

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**DETERMINACIÓN EN CAMPO DE LA DEMANDA DE
AGUA PARA CONSUMO POBLACIONAL EN ZONAS
RURALES**

PRESENTADO POR:

BACH. JIM CARLOS HUACCHO ZUASNABAR

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERU

2020

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**DETERMINACIÓN EN CAMPO DE LA DEMANDA DE
AGUA PARA CONSUMO POBLACIONAL EN ZONAS
RURALES**

PRESENTADO POR:

BACH. JIM CARLOS HUACCHO ZUASNABAR

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERU

2020

DEDICATORIA

A mi madre que durante todo este tiempo confió y me brindó todo su apoyo para lograr mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino, a aquellas personas que han sido el soporte durante todo este periodo de estudio.

A todos los profesionales que desinteresadamente vertieron sus aportes a este trabajo de investigación.

A mi familia, porque en ella entendí el valor de la integración.

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

Dr. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

Dr. SEVERO SIMEON CALDERON SAMANIEGO
JURADO

Ing. JAVIER AMADOR NAVARRO VELIZ
JURADO

Ing. JULIO FREDY PORRAS MAYTA
JURADO

Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DOCENTE

ÍNDICE

DEDICATORIA	3
LISTA DE TABLAS	7
LISTA DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I EL PROBLEMA DE ESTUDIO	13
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	163
1.2. PROBLEMAS	206
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	16
1.4. DELIMITACIÓN	17
1.5. OBJETIVOS.....	18
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES	21
2.2. MARCO CONCEPTUAL	25
CAPÍTULO III METODOLOGÍA	52
3.1. TIPO DE ESTUDIO.....	52
3.2. NIVEL DE ESTUDIO.....	52
3.3. DISEÑO DEL ESTUDIO.....	53
3.4. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	54
CAPÍTULO IV DESARROLLO DEL INFORME	56
4.1. RESULTADOS	56
4.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	64
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXOS	69

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Determinación de Factor de Corrección F_c para cálculo de caudales por el método del Flotador	30
Tabla 2	Área de la sección media.....	33
Tabla 3	Cálculo de Tiempo promedio de recorrido del flotador:	35
Tabla 4	Perú: Tasas de crecimiento geométrico medio anual según INEI	41
Tabla 5	Dotación por números de habitantes	49
Tabla 6	Muestras de captación 1, salida 1 y 2	60
Tabla 7	Coefficiente de crecimiento lineal por departamento (r).....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Medición del canal	31
Figura 2.	Determinación de puntos de partida y llegada.	32
Figura 3.	Medición del ancho del canal	32
Figura 4.	Medición de la altura del agua.....	32
Figura 5.	Preparación para el inicio de la medición.....	34
Figura 6.	Inicio de la medición	34
Figura 7.	Fin de la medición.	35
Figura 8.	Recojo en recipiente del agua en la captación.....	37
Figura 9.	Medición del tiempo al llenado del recipiente en la captación	38
Figura 10.	Imagen de la reunión con la población de Totorá	57
Figura 11.	Imagen del aforo de agua con método volumétrico	60
Figura 12.	Imagen donde se muestra el recojo del agua para su análisis físico bacteriológico	62

RESUMEN

Para el presente informe técnico se planteó como problema general: ¿Cuál es el cálculo adecuado a usar en campo para comprobar si la demanda de agua encontrada satisface a la población futura del centro poblado de Totorá, distrito de Ahuaycha, provincia de Tayacaja, región Huancavelica?, y el objetivo general fue: Determinar el método adecuado a usar en campo para comprobar si la demanda de agua encontrada satisface a la población futura del centro poblado de Totorá.

Por la naturaleza del estudio el tipo de investigación fue aplicada, de nivel descriptivo. La técnica utilizada fue, la observación directa, la población fue el centro poblado de Totorá y la muestra fue no probabilística considerando toda la población. Se llega a la conclusión de que un adecuado cálculo de la demanda futura incide en la determinación de la dotación real de agua potable.

Producto del estudio se concluye que: Se determinó el uso de la población futura con el método aritmético probando que es más exacto por brindarnos datos reales, siendo también un promedio de los demás métodos conocidos.

Palabras claves: Demanda de agua, oferta de agua, balance oferta - demanda.

ABSTRACT

For this technical report, the following general problem was posed: What is the appropriate method to use in the field to check if the water demand found satisfies the future population of the populated center of Totora, Ahuaycha district, Tayacaja province, Huancavelica region? and the general objective was: To determine the appropriate method to use in the field to check if the water demand found satisfies the future population of the Totora populated center.

Due to the nature of the study, the type of research was applied, at a descriptive level. The technique used was direct observation, the population was the populated center of Totora and the sample was non-probabilistic considering the entire population. It is concluded that an adequate calculation of future demand affects the determination of the actual supply of drinking water.

As a result of the study, it is concluded that: The use of the future population was determined with the arithmetic method, proving that it is more accurate because it provides us with real data, also being an average of the other known methods.

Key words: Water demand, water supply, supply - demand balance.

INTRODUCCIÓN

El presente informe técnico titulado “**DETERMINACIÓN EN CAMPO DE LA DEMANDA DE AGUA PARA EL CONSUMO DE POBLACIONES FUTURAS EN ZONAS RURALES: CASO CENTRO POBLADO DE TOTORA, REGIÓN HUANCAMELICA**”, se propone realizar el cálculo de la demanda de agua para consumo poblacional es necesario contar con algunas informaciones tales como, aforo, población futura, dotación, pedido de diseño, caudal máximo horario, para lo cual en el presente informe detallamos el desarrollo y la estructura para la toma de decisión de una fuente de agua en campo, primero hablaremos del aforo de ríos y matinales para ver si esta agua pueda cubrir la necesidad de nuestro diseño para luego realizaremos los cálculos para la determinación de la demanda de agua en la cual conoceremos diferentes métodos de población futura y el desarrollo de los cálculos para hallar el caudal máximo horario y finalizaremos con el análisis y la toma de decisión comparando los resultados del caudal de la fuente de agua con el caudal máximo horario para ver si nuestra fuente nos abastecerá o no a nuestro proyecto.

Para una mayor comprensión de esta investigación se ha estructurado en 4 capítulos que se describen a continuación:

El Capítulo I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN: Se desarrollan el planteamiento del problema; formulación y sistematización del problema: problema general, problemas específicos; justificación: práctica o social, metodológica; delimitaciones: espacial, temporal, económica; limitaciones: de información, económica; objetivos: tanto general como específicos.

El Capítulo II: EL MARCO TEÓRICO: este capítulo trata los Antecedentes nacionales e internacionales, así como el Marco conceptual y la definición de términos.

El Capítulo III: METODOLOGÍA: Tipo de estudio, nivel de estudio, diseño de estudio, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la información, técnicas y análisis de datos.

En el capítulo IV se dan a conocer los resultados y la discusión de los resultados, tomados como base los reglamentos y los antecedentes nacionales e internacionales.

Finalmente se tienen las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

Bach. JIM CARLOS HUACCHO ZUASNABAR

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema

El agua potable es el elemento más esencial para la vida humana por ende la primera preocupación del estado. El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) nos indica que, en el Perú hay 28.1% de la población rural que aún no cuenta con agua potable de ningún medio y más del 30 % urge un cambio de su sistema de abastecimientos.

Los proyectos son diseñados para un determinado periodo, pero la gran mayoría no cumple este periodo de vida por un mal diseño en la elaboración del proyecto o por la pérdida de agua. El Profesional encargado para realizar los aforos generalmente son técnicos o los mismos topógrafos, que no van preparados para una buena toma de datos en campo, fallando en los resultados y muchas veces no teniendo el caudal necesario para una población determinada.

Este tipo de problema se evidencia más en el sector rural, en donde el consumo de agua es mayor, es por eso que existe una diferencia entre las zonas rurales y en las zonas urbanas. Según el Ministerio de agricultura y riego en su portal web o página principal, menciona que la mayoría del uso efectivo del agua en el país se debe a actividades agrícolas, las cuales consumen 12 veces más que para fines poblacionales, y en su gran mayoría esto se da en las zonas rurales, más aún en la sierra peruana.

Para esto el mismo ministerio menciona que en la sierra se utiliza el 0,83% del agua disponible naturalmente para esa región. El consumo promedio por persona es de 354 m³/año, aproximadamente 1000 litros de agua por persona al día. Es por esta gran cantidad de consumo de agua por persona, que su demanda no satisface a la cantidad de población necesaria. En el caso del centro poblado de Totorá no existen estudios previos sobre la demanda de agua, y este es el caso de la mayoría de zonas rurales a nivel nacional, en las cuales sus pobladores sufren las consecuencias de no tener un buen servicio de agua potable.

