

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRÍCOLA



**EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE POR
BOMBEO EN LAS COMUNIDADES DE COLLANA I Y II DEL
DISTRITO DE HUATA – PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR:

ALAN ARTURO CHURATA CHURATA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRÍCOLA



EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO EN LAS
COMUNIDADES DE COLLANA I Y II DEL DISTRITO DE HUATA – PUNO

TESIS PRESENTADA POR:

ALAN ARTURO CHURATA CHURATA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE:

DR. LORENZO GABRIEL CIEZA CORONEL

PRIMER MIEMBRO:

M.SC. JOSÉ ANTONIO MAMANI GÓMEZ

SEGUNDO MIEMBRO:

M.SC. ALCIDES HÉCTOR CALDERÓN MONTALICO

DIRECTOR / ASESOR:

DR. EDILBERTO VÉLARDE COAQUIRA

Área : Ingeniería y tecnología
Tema : Saneamiento rural
Línea : Ingeniería de infraestructura rural
Fecha de sustentación : 21 de diciembre del 2018

DEDICATORIA

A mis padres Sabino Churata y Ambrosia Churata, por sus consejos y ejemplos a seguir, esta tesis y todo lo que logre hacer es gracias a su fortaleza, virtudes y valores inculcados en mí, siempre serán el pilar para que continúe adelante.

A mis hermanos Tomy, Noemi y Yovani, por estar siempre presentes por su cariño y el apoyo incondicional que me brindan a lo largo de mi vida,

A Katerin por ser parte importante en el logro de mi meta profesional, por estar conmigo en aquellos momentos en que el estudio y el trabajo ocuparon mi tiempo y esfuerzo. Gracias por toda tu ayuda.

Alan Churata

AGRADECIMIENTO

A mi primera Casa Superior de Estudios por su prestigio y su enseñanza universitaria.

A la Facultad de Ingeniería Agrícola, Escuela Profesional de Ciencias de la Ingeniería Agrícola y a los docentes que nos brindaron sus conocimientos académicos en nuestra formación profesional.

A mi asesor Dr. Edilberto Velarde Coaquira, también a nuestros jurados el Dr. Lorenzo Gabriel Cieza Coronel, M.Sc. José Antonio Mamani Gómez, M.Sc. Alcides Héctor Calderón Montalico, por sus orientaciones, sugerencias, disponibilidad de tiempo y la experiencia profesional, sin ellos no hubiera podido ser posible el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

INDICE DE ACRONIMOS

RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
CAPITULO I.....	13
INTRODUCCIÓN	13
1.1 Planteamiento del problema.....	14
1.2 Justificación	15
1.3 Preguntas del problema.....	16
1.3.1 Pregunta general.....	16
1.3.2 Preguntas específicas	17
1.4 Hipótesis.....	17
1.4.1 Hipótesis general.....	17
1.4.2 Hipótesis específicas	17
1.5 Objetivos	18
1.5.1 Objetivo general.....	18
1.5.2 Objetivos específicos	18
1.6 Antecedentes	18
1.6.1 Antecedentes Internacionales.....	18
1.6.2 Antecedentes Nacionales	20
1.6.3 Antecedentes Regionales	21
CAPITULO II	23
REVISION DE LITERATURA.....	23
2.1 Marco teorico	23
2.1.1 Sistema de agua potable	23
2.1.1.1 El agua.....	23
2.1.1.2 Agua potable	24
2.1.1.3 Periodo de diseño y estudios de población.....	24
2.1.1.4 Dotación, consumo y almacenamiento.....	27

2.1.1.5	Diseño de la línea de impulsión	31
2.1.1.6	Red de distribución	34
2.1.1.7	Conexiones domiciliarias	35
2.1.2	Sistema de bombeo.....	35
CAPITULO III.....		39
MATERIALES Y METODOS		39
3.1	Características generales de la zona.....	39
3.2	Características físicas	40
3.2.1	Clima y geología.....	40
3.2.2	Hidrología	40
3.2.3	Flora y fauna	41
3.3	Descripcion del proyecto.....	41
3.3.1	Ubicación política	41
3.3.2	Ubicación geográfica	41
3.3.3	Área de intervención del proyecto	41
3.4	Equipos y materiales	42
3.4.1	Materiales.....	42
3.4.2	Equipos.....	43
3.4.3	Servicios.....	43
3.4.4	Otros.....	43
3.5	Investigacion	43
3.5.1	Tipo de investigación	43
3.5.2	Población y tamaño de muestra.....	44
3.5.3	Análisis de regresión lineal múltiple.....	45
3.5.4	Factores técnicos, económicos y sociales que inciden en el consumo	46
3.5.5	Análisis del estado actual del servicio de agua potable y sostenibilidad	48
CAPITULO IV.....		52
RESULTADOS Y DISCUCION		52
4.1	Datos informativos.....	52
4.2	Variables identificadas	52
4.3	Estadística descriptiva de las variables identificadas	54
4.4	Resultados de la prueba de regresion lineal multiple.....	57

4.4.1	Prueba de coeficiente de correlación.....	57
4.4.2	Análisis de varianza para el modelo.....	58
4.4.3	Prueba sobre coeficientes individuales del modelo.....	58
4.4.4	Probabilidad normal	59
4.4.5	Selección de variable por Stepwise.....	60
4.5	Resultados del analisis del estado actual de la infraestructura.....	60
4.5.1	Infraestructura	60
4.5.2	Cobertura.....	63
4.5.3	Continuidad.....	63
4.5.4	Sostenibilidad.....	64
4.5.5	Calculo de presiones en los nodos	65
4.5.6	Evaluación final	66
CAPITULO V		67
CONCLUSIONES		67
CAPITULO VI.....		69
RECOMENDACIONES		69
BIBLIOGRAFIA		70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Línea de gradiente hidráulico.	33
Figura 2: Mapa de ubicación del distrito.	39
Figura 3: Mapa de ubicación en el distrito.	40
Figura 4. Mapa del área de intervención.....	42
Figura 5: Grafico de probabilidad normal y la línea de tendencia.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro comparativo de vida útil de estructuras.	25
Tabla 2: Periodo de diseño.....	26
Tabla 3: Tamaño de población de la comunidad de Collana I y II.	44
Tabla 4: Tamaño de muestra en el sistema de agua potable.	45
Tabla 5: Variable independiente y dependientes consideradas inicialmente.....	47
Tabla 6: Variable dependiente e independientes y sus datos según encuesta.....	52
Tabla 7: Datos de consumo promedio.	55
Tabla 8: Datos de integrantes por familia.	55
Tabla 9: Datos de pago por servicio.	56
Tabla 10: Datos de horas de servicio de agua.....	56
Tabla 11: Datos de uso de agua para animales.	57
Tabla 12: Correlación entre la variable dependiente e independientes.	57
Tabla 13: Análisis de varianza de regresión.	58
Tabla 14: Resultado de estimación de los coeficientes de regresión.	59

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

EDAS	: Enfermedades diarreicas aguadas
IRAS	: Infecciones respiratorias agudas
JASS	: Junta administradora de servicios de saneamiento
R.N.E.	: Reglamento nacional de edificaciones
OS	: Obras de saneamiento
SUNASS	: Superintendente nacional de servicios de saneamiento
OMS	: Organización mundial de la salud
INEI	: Instituto nacional de estadística e informática
PVC	: Policloruro de vinilo
UBS	: Unidad básica de saneamiento

RESUMEN

El trabajo de investigación, titulado: EVALUACION DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO EN LAS COMUNIDADES DE COLLANA I Y II DEL DISTRITO DE HUATA – PUNO, es muy importante porque ayuda a reconocer los factores que influyen en el consumo agua potable en las comunidades de Collana I y II, también se realizó un análisis de todo el sistema y así considerar sostenible garantizando el óptimo servicio. Primeramente se reconoció los problemas más resaltantes que aqueja a la población de las comunidades de Collana I y II, los objetivos del presente trabajo son: Determinar los factores más relevantes que influyen en el consumo de agua potable en el sistema, haciendo uso de un modelo matemático y realizar un análisis de la infraestructura del sistema de agua potable por bombeo en las comunidades de Collana I y II. El método empleado para el trabajo es de investigación de alcance cuantitativa, pero del tipo de investigación correlacional, para los cual se generó un modelo matemático que ayuda a identificar las variables más significativas y su relación con la variable independiente, la variable independiente es el consumo promedio por vivienda (y) y las variables dependientes son: integrantes por familia (x_1), pago por el servicio de agua (x_2), horas de servicio de agua (x_3) y uso del agua para animales (x_4), la más significativa es el pago por el servicio de agua. A las conclusiones más importantes que se llegó se menciona a continuación: El modelo de regresión de consumo es $y = 14.088 + 1.536x_1 + 9.116x_2 + 20.944x_3 - 11.383x_4$, el coeficiente de determinación ($R^2_{ajustado}=79.68\%$) y de igual manera a la evaluación realizada la variable más incidente es el pago por el servicio (x_2), por otra parte el sistema está operativo y funcionando con normalidad, con la evaluación realizada al servicio de agua potable en las comunidades de Collana I y II,

Palabras clave: Agua, bombeo, consumo, evaluación, potable.

ABSTRACT

The research work, entitled: EVALUATION OF POTABLE WATER CONSUMPTION BY PUMPING IN THE COMMUNITIES OF COLLANA I AND II OF THE DISTRITO DE HUATA - PUNO, is very important because it helps to recognize the factors that influence the consumption of drinking water in the communities of Collana I and II, also an analysis of the whole system was carried out and thus consider sustainable guaranteeing the optimal service. Firstly, the most outstanding problems that affected the population of the communities of Collana I and II were recognized. The objectives of this work are: To determine the most relevant factors that influence the consumption of drinking water in the system, using a model mathematical and carry out an analysis of the infrastructure of the potable water system by pumping in the communities of Collana I and II. The method used for the work is research of quantitative scope, but correlational research type, for which a mathematical model was generated that helps identify the most significant variables and their relationship with the independent variable, the independent variable is consumption average per household and the dependent variables are: members per family, payment for water service, hours of water service and use of water for animals, the most significant is the payment for water service. The most important conclusions that were reached are mentioned below: The consumption regression model is $y = 14,088 + 1.536x_1 + 9.116x_2 + 20.944x_3 - 11.383x_4$, the coefficient of determination (R^2 adjusted = 79.68%) and likewise to the evaluation made the most incident variable is the payment for the service (x_2), on the other hand the system is operational and functioning normally, with the evaluation made to the drinking water service in the communities of Collana I and II,

Keywords: Water, pumping, consumption, evaluation and drinking.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El agua es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua, generalmente se refiere, a la sustancia en su estado líquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en forma gaseosa denominada vapor, (Ramirez, 2014). Agua limpia e instalaciones sanitarias adecuadas son el punto de partida, (Banús, 2005).

