son recomendables, pues pueden causar más problemas que beneficios en la operación general de la planta. El mantenimiento es esencial para una operación óptima de la planta de purificación.

En un sistema de purificación de agua, el mantenimiento puede considerarse de dos tipos:

- Mantenimiento preventivo: Conjunto de actividades, recursos y ayudas programados para identificar o prevenir defectos, reemplazar rutinariamente elementos fungibles, registrar e informar daños mayores en la planta de tratamiento y para conservarla, por lo menos, durante su vida económicamente útil.
- Mantenimiento correctivo: Conjunto de actividades, recursos y ayudas destinados a reparar defectos y daños mayores para restablecer la producción normal de la planta de tratamiento.

Entre los principales factores por considerar para un mantenimiento satisfactorio, se tienen los siguientes:

1. La responsabilidad del mantenimiento debe estar claramente definida y asignada a personal competente.
2. Los recursos financieros deben estar claramente definidos y asegurada su disponibilidad oportuna.
3. Se debe contar con el tipo y la cantidad de herramientas, repuestos y equipos apropiados para proveer el mantenimiento.
4. Todas las actividades de mantenimiento preventivo deben ser planeadas y programadas.
5. Debe existir un sistema de control y registro apropiado de las labores de mantenimiento.

2.2.1.9 Abastecimiento. Contaminación y problemática del agua en el Perú

Abastecimiento de agua y contaminación

Las fuentes de agua para consumo humano varían en cantidad y calidad desde el núcleo familiar, pasando por pequeñas comunidades y

ciudades hasta grandes centros urbanos. Tomemos como ejemplo las ciudades de Lima y Callao. Actualmente ambas ciudades conforman un gran centro urbano con desarrollo industrial, donde habitan cerca de ocho millones de personas, con una demanda por agua de aproximadamente dos millones de metros cúbicos por día. No habría que hacer mucho esfuerzo para observar la cantidad de aguas servidas o desagües que produce ocho millones de personas, y a eso habría que añadirle las descargas de origen industrial. Si lo anteriormente señalado lo relacionásemos solamente con la carga orgánica de las agua servidas descargadas al medio ambiente, y tomásemos como referencia el parámetro o medida de la demanda bioquímica de oxígeno, encontraríamos que para tratar estos desagües se requerirían 600 toneladas de oxígeno puro diariamente para que no generen condiciones de insalubridad.

De igual forma, las agua servidas domésticas e industriales descargadas diariamente a los cursos de agua naturales de Lima y Callao, vierten a éstos una concentración de 1018 microorganismos de origen fecal por día. Así, podríamos ir evaluando cada parámetro que sirve como referencia para conocer el estado y la calidad de agua que se consume y que van a dar origen a la desestabilización del medio ambiente, polución y contaminación de los cursos de agua. Nos asombraríamos del daño que el desarrollo y crecimiento urbano e industrial están originando actualmente en nuestros recursos naturales, en especial en el limitado recurso «AGUA». Las personas que nacieron en Lima y Callao en la década del 30 ó 40, podrán recordar que en el río Rímac se pescaban camarones hasta antes de su desembocadura, prácticamente en el delta del río Rímac, antes de su descarga al océano pacífico, y por supuesto en toda su longitud desde su nacimiento. El desarrollo urbano e industrial a hecho retroceder la calidad del agua más de 40 kilómetros aguas arriba y seguirá retrocediendo, probablemente a una tasa mayor.

Figura N°20



Colector ubicado a la altura de la cuadra 26 de la Avenida Perú, distrito de San Martín de Porres. Descarga su chorro de aguas servidas al río Rimac. Los niños se bañan aquí sin medir las consecuencias.

Problemática del agua en el Perú.

El fenómeno que hemos indicado no solamente es a nivel de Lima y Callao, sino a nivel nacional. Lo que es más preocupante es que ese retroceso de la calidad del agua se aplica no solamente para los cursos de agua superficiales, sino también para las aguas subterráneas y atmosféricas.

Todo lo anteriormente señalado nos lleva a pensar en la importancia de la vigilancia de la calidad del agua. La vigilancia de la calidad del agua potable¹ puede definirse como «la continua y vigilante evaluación e inspección sanitarias de la inocuidad y aceptabilidad del suministro de

agua potable» lo que implica que cada elemento del sistema (fuente, tratamiento, almacenamiento y distribución) debe funcionar sin posibilidad de fallo.

Un ejemplo sencillo pero gravitante en la salud de las personas, es la falta de vigilancia del agua por profesional idóneo de los tanques y cisternas de almacenamiento en las viviendas y edificaciones en general, es un tema que le ha venido preocupando mucho a los investigadores de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería, y de manera muy especial a los Ingenieros Sanitarios. Los trabajos realizados confirman la presencia del *Helicobacter pylori* en tanques y cisternas ubicados no necesariamente en las zonas de bajos recursos económicos o que no cuentan con el servicio de agua potable y alcantarillado. Lo delicado de la presencia de este microorganismo es que las concentraciones normales de cloro que se utilizan para asegurar la potabilidad del agua no reducen o eliminan su presencia de componentes químicos inorgánicos, orgánicos y plaguicidas.

2.2.1.10 Daños estimados en los sistemas de agua potable y alcantarillado y sus costos

Puede afirmarse que la magnitud de los daños ocasionados por el fenómeno el niño, al menos en los sistemas de abastecimiento de agua de las ciudades que ya habían sido afectadas durante el evento 1982-83, se vio reducida en virtud de las acciones preventivas que se llevaron a cabo durante 1997. Los costos de los daños resultaron de la conjunción de varios elementos:

-Las obras preventivas ejecutadas durante 1997 y parte del 98, que incluyeron la protección y el reforzamiento de obras de aducción, conducción y almacenamiento del agua potable en los sistemas correspondientes a las ciudades de los departamentos del norte peruano que ya habían sido afectados por Niños anteriores.

Las obras preventivas antes señaladas, pero que fueron rebasadas por la magnitud de los flujos de los ríos. Las obras que fueron dañadas no sólo en el norte sino aquellas del centro y sur que no habían sufrido impactos en eventos anteriores, tales como aducciones y líneas de conducción de agua potable; plantas potabilizadoras en los sitios donde las aguas requirieron de mayor tratamiento; sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas servidas.

Mientras se reparaban los servicios fue menester racionar el suministro en algunas ciudades y proveer agua –en algunos casos– mediante camiones cisterna y plantas potabilizadoras portátiles. Además, fue necesario dar un mayor tratamiento al agua para asegurar su potabilidad ante la mayor turbiedad en las captaciones. Los costos de los servicios se han visto incrementados y los ingresos de las empresas se han desmejorado ante la reducción temporal del suministro.

Las reparaciones realizadas durante la emergencia son de carácter transitorio y es menester proceder a la reconstrucción definitiva de los sistemas, introduciendo obviamente criterios de vulnerabilidad ante desastres, lo cual significa costos adicionales. En lo que respecta a la población afectada, las Empresas Prestadoras de los Servicios (EPS), han estimado que ésta alcanza a unos 3.263.702 habitantes, distribuida espacialmente por zonas de prestación del servicio.

Departamentos	Empresas prestadoras de servicios de agua y alcantarillado	Población (habitantes)
Tumbes	Emfapatumbes	178.794
Ancash	Sedachimbote	289.769
Junin-Pasco	Selva Central	16.051
Cuzco	Sedacuzco	150.000
Piura	Eps Grau S.A.	664.257
Piura	Prov. Sechura	60.000
Lambayeque	Epsel	665.659
Cajamarca	Semdacaj	109.415
La Libertad	Sedalib	269.820
Ancash Eps Chavin S.A.	Eps Chavin S.A.	99.825
Amazonas	Semapa	273.443
Huancavelica	Huancavelica	32.619
Ica	Emapica	s/d
Moquegua	Esamo	75.132
Puno	Sedajuliaca	180.622
Puno	Emsapuno	98.296
Arequipa	Sedapar	100.000
Total Habitantes		3.263.702

Fuente: PRONAP

2.2.1.11 Vulnerabilidades más relevantes de los servicios de abastecimientos de agua potable y alcantarillado

Las empresas prestadoras de servicios de agua y alcantarillado, a los fines de adelantar acciones de prevención frente al fenómeno 1997-98, realizaron una evaluación de los peligros a los que podrían estar sometidas las obras de infraestructura, así como de las vulnerabilidades más relevantes que deberían reducirse en cada uno de los sistemas de las zonas declaradas de probable afectación por el evento.

En los talleres que se llevaron a cabo en el Perú dentro de este estudio para recabar y analizar la información relacionada con el Fenómeno El Niño, se identificaron también vulnerabilidades relevantes en cada uno de los eslabones de la cadena de efectos que tipificó el comportamiento de este sector.

A grandes rasgos, se reconoce la necesidad de establecer mecanismos para convertir la práctica del manejo de las vulnerabilidades en acciones cotidianas de los entes prestadores del servicio, ya que cada sistema adolece de debilidades propias que es necesario superar.

Como resultado de las reflexiones antes mencionadas, las principales vulnerabilidades identificadas fueron las siguientes:

- **Vulnerabilidades relacionadas con el nivel de conocimiento** del fenómeno y de la variabilidad climática asociada a la afectación en el sector

La prestación del servicio de agua potable y alcantarillado y la sostenibilidad de la calidad del mismo depende en gran medida de la capacidad del sector de manejar situaciones climáticas excepcionales que generan calamidades frecuentes en el país, como es el caso del Fenómeno El Niño. El punto de partida para garantizar esa estabilidad es el conocimiento de cómo pueden afectarse los sistemas por influencia de excesivas precipitaciones o de grandes sequías, a los fines de tomar las previsiones para enfrentar esas situaciones. La debilidad que todavía está presente en los pronósticos meteorológicos, principalmente en lo que respecta a la cantidad e intensidad de la precipitación y su distribución a nivel territorial y temporal, constituye una vulnerabilidad a superar. Los casos imprevistos de precipitación en las regiones central y sur, con afectaciones sobre sistemas de abastecimiento para los cuales no se consideraron acciones de prevención, evidencian este tipo de debilidad para el sector, lo cual estuvo soportado en la asunción de que el impacto esperado sería similar al de 1982-83. Tampoco en el sector se hizo una sistematización de la información de los últimos eventos para vincular más efectivamente relaciones Niño clima-impacto sobre el servicio.

- **Vulnerabilidades de las cuencas hidrográficas,** existen numerosas vulnerabilidades en las cuencas de las zonas en las que fueron afectados los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento por el evento 1997-98, referidas básicamente al escaso manejo que se hace a las mismas con visión integral. Por esta razón, en muchas de dichas cuencas no se dispone de planes de manejo, de información actualizada sobre el grado de intervención ni sobre la problemática específica que domina en cada una de ellas, lo que limita la posibilidad de concentrar los esfuerzos en los aspectos prioritarios.