En este sentido la Autoridad Nacional del Agua (ANA), en su informe del 8vo Foro Mundial del Agua, Brasilia 2018, menciona que el Gobierno del Perú para el período 2016- 2021, ha priorizado el acceso a servicios públicos básicos en agua y saneamiento, orientado a que más hogares cuenten con un servicio de agua potable y saneamiento, acortando la brecha existente; se refleja, en acciones que inciden sobre el saneamiento, así tenemos nuevas normas legales que fortalecen la institucionalidad y capacidades, con el correspondiente financiamiento para gestionar el saneamiento, liderado desde el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Para tal situación se ha creado el Fondo

de Inversión Agua Segura (FIAS) mediante el Decreto Legislativo N° 1284 como un fondo destinado a financiar programas, proyectos y actividades dirigidos a cerrar las brechas de cobertura en agua, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales a nivel nacional, así como a mejorar los servicios que actualmente prestan las EPS (Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento). Los municipios y EPS accederán a estos fondos para financiar operaciones de ampliación y mejoramiento de servicios de saneamiento. La intervención a través de los proyectos de saneamiento rural ha generado un conocimiento en el sector que nos permite desarrollar con éxito las intervenciones en estas zonas geográficas. El sector se ha planteado desarrollar una cultura ciudadana de valoración de los servicios de saneamiento, los lineamientos están contemplados en la Política Nacional de Saneamiento

Es por eso que se deben realizar estudios correctos, con sus respectivos cálculos, con una acertada toma de muestras y datos, como ir a la captación, realizar el aforo analizar la topografía, revisar los padrones, etc. para luego calcular en el expediente la demanda de agua, deduciendo muchas veces que el agua forado no alcanza o no es el adecuado para el diseño, generando gastos económicos y tiempo innecesario que podríamos evitar.

Este proceso es de vital importancia para la determinación de la demanda de agua y así satisfacer a la población afectada, un servicio básico.

Es en este contexto que nace la preocupación de ¿Cuál sería un método adecuado que determine la demanda de agua y satisfaga por completo a una población determinada?, ¿Existe alguna normatividad o documentación que sea importante para el cálculo de la demanda de agua?, ¿Qué método sería el adecuado para el cálculo de la población beneficiada? Se revisó teoría relevante

sobre diversos métodos y a partir de ello se pudo analizar mejor y comprobar in situ, los mejores métodos para la determinación de la demanda de agua para consumo de poblaciones futuras.

1.2. Problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el cálculo adecuado de la demanda de agua en campo, para comprobar si la demanda de agua encontrada satisface a la población futura del centro poblado de Totorá, distrito de Ahuaycha, provincia de Tayacaja, región Huancavelica?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es la mejor forma de cálculo de la demanda futura de agua potable para zonas rurales?
- b) ¿De qué manera se cuantifica la oferta actual de agua potable?
- c) ¿Cuál es el resultado del balance oferta-demanda de agua potable en el Centro Poblado de Totorá, distrito de Ahuaycha, provincia de Tayacaja, Región Huancavelica?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica

El presente informe técnico proporciona información relevante para una adecuada elaboración de expedientes técnicos de sistemas de agua potable para poblaciones rurales, a fin de que éstos posean la calidad adecuada y se cumplan los objetivos propios del proyecto.

1.3.2. Metodológica

El presente informe técnico proporciona una metodología para un adecuado cálculo de la oferta y demanda de agua potable en zonas rurales, a fin de que se utilicen en la elaboración de expedientes técnicos adecuados.

1.4. Delimitación

1.4.1. Espacial

La investigación se realizó en el centro poblado de Totora, distrito de Ahuaycha provincia de Tayacaja, región Huancavelica, como parte de un proyecto integral de saneamiento denominado Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable y Saneamiento Básico en las localidades de Totora, Pachahuasi, Machacuay y Lanza, distrito de Ahuaycha, provincia de Tayacaja – Huancavelica.

Figura 1: UBICACIÓN NACIONAL

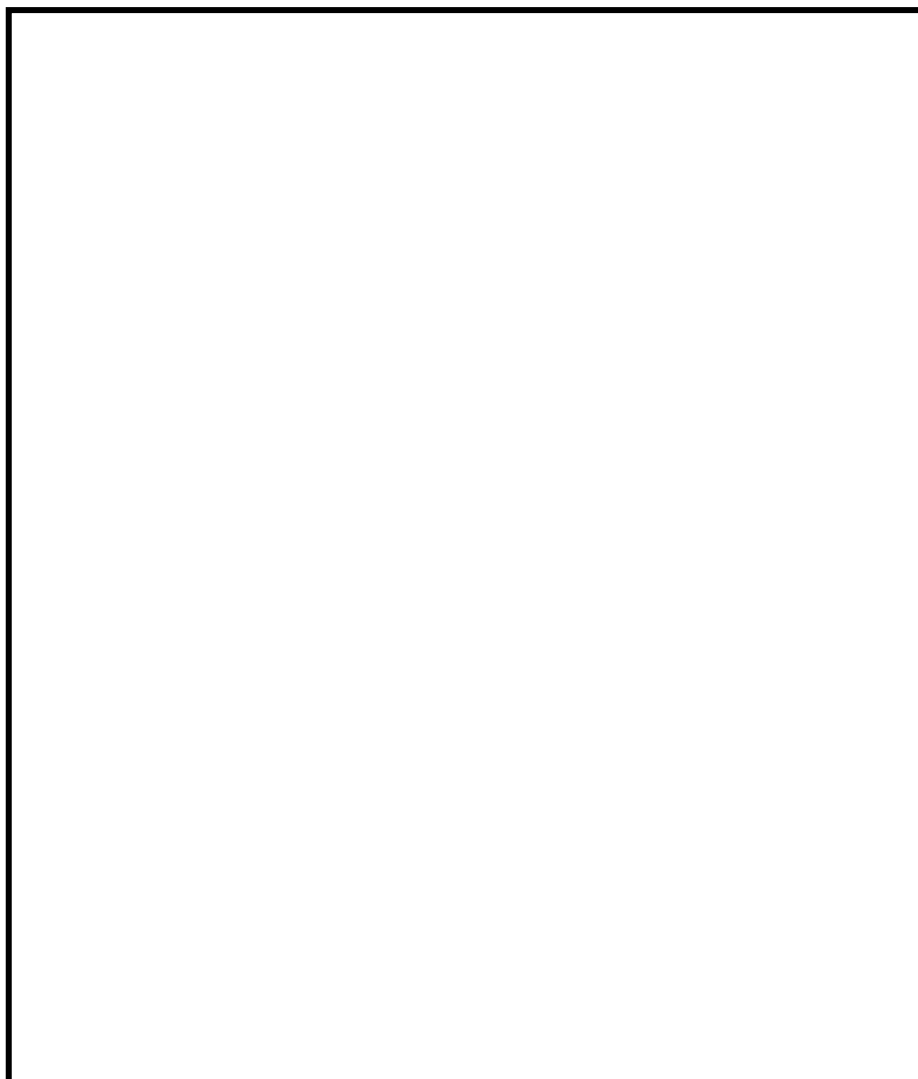


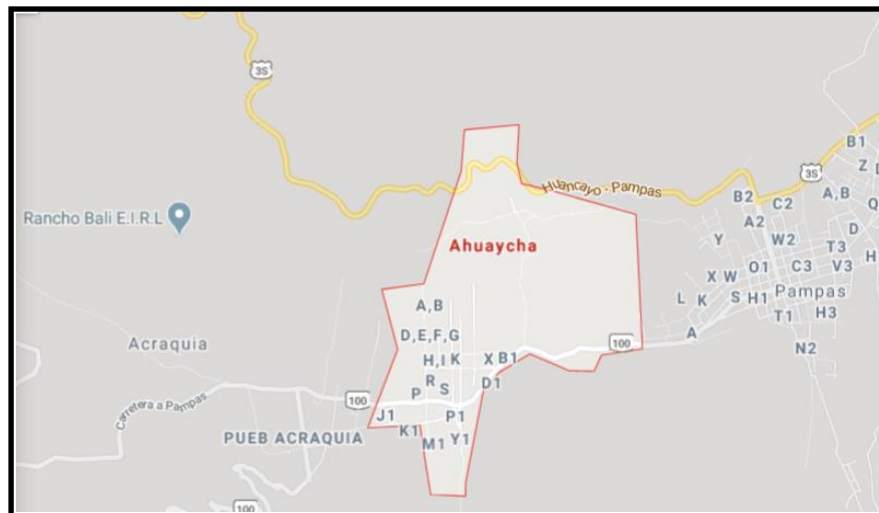


Figura 2: UBICACIÓN PROVINCIAL





Figura 3: UBICACIÓN DISTRITAL



1.4.2. Temporal

La presente investigación se desarrolló durante los meses de abril a diciembre de 2018, tiempo en el cual se realizó la toma de datos en campo y el proceso de la información en gabinete.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar el método adecuado a usar en campo para comprobar si la demanda de agua encontrada satisface a la población futura del centro poblado de Totorá, distrito de Ahuaycha, provincia de Tayacaja, región Huancavelica.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Establecer la demanda futura de agua potable en el Centro Poblado de Totorá, distrito de Ahuaycha, provincia de Tayacaja, Región Huancavelica.
- b) Cuantificar la oferta actual de agua potable en el Centro Poblado de Totorá, distrito de Ahuaycha, provincia de Tayacaja, Región Huancavelica.
- c) Calcular el resultado del balance oferta-demanda de agua potable en el Centro Poblado de Totorá, distrito de Ahuaycha, provincia de Tayacaja, Región Huancavelica.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