El objetivo del presente proyecto es reconocer los factores más influyentes en el consumo agua potable por bombeo en las comunidades de Collana I y II, también determinar si es sostenible a través de una evaluación de la infraestructura de todo el sistema.

Las zonas de estudio carecen de recurso hídrico para consumo humano, por tener acuíferos salinos o por estar contaminado con aguas residuales que contienen microorganismos patógenos, metales pesados emanados por las ciudades de Juliaca y Puno, lo cual limita extraer agua del subsuelo, teniendo que bombear desde distancias considerables, incrementado costos de operación y mantenimiento. Por diversas razones, el funcionamiento de sistemas de abastecimiento de agua potable por bombeo en la zona de estudio, en promedio, es bastante bajo (DIGESA 2011). La calidad del agua disponible para el abastecimiento de consumo humano se encuentra cada vez más en serios problemas, debido a la contaminación de las actividades ganaderas, agrícolas, industriales y antropogénicas, causando el deterioro de la calidad tanto de las aguas superficiales y subterráneas. El problema de servicio, calidad y abastecimiento son aspectos muy importantes para la investigación realizada.

El trabajo de investigación realizada es correlacional, donde identifica las variables más influyentes en el consumo de agua y potencializar mediante un modelo de regresión lineal múltiple y dar sostenibilidad al funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad el agua es un tema que está de moda, debido a que este es uno de los recursos más importantes que se agotan día a día. Con el pasar de los años, se observa que es muy importante la toma de conciencia acerca de la conservación del agua, convirtiéndose en una necesidad de dimensión mundial.

El modelo de desarrollo económico de todos los países del mundo ha repercutido negativamente sobre el consumo, uso y aprovechamiento del recurso hídrico, por ello, hoy se pone de manifiesto el hecho de que el 40% de la población mundial enfrenta escasez de agua por falta de conciencia o por medidas que no permitan el mejor aprovechamiento y preservación de la misma.

En la mayoría de pueblos del Perú se puede comprobar que uno de los principales problemas es el abastecimiento de agua potable. Ante esta realidad que pone en peligro la salud de sus habitantes, se hace necesario contar con dicho servicio puesto que ello reducirá los índices de morbilidad y elevara 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.

En las comunidades de Collana I y II el servicio de agua potable es muy escasa y limitado, además, en malas condiciones. Este consumo de agua de mala

calidad e inadecuado manejo del agua está originando enfermedades más comunes como las EDAS, IRAS, trastornos de conjuntiva que tienen relación directa con el abastecimiento del agua.

Es por ello que surge la necesidad de realizar una investigación acerca de la dotación de agua en estas comunidades, mediante una evaluación del volumen de agua en litros consumidos por cada poblador, haciendo uso de métodos estadísticos. El bajo nivel de formación educativa de los usuarios, poca cultura y consciencia sobre el valor económico del agua y falta de micro medición contribuyen muy poco con el uso eficiente del agua potable (Mamani, 2018).

El consumo per cápita, también se ve afectada por: ingreso económico, falta de oportunidades laborales, gestión de nuevos proyectos de agua potable, edad, grado de educación, número de integrantes de familia, participaciones en reuniones de JASS, crecimiento demográfico, demanda de agua para el desarrollo industrial, la agricultura con regadío y urbanización masiva reduciendo el consumo de agua (Mamani, 2018).

1.2 Justificación

El presente trabajo de investigación evaluó el consumo del agua potable en las comunidades de Collana I y II del distrito de Huata a través de un modelo matemático, además de conocer los factores más influyentes en el consumo de agua, y determinar las variables con mayor relevancia para el presente estudio; todo esto para un óptimo servicio y a la calidad del agua, por ende, las posteriores consecuencias que trae este durante un consumo inadecuado y pésimo servicio.

Cabe mencionar que los constantes reclamos y quejas de la población acerca del servicio de agua potable, la pésima calidad del elemento básico y las limitadas horas de servicio, etc. Es también una de las finalidades que me impulsa a realizar este proyecto de investigación acerca del servicio de agua potable en estas comunidades.

Para evitar este servicio de mala calidad y a las enfermedades más comunes como las infecciones respiratorias agudas, enfermedades diarreicas agudas y los trastornos de conjuntiva que tienen relación directa con el abastecimiento del agua; es que se realizó una evaluación completa del servicio de agua potable. La evaluación de la dotación de agua permitirá entre otras cosas, hacer comparaciones con los valores de cifras de dotación de agua establecida por la R.N.E. – OS.100 y en base a ello realizar recomendaciones en cuanto al uso adecuado de este recurso natural tomando como referencia a la población de las comunidades de Collana I y II y ello servirá como precedente para futuras investigaciones para poblaciones de similares características en la región Puno.

1.3 Preguntas del problema

1.3.1 Pregunta General

- ¿Será posible establecer la evaluación del consumo de agua potable por bombeo, determinando los factores más influyentes y analizando las componentes del sistema de agua potable en las comunidades de Collana I y II?

1.3.2 Preguntas Específicas

- ¿Para qué determinar los factores relevantes que influyen en el consumo de agua potable en el sistema por bombeo, haciendo uso de un modelo matemático?
- ¿Por qué analizar las componentes de la infraestructura del sistema de agua potable por bombeo en las comunidades de Collana I y II?

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis General

- Al establecer la evaluación del consumo de agua potable por bombeo, en qué medida influyen y se optimiza el servicio de agua potable en las comunidades de Collana I y II, de acuerdo a los factores y el análisis que se realiza respectivamente.

1.4.2 Hipótesis Específicas

- Los factores más relevantes, influyen en el consumo del sistema agua potable por bombeo, haciendo uso de un modelo matemático.
- El análisis que se realice a las componentes de la infraestructura del sistema de agua potable por bombeo de las comunidades de Collana I y II se considerará sostenible garantizando el óptimo servicio.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

- Evaluar el consumo de agua potable por bombeo, determinando los factores que influyen en el consumo y analizando las componentes de la infraestructura del sistema de agua potable por bombeo.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Determinar los factores más relevantes que influyen en el consumo del sistema de agua potable por bombeo, haciendo uso de un modelo matemático.
- Analizar las componentes de la infraestructura del sistema de agua potable por bombeo en las comunidades de Collana I y II.

1.6 Antecedentes

En las comunidades de Collana I y II no existen estudios previos acerca de la evaluación del servicio de agua potable, pero sin embargo, se puede mencionar las experiencias desarrolladas en otros lugares como referencia.

1.6.1 Antecedentes Internacionales

Investigación: Esta investigación realizada en el “Instituto Tecnológico de Celaya” se basó en la determinación de la dotación de agua por dos sectores muy importantes; consumo urbano y consumo industrial. Donde los resultados fueron sobresalientes y positivos, (Galarza, 2011).

Investigación: “El consumo residencial de agua bajo racionamiento en ciudad Coro”. El análisis fue desarrollado bajo métodos estadísticos, fue desarrollada en el “Centro de Investigación de Recursos Hídricos” Universidad

Nacional Experimental Francisco de Miranda Coro – Falcón – Venezuela, (Saravia, 2011).

Investigación: Conclusiones: Pozos (problemas de disminución de caudal en algunos pozos, sobre todo de los más antiguos que tiene problema de verticalidad de socavación), Equipos de bombeo (no cuenta con programas de monitoreo en presiones, niveles, gastos, consumo de energía, y calidad del agua, sin mantenimiento preventivo), Línea de conducción (en mal estado debido a su antigüedad, gran cantidad de fugas) y Redes de distribución (sometidas a continuos cambios de presión, al ser bombeo directo a la red esto asociado a la antigüedad de las tuberías origina una gran cantidad de fugas y problemas de abasto), (Meneses y Reyes, 2007).

Investigación: Determinó la cantidad promedio de agua que necesita una familia colombiana para cubrir las necesidades básicas del hogar. De esta manera, se encuentra que el nivel de consumo básico de agua que rige actualmente para la población colombiana, que corresponde a 20 m³ (54.79 l/per/día), es elevado. En cuanto a la estimación de la demanda por agua potable, se parte de un modelo de ajuste parcial y se opta por relacionar las cantidades consumidas. Siendo la ecuación: $\log Q_t = \log C_t + \beta_1 \log(P_{t-1}) + \beta_2 \log(P_{t-1}) + \epsilon_t$, donde: Q_t = cantidad consumida por usuario (vigencia) en m³, C_t = Consumo básico por usuario mensual o bimensual (vigencia) en m³, P_{t-1} = Precio promedio por usuario del estrato y rezagado un precio periodo (\$/m³), Q_{t-1} = Consumo rezagado un periodo β Elasticidad precio de la demanda de agua β Coeficiente de consumo rezagado un periodo ϵ_t Es el termino de error aleatorio del modelo (Granada, 2011).

1.6.2 Antecedentes Nacionales

Investigación: Se estima la función de demanda por el servicio de agua en la cuenca del Jequetepeque en el Perú. Corrige la endogeneidad de la estructura tarifaria de 2 formas: La primera, reagrupando las observaciones que están alrededor de los puntos de corte (existen 3 bloques de consumo). La segunda herramienta, es la aplicación del modelo econométrico conocido como discreto continuo, que internaliza la restricción no lineal y modela directamente la elección del bloque de consumo y su nivel de consumo asociado. Se obtiene una elasticidad precio de -0.319 y una elasticidad ingreso de 0,17. Los valores obtenidos indican que las familias con menos ingresos ajustan en una menor proporción su consumo ante un aumento en el precio, y por tanto su consumo actual es cercano al de subsistencia (Clavijo, 2013).

Investigación: Evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable del Asentamiento Humano Héroes del Cenepa, Distrito de Buenavista Alta, Provincia de Casma, Ancash – 2017, en la evaluación del sistema de agua potable del Asentamiento Humano Héroes del Cenepa Distrito de Buenavista Alta, Provincia de Casma, se determinó deficiencia es su sistemas de agua como: poca caudal de bombeo que ofrece el pozo y pérdidas considerables por la distancia que recorre hasta llegar a las conexiones domiciliarias, además presenta presiones dinámicas muy bajas en la red de distribución y finalmente la mala calidad del mismo que se entrega a los beneficiarios afectado la salud de los niños y toda la población en general (Illan, 2017).