Igual limitación lo constituye el grado de conocimiento que tienen las distintas empresas sobre la geología, geomorfología y otras características de la cuenca, ya que en algunas de ellas la debilidad sobre este aspecto es mayor. Adicionalmente, en la mayoría de los casos tampoco se han desarrollado obras mayores y complementarias desde la cuenca alta, para el control y encauzamiento de los flujos de escorrentía, ni programas para el control de desprendimiento de masas y de sedimentos, que constituyeron fuertes amenazas para las infraestructuras causando daños directos a las mismas. Lo anterior revela para el sector bajo consideración, la necesidad de hacer esfuerzos para controlar información que permita a los organismos competentes, establecer prioridades de actuación para reducir

- **Vulnerabilidades de los ríos y de las aguas subterráneas**
Sin excepción, las afectaciones ocurridas en el sector durante el evento 1997-98 estuvieron asociadas a desbordamientos de ríos, a inundaciones y a sobrecargas de los niveles freáticos. Según se indicó en el Capítulo II, en Perú existen limitaciones e insuficiencias de información para predecir la dinámica de todos los ríos, además de que muchos de ellos presentan problemas de capacidad de los cauces frente a flujos anormales, favorecido por

la ausencia cotidiana de mantenimiento y las descargas de basura y escombros que se observan en las inmediaciones de algunas ciudades, etc. Si bien muchos de los cauces recibieron durante la etapa pre-evento tratamientos de descolmatación y de limpieza, así como encauzamiento de márgenes y protección de cauces en tramos críticos, lo acontecido revela que estas fueron insuficientes y en algunos casos inexistentes, y que se requieren intervenciones más de fondo para superar estas vulnerabilidades.

Estos depósitos de agua, sometidos a recargas excesivas, producen intrusiones en los pozos utilizados para el consumo, afectando la calidad de las aguas. Esta vulnerabilidad debe ser atacada con visión preventiva frente a eventos futuros. En lo que respecta a las aguas subterráneas no existen planes de manejo para una mayor racionalidad en el aprovechamiento, lo que se debe en parte a la debilidad o ausencia de la información básica para ello.

- **Vulnerabilidad del servicio frente a las amenazas físicas**

El sector no cuenta con estudios específicos sobre la localización y comportamiento de las amenazas que genera El Niño, lo cual es básico para manejar y minimizar las afectaciones al servicio. Vulnerabilidad de la infraestructura física Existen a nivel de algunas cuencas y sistemas de abastecimiento, estudios sobre las vulnerabilidades más relevantes que presentan las infraestructuras y redes de abastecimiento de agua a las poblaciones. Desde 1996, el INADE, que tiene a su cargo algunas obras de abastecimiento de agua a las poblaciones dentro de sistemas de uso múltiple, cuenta con estudios de vulnerabilidad de las obras y ha identificado las acciones para la reducción de las mismas. El PRONAP ha identificado también vulnerabilidades relevantes en varios de los sistemas ubicados en zonas de probable afectación por causas climáticas.

Conjugando estas evaluaciones con los análisis llevados a cabo durante este estudio, se concluye que, con relación a las vulnerabilidades de las obras físicas, existe:

- Alta exposición de las infraestructuras (principalmente las obras de captación y las líneas de conducción y aducción) a las amenazas de crecidas de los ríos y quebradas, así como a avalanchas y deslizamientos.
- Poca capacidad de las redes de distribución y de alcantarillado para el desagüe de los volúmenes de agua que inundan los centros poblados, lo que las hace susceptibles a colapsos; y en algunos casos ausencia de infraestructura pluvial.
- Diseños inadecuados de obras de drenaje pluvial y de los sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado respecto al tipo y magnitud de las amenazas (casos de la Municipalidad de Morrocón, Agua Potable de Piura y SUNASS).
- Alta exposición de las obras superficiales y de los pozos a las amenazas, por localización inadecuada, por ausencia de obras de protección o por inexistencia de cauces definidos.
- Pocas obras de protección de manantiales.
- Poca capacidad de las infraestructuras de tratamiento para controlar los excesivos incrementos de turbidez ocasionados por los sedimentos.
- En algunos casos, red construida sobre terrenos con riesgo de pérdida de resistencia.
- Sistemas de agua potable antiguos y frágiles.
- Baja cobertura del servicio de agua potable, lo que agrava la situación en los momentos de daños a las infraestructuras, a lo cual se une la irregularidad en los planes de abastecimiento.

- Algunos sistemas están asociados a fuentes de energía vulnerables a los eventos climáticos (energía eléctrica) o que presentan problemas de acceso para el suministro de combustible, por daños en las vías.

- **Vulnerabilidad de la prestación del servicio**
Frente a eventos calamitosos como el de El Niño, la mayoría de los sistemas muestran incapacidad para responder de manera inmediata a los colapsos de las infraestructuras generados por distintas amenazas (inundaciones, desbordamientos, aluviones, etc.).
Igualmente, aunque en menor grado, se enfrentan a problemas para solventar las situaciones de deterioro de la calidad de las aguas asociado al incremento de sedimentos y de materiales de arrastre en los cauces de los ríos.

Las vulnerabilidades fundamentales que se identifican como limitantes para las respuestas inmediatas frente a los impactos al servicio, son las siguientes:

- Escasas fuentes alternas de agua a ser incorporadas en los momentos de la emergencia.
- Poca flexibilidad de los sistemas para utilizar fuentes cruzadas para el abastecimiento de zonas dentro de las ciudades.
- Ausencia de tratamiento de agua en algunos sistemas que se abastecen de pozos (Piura, por ejemplo), por lo que al incrementarse los problemas de sedimentos y de intrusión de aguas salinas, estos se trasladan de inmediato a la población consumidora, pudiendo afectar la salud de la misma.

- Problemas preexistentes en las redes de distribución y en el almacenamiento de agua (reservorios) a nivel de algunas ciudades.
- Vulnerabilidad de los usuarios Algunos usuarios del servicio, frente a eventuales restricciones de dotación de agua, muestran comportamientos que constituyen vulnerabilidades para el adecuado manejo de las situaciones. Entre ellos cabe destacar: ---Hábitos altamente consumidores y despilfarradores del agua.
- Inexistencia de cultura preventiva que minimice los impactos negativos sobre ellos (por ejemplo, con uso de equipos de bajo consumo).

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Aguas Atmosféricas

Son las que se encuentran en la atmósfera en estado sólido, líquido o gaseoso.

Aguas Producidas

Son las obtenidas mediante artificios, para uno o más usos determinados.

Aguas Servidas

Son las provenientes de la redes de desagüe.

Aguas Terrestres

Son las que se encuentran en contacto con la tierra, ya sean superficiales o subterráneas.

Calidad

Evaluación continua de las características del agua en la fuente y sistema de distribución.

Conservación de Aguas

Providencias y acciones destinadas a evitar o disminuir las pérdidas de agua.

Fuente (De Agua)

Lugar donde se encuentran las aguas y del cual pueden ser derivadas para su utilización.

Interferencia entre Pozos

Situación que se crea cuando el bombeo de un pozo produce baja del rendimiento de otro

Napa

Masa delimitada de aguas subterráneas.

Sistema de distribución

La necesidad de proteger la calidad sanitaria del agua de consumo humano a fin de asegurar y satisfacer, dentro de las Normativas vigentes de los parámetros físicos químicos y bacteriológicos .

Vigilancia

Evaluación e inspección sanitaria de la inocuidad y aceptabilidad de los sistemas públicos y privados de abastecimiento del agua para consumo humano.

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1 Confiabilidad y validación del instrumento

	ÍTEMS																		St
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	3	3	2	2	2	2	3	3	2	2	1	2	2	1	1	2	1	1	35
2	3	2	2	2	1	2	2	2	2	3	3	1	2	2	1	3	1	1	35
3	1	1	2	3	3	3	2	1	2	3	2	2	1	2	2	2	1	1	34
4	2	2	3	3	2	1	1	2	1	2	3	2	3	3	2	1	1	1	36
5	1	3	2	3	3	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	33
6	3	1	1	1	2	1	2	1	3	1	1	2	2	1	1	1	1	2	27
7	3	1	1	1	1	2	1	2	3	2	1	2	1	2	1	1	1	1	26
8	3	1	3	1	1	2	1	2	1	2	3	3	1	1	2	1	3	2	32
9	2	1	1	1	2	2	2	2	1	3	1	1	2	1	1	3	1	2	29
10	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
11	3	2	1	1	2	2	1	2	1	2	3	3	2	2	1	1	3	3	35
12	2	1	1	2	3	1	1	2	2	2	1	2	3	2	1	1	1	1	29
13	3	3	3	1	2	2	2	2	2	1	1	1	3	3	3	1	2	1	36
14	3	3	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	3	1	1	2	1	1	32
15	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	1	1	3	3	1	1	1	39
	0.24	0.29	0.33	0.16	0.62	0.52	0.20	0.20	0.33	0.33	0.33	0.20	0.33	0.33	0.33	0.25	0.38	0.13	22.38

K : El número de ítems : 15
 $\sum Si^2$: Sumatoria de Varianzas de los Ítems : 4.30
 ST^2 : Varianza de la suma de los Ítems : 22.38
 α : Coeficiente de Alfa de Cronbach

$$\alpha = \frac{15}{15 - 1} \left[1 - \frac{4.30}{22.38} \right]$$

$\alpha = 0.87$

Interpretación:

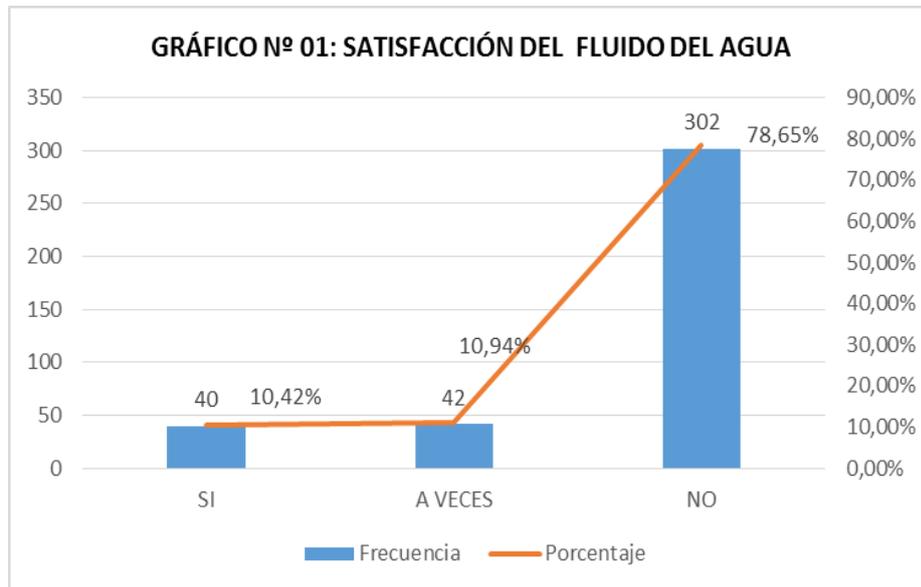
En el presente estudio, el alfa de Cronbach obtenido es de 0.87; lo que significa que los resultados de opinión de 15 usuarios respecto a los ítems considerados en el cuestionario sobre los sistemas de abastecimiento de agua potable en su versión de 18 ítems se encuentran altamente confiable y muy aceptable.