Quispe (2012), en su tesis titulada: “Cuantificación de la demanda insatisfecha de agua potable en las áreas rurales de La Paz”, tuvo como objetivo principal: Cuantificar la demanda insatisfecha de agua potable en las áreas rurales del Departamento de La Paz y como objetivos secundarios: Realizar un análisis de situación del sector de saneamiento básico, específicamente orientado al agua potable, identificar las categorías de los programas de agua potable, según el requerimiento de las poblaciones municipales rurales, cuantificar los recursos económicos destinados al sector de saneamiento básico, específicamente referidos al agua potable y medir el nivel de ejecución de los proyectos según los programas durante el periodo comprendido; cuyos resultados fueron los siguientes: La infraestructura instalada actualmente no es suficiente para atender las necesidades de la población en el área rural, para disponer de agua potable en la cantidad y calidad adecuada. Esto nos hace dar cuenta que el problema de abastecimiento de agua no solo se da en el Perú, sino que es un problema que se

tiene a nivel mundial, más aún en países en vías de desarrollo como lo es Bolivia y Perú.

Otras de las conclusiones que dejó esta investigación boliviana es que el sector de saneamiento básico presenta inequidades en la asignación de recursos de inversión, por falta de criterios para la asignación de recursos en áreas estratégicas. Esto también evidencia que Bolivia sufre las consecuencias de malas decisiones normativas brindadas por sus gobernantes, uno de los problemas principales que sufre toda América Latina es la obstrucción que existe en la asignación de recursos monetarios para la elaboración de buenos proyectos que brinden un mejor servicio a la población, es aquí en donde también interviene uno de los mayores desaciertos de la sociedad y que es tema de otra investigación: la corrupción.

Por otro lado según el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Arequipa S.A. (SAPAASA 2017), en su informe final correspondiente al proyecto “Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario en la localidad de Chuquibamba, distrito de Chuquibamba, provincia de Condesuyos, región de Arequipa”, observó el balance de la oferta y demanda de agua para proponer una planta de tratamiento, este estudio se dio para una población futura a 20 años, de los cuales en toda esa cantidad de tiempo la oferta de agua es de 13.63 lt/s en consecuencia se tendrá un almacenamiento de 520 m³, es aquí en donde empieza la comparación, es decir, por ejemplo en el año 1 la demanda proyectada es de 11.21 lt/s, en el año 5 será de 11.27 lt/s, en el año 10 será de 11.41 lt/s, en el año 15 será de 11.52 lt/s y en el año 20 será de 11.60 lt/s, vemos que dentro de esos 20 años la oferta de agua calculada satisfará a la demanda de la población proyectada, con un balance promedio de 2.24 lt/s.

Saavedra (2018), en su trabajo de investigación titulado: “Propuesta Técnica para el Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable en los centros Poblados Rurales de Culqui y Culqui Alto en el distrito de Paimas, provincia de Ayabaca – Piura”, para obtener el título profesional de ingeniero civil, tuvo entre otros objetivos definir el período de diseño del proyecto, población proyectada durante el período de diseño y caudales de diseño, como también definir el tipo de captación dependiendo de la fuente de abastecimiento. Para esto llegó a las siguientes conclusiones: se contará con 203 habitantes en la localidad de Culqui Alto y 861 habitantes en Culqui. Para lo cual el consumo proyectado será de 0.24 lt/s y de 0.38 lt/s. respectivamente. Para la captación de agua se obtuvo dos puntos de análisis, el primero es la captación Masas en la cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Nº de Medición	Volumen (lt)	Tiempo (s)	Caudal (l/s)
MCM – 1	4	11.4	0.351
MCM – 2	4	11.2	0.357
MCM – 3	4	11.6	0.345
MCM – 4	4	11.5	0.348
MCM – 5	4	11.3	0.354

De las 5 pruebas de aforamiento se obtuvo un caudal promedio disponible de la fuente de 0.35 lt/s.

El segundo punto es la captación Potrancas de donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Nº de Medición	Volumen (lt)	Tiempo (s)	Caudal (l/s)
MCM – 1	4	8.8	0.455
MCM – 2	4	8.9	0.449
MCM – 3	4	8.6	0.465
MCM – 4	4	8.8	0.454
MCM – 5	4	8.7	0.459

De las 5 pruebas de aforamiento se obtuvo un caudal promedio disponible de la fuente de 0.45 lt/s.

Finalmente, al analizar y comparar los resultados obtenidos, se llegó a la conclusión que la cantidad de aforo de las dos captaciones podrán satisfacer con normalidad a las poblaciones futuras o proyectadas en el distrito de Paimas, Piura.

En proyectos de cualquier sistema de abastecimiento de agua, el primer paso es la ubicación y aforo de la captación, juntamente con la topografía de la zona, posteriormente se realiza la recolección de información, una de ellas, el padrón de beneficiarios; de esta forma se comenzará el estudio del proyecto.

La demanda de agua se calcula con los datos de la población futura, dotación del lugar, periodo de diseño, determinar coeficiente de diseño, consumo máximo anual y diario. Generalmente no contamos con toda esta información al momento de ir a campo, incluso muchas veces las personas que van a aforar no cuentan con los conocimientos necesarios para realizar el aforo correctamente y cuando no se da los resultados esperados, muchas veces manipulan los resultados o se da otras soluciones que no son las adecuadas.

Es primordial realizar todos los estudio requeridos, no solo el cálculo matemático de aforos o de poblaciones futuras, si no también realizar estudios para saber si el agua en estudio es apta para el consumo humano, y de ser así, como podría influir en su población, para esto Maylle (2017), en su investigación titulada: “Diseño del Sistema de Agua Potable y su Influencia en la Calidad de Vida de la Localidad de Huacamayo – Junín 2017”, tuvo como objetivo general determinar la influencia del diseño del sistema de agua potable en la calidad de vida de los pobladores de la localidad de Huacamayo distrito de Perené provincia de Chancha mayo – Junín, obteniendo como resultados lo siguiente: La fuente

elegida para el proyecto es de tipo subterránea y tiene la disponibilidad para satisfacer la demanda de agua para el consumo humano en condiciones de cantidad, oportunidad y calidad. De acuerdo a los aforos obtenidos, comparados con la demanda de la población actual y futura se determinó que el caudal de la fuente denominada manantial Sharico tiene un rendimiento total de 1.16 l/seg. Es suficiente para cubrir la demanda de la población actual y futura. Al obtener suficiente cantidad de agua y estar apta para el consumo humano, los pobladores de la localidad de Huacamayo, mejorarán principalmente en su salud, ya que estarán libres de los parásitos y por ende de enfermedades gastrointestinales, también mejorará el rendimiento académico de sus niños y adolescentes, como también se mejorará la producción agrícola – ganadera, ya que los pobladores estarán con una mejor salud y ánimos para trabajar.

El centro poblado de Totorá no cuenta con un buen sistema de abastecimiento de agua, teniendo deficiencias en su línea de conducción, aducción y distribución, este sistema fue construido en el año 2006. El servicio de agua es limitado, solo pueden usarla hasta las 4 de la tarde, para luego cerrar la llave general y dejar que se almacene toda la noche, y así al día siguiente continuar con la misma rutina.

Cabe mencionar que hay muchas viviendas que no cuentan con este servicio y tienen que ir a las piletas a recibir agua para su consumo.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. EL AGUA

El agua es un compuesto formado por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, su fórmula molecular es H₂O.

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI 2018), en su informe técnico “Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico”, elaborado con los resultados de la Encuesta Nacional de Programas Presupuestales (ENAPRES), encuesta Nacional de Hogares (ENAHO), y los estudios realizados por las Naciones Unidas y la Organización Mundial de la Salud (OMS), nos informa que 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.

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.

Las fuentes de agua pertenecen al estado no al lugar ni al terreno donde se encuentre, si no para los que lo necesiten y es indispensable tramitar la fuente por La Autoridad Nacional del Agua (ANA), del Ministerio de Agricultura y Riego, de acuerdo a la Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos, es el ente rector y máxima autoridad técnico normativa del Sistema

Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, el cual es parte del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.

A través de ellas, se dirige y ejecuta el manejo de los recursos hídricos a nivel de cuencas de gestión; se aprueban estudios y obras de aprovechamiento de agua; se otorga derechos de uso de agua y autorizaciones de reúso de aguas residuales tratadas y de ejecución de obras; se vigila el uso de las fuentes de agua y se supervisa el cumplimiento del pago de retribución económica. Además, se realizan estudios, inventarios, monitoreos y la gestión de riesgos en glaciares, lagunas y fuentes de aguas subterráneas.

