

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“EVALUACIÓN DE LA DOTACIÓN PER-CÁPITA PARA EL
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA
POBLACIÓN CONCENTRADA DEL DISTRITO DE
VILAVILA – LAMPA – PUNO”**

**TESIS:
PRESENTADO POR EL BACHILLER:
JOSE LUIS TISNADO PUMA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÍCOLA
PUNO – PERU**

2014

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

“EVALUACIÓN DE LA DOTACIÓN PER- CÁPITA PARA EL
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA POBLACIÓN
CONCENTRADA DEL DISTRITO DE VILAVILA – LAMPA – PUNO”

TESIS

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

JOSE LUIS TISNADO PUMA

PRESENTADO A LA COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA AGRÍCOLA, COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

<i>PRESIDENTE</i>	:	 <hr/> Ing. Edilberto Huaquisto Ramos.
<i>PRIMER MIEMBRO</i>	:	 <hr/> Ing. Edilberto Velarde Coaquira.
<i>SEGUNDO MIEMBRO</i>	:	 <hr/> Ing. Aleides Héctor Calderón Montalico.
<i>DIRECTOR DE TESIS</i>	:	 <hr/> M.Sc. Ing. Roberto Alfaro Alejo
<i>ASESOR DE TESIS</i>	:	 <hr/> Ing. José Alberto Limache Rivas



PUNO – PERU
2014

ÁREA : Ingeniería y Tecnología
TEMA: Saneamiento rural
LÍNEA: Ingeniería de Infraestructura Rural

DEDICATORIA

Me gustaría dedicar esta tesis a mis padres: Julio cesar y María ,también a mi hermano Julio ; por estar siempre en los momentos más importantes de mi vida y apoyarme en mi formación profesional.

A mis compañeros de la universidad donde tuve la dicha de tener al mejor grupo de amigos entre ellos: Miguel Cori, Chistian zapana y Marco Apaza.

AGRADECIMIENTO

- *A todas las familias de la localidad de Vilavila que colaboraron en el presente trabajo de investigación.*
- *Al director y asesor de la presente tesis: M.Sc. Ing. Roberto Alfaro Alejo y José Alberto Limache Rivas por sus buenos aportes y consejos en la culminación del presente trabajo de investigación.*
- *A los miembros del Jurado: Ing. Edilberto Huaquisto Ramos, Ing. Edilberto Velarde Coaquira y al Ing. Alcides Héctor Calderón Montalico ; por sus buenas orientaciones en la culminación de la presente tesis.*
- *A la Universidad Nacional del Altiplano mediante la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola por habernos brindado conocimientos y formarnos como futuros profesionales.*

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, OBJETIVOS, JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES	
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo general.	
1.2.2. Objetivos específicos.	3
1.2. Justificación	
1.3. Antecedentes.	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO, MARCO CONCEPTUAL E HIPÓTESIS	
2.1. Marco teórico	5
2.1.1. Técnicas de muestreo	
2.1.2 Cifras de consumo de agua	7
2.1.3 Factores que afectan el consumo de agua	12
2.1.3.1 Número de habitantes y tipos de comunidad	
2.1.3.2 Nivel socioeconómico de los habitantes	14
2.1.3.3 Condiciones climáticas	15
2.1.3.4 Pérdidas y desperdicios	
2.1.3.5 Factores inherentes al servicio	16
2.1.3.6 Medición y plan tarifario	
2.1.4 Reglamento nacional de edificaciones – Os .100	
2.1.4.1 Dotación de agua	
2.1.4.2 Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable	17
2.1.4.2.1 Sistemas de agua potable en el área urbana y rural	
2.1.5 Selección de la fuente y características	19
2.1.5.1 Fuentes de abastecimiento	20
2.1.5.2 Tipos de fuentes de agua	
2.1.5.3 Selección del tipo de fuente	21

2.1.5.4	Cantidad de agua	
2.1.6	Población	22
2.1.6.1	Cálculo de población futura, métodos diversos	22
2.1.6.2	Periodo de diseño	26
2.1.6.3	Periodo de diseño según (RNC)	
2.1.7	Variaciones periódicas	
2.1.7.1	Consumo promedio diario anual	27
2.1.7.2	Consumo máximo diario y horario	
2.1.7.3	Dotación.	28
2.1.8	Obras de captación	29
2.1.8.1	Tipos de captación	
2.1.9	Línea de conducción	31
2.1.9.1	Cálculo y diseño hidráulico.	32
2.1.10	Reservorio de almacenamiento.	33
2.1.11	Diseño hidráulico	
2.1.12	Red de distribución	34
2.2.	Marco conceptual	36
2.2.1	Términos estadísticos	
2.3	Hipótesis	41
2.3.1	Hipótesis general.	
2.3.2	Hipótesis específicos.	
 CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS		
3.1.	Materiales	42
3.2	Población y muestra	
3.2.1	Población	
3.2.2	Muestra	43
3.3	Método de muestreo y recopilación de datos	
3.4	Construcción del marco muestral	44
3.5	Método de estimación utilizado	
3.5.1	Estimadores	
3.5.1.1	Estimación del consumo medio de agua	