3.2 Análisis cuantitativo de las variables

Tabla Nº 01: ¿El fluido del agua satisface su demanda?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	40	10.42%	10.42%
A VECES	42	10.94%	21.35%
NO	302	78.65%	100.00%
TOTAL	384	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 384 habitantes del distrito de los Aquijes.



Fuente: Tabla Nº 01

Interpretación:

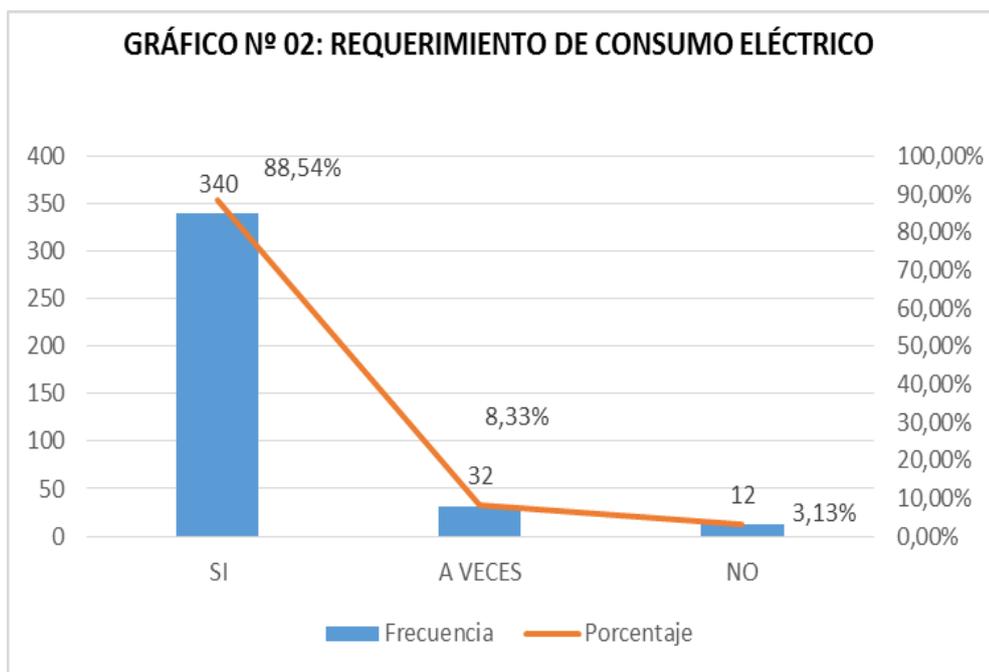
En la figura Nº 01, se obtiene los resultados de 384 habitantes del distrito de los Aquijes, quienes constituyen el 100%, de los cuales un 78,65% manifestó que el fluido del agua no satisface su demanda, el 10,94% afirmó que solo a veces y el 10,42% declaró que el fluido del agua si satisface su demanda.

Tabla N° 02:

¿Requiere usted un consumo eléctrico para mejorar el fluido de agua en su vivienda?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	340	88.54%	88.54%
A VECES	32	8.33%	96.88%
NO	12	3.13%	100.00%
TOTAL	384	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 384 habitantes del distrito de los Aquijes.



Fuente: Tabla N° 02

Interpretación:

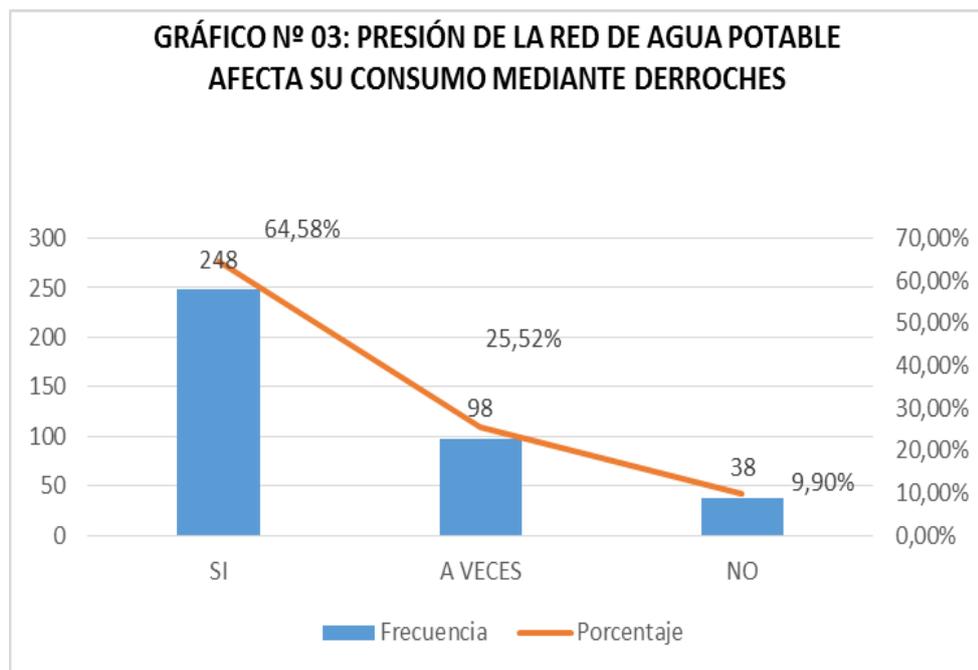
En la figura N° 02, se obtiene los resultados de 384 habitantes del distrito de los Aquijes, quienes constituyen el 100%, de los cuales el 85,54% manifiesta que si requiere consumo eléctrico para mejorar el fluido de agua en su vivienda, el 8,33% afirmo que solo a veces y el 3,13% declaro que no requiere consumo eléctrico para mejorar el fluido de agua en su vivienda.

Tabla N° 03:

¿La presión de la red de agua potable afecta su consumo mediante derroches?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	248	64.58%	64.58%
A VECES	98	25.52%	90.10%
NO	38	9.90%	100.00%
TOTAL	384	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 384 habitantes del distrito de los Aquijos.



Fuente: Tabla N° 03

Interpretación:

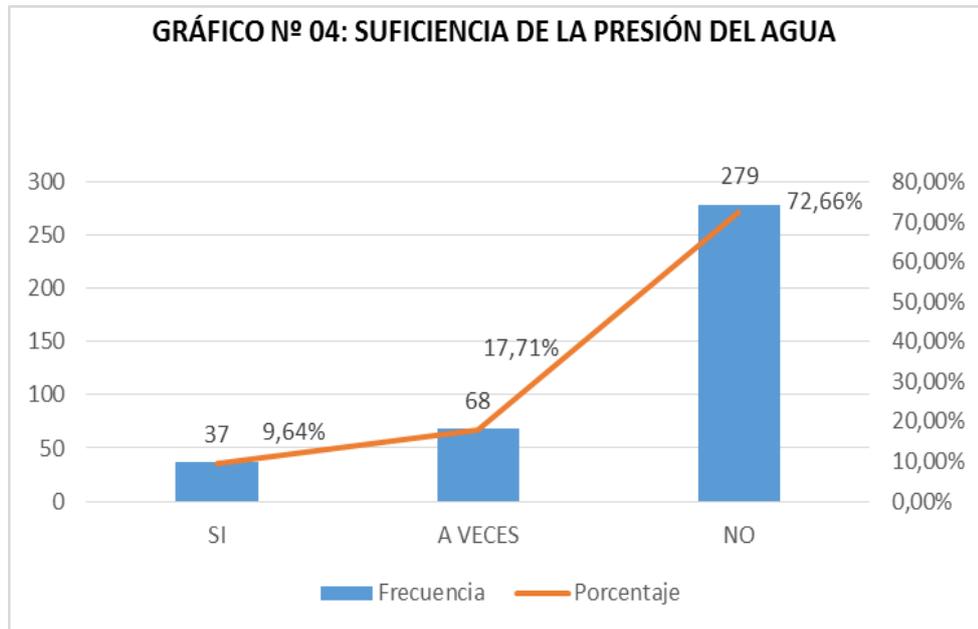
En la figura N° 03, se obtiene los resultados de 384 habitantes del distrito de los Aquijos, quienes constituyen el 100%, de los cuales el 64,58% manifiesta que la presión de la red de agua potable si afecta su consumo mediante derroches, el 25,52% afirmo que solo a veces y el 9,90% declaro que la presión de la red de agua potable no afecta su consumo mediante derroches.

Tabla N° 04:

¿La presión del agua es suficiente para su consumo?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	37	9.64%	9.64%
A VECES	68	17.71%	27.34%
NO	279	72.66%	100.00%
TOTAL	384	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 384 habitantes del distrito de los Aquijos.



Fuente: Tabla N° 04

Interpretación:

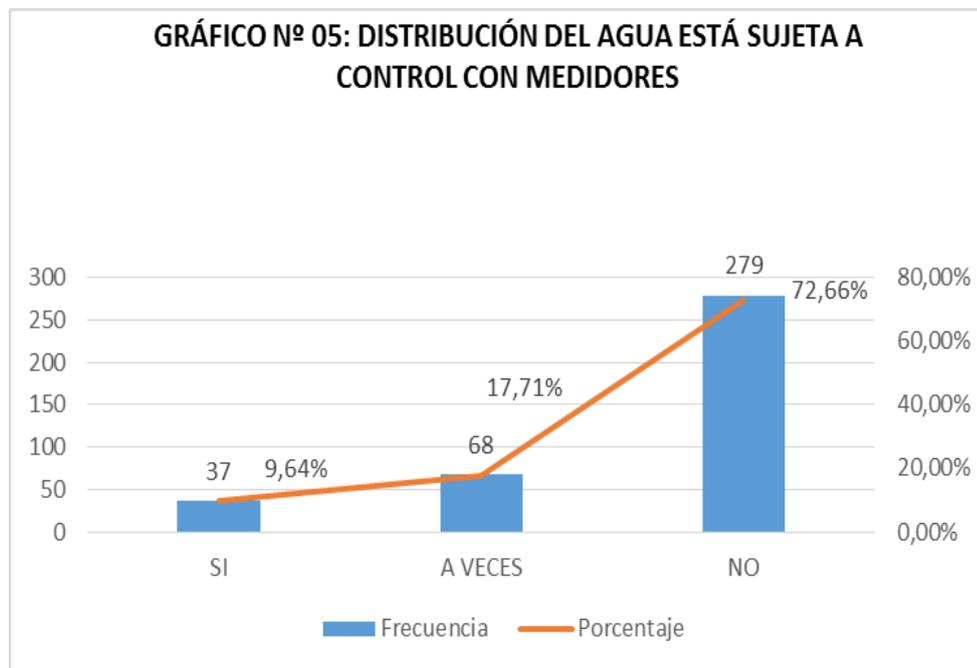
En la figura N° 04, se obtiene los resultados de 384 habitantes del distrito de los Aquijos, quienes representan el 100%, de los cuales el 72,66% manifiesta que la presión del agua no es suficiente para su consumo, el 17,71% afirmo que solo a veces y el 9,64% declaro que la presión del agua si es suficiente para su consumo.