Es fundamental para todas las formas de vida conocidas. Las personas consumen agua potable y se denomina así al agua que se encuentra en condiciones aptas para el consumo humano según estándares de calidad, la cual llega a los hogares a través de conexiones domiciliarias.

Los recursos naturales se han vuelto escasos con la creciente población mundial y su disposición en varias regiones habitadas es la preocupación de muchas entidades municipales, a comparación de pocos años atrás las fuentes de agua tales como manantiales o riachuelos han disminuido e incluso desaparecido, esto nos lleva a una alarma colectiva y un cargo de conciencia para no desperdiciar el agua que nos da vida.

Existe muchas fuentes de agua las cuales se pueden captar para el consumo humano tales como:

- Fuente de río, riachuelo, arroyos
- Fuente de lagos, lagunas
- Fuente de manantial
- Fuente subterránea

- Fuente de galerías filtrantes

Existen además otras formas de fuentes hechas por el hombre para captar el agua tales como:

- Contenedor para agua de lluvia
- Atrapa niebla
- Glaciar artificial

Para que el agua sea apta para la digestión y agradable al paladar, es preciso tener en disolución algunos gases (aire, anhídrido carbónico, etc.) y sales (K, Na, Mg, etc.) generalmente sulfatos y carbonatos. Pero el exceso de estas sustancias o la hace no deseable al gusto y nocivas al organismo humano. Por esto para que un agua entre en la categoría de potable, además de ser limpia, incolora, sin partículas en suspensión, sin olor alguno, fresca y bien airada, debe carecer de nitritos, nitratos, sulfatos, materias orgánicas, amoníaco, y sobre todo no debe poseer algas blancas, infusorios y bacterias patógenas.

Para determinar si una fuente de agua es apta para el consumo humano se debe de realizar un análisis químico bacteriológico, y según los resultados se tomará la decisión, si tomar dicha fuente o se dejarla para otros usos.

2.2.2. AFORO DE AGUA

El Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), a través de la Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego (DGIARE), nos menciona que es necesario la medición de la cantidad de agua de las fuentes, para saber la cantidad de población para la que pueda alcanzar. El aforo es la operación de medición del volumen de agua en un tiempo determinada. Esto es el caudal que pasa por una sección de un curso de agua. El aforo se efectúa

cuando la fuente se encuentra en sus niveles mínimos para la determinación de los cálculos de diseño y asegurarnos que el agua se mantendrá a ese nivel todo el año.

Para zonas rurales, centros poblados la demanda de agua es poca, pero se debe de calcular exactamente para que alcance para todas las viviendas y no se desperdicie, generalmente hablamos de fuente de ríos pequeños, arroyos y manantiales.

2.2.2.1. Aforo en ríos

Una de las partes del ciclo hidrológico es la precipitación de agua en forma líquida o sólida, lluvia, nieve o granizo. Al llegar al terreno, una porción de esta precipitación circula sobre él, escorrentía superficial, y da lugar a la formación de barrancos, arroyos y ríos.

El aforo en ríos es un procedimiento que consiste en medir la corriente del río para conocer el caudal en los meses más críticos y poder asegurar que la fuente tiene la capacidad de abastecer los requerimientos de las comunidades sin dañar el ecosistema. Con este estudio también se puede garantizar el buen funcionamiento de las bombas, ya que éstas no pueden quedar en vacío o succionar aire por que se dañarían o en su defecto no funcionaría bien el sistema de bombeo y por ende no serán cubiertos los requerimientos de las comunidades en las condiciones más críticas (temporada de sequía). El mejor método para medir el caudal de agua en ríos es el del flotador, lo cual se detalla a continuación:

Método del flotador

Este método es el más sencillo, pero sólo permite estimar en forma aproximada el caudal. Se debe estimar la velocidad del agua y el área del canal.

Según Cherequé (1987), en su libro “Mecánica de Fluidos”, menciona que el Cálculo del caudal estimado se determina mediante la siguiente expresión matemática:

$$Q = F_c \times A \times (L/T)$$

Donde:

Q = es el caudal, en m³/s

L = es la longitud entre el Pto. A y B en metros

A = es el área, en m²

T = es el tiempo promedio en segundos

F_c = es el factor de corrección relacionado con la velocidad.

El valor de F_c se debe seleccionar de acuerdo al tipo de río o canal y a la profundidad del mismo, de acuerdo a los valores del siguiente cuadro:

Tabla 1
Determinación de Factor de Corrección F_c para cálculo de caudales por el método del Flotador

Tipo de fuentes	F _c
Canal revestido en concreto, profundidad del agua > 15	0.8
Canal en Tierra, profundidad del agua > 15 cm	0.7
Riachuelos profundidad del agua > 15 cm	0.5

Canales de tierra profundidad del agua < 15 cm.

0.25 – 0.5

El valor promedio obtenido del caudal de agua estudiada permitirá no sólo conocer el volumen de agua del que se dispone por unidad de tiempo, información importante a la hora de tomar decisiones sobre posibles proyectos de riego.

Para ello debemos seguir los siguientes pasos:

a) Primer Paso: Seleccionar el lugar adecuado.

Se selecciona en el río o canal un tramo recto y uniforme, de preferencia sin piedras grandes, ni troncos de árboles, en el que el agua fluya libremente, sin turbulencias, ni impedimentos, que sea recto y de sección transversal uniforme, cuya longitud de ser alrededor de 5 a 10 metros de largo, donde el agua escurra libremente. Midiendo con una wincha (ver Figura 1).



Figura 1. Medición del canal

En el tramo seleccionado ubicar dos puntos A (de inicio) y B (de llegada), en el que deberán colocar estacado en los extremos del canal o cauce, respectivamente. Marcar con alambre o cordel sobre el canal el inicio y el término del sector a medir.



Figura 2. Determinación de puntos de partida y llegada.

b) Segundo Paso: Medición del área del cauce o canal

Se divide el ancho del cauce o canal en tramos iguales pueden ser cada 10 a 40 cm según el ancho.



Figura 3. Medición del ancho del canal

Para determinar los puntos donde se medirá la altura del agua; en el ejemplo estos puntos están a 30 cm, realizar divisiones entre 25 y 40 cm y medir la profundidad del agua (ver Figura 4).

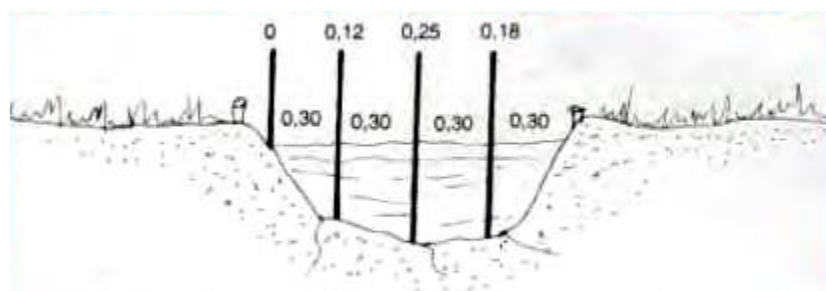


Figura 4. Medición de la altura del agua

Para ello se determina lo siguiente:

El ancho se divide en tramos iguales e siendo e_i y e_f diferentes por tener mayormente secciones trapezoidales.

De la figura 4, se tiene los datos medidos:

Tabla 2
Área de la sección media

Espacio	Metros	Profundidad	Cantidad	Área
e 0	0.0	h 0	0.0	0.0
e 1	0.3	h 1	0.12	0.018
e 2	0.3	h 2	0.25	0.0555
e 3	0.3	h 3	0.18	0.0645
e 4	0.0	h 4		0.027
e 5		h 5		
e 6		h 6		
Área total m ²				0.165

El área de la sección media es $A = 0.165 \text{ m}^2$

c) Tercer paso: Medición de la Velocidad del agua (V).

En el paso 1, determinamos la Longitud entre el punto A y B, para nuestro caso $L = 10.00 \text{ m}$.

Ahora procederemos a seguir las pautas de la Figura 5 al 7, repitiendo al menos 5 veces la medida del tiempo, que demora al flotador en recorrer los 10 metros. Se lanza el flotador al canal unos 3 metros antes del punto A



Figura 5. Preparación para el inicio de la medición

Cuando el flotador pasa por la línea del punto inicial A avisará con un grito al personal que se ubica en el punto de la línea B para que inicie el conteo a través de un cronómetro de tiempo.