3.5.2 Pasos de la prueba de hipótesis	46
3.6 Método de tratamientos de datos y análisis.	47
3.7 Operacionalización de variables.	
3.8 Matriz de consistencia	
3.9 Elaboración de documentos.	
3.9.1 Elaboración de la cédula de encuestas	48
3.9.2 Hoja de presentación a la vivienda	
4.0 Trabajo de campo.	50
4.1 Visita de reconocimiento y verificación	
4.1.1 Personal que ejecutó la encuesta	
4.2 Determinación del consumo de agua por vivienda	
5.0 Estudio del sistema de abastecimiento de agua potable.	
5.1 Fuentes existentes	
5.1.2 Estudio de las fuentes de abastecimiento	
5.1.3 Cálculo de población futura.	51
5.1.4 Cálculo del consumo promedio diario anual (qm).	
5.1.5 Consumo máximo diario (qmd) y horario (qmh).	
5.1.6 Captación.	52
5.1.6.1 Calculo de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda (l).	
5.1.6.2 Ancho de pantalla (b)	
5.1.6.3 Altura de la cámara húmeda (ht)	
5.1.7 Línea de conducción.	53
5.1.7.1 Trazado y nivelación.	
5.1.8 Cálculo y diseño hidráulico.	
5.1.9 Capacidad del reservorio	55
5.1.9.1 Diseño hidráulico	
5.2 Red de distribución	
 CAPÍTULO IV: CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN	
4.1 Localidad del experimento.	56
4.1.1 Límites del distrito	
4.1.2 Extensión:	

4.1.3	Altitud	57
4.1.4	Vías de comunicación	
4.2.	Características climáticas de la zona en estudio	58
CAPÍTULO V: EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS		
5.1	Construcción del marco muestral	59
5.2	Tamaño de la muestra	61
5.3	Viviendas encuestadas	62
5.4	Estimadores utilizados	
5.5.1	Calculo de la media muestral	
5.5.1.1	Calculo de la media muestral para la época de verano e invierno	
5.5.2	Desviación típica	64
5.5.3	Varianza.	65
5.5.4	Coefficiente de variación	66
5.5.5	Estimación de z_c	
5.5	Dotación per cápita de agua	
5.6	Prueba de hipótesis	67
6.	Resumen del análisis estadístico	68
6.1	Consumo promedio de agua	
6.2	Variaciones del consumo de agua mensual.	
6.3	Resumen: media muestral, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación	69
7.	Análisis de la situación actual del consumo de agua de la localidad vilavila	70
7.1	Aspecto socio económicos	
7.2	Situación del agua	72
7.3	Información sobre la vivienda	75
8.	Propuesta para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el distrito de vilavila – lampa	77
8.1	Situación actual de la infraestructura.	78
8.1.1	Captación	
8.1.2	Cámara rompe presión	

8.1.2 Línea de aducción	79
8.1.3 Reservorio	80
9. CONCLUSIONES	81
10. RECOMENDACIONES	82
11. BIBLIOGRAFÍA	83

LISTADO DE FIGURAS Y CUADROS

Fig. N° 02: Diagrama de barras	38
Fig. N° 03: Diagrama de barras de dispersión	38
Fig. N° 01: Variación de consumo medio	28
Fig. N° 04: Mapa del departamento de Puno	58
Fig. N°5: Mapa de ubicación provincial distrital	59
Fig. N°6: Situación actual de la captación	80
Fig. N°7: Situación actual de la cámara rompe presión	81
Fig. N°8: Situación actual del reservorio	82
Cuadro N° 0 1: Consumo de agua domestico	11
Cuadro N° 02: Dotación por número de Habitantes.	29
Cuadro N° 03: Dotación por región	
Cuadro N° 04: Cuadro de Presiones	32
Cuadro N° 05: Infraestructura vial	58
Cuadro N° 06: Construcción del marco muestral	62
Cuadro N° 07: Número de viviendas encuestadas	64
Cuadro N° 08: Consumo promedio de agua	70
Cuadro N° 09: Variaciones del consumo de agua mensual	71
Cuadro N° 10 y 11: Resumen: Media muestral, varianza, desviación. estándar y coeficiente de variación	72

ANEXO.