1.6.3 Antecedentes Regionales

Investigación: Relación entre la disposición a pagar y factores socioeconómicos por los servicios de saneamiento básico – Caracoto, donde para el cálculo de la DAP se utilizó en modelo Logit, según este modelo las variables que inciden en esta decisión a un nivel de significancia del 5% son: la edad (EDAD), nivel de educación (EDU), el número de hijos menores de 18 años (HIJO). Existe una relación Lógica entre la variable dependiente y las variables independientes (Quispe, 2013).

Investigación: Desarrollado en los distritos de Capachica, Coata, Huata y Paucarcolla, llegando a una de sus conclusiones así; en el análisis de regresión lineal múltiple en Paucarcolla, se determinaron, en orden de significancia, las siguientes variables: pago por el servicio de agua, seguido de mantenimiento de instalaciones domiciliarias, edad de jefe de familia y, finalmente, número de familia, con un coeficiente de determinación ajustado de $R_j = 86.5 \%$. Su modelo es $y = 1.441 + 0.550X_1 + 0.034X_2 + 0.096X_3 + 0.537X_4$.

Luego, Huata: pago por el servicio de agua, seguido de mantenimiento de instalaciones domiciliarias, edad de jefe de familia y, finalmente, número de integrantes de familia, con $R_j = 94.2 \%$, siendo su modelo $y = 0.914 + 0.765X_1 + 0.024X_2 + 0.161X_3 + 0.280X_4$.

Después, Coata: pago por servicio de agua, seguido de número de integrantes de familia, edad del jefe de familia, con un coeficiente de determinación 90.7% , siendo su modelo: $y = 1.797 + 0.715X_1 + 0.028X_2 + 0.159X_3$.

Finalmente, Capachica: pago por el servicio de agua, seguido de mantenimiento de instalaciones domiciliarias, edad de jefe de familia y número integrantes de

familia, con un coeficiente de determinación ajustado $R_j = 89.1 \%$, y el siguiente modelo: $y = 1.721 + 0.622X_1 + 0.030X_2 + 0.103X_3 + 0.369X_4$, (Velarde, 2015).

Investigación: Modelo de consumo de agua potable en poblaciones rurales del distrito y provincia de Yunguyo – Puno, el modelo encontrado en el sistema de abastecimiento por bombeo es: $Y = 28.63 + 0.028X_1$, con un consumo per cápita de agua potable de 50.6 l/hab/día y coeficiente de determinación ($R_{2ajustado}=78.32$), en este modelo sólo incide la variable ingreso económico (Mamani, 2018).

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1 Marco teórico

2.1.1 Sistema de agua potable

Es el conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro del agua mediante conexión domiciliaria, para un abastecimiento convencional cuyos componentes cumplan las normas de diseño del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (DIGESA, 2011).

2.1.1.1 El agua

El agua es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua, generalmente se refiere, a la sustancia en su estado líquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en forma gaseosa denominada vapor. El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96.5% del agua total, los glaciares y casquetes polares poseen el 1.74%, los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales suponen el 1.72%, y el restante 0.04% se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmosfera, embalses, ríos y seres vivos (Ramirez, 2014).

2.1.1.2 Agua potable

Se denomina agua potable o agua para consumo humano, al agua que puede ser consumida sin restricción. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales (Cordero y Ullauri, 2011).

2.1.1.3 Periodo de diseño y estudios de población

a. Periodo de diseño

Es el intervalo de tiempo en que la obra proyectada brindará el servicio para el cual fue diseñada, es decir que operará con los parámetros utilizados para su dimensionamiento (población de proyecto, gasto de diseño, niveles de operación, en otros).

Los períodos de diseño están vinculados con los aspectos económicos y la vida útil de la infraestructura, siendo necesario considerar los flujos de efectivo del organismo operador que habrá de pagar por las obras y su operación, se debe tomar en cuenta que periodos de diseño muy grandes pueden implicar sobredimensionamiento y por ende sobre costos de inversión y de operación que pueden afectar el balance financiero. Considerando lo anterior, se recomienda que las obras de captación y conducciones, como presas y acueductos, tengan un periodo de diseño de entre 20 y 30 años de operación, mientras que en infraestructura como redes de agua potable (CONAGUA, 2013).

b. Determinación del periodo de diseño

La vida útil de las estructuras dependerá de la resistencia física del material que la constituye a factores adversos por desgaste u obsolescencia. Generalmente la vida útil de las diferentes estructuras según el compendio de Normas sobre saneamiento de la SUNASS (Volumen II Normas Técnicas) y el autor Simón Arocha especialista en el tema indican lo siguiente:

Tabla 1: Cuadro comparativo de vida útil de estructuras.

TIPOS DE ESTRUCTURA	SIMÓN AROCHA	SUNASS
- Obras de captación	20 - 40 años	20 - 30 años
- Pozos	20 - 30 años	20 - 30 años
- Estaciones de bombeo (equipos)	10 - 15 años	05 - 10 años
- Planta de tratamiento	10 - 15 años	-----
- Planta de tratamiento (reservorios)	30 - 40 años	20 - 30 años
- Línea de aducción	20 - 40 años	-----
- Tuberías de aducción y distribución	30 - 40 años	20 - 30 años

Para determinar el periodo de diseño se consideran factores como: durabilidad o vida útil de las instalaciones, factibilidad de construcción y posibilidades de ampliación o sustitución, tendencias de crecimiento de la población y posibilidades de financiamiento.

Tomando en consideración los factores señalados se debe establecer para cada caso el periodo de diseño aconsejable, a continuación algunos periodos de diseño (CONAGUA, 2013).

Tabla 2: Periodo de diseño.

ELEMENTO	VIDA UTIL (AÑOS)
Pozo:	
Obra civil	de 10 a 30
Equipo electromecánico	de 08 a 20
Línea de conducción	de 30 a 40
Planta potabilizadora:	
Obra civil	40
Equipo electromecánico	de 15 a 20
Estación de bombeo:	
Obra civil	40
Equipo electromecánico	de 8 a 20
Tanque:	
Elevado	20
Superficial	40
Red de distribución primaria	de 20 a 40
Red de distribución secundaria	de 15 a 30
Red de atarjeas	de 15 a 30
Colector y emisor	de 20 a 40
Planta de tratamiento:	
Obra civil	40
Equipo electromecánico	de 15 a 20

Fuente: CONAGUA, (2013) Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

c. Estudios de población

En todo Proyecto de abastecimiento de agua potable uno de los parámetros importantes que debe evaluarse es la población actual y futura. El crecimiento poblacional, está íntimamente ligado al tamaño del proyecto y por tanto, al periodo de diseño que se analice. Debido a factores imprevisibles, una población no puede ser extrapolada con seguridad a más de 20 años, pues durante periodos más largos, podrían ocurrir fenómenos de crecimiento que distorsionen en alto grado la magnitud del proyecto que se vaya a adoptar.

d. Métodos de estimación de la población futura

Existen varias metodologías para la proyección de población; sin embargo, se hará una presentación de los métodos cuya aplicación es más generalizada, (Lopez, 2003).

- Método de comparación gráfica.
- Crecimiento lineal.
- Crecimiento geográfico.
- Crecimiento logarítmico.
- Método de Wappus.
- Análisis de sensibilidad.
- Métodos estadísticos.

2.1.1.4 Dotación, consumo y almacenamiento

a. Periodo de diseño

La dotación o la demanda per-cápita, es la cantidad de agua que requiere cada persona de la población, expresada en l/hab/día. Conocida la dotación, es necesario estimar el consumo promedio diario anual, el consumo máximo diario, y el consumo máximo horario. El consumo promedio diario anual, servirá para el cálculo del volumen del reservorio de almacenamiento y para estimar el consumo máximo diario y horario.

Variaciones de consumo

El RNE, recomienda que los valores de las variaciones de consumo referidos al promedio diario anual deban ser fijados en base a un análisis de formación estadística comprobada.

Consumo promedio diario anual (Qp)

Jimenez, (2013). El “gasto medio diario”, es el agua que un usuario o población necesita en un día de consumo promedio y para una localidad, se calcula de la siguiente manera:

$$Qp = \frac{Pf * d}{86400 \text{ seg/dia}}$$

Donde:

Qp : Consumo Promedio diario (l/s)

Pf : Población Futura (hab)

d : Dotación (l/hab/dia)

Consumo Máximo Diario, (Qmd)

Estos gastos son necesarios para calcular la cantidad de agua requerida por una localidad para poder satisfacer las necesidades de este elemento en un día de máximo consumo y a la hora de máximo consumo respectivamente. Tomando como base el gasto medio diario los gastos máximo diario y máximo horario (Jimenez, 2013), y se calculan de la siguiente manera

$$Qmd = K1 * Qp$$

Donde:

Según el RNE el máximo anual de la demanda diaria es igual a ($k_1 = 1.3$)

Consumo Máximo Horario (Q_{mh})

Corresponde a la demanda máxima que se presenta en una hora durante un año completo, y en general se determina como:

$$Q_{mh} = K_2 * Q_p$$

Donde:

Según el RNE el máximo anual de la demanda horaria comprende valores entre 1.8 y 2.5.

b. Reservorio

Volumen de almacenamiento

El volumen total de almacenamiento estará conformado por el volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva (RNE, 2006).

Volumen de Regulación.- El volumen de regulación será calculado con el diagrama masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda. Cuando se comprueba la no disponibilidad de esta información, se deberá adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación, siempre que el suministro de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento. En caso contrario deberá ser determinado en función al horario del suministro.

Volumen Contra Incendio.- En los casos que se considere demanda contra incendio, deberá asignarse un volumen mínimo adicional de

acuerdo al siguiente criterio: - 50 m³ para áreas destinadas netamente a vivienda. - Para áreas destinadas a uso comercial o industrial deberá calcularse utilizando el gráfico para agua contra incendio de sólidos, considerando un volumen aparente de incendio de 3,000 metros cúbicos y el coeficiente de apilamiento respectivo. Independientemente de este volumen los locales especiales (Comerciales, Industriales y otros) deberán tener su propio volumen de almacenamiento de agua contra incendio.

Volumen de Reserva.- De ser el caso, deberá justificarse un volumen adicional de reserva.