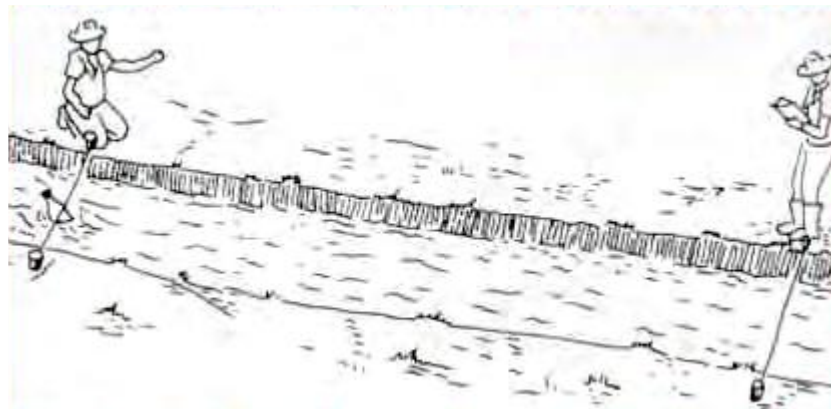


Figura 6. Inicio de la medición

Cuando el flotador pasa por la segunda medida, se termina de tomar el tiempo. Se recupera el flotador.



Figura 7. Fin de la medición.

Con el tiempo determinado se apunta en el cuaderno, esta acción se realiza mínimo 5 veces

Tabla 3
Cálculo de Tiempo promedio de recorrido del flotador:

Tiempo	Segundos
T1	69
T2	63
T3	66
T4	68
T5	65
Tiempo promedio (Tp)	66.20

Cálculo de la Velocidad $V = L / T_p$

$$V = \frac{10 \text{ (m)}}{66.20 \text{ (seg)}} = 0.15 \text{ m/s.}$$

$$66.20 \text{ (seg)}$$

Cálculo del Caudal Q:

$$Q = f_c \times A \times V$$

Considerando que la sección presenta un canal en tierra mayor de 15 cm de la Tabla 1, consideramos el valor de 0.7.

El $f_c = 0.7$

Reemplazando los valores calculados determinamos el caudal aforado.

$$Q = 0.7 \times 0.165 \text{ (m}^2\text{)} \times 0.15 \text{ (m/s)}$$

$$Q = 0.017 \text{ m}^3\text{/s}$$

$$Q = 17 \text{ lt/s}$$

2.2.2.2. Aforo en manantiales

Las fuentes subterráneas protegidas generalmente están libres de microorganismos patógenos y presentan una calidad compatible con los requisitos para consumo humano. Sin embargo, previamente a su utilización es fundamental conocer las características del agua, para lo cual se requiere realizar los análisis físico-químicos y bacteriológicos correspondientes.

Método volumétrico

La aplicación de este método es para determinar caudales de manantiales, es decir caudales pequeños, que en proyectos abastecimiento de agua se utiliza con frecuencia para esto se debe contar con un recipiente de volumen conocido que sea de forma regular para poder sacar el volumen, también se deberá de contar con un reloj o cronometro.

Este método se basa en medir el tiempo que demora en llenarse un balde de un volumen conocido. Al dividir la capacidad del balde (litros) por el tiempo empleado (segundos)

se obtiene el caudal en l/s, como se indica en la siguiente fórmula:

$$\text{Caudal (l/s) } Q = \frac{\text{Volumen del balde (litros)}}{\text{Tiempo que demora en llenarse (s)}}$$



Figura 8. Recojo en recipiente del agua en la captación

Para el cálculo del volumen de recipiente este debe de ser de forma cilíndrica o cónica para determinar más rápido el volumen almacenado, se puede realizar de dos formas:

- a) Conociendo el volumen del recipiente: si se tiene la medida del volumen del recipiente, ya sea 3 o 5 o 10 litros, se tendrá que ver el tiempo en el cual llena el recipiente a la medida que se sabe, para el cálculo del caudal, con la siguiente formula.

$$Q \text{ (l/s)} = \frac{V \text{ (volumen de recipiente en litros)}}{T \text{ (tiempo que demora en llena el recipiente en segundos)}}$$

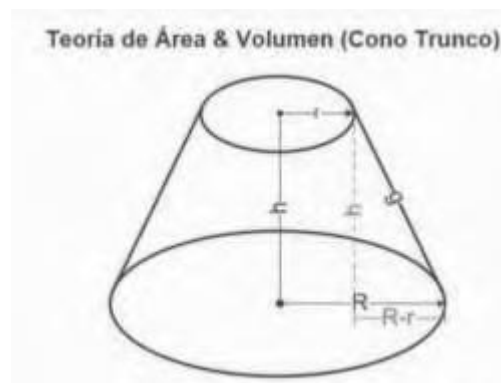


Figura 9. Medición del tiempo al llenado del recipiente en la captación

Para determinar el tiempo de llenado del recipiente se debe considerar como medición 5 mediciones a fin de determinar un tiempo promedio.

- b) Si no se conoce el volumen del recipiente: Cuando se tiene baldes y no se sabe cuánto es el volumen lo primero se debe determinar un tiempo fijo prudente ya sea 5, 10, 15 segundos, este tiempo debe permitir llenar la mitad o un poco más sin que el agua se rebalse, conociendo el tiempo nos toca determinar el volumen del recipiente que puede ser en su mayoría un cilindro o un cono, para esto tendremos que usar la siguiente fórmula:

$$\text{Vol} = 3.1416 \times h (R^2 + r^2 + Rr)$$



El procedimiento de llenado también se tiene que realizar 5 veces para obtener el promedio de agua recibido en un determinado tiempo, luego usar la fórmula para hallar el caudal.

2.2.3. POBLACIÓN DE DISEÑO

Es la cantidad de habitantes que se espera tener en una localidad al final del periodo de diseño del sistema de agua potable o alcantarillado.

Una vez fijada la vida útil de la obra, realizadas las investigaciones preliminares y la combinación de otros factores, se encuentra el determinar el desarrollo futuro que probablemente tendrá la población en estudio, considerando el incremento de habitantes, así como el tipo, número y magnitud de actividades.

La fuente de información más importante para obtener datos, son los censos levantados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), que se encarga de su programación y desarrollo.

2.2.3.1. Población

Para el RNE la población futura para el período de diseño considerado deberá calcularse:

- a) Tratándose de asentamientos humanos existentes, el crecimiento deberá ser acorde con el plan regulador y los programas de desarrollo regional si los hubiere; en caso de no existir éstos, se deberá tener en cuenta las características de la ciudad, los factores históricos, socio-económicos, sus tendencias de desarrollo y otros que se pudieren obtener.
- b) Tratándose de nuevas habilitaciones para viviendas deberá considerarse por lo menos una densidad de 6 hab/vivienda.

Para la R.S. N° 146-72- VI – D M del 8-3-72, nos dice:

a) La predicción de crecimiento de la población deberá estar perfectamente justificada de acuerdo a las características de la ciudad, sus factores socioeconómicos y su tendencia al desarrollo.

b) La población resultante para cada etapa de diseño debe coordinarse con las áreas, densidades del plano regulador respectivo y los programas de desarrollo regional.

2.2.4. CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA

Para Agüero (1997), en su libro “Agua Potable para Poblaciones Rurales: Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento”, el cálculo de la población futura se hará en base a índices adoptados del histórico crecimiento poblacional intercensal de la provincia a la que pertenece la localidad, como resultado del mismo análisis se adoptará el siguiente método de cálculo:

$$Pf = Pa (1+nt/100)$$

Donde:

Pf = Población futura

Pa = Población actual

n = % tasa de crecimiento

t = Período de años

Tabla 4
Perú: Tasas de crecimiento geométrico medio anual según INEI

Departamento	1995 - 2000	2000 - 2005	2005 - 2010	2010 - 2015
Perú	1.7	1.6	1.5	1.3
Sierra				

Ancash	1.0	0.9	0.8	0.7
Apurímac	0.9	1.0	1.0	1.0
Arequipa	1.8	1.7	1.5	1.3
Ayacucho	0.1	0.3	0.4	0.4
Cajamarca	1.2	1.2	1.1	0.9
Cusco	1.2	1.2	1.1	1.0
Huancavelica	0.9	1.0	0.9	0.9
Huánuco	2.0	1.8	1.7	1.6
Junín	1.2	1.2	1.0	0.9
Pasco	0.4	0.6	0.5	0.4
Puno	1.2	1.2	1.1	1.0

Fuente INEI

Según la superintendencia nacional de servicios de saneamiento, en el capítulo 3 de su norma técnica menciona:

- a) La predicción de crecimiento de la población deberá estar perfectamente justificada de acuerdo a las características de la ciudad, sus factores socioeconómicos y su tendencia al desarrollo.
- b) La población resultante para cada etapa de diseño debe coordinarse con las áreas, densidades del plano regulador respectivo y los programas de desarrollo regional.

2.2.5. OTROS MÉTODOS PARA ESTIMAR LA POBLACIÓN FUTURA

El medio más exacto para estimar la población futura, demanda la existencia de datos relacionados con cada variable involucrada: número de nacimientos, Muertes, migraciones. Sin embargo, esto no es posible siempre,

y la falta de tales datos obliga a los demógrafos a utilizar diferentes métodos de proyección.

La estimación de la población se obtiene aplicando los métodos existentes para el cálculo de la población en un tiempo deseado (intercensal o postcensal), sobre la base de la interpolación y la extrapolación de los datos censales.