Tabla Nº 05

¿La distribución del agua está sujeta a control con medidores?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	37	9.64%	9.64%
A VECES	68	17.71%	27.34%
NO	279	72.66%	100.00%
TOTAL	384	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 384 habitantes del distrito de los Aquijes.



Fuente: Tabla Nº 05

Interpretación:

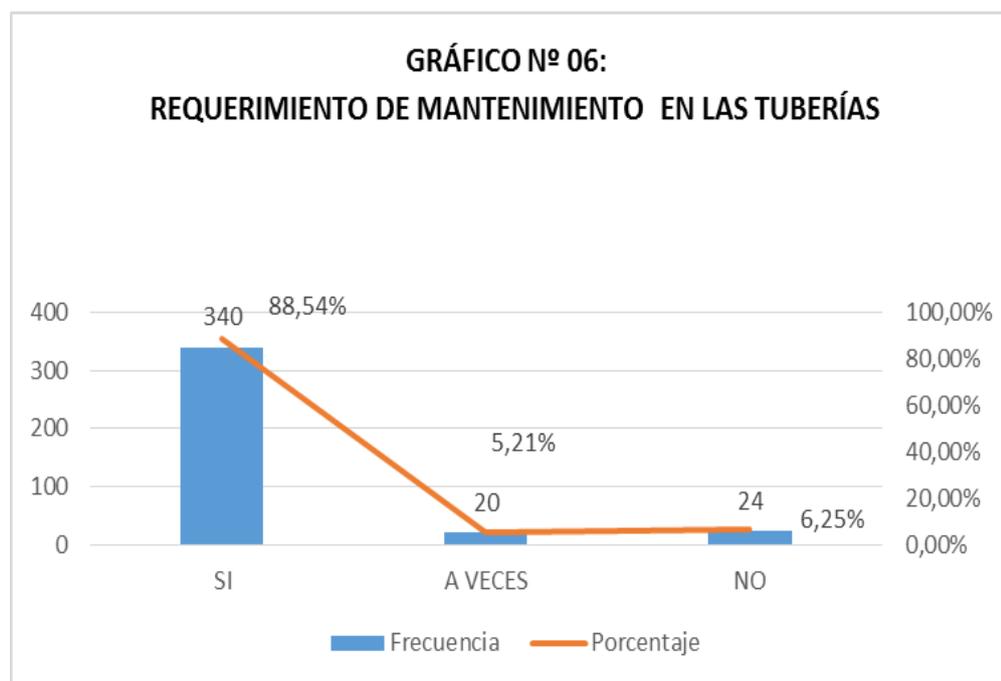
En la figura Nº 05, se obtiene los resultados de 384 habitantes del distrito de los Aquijes, quienes representan el 100%, de los cuales un 72,66% manifestó que la distribución del agua no está sujeta a control con medidores, el 17,71% afirmó que solo a veces y el 9,64% declaró que la distribución del agua si está sujeta a control con medidores.

Tabla N° 06

¿Las tuberías de su localidad requieren mantenimiento urgente?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	340	88.54%	88.54%
A VECES	20	5.21%	93.75%
NO	24	6.25%	100.00%
TOTAL	384	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 384 habitantes del distrito de los Aquijos.



Fuente: Tabla N° 06

Interpretación:

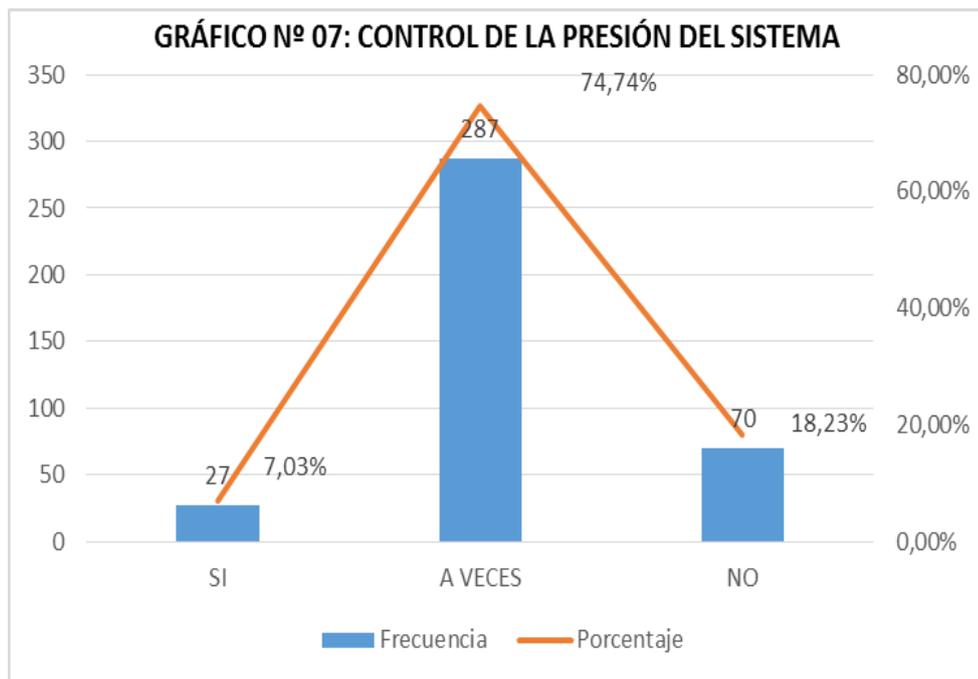
En la figura N° 06, se obtiene los resultados de 384 habitantes del distrito de los Aquijos, quienes representan el 100%, de los cuales el 88,54% manifiesta que las tuberías de su localidad si requieren mantenimiento urgente, el 6,25% afirmo que no y un 5,21% sustento que las tuberías de su localidad a veces requieren mantenimiento urgente.

Tabla N° 07

¿La presión del sistema se controla con mayor facilidad?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	27	7.03%	7.03%
A VECES	287	74.74%	81.77%
NO	70	18.23%	100.00%
TOTAL	384	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 384 habitantes del distrito de los Aquijos.



Fuente: Tabla N° 07

Interpretación:

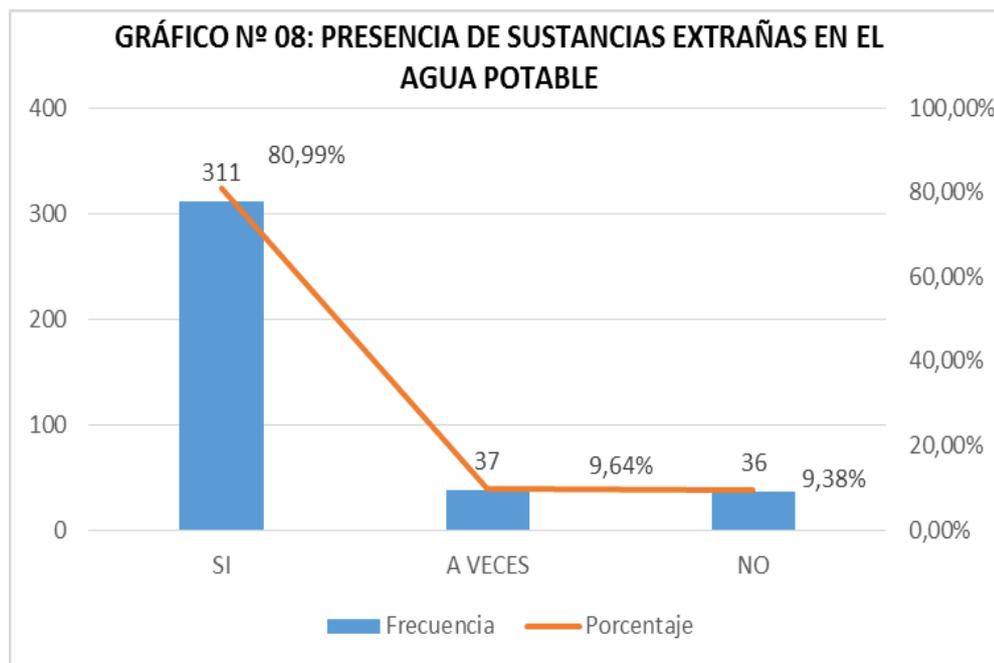
En la figura N° 07, se muestran los resultados de 384 habitantes del distrito de los Aquijos, quienes representan el 100%, de los cuales el 74,74% sustenta que la presión del sistema a veces se controla con mayor facilidad, el 18,23% alego que no y tan solo un 7,03% sostuvo la presión del sistema si se controla con mayor facilidad.

Tabla N° 08

¿Ha notado usted presencia de sustancias extrañas en el agua potable?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	311	80.99%	80.99%
A VECES	37	9.64%	90.63%
NO	36	9.38%	100.00%
TOTAL	384	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 384 habitantes del distrito de los Aquijes.



Fuente: Tabla N° 08

Interpretación:

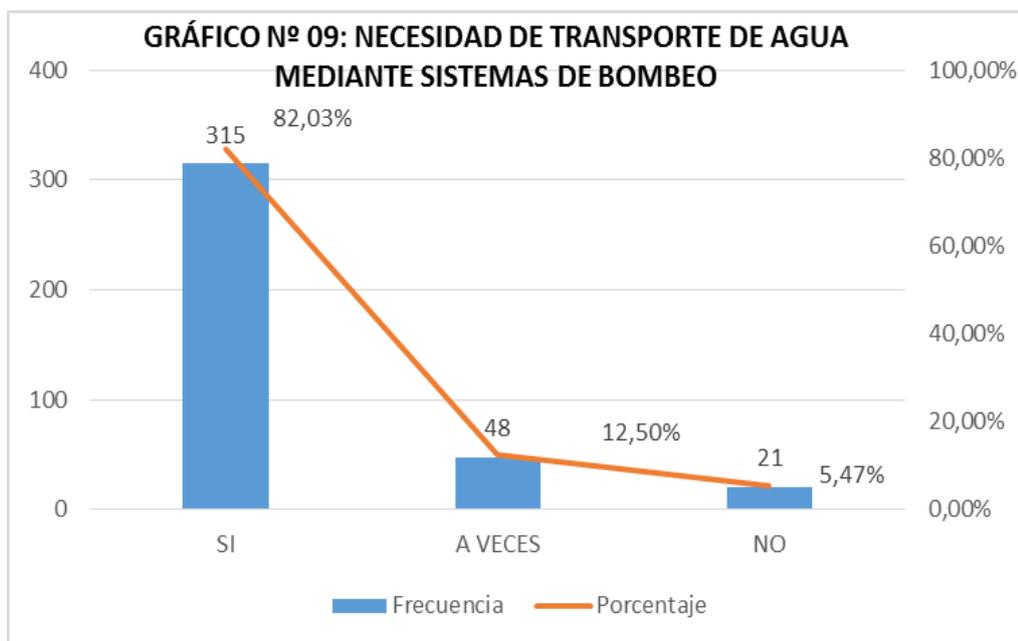
En la figura N° 08, se obtiene los resultados de 384 habitantes del distrito de los Aquijes, quienes representan el 100%, de los cuales el 80,99% manifiesta que si ha notado presencia de sustancias extrañas en el agua potable, el 9,64% afirmo que no y un 9,38% sustento que no ha notado presencia de sustancias extrañas en el agua potable.