CUADRO N° 12: Cuadro Consolidado de consumo de agua	
CUADRO N° 13: Cuadro Consolidado de encuestas	
CUADRO N° 14: Cálculos de diseño	
CUADRO N° 15: Calculo de demanda de agua	
CUADRO N° 16: Diseño de captación de manante de ladera	
CUADRO N° 17: Calculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda	
CUADRO N° 18: Calculo del ancho de la pantalla	
CUADRO N° 19: Calculo de la altura de la cámara húmeda	
CUADRO N° 20: Calculo de la canastilla	
CUADRO N° 21: Calculo de rebose y limpieza	
CUADRO N° 22: Calculo de volumen del reservorio	
CUADRO N° 23: Línea de conducción	
CUADRO N° 24: Red de distribución:	
GRAFICO N° 01: Consumo promedio mensual de la época de verano	65
GRAFICO N° 02: Consumo promedio mensual de la época de invierno	66
GRAFICO N° 03: consumo de agua medio desde Enero a Diciembre	70
GRAFICO N° 04: N° de personas que conforman la familia	72
GRAFICO N° 05: Representante de la familia	73
GRAFICO N° 06: ingreso promedio mensual personal	
GRAFICO N° 07: ingreso promedio mensual familiar	
GRAFICO N° 08: Actividad a la que se dedica	74
GRAFICO N° 09: Formas de abastecimiento de agua	

GRAFICO N° 10: Distancia del acarreo de agua a la vivienda.	75
GRAFICO N° 11: Responsable del acarreo	
GRAFICO N° 12: Numero de viajes de acarreo	76
GRAFICO N° 13: Calidad del agua	
GRAFICO N° 14: Impurezas que presenta el agua.	
GRAFICO N° 15: Cuentan con letrina.	77
GRAFICO N° 16: Vivienda perteneciente a	
GRAFICO N° 17: material que predomina de la vivienda	78
GRAFICO N° 18: Negocio en la Vivienda.	
GRAFICO N° 19: Pago por el servicio de agua potable	
GRAFICO N° 20: Servicio de energía eléctrica.	79

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado: “EVALUACIÓN DE LA DOTACIÓN PER-CÁPITA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA POBLACIÓN CONCENTRADA DEL DISTRITO DE VILAVILA – LAMPA – PUNO”, se realizó con el objetivo general de evaluar la dotación per-cápita que requiere la localidad de Vilavila de la Provincia de Lampa , Departamento de Puno , estimando el consumo de agua de las diferentes viviendas de dicho distrito, teniendo en cuenta los factores que afectan el consumo de agua como: el nivel socioeconómico , condiciones climáticas , número de habitantes , tipo de comunidad, pérdidas y desperdicios en suministro de agua potable. De las cuales no se consideraron en el análisis del consumo de agua las siguientes zonas: salones comunales, locales comerciales, parroquias, instituciones educativas, parques y la municipalidad.

En el proceso de la selección de muestras aleatorias al azar se utilizó el marco muestral constituido por las viviendas basado en la cartografía de la localidad de Vilavila, de donde se seleccionaron 152 viviendas con un promedio de 5 personas por familia.

El consumo per cápita de agua obtenido en la presente investigación se dio de la siguiente manera: en época de verano comprendido desde los meses de Diciembre – Abril en promedio es de 52.77 litros/hab./día. y un máximo en el mes de marzo de 56.07 litros/hab./día y un mínimo para el mes de diciembre de 50.41 litros/hab./día

En época de invierno comprendido desde los meses de Mayo - Noviembre en promedio es 47.45 litros/hab./día, y un máximo en el mes de mayo de 49.86 litros/hab./día y un mínimo para el mes de julio de 44.72 litros/hab./día

Estos valores reflejan la influencia de la época de verano en las variaciones del consumo per-cápita, de un consumo medio del orden 52.77 litros/hab./día (época de verano) a un consumo medio de 47.45 litros/hab./día (época de invierno) para la misma localidad.

Donde el consumo medio para ambas épocas es de 50.11litros/hab./día, y la dotación per cápita para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable se consideró un 40% del consumo total por pérdidas y desperdicios en el suministro de agua potable de donde se da una dotación de 70 litros/hab./día que demanda la localidad de Vilavila.

Palabras clave: Dotación per-cápita de agua, abastecimiento de agua potable.

ABSTRACT

This paper titled : "EVALUATION OF MANNING PER-CAPITA FOR DRINKING WATER SUPPLY IN THE POPULATION OF CONCENTRATED VILAVILA DISTRICT - LAMPA - PUNO" , was performed with the overall objective of assessing the endowment per-capita requiring the town of Vilavila Province of Lampa, Department of Puno, estimating water consumption of the different houses of the district, taking into account the factors affecting water consumption as: socioeconomic status, weather, population, community type, losses and waste in drinking water. Community halls, shops, churches, educational institutions, parks and the city: of which the following areas were not considered in the analysis of water consumption.