2.2.5.1. Metodologías De Cálculo

Cada vez más, y con propósitos de planeamiento económico, social, político y comercial, usuarios de los diferentes ámbitos del quehacer nacional, demandan conocer la población total por edad y sexo, para determinar la capacidad potencial de consumidores, de mano de obra, de población estudiantil, etc. Cuando los encargados de hacer estas proyecciones inician su trabajo, se enfrentan al gran dilema de cuál metodología, se debe utilizar. Por tal motivo en este trabajo se examinará algunas de las metodologías utilizadas con mayor frecuencia para proyectar la población total.

Según Agüero (1997), en su libro “Agua Potable para Poblaciones Rurales: Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento”, menciona otros métodos matemáticos para el cálculo de la población futura, los cuales describimos a continuación:

2.2.5.2. Métodos Matemáticos

Los métodos matemáticos que se aplican en el cálculo de la población futura del país, se basan en ecuaciones que expresan el crecimiento demográfico en función del tiempo, dicho crecimiento medido y expresado en una tasa o en un porcentaje de cambio, se obtiene a partir de la observación o estimación del volumen poblacional en dos o más fechas del pasado reciente. Por lo general, los censos de población, realizados con un intervalo aproximado de diez años, permiten dicha medición. De otro modo es válido utilizar las tasas de crecimiento de otros países de características similares como referenciales. Una vez determinada la tasa o el volumen de crecimiento del pasado, se procede a extrapolar la curva de crecimiento que mejor se adecue a la tendencia observada o supuesta. Los métodos matemáticos que se aplican en el cálculo de la población futura del país, se basan en ecuaciones que expresan el crecimiento demográfico en función del tiempo. El uso de estos métodos tiene algunas de las siguientes limitaciones:

- a) Dificultad para establecer la función más adecuada que determine el comportamiento real de la población.
- b) No considera la estructura por edad de la población, según sexo y grupos de edad, y sus inter relaciones.
- c) Sólo sirven para proyectar a corto plazo.

A continuación, se describen cuatro métodos matemáticos para el cálculo de la población futura

Método Lineal (Aritmético):

El uso de este método para proyectar la población tiene ciertas implicancias. Desde el punto de vista analítico implica incrementos absolutos constantes lo que demográficamente no se cumple ya que por lo general las poblaciones no aumentan numéricamente sus efectivos en la misma magnitud a lo largo del tiempo. Por lo general, este método se utiliza para proporciones en plazos de tiempo muy cortos, básicamente para estimaciones hasta 20 años como máximo ya que la tasa de crecimiento varía cada cierto periodo.

$$N_t = N_0(1+r.t) \text{ ————— } \textcircled{1}$$

donde:

N_t y N_0 = Población al inicio y al final del período.

t = Tiempo en años, entre N_0 y N_t .

r = Tasa de crecimiento observado en el período.

Observación:

El método lineal, supone un crecimiento constante de la población, la cual significa que la población aumenta o disminuye en el mismo número de personas.

Método Geométrico o Exponencial.

Un crecimiento de la población en forma geométrica o exponencial, supone que la población crece a una tasa constante, lo que significa que aumenta proporcionalmente lo mismo en cada período de tiempo, pero en número absoluto, las personas aumentan en forma creciente. El crecimiento geométrico se describe a partir de la siguiente ecuación:

$$N_t = N_0(1 + r)^t \text{ ————— } \textcircled{2}$$

Donde:

N_t y N_0 = Población al inicio y al final del período.

t = Tiempo en años, entre N_0 y N_t .

r = Tasa de crecimiento observado en el período.

Y puede medirse a partir de una tasa promedio anual de crecimiento constante del período; y cuya aproximación aritmética sería la siguiente:

$$r = \left(\frac{N_t}{N_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \text{ ————— } \textcircled{2'}$$

Donde:

$1/t$ = Tiempo inter censal invertido. La ecuación que expresa el crecimiento exponencial es:

$$N_t = N_0 \cdot e^{r \cdot t} \text{ ————— } \textcircled{3}$$

Donde:

" r " es la tasa de crecimiento instantánea y su cálculo es el siguiente:

$$r = \frac{\text{Log} \left[\frac{N_t}{N_0} \right]}{t (\log e)} \text{ ————— } \textcircled{3'}$$

Donde:

N_t y N_0 = Población al inicio y al final del período respectivamente.

t = Tiempo en años

$$\log e = 0.434294$$

La diferencia conceptual entre estas dos curvas es que en el primero (crecimiento geométrico), el tiempo se toma como una variable discreta, mientras que en el segundo (crecimiento exponencial) es una variable continua y en tal sentido la tasa de crecimiento diferirá en los dos modelos; en el primero estaría midiendo la tasa de crecimiento entre puntos en el tiempo que estarían igualmente espaciados y en el segundo medirá la tasa instantánea de crecimiento.

Sin embargo en la medida en que el período del tiempo considerado se haga más pequeño, las dos ecuaciones serán más parecidas hasta el punto que la ecuación geométrica tiende a la exponencial, cuando el período de tiempo tiende a cero.

Observación: A medida que el tiempo se aleja, la curva exponencial, supone un crecimiento más rápido de la población, comparando con los otros modelos, pero a períodos cortos, la geométrica puede superar a la exponencial en cuanto a la tasa de crecimiento, ésta va incrementándose con el tiempo.

Método Parabólico:

En los casos en que se dispone de estimaciones de la población referidas a tres o más fechas pasadas y la tendencia observada no responde a una línea recta, ni a una curva geométrica o exponencial, es factible el empleo de una función polinómica, siendo las más utilizadas las de segundo o tercer grado. Una parábola de segundo grado puede calcularse a partir de los

resultados de tres censos o estimaciones. Este tipo de curva no sólo al ritmo medio de crecimiento, sino también al aumento o disminución de la velocidad de ese ritmo. La fórmula general de las funciones poli nómicas de segundo grado es la siguiente:

$$N_t = a + b t + c t^2 \quad \text{—————} \textcircled{4}$$

Donde:

t = Es el intervalo cronológico en años, medido desde fecha de la primera estimación.

Nt = Es el volumen poblacional estimado t años después de la fecha inicial.

a,b,c= Son constantes que pueden calcularse resolviendo la ecuación para cada uno de las tres fechas censales o de estimaciones pasadas.

Al igual que en la aplicación de la curva aritmética o geométrica, el empleo de una curva parabólica puede traer problemas si se extrapola la población por un período de tiempo muy largo, pues, los puntos llegan a moverse cada vez con mayor rapidez, ya sea en un sentido ascendente o descendente.

Ello puede conducir a que en un período futuro lejano se obtenga valores de la población inmensamente grandes, o muy cercanos a cero.

Método de Extensión Gráfica:

Con los datos censales se forma una gráfica en donde se sitúan los valores de los censos en un sistema de ejes rectangulares en

el que las abscisas(x), representan los años de los censos y las ordenadas (y) el número de habitantes. A continuación, se traza una curva media entre los puntos así determinados, prolongándose a ojo esta curva, hasta el año cuyo número de habitantes se desea conocer.

2.2.6. DEMANDA DE AGUA

Los principales factores que afectan el consumo de agua son: el tipo de comunidad, factores económicos y sociales, factores climáticos y tamaño de la comunidad.

2.2.6.1. Determinación de la dotación

Considerando los factores que determinan la variación de la demanda de consumo de agua en las diferentes localidades rurales; se asignan las dotaciones en base al número de habitantes y al as diferentes regiones del país.

Tabla 5
Dotación por números de habitantes

POBLACIÓN	DOTACIÓN
(habitantes)	(l/hab/día)
Hasta 500	60
500 - 1000	60 - 80
1000 - 2000	80 - 100

Fuente: Ministerio de Salud

Otras consideraciones importantes es que si la población cuenta con alcantarillado se tomara de dotación 100 por los servicios utilizados. Para esta investigación se tomó la dotación de 80 ya que se construirá letrinas con arrastre hidráulico.

2.2.6.2. Variaciones periódicas

Para suministrar eficientemente agua a la comunidad, es necesario que cada una de las partes que constituyen el sistema satisfaga las necesidades reales de la población; diseñando cada estructura de tal forma que las cifras de consumo y variaciones de las mismas, no desarticulen todo el sistema, sino que permitan un servicio de agua eficiente y continuo. La variación del consumo está influenciada por diversos factores tales como: tipo de actividad, hábitos de la población, condiciones de clima, etc.

Consumo promedio diario anual (Qm)

El consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, expresada en litros por segundo (Vs) y se determina mediante la siguiente relación:

$$Q_m = \frac{P_f \cdot D}{864000}$$

Qm = Consumo promedio diario

(l / s)

Pf = Población futura

D = Dotación (l / hab / día)

Consumo máximo diario (Q_{md}) y horario (Q_{mh})

El consumo máximo diario se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año; mientras que el consumo máximo horario, se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo.