Tabla N° 09

¿Necesita usted transportar el agua mediante sistemas de bombeo?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	315	82.03%	82.03%
A VECES	48	12.50%	94.53%
NO	21	5.47%	100.00%
TOTAL	384	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 384 habitantes del distrito de los Aquijes.



Fuente: Tabla N° 09

Interpretación:

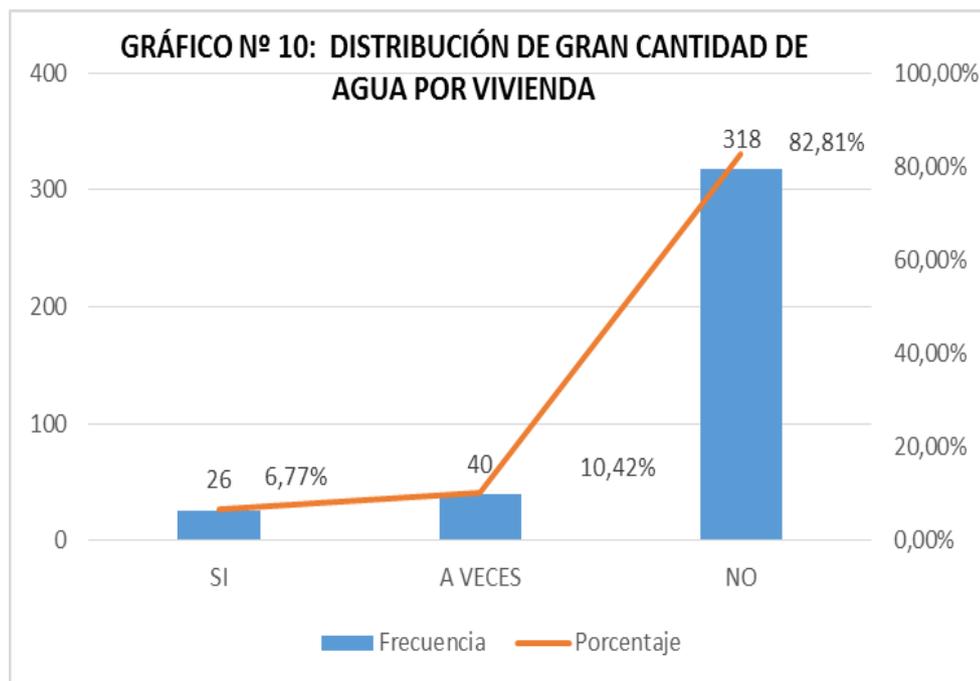
En la figura N° 09, se obtiene los resultados de 384 habitantes del distrito de los Aquijes, quienes constituyen el 100%, de los cuales un 82,03% manifestó que si necesita transportar el agua mediante sistemas de bombeo, el 12,50% afirmo que solo a veces y el 5,47% declaro que no necesita transportar el agua mediante sistemas de bombeo.

Tabla N° 10

¿Se distribuye gran cantidad de agua por vivienda?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	26	6.77%	6.77%
A VECES	40	10.42%	17.19%
NO	318	82.81%	100.00%
TOTAL	384	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 384 habitantes del distrito de los Aquijes.



Fuente: Tabla N° 10

Interpretación:

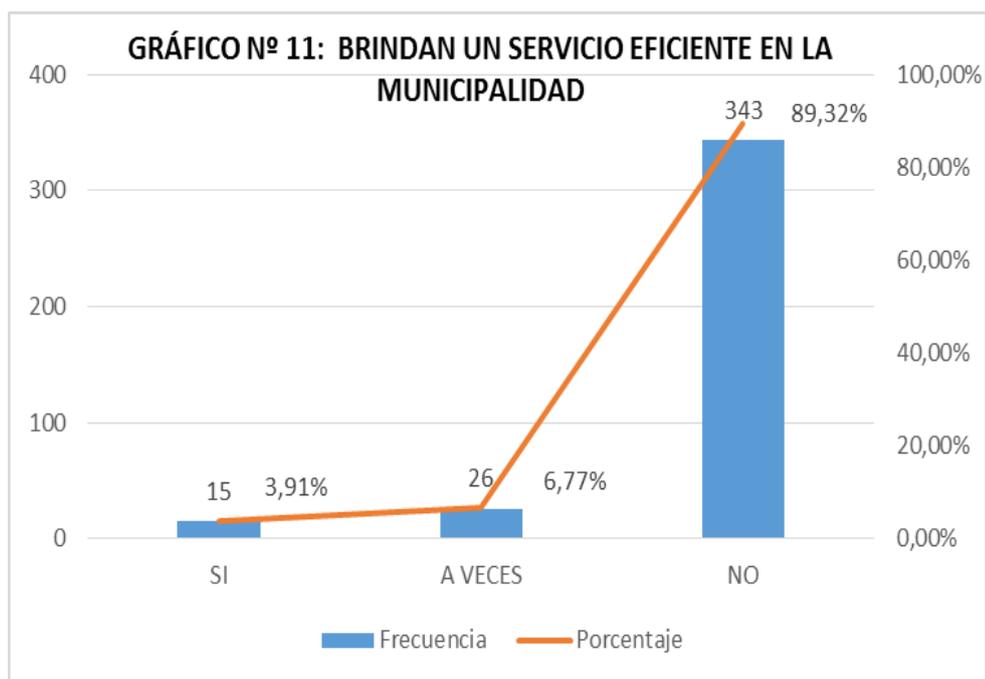
En la figura N° 10, se obtiene los resultados de 384 habitantes del distrito de los Aquijes, quienes constituyen el 100%, de los cuales el 82,81% manifiesta que no se distribuye gran cantidad de agua por vivienda, el 10,42% afirmo que a veces y el 6,77% declaro que si se distribuye gran cantidad de agua por vivienda.

Tabla N° 11

¿El servicio que brinda la municipalidad es eficiente?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	15	3.91%	3.91%
A VECES	26	6.77%	10.68%
NO	343	89.32%	100.00%
TOTAL	384	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 384 habitantes del distrito de los Aquijos.



Fuente: Tabla N° 11

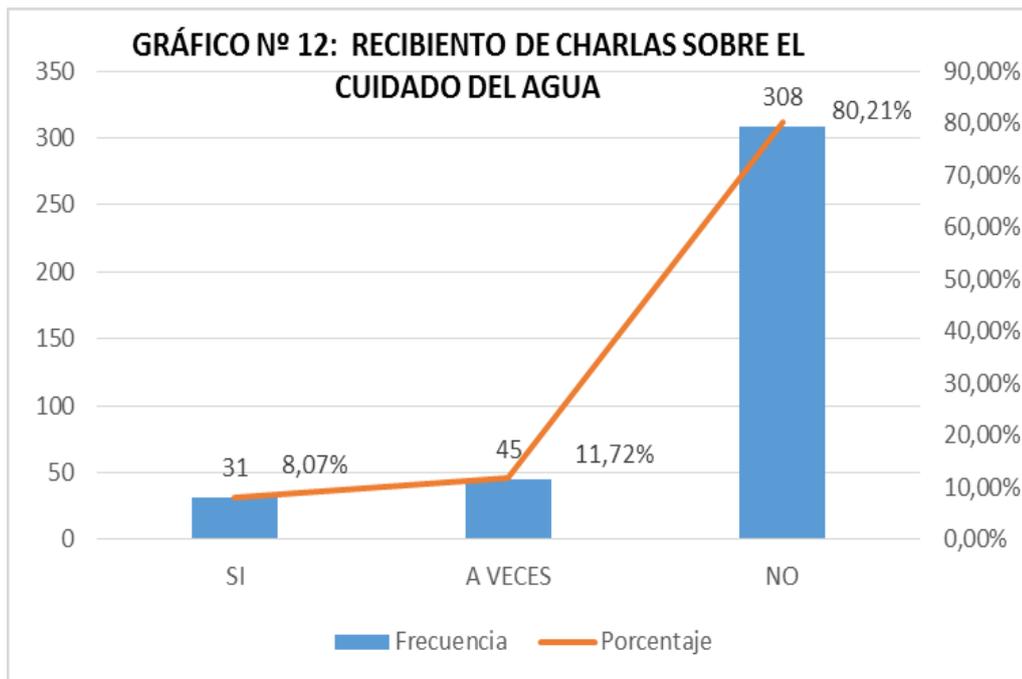
Interpretación:

En la figura N° 11, se obtiene los resultados de 384 habitantes del distrito de los Aquijos, quienes constituyen el 100%, de los cuales el 89,32% manifiesta que el servicio que brinda la municipalidad no es eficiente, el 6,77% afirmó que a veces y el 3,91% declaró que el servicio que brinda la municipalidad si es eficiente.

Tabla N° 12
 ¿Ha recibido charlas sobre el cuidado del agua?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	31	8.07%	8.07%
A VECES	45	11.72%	19.79%
NO	308	80.21%	100.00%
TOTAL	384	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 384 habitantes del distrito de los Aquijes.