Características e instalaciones

Funcionamiento.- Deberán ser diseñados como reservorio de cabecera. Su tamaño y forma responderá a la topografía y calidad del terreno, al volumen de almacenamiento, presiones necesarias y materiales de construcción a emplearse. La forma de los reservorios no debe representar estructuras de elevado costo (RNE, 2006).

Instalaciones.- Los reservorios de agua deberán estar dotados de tuberías de entrada, salida, rebose y desagüe.

En las tuberías de entrada, salida y desagüe se instalará una válvula de interrupción ubicada convenientemente para su fácil operación y mantenimiento.

Las bocas de las tuberías de entrada y salida deberán estar ubicadas en posición opuesta, para permitir la renovación permanente del agua en el reservorio.

La tubería de salida deberá tener como mínimo el diámetro correspondiente al caudal máximo horario de diseño. La tubería de rebose

deberá tener capacidad mayor al caudal máximo de entrada, debidamente sustentada.

El sistema de ventilación deberá permitir la circulación del aire en el reservorio con una capacidad mayor que el caudal máximo de entrada ó salida de agua.

Todo reservorio deberá contar con los dispositivos que permitan conocer los caudales de ingreso y de salida, y el nivel del agua en cualquier instante (RNE, 2006).

Accesorios.- Los reservorios deberán estar provistos de tapa sanitaria, escaleras de acero inoxidable y cualquier otro dispositivo que contribuya a un mejor control y funcionamiento.

2.1.1.5 Diseño de la línea de impulsión

Se denominara así a la tubería que nos permite la conducción del agua desde el pozo mecánico hasta el tanque de distribución según, (Recinos, 2011).

a. Tubería de succión

Se llama así a la tubería que va conectada directamente a la entrada de la bomba uniendo a la misma con el volumen de agua a elevarse. Para minimizar la resistencia al paso del agua y evitar entradas de aire en esta tubería (Cutzal, 2007), se recomienda tomar en cuenta en el diseño e instalación, los siguientes aspectos:

- Se debe tender con una pendiente de elevación continua hacia la bomba, sin puntos altos, para evitar la formación de burbujas de aire.
- Debe ser tan corta y tan directa como sea posible.

- Su diámetro debe ser igual o mayor que el diámetro de la tubería de descarga.
- En la entrada de esta tubería se recomienda utilizar una coladera con válvula de pie debido a que disminuye el riesgo de entrada de materia indeseable al tubo de succión.

b. Tubería de descarga

La tubería de descarga es la que se coloca inmediatamente después de la bomba, generalmente en abastecimiento de agua potable en el área rural. Esta tubería descarga el líquido a un tanque de almacenamiento, aunque se podría conectar directamente a la tubería de distribución.

c. Selección de diámetros

Un procedimiento para la selección del diámetro es usando la fórmula de Bresse.

$$D = K * X^{1/4} * Qb^{1/2}$$

Donde:

D : Diámetro en m

X : N° de Horas Bombeo/24

K : 1.3

Qb : Caudal de Bombeo en m³/s.

Determinado un D, se escogen dos (2) diámetros comerciales en torno al valor de Bresse, con velocidades comprendidas entre 0,6 a 2,0 m/s y se determina las pérdidas de carga y potencia de equipo requerido en cada caso.

d. Altura dinámica total (Ht)

Al haber calculado todas las pérdidas disponibles en la línea de impulsión se proceden a realizar los cálculos de la carga dinámica total (Cutzal, 2007).

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

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

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

$$H_g = H_s + H_d$$

$H_{f_{total}}$: Pérdida de carga (totales).

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

H_t : Altura dinámica total en el sistema de bombeo, que corresponde a, de acuerdo a la siguiente figura.

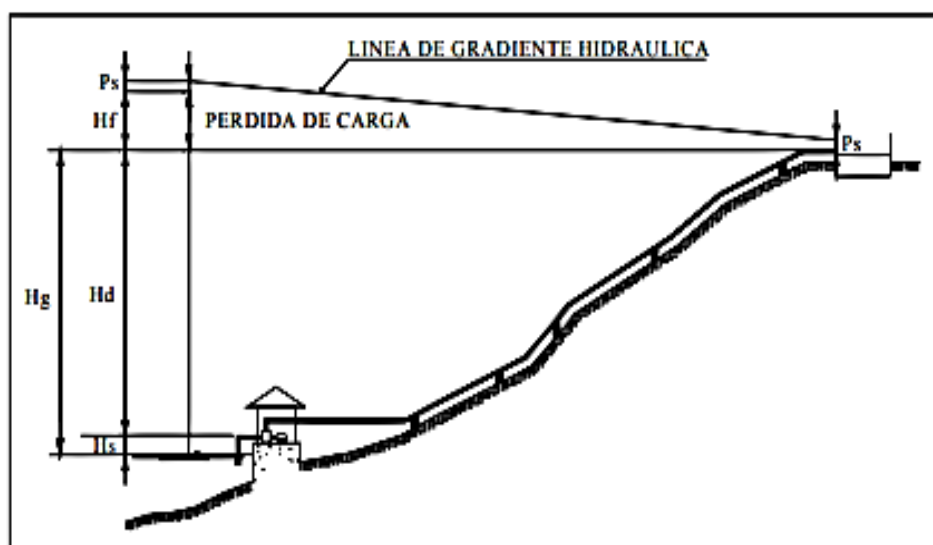


Figura 1: Línea de gradiente hidráulico.

2.1.1.6 Red de distribución

a. Importancia de la red de distribución

La importancia de la red de distribución, radica en el poder asegurar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en cantidad y presión adecuada durante todo el período de diseño; la cantidad de agua estará definida por los consumos estimados en base a la dotación de agua asumida por habitante al día (Recinos, 2011).

b. Tipos de red de distribución

Las redes de distribución en general o bien según su función o localización por áreas pueden ser de dos grandes tipos: Ramificada y Mallada.

Red Ramificada.- Es aquella que va uniendo los diferentes puntos de consumo con una única tubería.

Red Mallada.- Es la que va formando cuadrículas, consiguiéndose que cada punto de consumo tenga más de una vía de flujo.

c. Formas de distribución

El agua se distribuye a los usuarios en función de las condiciones locales de varias maneras (CONAGUA, 2013):

Por gravedad.- El agua de la fuente se conduce o bombea hasta un tanque elevado desde el cual fluye por gravedad hacia la población. De esta forma se mantiene una presión suficiente y prácticamente constante en la red para el servicio a los usuarios.

Por bombeo.- El bombeo puede ser de dos formas:

- Bombeo directo a la red, sin almacenamiento Las bombas abastecen directamente a la red y la línea de alimentación se diseña para el gasto máximo horario Q_{mh} en el día de máxima demanda.
- Bombeo directo a la red, con excedencias a tanques de regulación.

2.1.1.7 Conexiones domiciliarias

Las conexiones de agua potable son “entrantes” al domicilio, pues conectan las tuberías de las redes públicas de agua potable con las instalaciones intra-domiciliarias de artefactos de aprovechamiento del servicio, como llaves: de patio, de lavamanos, de lavanderías, duchas, inodoros, etc.

2.1.2 Sistema de bombeo

Un sistema de bombeo consiste en un conjunto de elementos que permiten el transporte a través de tuberías desde una fuente de almacenamiento de líquido, de forma que se cumplan las especificaciones de caudal necesarias en los diferentes sistemas y procesos.

Periodo y caudal de diseño

Para estaciones de bombeo con caudales pequeños en zonas rurales, puede adoptarse un periodo de diseño de quince años, mientras que para proyectos en grandes comunidades el periodo de diseño puede ser del orden de 30 años. Para diseñarse el sistema de tal manera que haya un crecimiento por etapas a lo largo del horizonte del proyecto.

El caudal de diseño de la estación de bombeo se determina teniendo en cuenta el número de horas de bombeo al día, (Lopez, 2003).

- Bombeo de 24 horas al día: el caudal de diseño es el caudal máximo diario.
- Bombeo menor de 24 horas del día: el caudal de diseño es el caudal máximo diario dividido por el porcentaje de tiempo que se bombea al día.

Elementos a considerar para el diseño

Según el RNE, la selección de las bombas se hará para su máxima eficiencia, debiéndose considerar:

- Caudales de bombeo (régimen de bombeo).
- Altura dinámica total.
- Tipo de energía a utilizar.
- Tipo de bomba.
- Número de unidades.
- En toda estación deberá considerarse como mínimo una bomba de reserva, a excepción del caso de pozos tubulares.
- Deberá evitarse la cavitación, para lo cual la diferencia entre el NPSH requerido y el disponible será como mínimo 0,50 m.
- La tubería de succión deberá ser como mínimo un diámetro comercial superior a la tubería de impulsión.
- De ser necesario la estación deberá contar con dispositivos de protección contra el golpe de ariete, previa evaluación.

Potencia del equipo de bombeo

El cálculo de la potencia de la bomba y del motor se realiza con la siguiente formula, según (Pajuelo, 2016).

$$P_b = \frac{Q_b \cdot H_b}{76\emptyset}$$

Dónde:

P_b : Potencia de la bomba y del motor (HP)

Q_b : Caudal de bombeo (l/s).

H_b : Altura manométrica total (m).

\emptyset : eficiencia del sistema de bombeo,

\emptyset : (\emptyset bomba)(\emptyset motor)

La bomba seleccionada debe impulsar el volumen de agua para la altura dinámica deseada, con una eficiencia (\emptyset) mayor a 70%.

Elementos de la estación de bombeo

A grandes rasgos, se pueden distinguir tres elementos en toda estación de bombeo:

- La tubería de succión y sus accesorios (anterior a la bomba)
- La bomba (generalmente centrífuga; se debe disponer siempre de una bomba de reserva)
- La tubería de impulsión y sus respectivos accesorios (posterior a la bomba)

Válvulas y accesorios

Según el RNE, las válvulas y accesorios ubicados en la sala de máquinas de la estación, permitirán la fácil labor de operación y mantenimiento. Se debe considerar como mínimo:

- Válvula anticipadora de onda.
- Válvulas de interrupción.
- Válvulas de retención.
- Válvula de control de bomba.
- Válvulas de aire y vacío.
- Válvula de alivio.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 Características generales de la zona

La ubicación del proyecto es en el distrito de Huata, que cuenta con una extensión aproximada de 130.37 Km², que representa el 13.56% de la extensión total de la provincia de Puno, de la región Puno.