Para el consumo máximo diario (Q_{md}) se considerara entre el 120% y 150% del consumo promedio diario anual (Q_m), recomendándose el valor promedio de 130%.

$$Q_{md} = k_1 Q_m \quad Q_{mh} = k_2 Q_m$$

Donde:

Q_m = Consumo promedio diario

(1/s)

Q_{md} = Consumo máximo diario

(1/s)

Q_{mh} = Consumo máximo

horario (1/s)

K_1, K_2 = Coeficientes de

variación

El valor de K_1 para poblados rurales varía entre 1.2 y 1.5; y los valores de k_2 varían desde 1 hasta 4. (Dependiendo de la población de diseño y de la región).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE ESTUDIO

Tal como señala Sánchez y Reyes (2002), el tipo de la investigación fue de tipo aplicada, llamada también constructivista o utilitaria, la cual se interesa por su interés en la aplicación de los conocimientos teóricos a determinada situación concreta y las consecuencias prácticas que de ella deriven. Además busca conocer para hacer, para actuar, para construir, y para modificar.

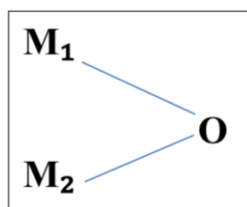
3.2. NIVEL DE ESTUDIO

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) el nivel de estudio fue descriptivo, ya que este “busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren”.

Se desarrolla un proceso y una secuencia racional de factores y acciones a llevar a cabo para la evaluación de la demanda de agua con el caudal de la fuente, desde el punto de vista de las obras de regulación y técnicas aplicativas, y ser parte de un estudio teórico que permite al investigador desarrollar y elaborar una metodología de evaluación más coherente para la toma de decisiones en el proyecto.

3.3. DISEÑO DEL ESTUDIO

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el diseño de estudio es descriptivo comparativo, es decir considera dos o más investigaciones descriptivas simples, para luego comparar los datos recogidos.



M₁: Muestra 1 con quien(es) vamos a realizar el estudio.

M₂: Muestra 2 con quien(es) vamos a realizar el estudio.

O: Información (observaciones) relevante o de interés que recogemos de la muestra

3.4. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

Según Abanto (2013). Las técnicas son procedimientos sistematizados, operativos que sirven para la solución de problemas prácticos. Las técnicas deben ser seleccionadas teniendo en cuenta lo que se investiga, porqué, para qué y cómo se investiga.

Para el recojo de datos se utilizó la técnica de la observación científica, que, según Barriga (2008), es un proceso sistemático, deliberado y selectivo por el cual un investigador obtiene información relativa a una situación problema; es fundamental en la investigación y proporciona una representación de la realidad en la que el objetivo fundamental de la observación es la descripción y la comprensión de grupos y colectivos (culturales, profesionales, religiosos, etc.) por medio de las vivencias y fenómenos protagonizados por los participantes en el estudio.

Tal como señala Pino, (2007). “El instrumento es el mecanismo que utiliza el investigador para recolectar y registrar la información” (p. 67). En la presente investigación se utilizó el instrumento de la ficha de observación sobre los niveles de desarrollo de la competencia argumentativa escrita.

Permitió recabar información a partir del contacto directo con el objeto de investigación como son:

- Cuestionario de la fuente de agua: Nos permite ver la variación de agua y su comportamiento de la fuente
- Padrón de beneficiarios realizado en campo: Nos permite dar un dato real y confiable de la magnitud de nuestro proyecto.

- Aforo de manantial: Este resultado nos permite ver la magnitud de agua a usar, también ver si cuenta con las características necesarias para que sea una fuente confiable para el consumo.

Para sacar estos datos de campo se tendrá que usar los siguientes instrumentos:

- Cuaderno de apuntes
- Hoja de padrón de beneficiarios o cuaderno de actas
- Recipiente para el aforo
- Cronometro o reloj

3.4.1 Procesamiento de datos e información:

Contando con algunos datos obtenidos de campo podemos desarrollar el procesamiento de la información para los cálculos respectivos de la demanda de agua para ello se tendrá que contar con una hoja de cálculo donde este todas las fórmulas para hallar la demanda de agua.

Para ello necesitaremos los siguientes materiales

- Hoja de cálculo

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL INFORME

4.1. RESULTADOS

Los resultados que se presentan a continuación, corresponden a los datos obtenidos mediante la aplicación de los instrumentos, los cuales ayudaron a identificar la variación de agua y su comportamiento en la fuente, también se determinó la información general de los pobladores, como la cantidad actual. Por otro lado, corresponde al cálculo de aforo del manantial y el cálculo de la población futura.

En este capítulo se puede apreciar de forma más detallada los resultados obtenidos en campo para determinar si el agua aforado es suficiente para dotar de agua a la comunidad de Totorá según la demanda de agua calculada. También se realiza una interpretación de dichos resultados o bien los análisis de los

mismos, para la toma adecuada de decisiones y realizar los cambios que promuevan el mejor funcionamiento del sistema.

Obra:

Para el mejor desarrollo del presente informe tomaremos como muestra el expediente técnico denominado “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y saneamiento básico en las localidades de Totora, Pachahuasi, machacuay y Lanza Distrito de Ahuaycha – Taayacaja – Huancavelica”

Resultado de la población:

Se tomó la muestra de la localidad de Totora, en la cual se realizó la visita a campo, previa coordinación con las autoridades, en el lugar se desarrolló el padrón de beneficiarios, dando como resultado de 240 habitantes y 63 tomas de agua entre viviendas, y centros educativos.



Figura 10. Imagen de la reunión con la población de Totora

El centro poblado Totora cuenta con un manantial llamado “llamapuquio” que fueron aprobados por INACAL (Instituto Nacional de Calidad) y sus resultados fueron aptos para el consumo humano siendo los resultados:

Descripción de la muestra	Determinaciones			
	Turbidez	Conductividad Eléctrica a 25 °C	pH ^ƒ	Sólidos Suspendidos Totales
	N.T.U.	µmhos/cm	Unidades	mg/L
Captación Manantial Llamapuquio	2,30	325,0	7,1	65

Descripción de la muestra	Determinaciones			
	Dureza Total	Sulfatos	Cloruros	Nitratos
	mgCaMgCO ₃ /L	mgSO ₄ /L	mgCl ⁻ /L	mgNO ₃ ⁻ -N/L
Captación Manantial Llamapuquio	105,0	30,0	15,0	6,0

Descripción de la muestra	Determinaciones			
	Amoniaco	DQO	Aluminio [§]	Antimonio [§]
	mgNH ₃ /L	O ₂ mg/L	mgAl/L	mgSb/L
Captación Manantial Llamapuquio	0,02	3,0	< 0,001	< 0,001

Descripción de la muestra	Determinaciones			
	Cobre [§]	Cromo [§]	Hierro [§]	Manganeso [§]
	mgCu/L	mgCr/L	mgFe/L	mgMn/L
Captación Manantial Llamapuquio	0,001	< 0,001	0,03	< 0,001

Descripción de la muestra	Determinaciones			
	Mercurio [§]	Plomo [§]	Níquel	Uranio [§]
	mgHg/L	mgPb/L	mgNi/L	mgU/L
Captación Manantial Llamapuquio	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Descripción de la muestra	Determinaciones		
	Zinc [§]	*Coliformes Totales	*Coliformes Fecales ⁽¹⁾
	mgZn/L	NMP/100mL	NMP/100mL
Captación Manantial Llamapuquio	0,15	50,0	20,0

Siendo los límites de detección:

Determinación	unidades	L. D. M.
Sulfatos	mgSO ₄ ²⁻ /L	2,5
Nitratos	mgNO ₃	0,003
Dureza Total	mgCaCO ₃ /L	1,3
Cloruros	mg Cl ⁻ /L	2,6
Turbidez	NTU	0,10
Conductividad Eléctrica a 25°C	µmhos/cm	£ 0,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg	△0,5
Berilio	mg/L	0,00001
Boro	mg/L	0,00092
Aluminio	mg/L	0,17
Cromo	mg/L	0,00105
Manganeso	mg/L	0,00021
Hierro	mg/L	0,00254
Níquel	mg/L	0,00050
Cobre	mg/L	0,00061
Zinc	mg/L	0,00473
Arsénico	mg/L	0,00063
Cadmio	mg/L	0,00248
Antimonio	mg/L	0,00004
Mercurio	mg/L	0,00004
Plomo	mg/L	0,00014
Uranio	mg/L	0,00001

Luego de verificar que el agua brindada por la captación es apta para el consumo humano, se procedió a calcular el aforo en sus dos salidas y cada una con 5 pruebas diferentes, para así poder hallar el promedio real de aforo. Se tuvo una captación en mal estado pero se realizó el estudio correspondiente. Se tuvo los siguientes resultados:

Resultado del aforo:

Teniendo los resultados del padrón nos dirigimos al manantial donde se encuentra la captación existente.

Para hallar el caudal in-situ usamos el método volumétrico ya que se encuentra ya construido la captación, para ello usamos un balde de un volumen conocido y un cronometro para determinar el tiempo de llenado.