Fuente: Tabla N° 12

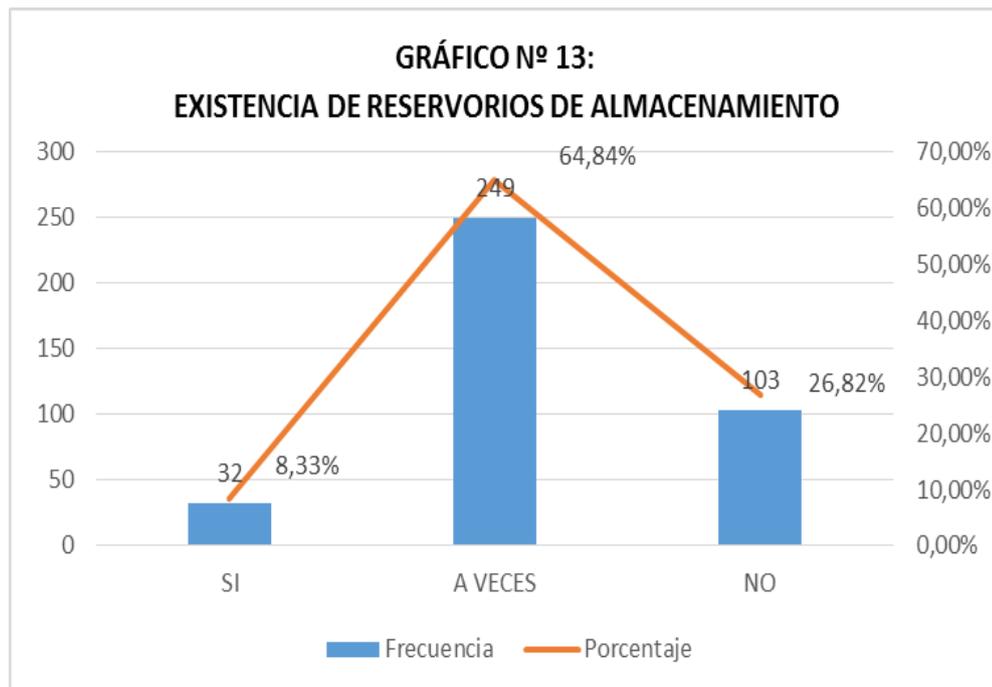
Interpretación:

En la figura N° 12, se presentan los resultados de 384 habitantes del distrito de los Aquijes, quienes constituyen el 100%, de los cuales el 80,21% manifiesta que no ha recibido charlas sobre el cuidado del agua, el 11,72% afirmó que solo a veces y el 8,07% declaró si haber recibido charlas sobre el cuidado del agua.

Tabla N° 13
 ¿En su localidad existen reservorios de almacenamiento?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	32	8.33%	8.33%
A VECES	249	64.84%	73.18%
NO	103	26.82%	100.00%
TOTAL	384	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 384 habitantes del distrito de los Aquijes.



Fuente: Tabla N° 13

Interpretación:

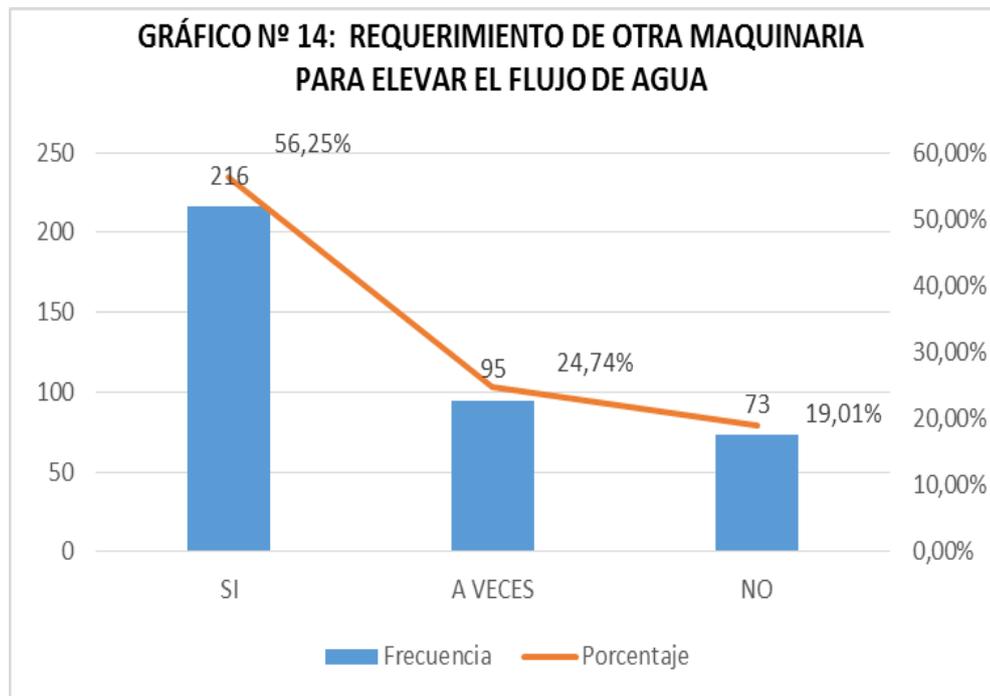
En la figura N° 13, se presentan los resultados de 384 habitantes del distrito de los Aquijes, quienes conforman el 100%, de los cuales el 68,84% manifiesta que en su localidad a veces existen reservorios de almacenamiento, el 26,82% sustenta que no y el 8,33% declaró que en su localidad si existen reservorios de almacenamiento sobre el cuidado del agua.

Tabla N° 14

¿Cree que la presión con que llega el agua requiere de otra maquinaria para elevar su flujo?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	216	56.25%	56.25%
A VECES	95	24.74%	80.99%
NO	73	19.01%	100.00%
TOTAL	384	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 384 habitantes del distrito de los Aquijes.



Fuente: Tabla N° 14

Interpretación:

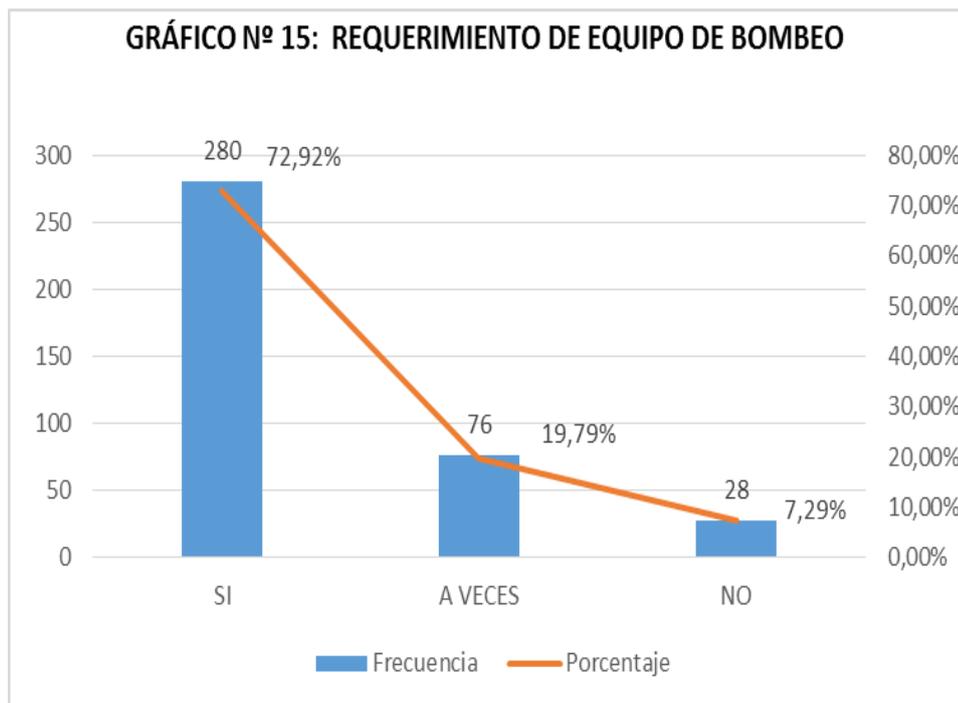
En la figura N° 14, se presentan los resultados de 384 habitantes del distrito de los Aquijes, quienes conforman el 100%, de los cuales el 56,25% manifiesta que la fuerza del chorro de agua si requiere de otra maquinaria para elevar su flujo, el 24.74% sustenta que a veces y el 19,01% declaro que la fuerza del chorro de agua no requiere de otra maquinaria para elevar su flujo.

Tabla N° 15

¿En su localidad obtiene agua sin requerir el equipo de bombeo?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	280	72.92%	72.92%
A VECES	76	19.79%	92.71%
NO	28	7.29%	100.00%
TOTAL	384	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 384 habitantes del distrito de los Aquijes.



Fuente: Tabla N° 15

Interpretación:

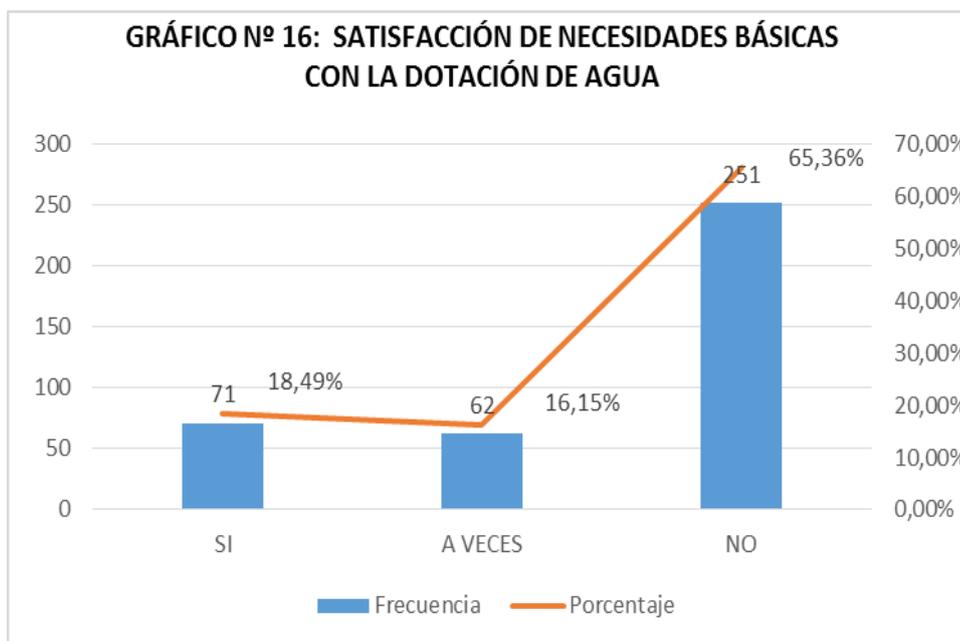
En la figura N° 15, tenemos los resultados de 384 habitantes del distrito de los Aquijes, quienes constituyen el 100%, de los cuales el 79,92% manifiesta que en su localidad si obtiene agua sin requerir el equipo de bombeo, el 19,79% afirmo que solo a veces y el 7,29% declaro que en su localidad no obtiene agua sin requerir el equipo de bombeo.

Tabla N° 16

¿La dotación de agua satisface sus necesidades básicas?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	71	18.49%	18.49%
A VECES	62	16.15%	34.64%
NO	251	65.36%	100.00%
TOTAL	384	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 384 habitantes del distrito de los Aquijes.