El distrito de Huata tiene una población 6682 habitantes según Censos del año 2007, de los cuales 87.7% de la población está asentada en la zona rural y 12.3% en la zona urbana. Según INEI, La tasa de crecimiento (T/C intercensal del distrito para el período 1993 – 2007) es igual a 6.08%, sin embargo, la T/C para fines de análisis se considera en 5.76%, en las siguientes figuras se muestran: la ubicación nacional, regional y en el distrito de Huata.

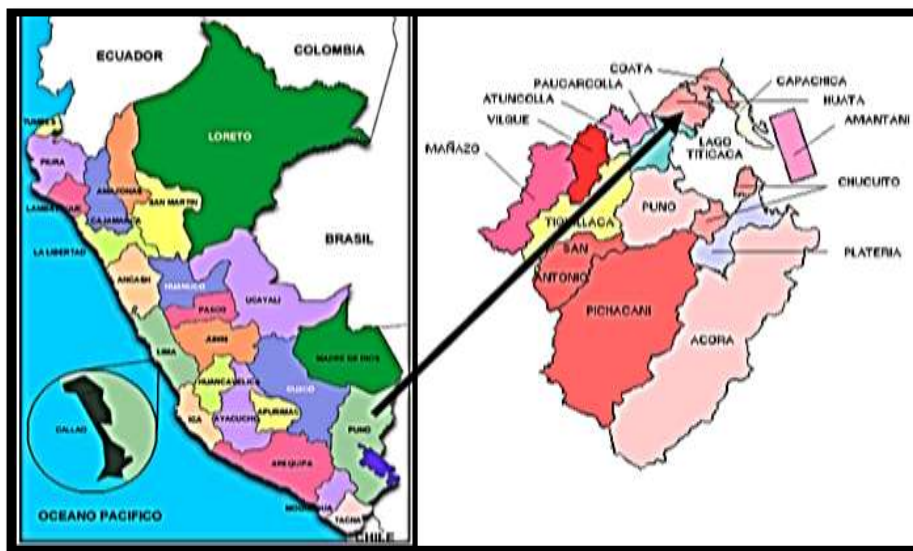


Figura 2: Mapa de ubicación del distrito.



Figura 3: Mapa de ubicación en el distrito.

3.2 Características físicas

3.2.1 Clima y geología

El clima en Huata específicamente en las comunidades de Collana I y II es semi-seco, frígido, ventoso y heladizo en época seca, y durante el día hay fuerte sensación de calor, sobre todo en los meses de septiembre hasta marzo.

La precipitación pluvial normal es de 649.8 mm/año (promedio de 20 años), con temperatura media promedio de 7.9 °C, con una mínima de -0,6 °C, con oscilación de temperatura que llega a los 17 °C.

3.2.2 Hidrología

El ámbito de estudio no forma parte de ninguna de las cuencas principales de los ríos que son tributarios del lago Titicaca. Se ubica en medio de las cuencas del río Cabanillas y la cuenca del río Illpa. Gran parte del distrito (lado este) limita con el lago Titicaca.

3.2.3 Flora y fauna

Cuenta con diversidad de recursos biológicos desde la fauna, flora y recursos físicos, tenemos dentro de ellos, el lago Titicaca con su diversidad de especies acuáticas y flora acuático, así mismo tenemos en la zona superficial terrestre los diversos campos donde se encuentran diversidad de animales silvestres y domesticados y flora que permite su supervivencia.

3.3 Descripción del proyecto

3.3.1 Ubicación política

El proyecto se encuentra ubicado en el departamento de Puno, provincia de Puno, distrito de Huata y de la comunidad de Collana I y Collana II.

3.3.2 Ubicación geográfica

El distrito de Huata cuenta con 05 comunidades, que son Capi Uros, Yasín, Faón, Collana I y Collana II.

La Comunidades de Collana I y Collana II, y sus sectores, se encuentran ubicados en la parte al Oeste y al Norte del Distrito de Huata, a una altitud promedio de 3825 m.s.n.m.; entre las coordenadas 8272975 Norte, 393330 Este. Dichas comunidades de Collana I y Collana II, son poblaciones rurales contiguas y están situados en la parte Norte y Oeste del distrito de Huata.

3.3.3 Área de intervención del proyecto

El área de intervención son las comunidades de Collana I, que cuenta con 9 sectores (Camiñata, Caijanopata, Quivillaca, Corte, Pancha Pampa,

Chojñaccoto, Pararani, Pucamocco y Marcapaque) y 336 viviendas, y la comunidad de Collana II que tiene 05 sectores (Chincherpampa, Vizcachani, Quialjachi, Séptima y Piata) y 144 viviendas, ambas comunidades son adyacentes y vecinas, en total hacen 480 familias y 1,920 habitantes en promedio directamente a ser beneficiadas.

La comunidad de Collana I está ubicada entre la carretera binacional Puno – Juliaca y la vía de Juliaca – Huata, mientras la comunidad de Collana II está entre la vía Juliaca – Huata y es próxima a la comunidad de Faón. Se ubica a 45 minutos de la ciudad de Puno, se accede por carretera asfaltada, en la siguiente figura se aprecia el área de intervención.



Figura 4. Mapa del área de intervención.

3.4 Equipos y materiales

3.4.1 Materiales

- Folder Manila
- Papel bond A4

- Fichas de encuestas

3.4.2 Equipos

- Cámara fotográfica
- Equipo de cómputo
- GPS
- USB – 16 gb
- Impresora
- Lapiceros
- Cd – R 700mb

3.4.3 Servicios

- Transporte
- Aplicación de encuestas
- Viáticos

3.4.4 Otros

- Fotocopias
- Anillados
- Empastados

3.5 Investigación

3.5.1 Tipo de investigación

Para el siguiente trabajo se utiliza un método de investigación de alcance cuantitativa, pero del tipo de investigación correlacional.

Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular. En ocasiones solo se utiliza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vínculos entre tres, cuatro o más variables, (Hernandez, 2014).

3.5.2 Población y tamaño de muestra

Para el modelo matemático se consideró a todo el sistema de agua potable que se encuentran en las comunidades de Collana I y II, la población en estudio está constituido por nueve sectores pertenecientes a estas comunidades.

En la tabla 3 se muestra la cantidad de viviendas, la comunidad de Collana I tiene 336 viviendas y la comunidad de Collana II tiene 144 viviendas, que hacen un total de 480 viviendas en total, ver tabla siguiente:

Tabla 3: Tamaño de población de la comunidad de Collana I y II.

ITEM	COMUNIDADES	VIVIENDAS
1	COLLANA I	336
2	COLLANA II	144
TOTAL DE VIVIENDAS		480

En la determinación del tamaño de la muestra se aplicó en el marco de muestreo aleatorio simples según el autor Pedro Luis López, de acuerdo a la siguiente formula:

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

Dónde:

n : Tamaño de muestra

N : Total de número de viviendas

- Z_a^2 : Es el valor asociado al nivel de confianza
- p : Proporción de elementos que presentan una determinada característica a ser investigada
- q : Proporción de elementos que no presentan la característica que se investiga. Se aplica la fórmula anterior $q=A/N$, y $p+q=1$.
- d : Error muestra, generalmente, oscila entre 1% y 5%.

Utilizando la fórmula para determinar población de muestreo del autor Pedro Luis López, la cantidad de viviendas en la comunidad de Collana I es de 44 y en la Comunidad de Collana II es de 20 viviendas, haciendo un total de 64 viviendas, el tamaño de muestra es de viviendas es 480, el nivel de confianza es $d2\ 95\% \langle \rangle 1.96$, margen de error de 0.05, ver la siguiente tabla 4:

Tabla 4: Tamaño de muestra en el sistema de agua potable.

ITEM	COMUNIDADES	VIVIENDAS	TAMAÑO DE MUESTRA
1	COLLANA I	336	44
2	COLLANA II	144	20
TOTAL - TAMAÑO DE MUESTRA			64

3.5.3 Análisis de regresión lineal múltiple

El procedimiento de regresión lineal permite utilizar más de una variable independiente y , por tanto, permite llevar a cabo análisis de regresión lineal múltiple. Pero en el análisis de regresión lineal múltiple, la ecuación de regresión ya no define una recta en el plano, sino un hiper-plano en un espacio multidimensional.

En general se puede relacionar la variable respuesta “ y ” con “ x ” variables independientes $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, en ese caso el modelo está dado por:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_nx_n + \epsilon$$

a. Prueba de significancia de regresión (F)

La prueba de F, se utiliza para analizar si existe relación lineal entre la variable respuesta y cualquiera de los regresores independientes en forma conjunta, es significativo cuando el P-valor es menor a 0.05, entonces alguna variable incide en el modelo, (Mamani, 2018). La hipótesis planteada es:

$$H_0 : B_0 = B_1 = B_2 = \dots B_n = 0$$

$$H_1 : B_j \neq 0, \text{ para al menos un } j.$$

b. Prueba sobre coeficientes individuales de regresión (t)

Un aspecto muy importante y clave en un análisis de regresión lineal múltiple es valorar qué tanto contribuyó cada término a la explicación de la variable respuesta, para de esta forma eliminar los que tienen una contribución poco importante, o, quizá, pensar en agregar otras variables no consideradas, (Mamani, 2018). La hipótesis para probar la significancia de cualquier coeficiente individual de regresión es:

$$H_0 : B_j = 0$$

$$H_1 : B_j \neq 0$$

3.5.4 Factores técnicos, económicos y sociales que inciden en el consumo

a. Variable

Variable es una característica o cualidad; magnitud o cantidad, que puede sufrir cambios, y que es objeto de análisis, medición, manipulación o control en una investigación. La edad, el peso corporal, la estatura, la temperatura

ambiental, las marcas de automóviles, así como los precios de bienes y servicios, son ejemplos de variables, (Arias, 2012).

Las variables consideradas para el estudio: variable dependiente (Consumo de agua) y las variables independientes (Integrantes por familia, ingreso económico, pago por el servicio, horas de servicio de agua, uso del agua para animales, pozo propio, cultura del agua y mantenimiento de instalación domiciliaria), esta son las variables evaluadas al inicio, en el tabla 5 se detalla:

Tabla 5: Variable independiente y dependientes consideradas inicialmente.