*Figura 11.*Imagen del aforo de agua con método volumétrico

Tabla 6
Muestras de captación 1, salida 1 y 2

**CAPTACIÓN 01 -
SALIDA 1**

MUESTRA	VOLUMEN DE RESIP.		TIEMPO	CAUDAL	Q.	
					PROMEDIO	
M-1	0.015	M3	7.00 s	0.214 lt/s	0.204	lt/s
M-2	0.015	M3	8.00 s	0.188 lt/s		lt/s
M-3	0.015	M3	8.00 s	0.188 lt/s		lt/s
M-4	0.015	M3	7.00 s	0.214 lt/s		lt/s
M-5	0.015	M3	7.00 s	0.214 lt/s		lt/s
ÁREA DE CANAL PROMEDIO					0.20	lt/s

**CAPTACIÓN 01 -
SALIDA 2**

MUESTRA	VOLUMEN DE RESIP.		TIEMPO	CAUDAL	Q.	
					PROMEDIO	
M-1	0.015	M3	7.00 s	0.214 lt/s	0.199	lt/s
M-2	0.015	M3	8.00 s	0.188 lt/s		lt/s
M-3	0.015	M3	7.00 s	0.214 lt/s		lt/s
M-4	0.015	M3	9.00 s	0.167 lt/s		lt/s
M-5	0.015	M3	7.00 s	0.214 lt/s		lt/s
ÁREA DE CANAL PROMEDIO					0.20	lt/s

CÁLCULOS:

CAUDAL DE AFORO

0.40

LTS/SEG

Los resultados del aforo son de 0.4 ls/s. de una captación de dos salidas cada una de 20lt/s, se usó un recipiente de 0.015 m³ el promedio de tiempo de llenado fue de 0.2 s.

Después del aforo nos llevamos una muestra de agua en un recipiente esterilizado para su análisis físico bacteriológico.



Figura 12. Imagen donde se muestra el recojo del agua para su análisis físico bacteriológico

Resultado de la demanda de agua:

Teniendo los datos necesarios procedemos al cálculo de la demanda de agua para ello usamos una hoja de cálculo con las fórmulas planteadas donde ingresamos los datos recogidos y comenzamos a ver los resultados:

1. Población actual: 240 habitantes
2. Periodo de diseño: 20 años
3. Coeficiente de crecimiento: 12

Tabla 7
Coeficiente de crecimiento lineal por departamento (r)

DEPARTAMENTO	CRECIMIENTO ANUAL POR MIL HABITANTES (r)	DEPARTAMENTO	CRECIMIENTO ANUAL POR MIL HABITANTES (r)
Piura	30	Cusco	15
Cajamarca	25	Apurímac	15
Lambayeque	35	Arequipa	15
La Libertad	20	Puno	15
Ancash	10	Moquegua	10
Huánuco	25	Tacna	40
Junín	20	Loreto	10
Pasco	25	San Martín	30
Lima	25	Amazonas	40
Huancavelica	12	Ica	32

Fuente: ministerio de salud

Coeficiente de crecimiento (r) = 12

1. Población futura:

Para el cálculo usaremos el método aritmético (lineal) ya que nos da un resultado más preciso con datos reales.

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{rt}{1000} \right)$$

Pa = población actual

rt = coeficiente de crecimiento en el tiempo

Resultado:

Pf = 298 habitantes

2. Dotación:

La dotación usaremos 80 ya que no existe saneamiento básico y solo se pretende usar letrinas

$$Q_m = \frac{P_f \cdot D}{864000}$$

3. Consumo promedio diario anual: **$Q_m = 0.28$**

4. Consumo máximo diario (Q_{md}): $Q_{md} = k_1 Q_m$ donde $K_1=1.3$
 $Q_{md} = 0.36$

De los resultados obtenemos que el aforo es de 0.4 lt/s y nuestra demanda es de 0.36 esto nos indica que el manantial abastecerá por 20 años a la población futura del centro poblado de Totorá, distrito de Ahuaycha, provincia de Tayacaja, región Huancavelica.

4.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- A fin de determinar el método adecuado a usar en campo para comprobar si la demanda de agua encontrada satisface a la población futura del centro poblado de Totorá, distrito de Ahuaycha, provincia de Tayacaja, región Huancavelica, podemos indicar que es el método aritmético el que nos proporciona valores más reales en comparación con los otros métodos.
- Para la establecer la demanda futura de agua potable en el Centro Poblado de Totorá, distrito de Ahuaycha, provincia de Tayacaja, Región Huancavelica. El periodo de diseño lo ponemos de 20 años ya que es un estándar de vida útil, considerando que las tuberías y los accesorios comienzan a tener fallas por el uso, para la determinación del coeficiente de crecimiento se optó por tomar como fuente del ministerio de salud ya que la fuente del INEI llega hasta el año 2015 si se decide tomar esta fuente no variará mucho los resultados dando la demanda a 0.34 l/s y con lo calculado 0.36l/s. La dotación de 80 es por usar letrinas en este proyecto si, solo se realizaría el sistema de agua se tomaría el dato de 60 según la tabla del

ministerio de salud, y si se haría con alcantarillado usaríamos 100 ya que la demanda sube según el uso de agua. Por lo tanto, el caudal máximo diario es de 0.36 este resultado se debe al coeficiente de variación K1 en la cual tomamos 1.3 esto porque es una zona rural, aumentará en el caso de una zona urbana.

- Para cuantificar la oferta actual de agua potable en el Centro Poblado de Totorá, distrito de Ahuaycha, provincia de Tayacaja, Región Huancavelica, los resultados del aforo de 0.4 fue obtenida de 5 muestras para que sea más exacta la medición esto en época de estiaje, aparte se tuvo que consultar si el agua que sale de este matinal baja, sube o se mantiene su nivel. Para los resultados nos indicaron que se mantenía siempre la misma cantidad.
- Para calcular el resultado del balance oferta-demanda de agua potable en el Centro Poblado de Totorá, distrito de Ahuaycha, provincia de Tayacaja, Región Huancavelica, el análisis final es que siempre el caudal máximo diario (Qmd) tiene que ser mayor que el aforo para que nos garantice el agua para todo nuestro periodo de diseño en nuestro caso 0.4 del manantial es mayor a 0.36 que es el Qmd, por lo que asumimos que la fuente nos garantiza que el agua nos durará hasta nuestro periodo de diseño planteado.

CONCLUSIONES

1. Se determinó el uso de la población futura con el método aritmético probando que es más exacto por brindarnos datos reales, siendo también un promedio de los demás métodos conocidos.
2. Para el cálculo de la oferta de caudal, este se realizó con el método volumétrico por contar con una captación existente, teniendo como caudal 0.40 lts/s, este caudal sirve para la dotación de agua potable a la población.
3. La demanda de agua potable se realizó en función de la estimación de la población futura tomando como tasa de crecimiento la información del INEI, esta demanda tendrá que ser satisfecha por el sistema de agua potable a desarrollar.
4. El cálculo del balance oferta-demanda de agua potable en sitio, nos permite tomar decisiones claras y brindar mejor respuesta a los pobladores ya que si llegaría a faltar nuestro caudal de diseño se tendría que buscar otro ojo de agua o buscar otra solución de inmediato.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los proyectistas y consultores de expedientes técnicos de agua potable, conocer el tipo de fuente de agua que existe en la localidad ya sea de río, lago, manantial, subterránea para poder llevar las herramientas necesarias y ver el método a usar para su cálculo.
2. Se recomienda a los proyectistas y consultores de expedientes técnicos de agua potable, tomar en consideración el incremento socio cultural de la población y si este es acorde a lo que indican los resultados de INEI, en caso la diferencia fuera de más de un 25% se podría justificar el incremento de la dotación.
3. Se recomienda a los proyectistas y consultores de expedientes técnicos de agua potable revisar si la fuente de agua considerada, ya se encuentra registrada por otra población en el ANA, si no lo fuera se tiene que realizar de inmediato los trámites necesarios para registrar la fuente para el uso de la zona en proyecto.
4. Se recomienda a los proyectistas y consultores de expedientes técnicos de agua potable contar también con los resultados químicos bacteriológicos del agua para poder tomar la fuente con seguridad, si no se tuviera se tendrá que ver las propiedades básicas del agua según su olor, color y sabor, y si es apropiado llevarlo al laboratorio de lo contrario buscar otra fuente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- VIERRENDEL; “ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO”
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO ; “MANUAL DE MEDICION DE AGUA” PERÚ, 2014
- CEDEX MANUAL, CAUDALES EN RIOS. INSTRUMENTOS DE MEDIDA Y REDES.1987
- BOLETÍN INEI, “PERU FORMAS DE ACCESO AL AGUA Y SANIAMIENTO BÁSICO” PERÚ, 2018
- A. REGAL “ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO” PERÚ, 2008
- TESIS “DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES SANTA FE Y CAPACHAL, PÍRITU, ESTADO ANZOÁTEGUI, PERTO LA CRUZ 2009
- WENDOR CHEREGE “MECANICA DE FLUIDOS” PERU 1987

ANEXOS