Fuente: Tabla N° 16

Interpretación:

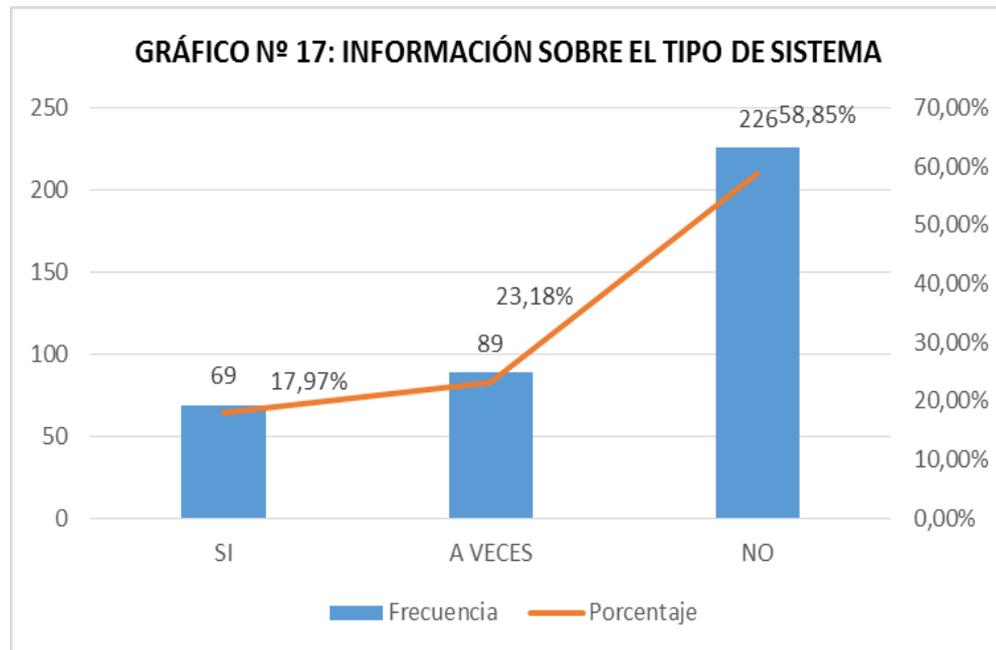
En la figura N° 16, tenemos los resultados de 384 habitantes del distrito de los Aquijes, quienes constituyen el 100%, de los cuales el 65,36% sostienen que la dotación de agua no satisface sus necesidades básicas, el 18,49% afirmó que sí y el 16,15% declaró que la dotación de agua si satisface sus necesidades básicas.

Tabla N° 17

¿La municipalidad brinda información sobre el tipo de sistema que usted tiene en su vivienda?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	69	17.97%	17.97%
A VECES	89	23.18%	41.15%
NO	226	58.85%	100.00%
TOTAL	384	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 384 habitantes del distrito de los Aquijes.



Fuente: Tabla N° 17

Interpretación:

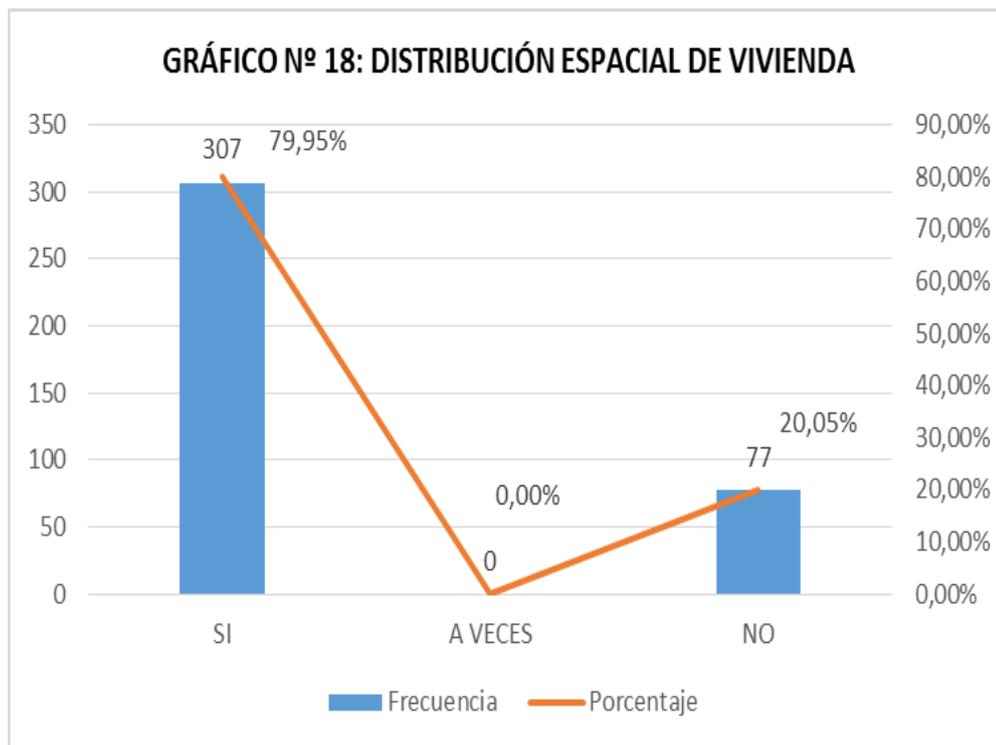
En la figura N° 17, tenemos los resultados de 384 habitantes del distrito de los Aquijes, quienes conforman el 100%, de los cuales el 58,85% manifiesta que la municipalidad no brinda información sobre el tipo de sistema que tiene en su vivienda, el 23,18% sustenta que a veces y el 17,97% declaró que la municipalidad si brinda información sobre el tipo de sistema que tiene en su vivienda.

Tabla N° 18

¿La distribución de espacios en su vivienda es concentrada?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	307	79.95%	79.95%
A VECES	0	0.00%	79.95%
NO	77	20.05%	100.00%
TOTAL	384	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 384 habitantes del distrito de los Aquijes.



Fuente: Tabla N° 18

Interpretación:

En la figura N° 18, tenemos los resultados de 384 habitantes del distrito de los Aquijes, quienes conforman el 100%, de los cuales el 79,95% manifiesta que la distribución espacial de su vivienda si es concentrada y el 20,05% declaro que la distribución espacial de su vivienda no es concentrada.

CAPÍTULO IV

PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

4.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL

H_0 : Los sistemas de abastecimiento de agua potable no satisfacen el requerimiento de los pobladores del distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016.

H_G : Los sistemas de abastecimiento de agua potable satisfacen el requerimiento de los pobladores del distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016.

TABLA DE CONTINGENCIA Nº 01

Los sistemas de abastecimiento de agua potable y requerimiento de los pobladores del distrito de Los Aquijes.

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	DEMANDA DE LOS POBLADORES			
	Siempre	A veces	Nunca	Total
SI	18	12	15	45
A VECES	52	66	81	199
NO	44	52	43	139
Total	114	130	139	384

CHI CUADRADO DE LA HIPÓTESIS GENERAL

Celda número	f_o	f_e	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
1	18	13,31	4,7	1,7
2	12	15,31	-3,3	0,7
3	15	16,37	-1,4	0,1
4	52	58,87	-6,9	0,8
5	66	67,72	-1,7	0,0
6	81	72,41	8,6	1,0
7	44	40,82	2,2	0,1
8	52	46,96	5,0	0,5
9	43	50,21	-7,2	1,0
X²				6,04

$$x^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

X²c= 6.04 (valor de Chi cuadrado calculado)

G.L= (F-1) (C-1) = (3-1) (3-1) = 4

G.L. = 4

Nivel de significación (α) = 0,05

X²t = 9.49 (valor de Chi cuadrado teórico)

X²c < X²t

6,04 < 9.49

Decisión:

Para la validación de la hipótesis se contrastó el valor del Chi cuadrado calculado con el valor de Chi cuadrado teórico, considerando un nivel de significancia de 0,05% y 4 grados de libertad se rechaza la hipótesis planteada (H₀) y se acepta la hipótesis nula (H₀), por lo que se determina que *“Los sistemas de abastecimiento de agua potable no satisfacen el requerimiento de los pobladores del distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016”*.

4.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Primera hipótesis específica

H_0 : Los sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad no satisfacen eficientemente la demanda de los pobladores en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016.

H_1 : Los sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad satisfacen eficientemente la demanda de los pobladores en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016.

TABLA DE CONTINGENCIA Nº 02

Los sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad y demanda de los pobladores del distrito de Los Aquijes.

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD	DEMANDA DE LOS POBLADORES			
	Siempre	A veces	Nunca	Total
SI	19	13	16	48
A VECES	15	26	31	72
NO	83	92	89	264
Total	117	131	136	384

CHI CUADRADO DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 01

Celda número	f_o	f_e	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
1	19	14,63	4,4	1,3
2	13	16,38	-3,4	0,7
3	16	17,00	-1,0	0,1
4	15	21,94	-6,9	2,2
5	26	24,56	1,4	0,1
6	31	25,50	5,5	1,2
7	83	80,44	2,6	0,1
8	92	90,06	1,9	0,0
9	89	93,50	-4,5	0,2
			X^2	5,87

$$x^2 = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe}$$

$X^2c = 5.87$ (valor de Chi cuadrado calculado)

$G.L = (F-1) (C-1) = (3-1) (3-1) = 4$

$G.L. = 4$

Nivel de significación (α) = 0,05

$X^2t = 9.49$ (valor de Chi cuadrado teórico)

$X^2c < X^2t$

$5.87 < 9.49$

Decisión:

Para la validación de la hipótesis se contrastó el valor del Chi cuadrado calculado con el valor de Chi cuadrado teórico, considerando un nivel de significancia de 0,05% y 4 grados de libertad se rechaza la hipótesis planteada (H_G) y se acepta la hipótesis nula (H_0), por lo que se determina que *“Los sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad no satisfacen eficientemente la demanda de los pobladores en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016”*.

Segunda hipótesis específica

H_0 : Los sistemas de abastecimiento de agua potable por bombeo no satisfacen eficientemente la demanda de los pobladores en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016.

H_2 : Los sistemas de abastecimiento de agua potable por bombeo satisfacen eficientemente la demanda de los pobladores en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016.

TABLA DE CONTINGENCIA Nº 03

Los sistemas de abastecimiento de agua potable por bombeo y demanda de los pobladores del distrito de Los Aquijes.