VARIABLES	DESCRIPCION CONCEPTUAL	DIMENCION	INDICADOR	INSTRUMENTOS
DEPENDIENTE				
Consumo de agua	Volumen consumido de agua por familia	Volumen	l/día	Encuesta de tipo abierta
INDEPENDIENTES				
Integrantes de familia	Nº de integrantes por familia	Nº de integrantes	Und	Encuesta de tipo abierta
Ingreso familiar	Ingreso mensual de la familia	Soles	Soles/mes	Encuesta de tipo abierta
Pago por el servicio	Pago por el servicio de agua por mes	Soles	Soles/mes	Encuesta de tipo abierta
Horas de servicio de agua	Total de horas de servicio de agua por día	Horas	h/día	Encuesta de tipo abierta
Agua para animales	Agua para consumo de animales	Categorico	Niveles	Encuesta politomica
Pozo propio	Pozo propio para el consumo de agua	Categorico	Niveles	Encuesta politomica
Cultura del agua	Cultura en el tema del consumo del agua	Categorico	Niveles	encuesta dicotomica
Mantenimiento de instalacion domiciliaria	Mantenimiento de la conexión e instalacion domiciliaria	Categorico	Niveles	encuesta dicotomica

3.5.5 Análisis del estado actual del servicio de agua potable y sostenibilidad

Para determinar el estado del sistema de agua potable se hizo un análisis, a través de los siguientes componentes:

a. Infraestructura

El análisis realizado a todo el sistema de agua potable se basó en el estado y funcionamiento de los componentes básicos, como son: Captación, caseta de bombeo, línea de impulsión, reservorio, caseta de válvulas, red de aducción y distribución, conexiones domiciliarias, donde esta información se obtuvo respecto a la visita realizada y datos proporcionados por el operador del sistema.

b. Cobertura

Se refiere al número de viviendas atendidas respecto al número total de viviendas. La información se obtuvo a través de la encuesta realizada, lo expresamos con la siguiente fórmula:

$$Cobertura = \frac{V_{servicio}}{V_{total}} * 100$$

Dónde:

$V_{servicio}$: Viviendas con servicio de agua potable

V_{total} : Viviendas total con servicio de agua potable

c. Continuidad

Está relacionado a las horas de servicio de agua por día (24 horas de servicio continuo), se determinara a través de entrevistas domiciliarias por medio de encuestas.

d. Sostenibilidad

La sostenibilidad del servicio de agua potable por bombeo, se ha considerado los componentes de la calidad del servicio, administración, operación y mantenimiento, por lo que una evaluación requiere validar indicadores a lo largo del tiempo.

Calidad del servicio

Características con las cuales los usuarios reciben el mismo, e incluye la cobertura, continuidad, cantidad, confiabilidad y satisfacción de la calidad del servicio de agua; y el con el grupo que lo administra en base a la percepción del usuario.

Administración del servicio

Los indicadores utilizados para evaluar la capacidad, actividad y manejo administrativo / financiero del grupo administrador son los siguientes:

- Existencia de una entidad de gestión.
- Frecuencia de reuniones del grupo y asambleas generales.
- Existencia y uso de padrón de usuarios de agua.
- Existencia y uso de libros de ingreso y egresos.
- Miembros capacitados en administración y/o finanzas.
- Cobranza de los servicios (si/no).
- Porcentaje de hogares que pagan la cuota familiar por el servicio.

Operación y mantenimiento

Los indicadores utilizados para evaluar la capacidad y nivel de actividad en operación y mantenimiento son los siguientes:

- Operación y mantenimiento del sistema de agua.
- Existencia de operador activo.
- Capacitación de operador(es) en operación y mantenimiento.
- Remuneración de operador(es).
- Posesión de un manual de operación y mantenimiento.
- Posesión de las herramientas necesarias.

Participación de usuarios

Los indicadores utilizados para evaluar la participación de los usuarios en capacitaciones, valoración y operación - mantenimiento son los siguientes:

- Capacitaciones a los usuarios.
- Operación y mantenimiento de conexiones domiciliarias.

e. Determinación de presiones

Para el caso de una alimentación desde la red pública, la presión de salida en el artefacto más desfavorable, debe ser al menos de 0,392 bar (4 m.c.a.). Si la alimentación es mediante elevación mecánica, el artefacto más desfavorable debe tener en el diseño una presión mínima de 0,686 bar (7 m.c.a.). En este caso no debe superar la máxima presión aceptada por cualquier artefacto ni exceder 4,90 bar (50 m.c.a.).

f. Evaluación final

La evaluación final es una forma de determinar el estado de funcionamiento del sistema de agua potable por bombeo, esta se determinara de la siguiente manera:

- Muy malo
- Malo
- Regular
- Bueno

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUCION

4.1 Datos informativos

Este trabajo fue realizado en las comunidades de Collana I y II del distrito de Huata, provincia y departamento de Puno, donde de acuerdo a la información solicitada al presidente de la JASS – COLLANA I Y II, el total de beneficiarios es de 480; donde a través de la ecuación de muestreo poblacional se obtuvo que se tiene que realizar a un total de 64 encuestas. Estas fueron realizadas durante los meses de setiembre, octubre y noviembre del año 2018, consta de tres ítems: identificación, características socioeconómicas y características técnicas, donde se hizo el uso de encuestas de abiertas con un total de 18 preguntas, ver (anexo-hoja de encuesta de investigación).

4.2 Variables identificadas

La variable dependiente es el consumo promedio por vivienda y las variables independientes son: Integrantes por familia, pago por el servicio, horas de servicio de agua y uso de agua para animales, para mejor apreciación ver la tabla 6.

Tabla 6: Variable dependiente e independientes y sus datos según encuesta.

ITEM	CONSUMO PROMEDIO POR VIVIENDA	INTEGRANTES POR FAMILIA	PAGO POR EL SERVICIO	HORAS DE SERVICIO DE AGUA	USO DEL AGUA PARA ANIMALES
	"Y" (l/día)	"X1" (personas)	"X2" (soles/mes)	"X3" (horas/día)	"X4" 0 : Si usa 1 : No usa
01	126	7	4.00	2.00	0
02	45	3	0.00	2.50	0
03	117	3	4.00	2.50	1
04	126	5	4.00	2.50	0
05	117	2	4.00	2.00	0

ITEM	CONSUMO PROMEDIO POR VIVIENDA	INTEGRANTES POR FAMILIA	PAGO POR EL SERVICIO	HORAS DE SERVICIO DE AGUA	USO DEL AGUA PARA ANIMALES
	"Y" (l/día)	"X1" (personas)	"X2" (soles/mes)	"X3" (horas/día)	"X4" 0 : Si usa 1 : No usa
06	72	3	4.00	2.50	1
07	90	3	4.00	1.00	0
08	72	6	4.00	2.50	1
09	72	5	4.00	2.50	0
10	81	2	4.00	0.50	1
11	108	2	4.00	2.00	0
12	108	4	4.00	2.50	0
13	126	3	4.00	2.50	0
14	36	7	0.00	1.00	1
15	135	4	5.00	2.50	1
16	126	3	4.00	2.50	1
17	135	4	6.00	2.00	0
18	126	2	5.00	3.00	0
19	90	3	4.00	3.00	1
20	126	5	4.00	2.00	0
21	9	2	0.00	0.50	1
22	9	4	0.00	1.00	1
23	117	3	6.00	2.00	1
24	135	2	8.00	2.50	0
25	117	2	4.00	2.00	0
26	36	2	0.00	1.50	1
27	108	4	5.00	2.00	1
28	126	3	7.00	1.50	1
29	144	5	12.00	2.00	0
30	18	2	0.00	0.50	1
31	18	2	0.00	1.00	1
32	126	6	6.00	2.50	1
33	72	4	4.00	2.50	1
34	36	2	0.00	1.50	0
35	108	3	5.00	2.50	1
36	108	3	4.00	2.50	0
37	135	4	6.00	2.00	1
38	117	3	7.00	2.50	0
39	9	5	0.00	0.50	1
40	108	3	5.00	2.50	1
41	36	4	0.00	2.00	1
42	144	3	10.00	2.50	0
43	90	3	4.00	2.50	1
44	126	6	5.00	2.50	0
45	90	4	4.00	2.50	1

ITEM	CONSUMO PROMEDIO POR VIVIENDA	INTEGRANTES POR FAMILIA	PAGO POR EL SERVICIO	HORAS DE SERVICIO DE AGUA	USO DEL AGUA PARA ANIMALES
	"Y" (l/día)	"X1" (personas)	"X2" (soles/mes)	"X3" (horas/día)	"X4" 0 : Si usa 1 : No usa
46	72	7	4.00	2.00	1
47	81	4	4.00	1.50	1
48	72	2	4.00	2.50	1
49	9	4	0.00	0.50	1
50	126	5	4.00	2.50	1
51	126	5	4.00	2.50	1
52	81	2	4.00	2.50	1
53	18	4	0.00	1.00	1
54	9	5	0.00	0.50	1
55	135	2	5.00	2.50	1
56	153	2	15.00	2.00	0
57	72	3	4.00	2.00	1
58	144	5	8.00	2.00	0
59	18	5	0.00	0.50	1
60	126	4	7.00	1.50	0
61	90	3	4.00	2.50	1
62	90	6	4.00	1.50	1
63	72	6	4.00	1.50	1
64	90	3	4.00	2.50	1

En la tabla anterior se muestra los datos obtenidos en campo, con la ayuda de una encuesta que contenían preguntas abiertas para las variables (integrantes por familia, pago por el servicio, horas de servicio de agua) y dicotómica para la variable (uso de agua para animales), se pudo obtener los datos de la tabla 6.

4.3 Estadística descriptiva de las variables identificadas

Consumo promedio por vivienda

Es el consumo en promedio que cada vivienda tiene durante el día, esta información se obtuvo de las encuestas realizadas a los usuarios.

Tabla 7: Datos de consumo promedio.

Estadísticos		
Consumo_promedio_por_vivienda		
N°	Válido	64
	Perdidos	0
Media		99.00
Moda (18.75%)		126
Mínimo		9
Máximo		153

Del análisis realizado el consumo promedio es de 99 l/día por vivienda, donde se tiene que un 18.75% de los usuarios consumen agua en un promedio de 126 l/día, si dividimos en 4 personas por vivienda el consumo sería de 31.5 l/hab/día, estando en un consumo per cápita bajo de acuerdo a Mamani (2018), donde el consumo per cápita de agua potable es de 50.6 l/hab/día.

Integrantes por familia

Se refiere al promedio de personas que viven o integran una familia.

Tabla 8: Datos de integrantes por familia.

Estadísticos		
Integrantes_por_familia		
N°	Válido	64
	Perdidos	0
Media		3.00
Moda (28.13%)		3
Mínimo		2
Máximo		7

De la tabla 8, se aprecia que el número de integrantes está en el promedio de cálculo, de acuerdo al RNE.

Pago por el servicio

Es el pago promedio realizado por cada familia por el servicio de agua, en la tabla 9 se aprecia el resumen.

Tabla 9: Datos de pago por servicio.

Estadísticos		
Pago_por_el_servicio	Válido	64
N°	Perdidos	0
Media		4.00
Moda (48.44%)		4
Mínimo		0
Máximo		15

Del análisis que se realiza se presenta que un 48.44% de los usuarios pagan en promedio de S/. 4.00 nuevos soles, también un 21.88% aproximadamente que no es consiente en el pago por el servicio y esto es preocupante para la sostenibilidad del sistema.

Horas de servicio de agua

Es el número de horas de servicio de agua que tiene cada familia en promedio.

Tabla 10: Datos de horas de servicio de agua

Estadísticos		
Horas_de_servicio_de_agua	Válido	64
N°	Perdidos	0
Media		2.00
Moda (23.44%)		3
Mínimo		1
Máximo		3

Del análisis realizada, un 23.44% manifiesta que tiene un promedio de 3 horas de servicio de agua.

Uso de agua para animales

Es el uso que le dan las familias al agua, no solo para consumo humano sino para el consumo de sus animales, en la tabla 11 se aprecia el resumen.

Tabla 11: Datos de uso de agua para animales.

Estadísticos		
Uso_del_agua_para_animales		
N°	Válido	64
	Perdidos	0
Media		1.00
Moda (64.06%)		1
Mínimo		0
Máximo		1

En este análisis el dato más preocupante es el porcentaje significativo que representa el 36% de los usuarios que usan el agua para sus animales, cabe mencionar que el proyecto fue ejecutado con la finalidad del agua para consumo humano.

4.4 Resultados de la prueba de regresión lineal múltiple

4.4.1 Prueba de coeficiente de correlación

Esta prueba es para determinar a la variable independiente de mayor significancia con respecto a la variable dependiente, se aprecia en la tabla 12.

Tabla 12: Correlación entre la variable dependiente e independientes.

		CONSUMO PROMEDIO POR VIVENVA	INTEGRANTES POR FAMILIA	PAGO POR EL SERVICIO	HORAS DE SERVICIO DE AGUA	USO DEL AGUA PARA ANIMALES
CONSUMO PROMEDIO POR VIVENVA	Y	1				
INTEGRANTES POR FAMILIA	X1	-0.009372592	1			
PAGO POR EL SERVICIO	X2	0.835857608	-0.04482332	1		
HORAS DE SERVICIO DE AGUA	X3	0.673397366	-0.068935621	0.482655595	1	
USO DEL AGUA PARA ANIMALES	X4	-0.451280086	0.072652615	0.393116245	0.236240215	1

La variable que tiene mayor correlación con la variable dependiente consumo promedio por vivienda (Y) es el pago por el servicio (X2), donde tiene una significancia del 84% en promedio y el de menor significancia es integrantes por familia (X1), esto debido a que la encuesta está basada en el número de viviendas y no de los integrantes que tienen cada vivienda, de acuerdo al tabla 13.

4.4.2 Análisis de varianza para el modelo

En este caso se determina la prueba F, y los resultados se presentan en la tabla 13.

Tabla 13: Análisis de varianza de regresión.

	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	VALOR CRÍTICO DE F
Regresión	4	92349.923	23087.480	62.777	1.368E-20
Residuos	59	21698.076	367.764		
Total	63	114048			

Como puede verse en la tabla anterior, existe suficientes evidencias estadísticas a un nivel $p\text{-value} < 0,05$, para rechazar la H_0 , por lo que se concluye que al menos una de las variables independientes explica de manera significativa el modelo analizado.

4.4.3 Prueba sobre coeficientes individuales del modelo

Se hizo la prueba de la significancia de cada coeficiente individual a través de la prueba T.

Tabla 14: Resultado de estimación de los coeficientes de regresión.

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 99.0%	Superior 99.0%
Intercepción	14.08791	10.93394	1.28846	0.20262	-7.79084	35.96667	15.01559	43.19142
Integrantes por familia	1.53645	1.69303	0.90751	0.36783	-1.85129	4.92418	-2.96998	6.04287
Pago por el servicio	9.11626	1.00970	9.02867	0.00000	7.09585	11.13667	6.42868	11.80384
Horas de servicio de agua	20.94449	3.92172	5.34064	0.00000	13.09714	28.79184	10.50581	31.38317
Uso de agua para animales	-11.38303	5.45134	-2.08811	0.04111	22.29114	-0.47492	25.89318	3.12713

En la tabla anterior se determinó los coeficientes de regresión, donde se puede ver la constante que es 14.088, y los parámetros de cada variable que también se pueden apreciar.

4.4.4 Probabilidad normal

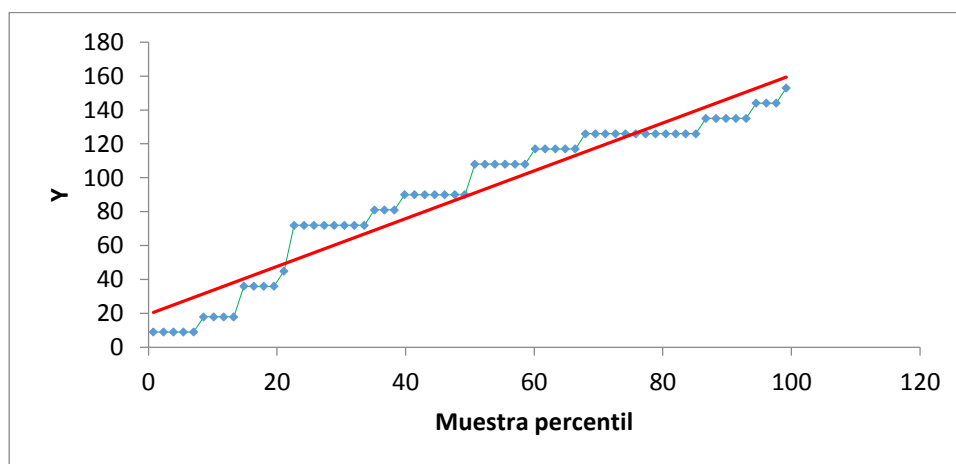


Figura 5: Grafico de probabilidad normal y la línea de tendencia

En la tabla anterior, se muestra la distribución normal de los puntos y la línea de tendencia nos muestra que hay una distribución normal.

4.4.5 Selección de variable por Stepwise

Se hizo secuencias de regresiones y en base al estadístico F, se tiene las variables significativas x_2 (pago por el servicio de agua), x_3 (horas de servicio de agua), x_4 (uso del agua para animales) y x_1 (integrantes por familia,); y con un coeficiente de determinación ($R^2 = 79.68\%$), el modelo es el siguiente:

$$y = 14.088 + 1.536x_1 + 9.116x_2 + 20.944x_3 - 11.383x_4$$

Donde para Mamani, (2018) su variable solo incide en el ingreso económico para un sistema de abastecimiento por bombeo con $R^2 = 78.32\%$ y no coincidiendo a la significancia de la variable, sin embargo Velarde, (2015) el pago por el servicio de agua es una de las variables incidentes, donde su $R^2 = 94.20\%$.

Finalmente la variable significativa es el pago por el servicio de agua, teniendo relación con los dos investigadores anteriormente.

4.5 Resultados del análisis del estado actual de la infraestructura

4.5.1 Infraestructura

Captación

Se encuentra ubicado en el Sector Piata de la Comunidad de Collana II, en las coordenadas UTM (N 8273950, E 394330) y a una altitud de 3823.60 msnm. El sistema de captación es mediante pozo tubular de 45 m. de profundidad y 12" de diámetro con tubería PVC SAP clase 10 y tiene un caudal de 1.77 l/s equivalente a un volumen anual de 55,821 m³, ver anexo 02.

Meneses y Reyes, (2007) concluye que hay problemas de disminución de caudal en algunos pozos, sobre todo de los más antiguos que tiene problema de verticalidad de socavación.

El estado de la captación está operativa y bueno, se aprecia limo en la válvula de limpia por lo que se deduce que los filtros no estén trabajando o se está excediendo en la captación de agua.

Caseta de bombeo

La Caseta de Bombeo esta adyacente a la captación es una estructura de concreto armado con columnas y vigas, está equipada con 02 electrobombas tipo sumergible de 20 HP, tablero de control, medidor de caudal, y tiene un cerco metálico de protección.

Donde todos los accesorios se encuentran operativas y trabajando con normalidad.

Línea de impulsión

La línea de impulsión tiene una tubería PVC SAP C-15 de 110 mm. (4") de diámetro, con una longitud de 1296.65 m.

Caseta de válvulas

Esta con el fin de la protección de las válvulas y accesorios que son: entrada, salida, rebose y limpia y todos de tubería son de fierro galvanizado debidamente anclado; y una adecuada operación del sistema, y es una estructura de concreto armado.

Las válvulas se encuentran operativas y funcionando normalmente, de acuerdo a la demostración realizada por el operador.

Reservorio

El reservorio de almacenamiento apoyado está situado en las coordenadas UTM (N 8273992, E 395516) y a una altitud de 3878.99 msnm. y con un volumen de 90 m³, es una estructura de concreto armado, de forma circular y tiene una cúpula. La tubería de ingreso, salida, rebose y limpia en el reservorio es de 4" de diámetro PVC SAP, y tiene Con fines de protección se instalará cerco metálico de seguridad.

El bombeo al reservorio es a diario y el mantenimiento es cada quince días según manifiesta el operador, se puede concluir que el sistema está operativo todos los días, no obstante, no se hace la cloración de agua puesto que no tiene ningún sistema instalado de cloración.

Red de aducción y distribución

Toda la red de Aducción y Distribución es de tubería PVC SAP C-10 de 4", 3", 2", 1 1/2", 1" y 3/4" respectivamente y con una longitud total promedio de 135 km, donde también se pudo apreciar la instalación de válvulas de control, purga y aire.

Meneses y Reyes, (2007) concluyen en que las Redes de distribución están sometidas a continuos cambios de presión, al ser bombeo directo a la red esto asociado a la antigüedad de las tuberías origina una gran cantidad de fugas y problemas de abasto.

La red de distribución es tipo abierta y en estado operativo.

Conexiones domiciliarias

Son de tubería y accesorios PVC SAP de 1/2" de diámetro, también tiene una caja de concreto donde está alojado la válvula de control y medidor de caudal, para que finalmente el agua llegue a las unidades básicas de saneamiento (UBS).