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR BOMBEO	DEMANDA DE LOS POBLADORES			
	Siempre	A veces	Nunca	Total
SI	23	14	19	56
A VECES	102	51	47	200
NO	48	35	45	128
Total	173	100	111	384

CHI CUADRADO DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 02

Celda número	f_o	f_e	$(f_o - f_e)^2$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
1	23	25,23	-2,2	0,2
2	14	14,58	-0,6	0,0
3	19	16,19	2,8	0,5
4	102	90,10	11,9	1,6
5	51	52,08	-1,1	0,0
6	47	57,81	-10,8	2,0
7	48	57,67	-9,7	1,6
8	35	33,33	1,7	0,1
9	45	37,00	8,0	1,7
X²				7,76

$$x^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

$X^2_c = 7.76$ (valor de Chi cuadrado calculado)

$G.L. = (F-1) (C-1) = (3-1) (3-1) = 4$

$G.L. = 4$

Nivel de significación (α) = 0,05

$X^2_t = 9.49$ (valor de Chi cuadrado teórico)

$X^2_c < X^2_t$

$7.76 < 9.49$

Decisión:

Para la validación de la hipótesis se contrastó el valor del Chi cuadrado calculado con el valor de Chi cuadrado teórico, considerando un nivel de significancia de 0,05% y 4 grados de libertad se rechaza la hipótesis planteada (H_G) y se acepta la hipótesis nula (H_0), por lo que se determina que *“Los sistemas de abastecimiento de agua potable por bombeo no satisfacen eficientemente la demanda de los pobladores en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016”*.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De los resultados obtenidos en esta investigación, se puede deducir que los sistemas de abastecimientos de agua potable en el distrito de Los Aquijes no funciona adecuadamente, según los resultados obtenidos en la contratación de la hipótesis general en la cual se refleja claramente que los pobladores de este distrito no se encuentran satisfechos, situación expresada de manera en común en la muestra estudiada.

La falta de este líquido esencial para la vida humana hace que la población disminuya su calidad de vida y esté expuesta constantemente a situaciones de salubridad deplorable por lo que se debe considerar lo investigado por Barrera (2011); quien sostiene que la construcción de un sistema de agua potable mejora la calidad de vida de los pobladores, ya que cuenta con agua entubada y principalmente con un sistema de desinfección, para evitar que se utilicen fuentes contaminadas.

Los resultados evidencian el rechazo de la primera hipótesis planteado por lo que se deduce que los pobladores del distrito de Los Aquijes no están satisfechos con el abastecimiento de agua potable por gravedad, manifestando que solo tienen 2 horas al día y que el chorro es débil agravando su situación, se coincide con Jiménez quien propone que los proyectos de agua potable y alcantarillado se elaboren con el propósito de dar un servicio adecuado de manera sustentable y económica.

En los últimos años, los desastres naturales han sido eventos frecuentes en el distrito que afectaron las viviendas del distrito de Los Aquijes y por ende las tuberías que transportan el agua en este distrito, por lo tanto de los datos obtenidos de la contratación de la segunda hipótesis específica, se afirma que el abastecimiento de agua por bombeo no es suficiente para satisfacer las demandas que tienen los pobladores, debido a que todos no cuentan con este sistema de bombeo. Aceptando lo investigado por Lossio (2012), ha resaltado la importancia de la participación comunitaria en la gestión, administración, operación y mantenimiento del servicio de agua, no sólo para garantizar la viabilidad y sostenibilidad del proyecto, sino también, porque queda sentada una base sólida de organización para que en el futuro la población pueda gestionar nuevos proyectos que impulsen el desarrollo de su comunidad.

5.2 CONCLUSIONES

Las conclusiones que se arriban de esta investigación son:

Se debe implementar la construcción de un sistema de agua potable para mejorar la calidad de vida de los pobladores del distrito de Los Aquijes, ya que contará con agua entubada y principalmente con un sistema de desinfección, para evitar que se utilicen fuentes contaminadas.

El proyecto de agua potable en el distrito de Los Aquijes debe contar con un sistema de conducción por gravedad y bombeo, así como la distribución, debido a que es un proyecto de carácter social para el funcionamiento y operación del proyecto y un aporte de la municipalidad.

Existe un deficiente servicio de agua potable, y este se ve reflejado más aún en el sistema de agua potable por gravedad ya que el fluido no satisface la demanda de los pobladores.

En el caso de agua por bombeo se requiere un consumo eléctrico afectando la economía de los pobladores. Asimismo los pobladores del distrito de Los Aquijes han notado la presencia de sustancia extrañas que pone en riesgo la salud de la población.

Figura N°21



Fuente: <http://dessausyz.com/infraestructura/36>

5.3 RECOMENDACIONES

Se recomienda al Municipio de Los Aquijes que coordine con las autoridades regionales a fin de mejorar el servicio que hasta la actualidad no satisface a la población, considerando que el incremento de la población en este distrito se ha incrementado notablemente. Para ello debe mejorar la distribución del caudal que garantice el suministro diario de este elemento.

En la construcción de los proyectos de agua potable es de gran importancia que los materiales de construcción sean sometidos a pruebas de laboratorio para garantizar la seguridad y condiciones óptimas de éstos. Para ello se deben construir los proyectos basándose en planos constructivos y normas específicas.

Es importante que la municipalidad en coordinación con el Ministerio de Salud, realicen una campaña educativa acerca del uso adecuado del agua potable. Se debe realizar por parte de la municipalidad un mantenimiento adecuado a los distintos componentes del sistema de agua potable.

Contribuir técnicamente, proponiendo criterios de diseño para sistemas de abastecimiento de agua similares en zonas urbanas de nuestro ámbito regional, teniendo en cuenta las normas nacionales y la experiencia de diseño, construcción, evaluación y transferencia de sistemas urbanos de abastecimiento de agua.

Realizar una campaña de concientización y sensibilización sobre el consumo de agua en las comunidades del Distrito de Los Aquijes, para que el sistema tenga un mejor funcionamiento y la comunidad una mejor calidad de vida.

Figura N°22



Evaluación de la calidad del agua

Figura N°23



Ampliación de alcantarillado

5.4 FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agüero Pittman, R.: “Agua potable y saneamiento en localidades rurales del Perú”, asociación servicios educativos rurales (ser), (2009). 2. Johnson, Edward; “Agua subterránea y los pozos”.
- Barrera (2011). Diseño del sistema de agua potable por gravedad y bombeo en la aldea Joconal y escuela primaria en la aldea campanario progreso, Municipio de la Unión, departamento de Zacapa. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Dirección Regional de Salud Ambiental (DIGESA). Consideraciones básicas de
- diseño de infraestructura sanitaria. Norma OS.100. 7 p.
- Ezerskii, Nikolai; Meléndez, Gorki; Flores, Martín. Sistemas de abastecimiento de agua para pequeñas comunidades rurales. Piura: EDIGRAP S.R.L., 2005.

- Jiménez (s/f). Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario. Universidad Veracruzana.
- Johnson división, 1era edición, Minnesota. El agua potable ya es una necesidad mundial crucial | sociedad | el país [internet]. (2014).
- Lossio, M. (2012). Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones. Universidad de Piura. Perú
- Moya (2000). “Abastecimiento de agua potable y alcantarillado”; Lima.
- Valdez, (1990). Abastecimiento de Agua Potable. UNAM, Facultad de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica, Departamento de Ingeniería Sanitaria.
- Comisión Nacional del Agua. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Lineamientos técnicos para la elaboración de estudios y proyectos de agua potable ya alcantarillado sanitario. CNA, 2004

ANEXOS

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO N° 02: INSTRUMENTOS

ANEXO N° 03: JUICIO DE EXPERTOS

**ANEXO N°04: PLANO DE REDES DE AGUA DEL DISTRITO DE LOS
AQUIJES**

**ANEXO N°05: PLANO DE UBICACIÓN Y DETALLE DE SISTEMA DE
REDES DE AGUA DEL DISTRITO DE LOS AQUIJES**

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE LOS AQUIJES, PROVINCIA DE ICA, AÑO 2016

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>Problema General</p> <p>¿Cómo funcionan los sistemas de abastecimiento de agua potable utilizados en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>¿De qué manera funcionan los sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016?</p> <p>¿De qué manera funcionan los sistemas de abastecimiento de agua potable por bombeo en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Describir el funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable utilizados en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Investigar el funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016.</p> <p>Investigar el funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable por bombeo en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Los sistemas de abastecimiento de agua potable satisfacen el requerimiento de los pobladores del distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016</p> <p>Hipótesis Específicas</p> <p>Los sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad satisfacen eficientemente la demanda de los pobladores en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016</p> <p>Los sistemas de abastecimiento de agua potable por bombeo satisfacen eficientemente la demanda de los pobladores en el distrito de Los Aquijes, provincia de Ica, año 2016</p>	<p>SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</p>	<p>Sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad</p> <p>Sistemas de abastecimiento de agua por bombeo</p>	<p>Diseño de la Investigación</p> <p>El diseño de la investigación es no experimental - transversal</p> <p>Tipo de Investigación</p> <p>La presente investigación es básica de naturaleza descriptiva.</p> <p>Población: Estará constituida por 6930 habitantes del distrito de Los Aquijes, provincia de Ica.</p> <p>Muestra: Estará constituida por 384 pobladores del distrito de Los Aquijes - Ica.</p> <p>Técnica:</p> <p>Encuesta</p> <p>Instrumento:</p> <p>Cuestionario</p>

ANEXO 02: INSTRUMENTOS



ENCUESTA SOBRE SISTEMAS DE AGUA POTABLE

Estimado colaborador: Agradecemos su gentil participación en la presente investigación, para obtener información sobre los sistemas de agua potable.

Edad:

Sexo: Masculino

Femenino

Instrucciones:

En las siguientes proposiciones marque con una x en el valor del casillero que según Ud. corresponde:

SI	NO
1	0

N°	<i>Dimensiones e Ítems</i>	Escalas	
		SI	NO
	SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD		
01	El fluido del agua satisface su demanda		
02	Requiere usted un consumo eléctrico para mejorar el fluido de agua en su vivienda		
03	La presión de la red de agua potable afecta su consumo mediante derroches		
04	La presión del agua es suficiente para su consumo		
05	La distribución del agua está sujeta a control con medidores		
06	Las tuberías de su localidad requiere mantenimiento urgente		

07	La presión del sistema se controla con mayor facilidad		
08	Ha notado usted presencia de sustancias extrañas en el agua potable		
	SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO		
09	Necesita usted transportar el agua mediante sistemas de bombeo		
10	Se distribuye gran cantidad de agua por vivienda		
11	El servicio que brinda la municipalidad es eficiente		
12	Ha recibido charlas sobre el cuidado del agua		
13	En su localidad existen reservorios de almacenamiento		
14	La fuerza del chorro de agua no requiere de otra maquinaria para elevar su flujo		
15	En su localidad obtiene agua sin requerir el equipo de bombeo		
16	La dotación de agua satisface sus necesidades básicas		
17	La municipalidad brinda información sobre el tipo de sistema que usted tiene en su vivienda		
18	La distribución espacial de sus vivienda es concentrada		

Gracias por su colaboración

ANEXO N° 03: JUICIO DE EXPERTOS

ANEXO N° 04: PLANO DE REDES DE AGUA DEL DISTRITO DE LOS AQUIJES

FIGURA N° 01
 MAPA POLITICO DEL PERÚ



FIGURA N° 02
DISTRITO DE LOS AQUIJES



Fuente: <http://iglesiadelnazareno.galeon.com/productos1874511.html>

**PLANO DE UBICACIÓN Y DETALLE DE SISTEMA DE REDES DE AGUA
DEL DISTRITO DE LOS AQUIJES**