4.5.2 Cobertura

La cobertura del servicio de agua potable en las comunidades de Collana I y II se determinó considerando el número de viviendas con servicio respecto al número total de viviendas. La información se obtuvo de encuestas y entrevistas al operador y representantes de la JASS.

✓ Viviendas con servicio de agua : 325

✓ Total de viviendas : 480

$$Cobertura = \frac{325}{480} * 100 = 68\%$$

Según el cálculo realizado alcanza una cobertura del 68%, lo que significa que más de la mitad de las viviendas tienen servicio de agua potable.

4.5.3 Continuidad

La información se obtuvo de encuestas y entrevistas al operador y representantes de la JASS, donde el operador manifiesta que el servicio es continuo, a excepción de los días que no hay energía o que se realiza el mantenimiento del sistema.

4.5.4 Sostenibilidad

Calidad del servicio

Según manifestado por el operador del sistema el principal problema es la no instalación de un sistema de cloración, puesto que la cobertura es al 68%, la continuidad dependerá mucho de la energía y el mantenimiento, ahora en la cantidad hay problemas con el uso que le dan al agua, puesto que algunos beneficiarios lo usan para sus animales y otros para riego, dándole un mal uso al agua, Illam, (2017) la mala calidad del mismo que se entrega a los beneficiarios afectado la salud de los niños y toda la población en general, por lo que es importante la calidad del servicio.

Administración del servicio

El encargado de la administración del sistema es la JASS – COLLANA I Y II y teniendo problemas. La frecuencia de reuniones está de acuerdo a lo aprobado en el estatuto, se pudo apreciar un padrón no actualizado, no cuentan con libros de padrón de usuarios, no tienen el libro de ingresos y egresos, y el principal problema que tienen es el bajo índice de los que no aportan con la cuota familiar.

Operación y mantenimiento

El encargado de la operación y mantenimiento es un trabajador de la municipalidad distrital de Huata, quien indica que realiza el bombeo a diario y el mantenimiento se realiza cada 15 días, teniendo siempre coordinaciones con la JASS.

Participación de usuarios

De acuerdo a las encuestas realizadas se ve la poca participación de los usuarios ya sea en las capacitaciones y reuniones que la JASS y la municipalidad convoca.

4.5.5 Calculo de presiones en los nodos

La determinación de las presiones en los diferentes puntos se hizo con la ayuda del Software WaterCad V8i, teniendo en consideración lo siguiente:

Nodos

El trabajo fue realizado en el campo donde se determinó los diferentes nodos que tiene el sistema (ver anexo 04), en donde se determinó las cotas en todos los puntos, siendo la cota máxima 3855 m.s.n.m. y la cota mínima 3823 m.s.n.m. y también la demanda respectiva.

Tuberia

El trabajo fue más de gabinete, donde se identificó los diámetros de las tuberías siendo las siguientes: 4", 3", 2", 1.5", 1" y $\frac{3}{4}$ ", también se determinó la longitud de nodo a nodo de todo el sistema, el material de las tuberías son de PVC, los datos se pueden apreciar en el anexo 04.

Reservorio

Se ubicó el reservorio que está a una altura de 3878.

Con todos estos datos que fueron ingresados al programa se determinó las presiones en los diferentes puntos, siendo la presión mínima de 3 m.c.a. en el

punto más lejano y la presión máxima de 48 m.c.a., todos los datos de presiones están en el anexo 04 que se adjunta al presente.

4.5.6 Evaluación final

De acuerdo al análisis realizado a todos los parámetros como son: infraestructura, cobertura, continuidad, sostenibilidad y la determinación de presiones se concluye que el sistema de agua potable por bombeo en las comunidades de Collana I y II se encuentra operativa y funcionando con regularidad, por lo que su evaluación final es regular.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

El consumo de agua promedio 99 l/día, los usuarios en promedio pagan S/. 4.00 y representa el 48.44% del total y un 21.88% no es consiente del pago por el servicio, también mencionamos un preocupante porcentaje significativo de los usuarios que usan el agua para sus animales. El modelo encontrado para el consumo de agua potable por bombeo en las comunidades de Collana I y II es:

$y = 14.088 + 1.536x_1 + 9.116x_2 + 20.944x_3 - 11.383x_4$, donde las variables analizadas x_1 (integrantes por familia), x_2 (pago por el servicio de agua), x_3 (horas de servicio de agua) y x_4 (uso del agua para animales) son los más incidentes en la evaluación, el coeficiente de determinación ($R^2_{ajustado}=79.68\%$) y la variable más incidente es el pago por el servicio (x_2).

De la evaluación realizada a todo el sistema se tiene:

Infraestructura; el sistema se encuentra es estado operativo y no teniendo inconveniente de parte del operador, realizando mantenimiento del mismo constantemente.

Cobertura; de un total de 480 usuarios, la cobertura es al 68%, pero, hay en muchos casos donde los usuarios no le dan el uso razonable del agua.

Continuidad; el servicio es continuo, a excepción de los días que no hay energía o que se realiza el mantenimiento del sistema.

Sostenibilidad; se viene realizando la operación y mantenimiento del sistema con normalidad, la JASS está reconocida y viene trabajando en la administración y los usuarios en un bajo porcentaje participan junto a sus representantes.

Las presiones calculadas nos muestran que no se cumple en la presión mínima que es 3 m.c.a. y no habiendo problemas en la presión máxima que es 48 m.c.a.

Se llega a la conclusión que el sistema de agua potable por bombeo relativamente sostenible, puesto que está operativo y funcionando con regularidad.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

Se recomienda que el sistema de agua sea clorada, para que así de esta manera se garantice la calidad de agua y combatir posibles enfermedades a futuro, donde la JASS tiene que adquirir a través de sus medios o por gestiones con la municipalidad.

Se recomienda a la JASS gestionar capacitaciones para sensibilizar a los usuarios en el pago de la cuota familiar y el uso correcto del agua, y así de esta manera se garantiza una mayor duración de operación del sistema.

También se recomienda a la Municipalidad distrital de Huata, realizar capacitaciones a la JASS y a los beneficiarios del sistema agua, para una mayor sostenibilidad del mismo.

Finalmente se recomienda que el sistema tenga un sistema de tratamiento de agua potable, puesto que no tiene, esta recomendación a la JASS para que puedan gestionar una planta de tratamiento.

BIBLIOGRAFIA

- Arias, F. G. (2012). El proyecto de investigación (6ta edición ed.). Caracas, Venezuela: Episteme, C. A.
- Miranda, A. y Reyes, J. (2017). Tesis - Diagnostico y mejoramiento de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento para la localidad del municipio de Zamora Michoacan. Obtenido de https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/4741/1/294_DIAGNOSTICO%20Y%20MEJORAMIENTO%20DE%20LOS%20SERVICIOS%20DE%20AGUA%20POTABLE,%20ALCANTARILLADO%20Y%20SANEAMIENTO%20PARA%20LA%20LOCALIDAD%20DEL%20MUNICIP.pdf
- Banús, M. d. (2005). H2O Elixir de vida. Elementalwatson "la" revista, 41. Obtenido de <http://www.elementalwatson.com.ar/Revista%201%20N%201b.pdf>
- Clavijo, A. (2013). Estimación de la función de demanda por agua potable en aplicación para la cuenca de Jequetepeque.
- CONAGUA. (2013). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Obtenido de <http://www.mapasconagua.net/libros/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>
- Cordero, M. y Ullauri, P. (2011). Tesis - Filtros caseros, utilizando ferrocemento, diseño para servicio a 10 familias, constante de 3 unidades de filtros gruesos ascendentes (fgas), 2 filtros lentos de arena (fla), sistema para aplicación de cloro y 1 tanque de almacenamiento. Cuenca, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/747/1/ti874.pdf>

- Cutzal, J. (octubre de 2007). Diseño del sistema de agua potable por bombeo para la colonia Romec y diseño del Instituto de San Jose. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2755_C.pdf
- DIGESA. (2011). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano - DS. N° 031-2010-SA. Obtenido de http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf
- Galarza, S. (2011). Determinacion de la dotacion de agua por los sectores urbano e industrial. Instituto Tecnologico de Celaya. Guanajuato, Mexico.
- Granada, L. (2011). Estimación del consumo básico de agua potable. Colombia.
- Hernandez, S. R. (2014). Metodologia de la Investigacion. Mexico.
- Illan, N. (2017). Tesis - Evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable del Asentamiento Humano Héroes del Cenepa, Distrito de Buenavista Alta, Provincia de Casma, Ancash - 2017. Nuevo Chimbote, Perú. Obtenido de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12203/illan_mn.pdf?sequence=1
- Jimenez, J. (2013). Manual para el diseño de sistema de agua potable y alcantarillado sanitario. Obtenido de Facultad de Ingenieria Civil: <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>
- LATINOSAN. (2016). Sistematizacion de la IV Conferencia Latinoamericana de Saneamiento. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Obtenido de

<http://www3.vivienda.gob.pe/popup/Latinosan/Sistematizaci%C3%B3n%20IV%20LATINOSAN%20PER%C3%9A%202016.pdf>

Lopez, C. R. (2003). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados (Segunda edición ed.). Bogota, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Mamani, C. R. (2018). Tesis - Modelo de consumo de agua potable en poblaciones rurales del distrito y provincia de Yunguyo - Puno. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6176>

NACIONES UNIDAS. (2003). Cuestiones sustantivas que se plantean en la aplicación del pacto internacional de derechos económicos, sociales y culturales. Obtenido de <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2012/8789.pdf>

Pajuelo, B. K. (2016). Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo directo a la red de distribución. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/302796695/Sistema-de-Abastecimiento-de-Agua-Potable-Por-Bombeo>

Quispe, A. (2013). Tesis - Relación entre la disposición a pagar y factores socioeconómicos por los servicios de saneamiento básico - Caracoto. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5497/Quispe_Yana_Alicia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Recinos, A. J. (2011). Diseño del sistema de abastecimiento de agua en la aldea el Rodeo y puente vehicular en la aldea la Paz, municipio de Jalapa. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3279_C.pdf

RNE. (8 de junio de 2006). Reglamento Nacional de Edificaciones - Ministerio de Vivienda. Normas Legales - 320472, El peruano.

Saravia, S. (2011). Consumo residencial de agua bajo racionamiento. Coro, Venezuela.

Velarde, C. E. (2015). Tesis - Modelo de funcionamiento de sistemas de agua potable por bombeo, en cuatro distritos de la provincia de Puno. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2169/P10-V4437-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>