The sampling frame consisting of households based mapping Vilavila district, where 152 homes were selected with an average of 5 persons per household was used in the process of random selection of random samples.

The per capita consumption of water obtained in the present investigation was as follows: in summer understood from the months of December to April on average is 52.77 liters / person / day, and a maximum in March. of 56.07 liters / inhab. / day and a minimum for the month of December 50.41 liters / inhab. / day.

In winter understood from the months of May to November average is 47.45 liters / person / day and a peak in May of 49.86 liters / person / day and a minimum for the month of July 44.72 liters. /hab./día.

These values reflect the influence of the summer on variations in per-capita consumption of an average consumption of around 52.77 liters / inhab. / day (summer time) at an average consumption of 47.45 liters / inhab. / day (winter time) to the same location.

Where the average consumption for both periods is 50.11litros /inhab /day, and the per capita allocation for system design water supply 40% of total consumption

was considered for losses and waste in the supply of drinking water where a staff of 70 liters / person is given. / day demand Vilavila the town.

Key words: Endowment per-capita water, supply of drinking water.

INTRODUCCIÓN

La localidad de Vilavila de la Provincia de Lampa, del Departamento de Puno en la actualidad no cuenta con los servicios básicos, y el más importante de ellos es el servicio de agua potable, y tampoco está determinado la dotación de agua requiere dicha localidad; muchos proyectos en el departamento de puno se basan en la dotación de agua según el R.N.E – OS 100 , pero esta no es una cifra exacta de diseño si no un referente , ya que podría generar sobre estimaciones o sub estimaciones en el momento del diseño de las estructuras hidráulicas.

Es por ello que en el presente trabajo de investigación se realizó un estudio acerca del consumo de agua per cápita de la localidad de Vilavila y de esta manera determinar la dotación de agua y proponer un diseño para el sistema de abastecimiento de agua potable.

El trabajo de investigación de dividirá en 5 capítulos, de la siguiente manera; Capítulo I: Planteamiento del problema, objetivos, justificación y antecedentes, Capítulo II: Marco teórico, marco conceptual e hipótesis., Capítulo III: Materiales y métodos, Capítulo IV: Caracterización del área de investigación, Capítulo V: exposición y análisis de los resultados.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, OBJETIVOS, JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La dotación de agua es un problema que afecta a muchas ciudades del mundo dado al crecimiento de la población y los cambios en los usos y costumbres de las mismas; La localidad de Vilavila de la Provincia de Lampa del Departamento de Puno no escapa a este problema, pues en los últimos años ha tenido crecimientos de población bastante considerados, dado básicamente a la migraciones internas que han traído como consecuencia la formación de nuevas áreas de población llamados centros poblados y que con ellas los problemas de índole infraestructural y de servicios.

El conocimiento de la información a la que pueda recurrirse acerca de la dotación de agua que se requiere en nuestro país ya sea en el ámbito, local regional o nacional es escasa, por lo cual se hace difícil tomar decisiones técnicas y sanitarias. Esta información es de gran importancia para satisfacer las necesidades reales de cada población, es también indispensable para el diseño de cada una de las estructuras del sistema de abastecimiento de agua potable de acuerdo a la zona con fin de prestar un servicio de agua eficiente.

Es por ello que surge la necesidad de realizar una investigación acerca de la dotación de agua en la localidad de Vilavila, mediante una evaluación del volumen de agua en litros consumido por cada poblador en un día, haciendo uso del desarrollo del método estadístico aleatorio simple; en donde se consideró para el presente trabajo de investigación los factores que afectan el consumo de agua como: nivel socioeconómico, condiciones climáticas, número de habitantes, tipo de comunidad, perdidas y desperdicios en el suministro de agua potable y. también permitirá realizar una comparación entre los parámetros de dotación de agua establecidos por R.N.E- OS.100. Dicha investigación permitirá planificar a largo plazo las políticas de suministro de agua y servirá como referencia para poblaciones de similares características en la región de Puno.

El presente trabajo de investigación pretende responder las siguientes interrogantes:

¿Se establecerá una comparación entre los parámetros de dotación de agua de acuerdo al R.N.E- OS.100 y la evaluación de la dotación per cápita para la población concentrada del distrito de Vilavila?

¿Cómo influirán en el consumo de agua los factores socio económicos, condiciones climáticas, número de habitantes, tipo de comunidad, pérdidas y desperdicios en el suministro de agua que afectan al consumo de agua para la población concentrada del distrito de Vilavila?

¿Se planteará una propuesta de diseño para el sistema de abastecimiento de agua potable en la población concentrada del distrito de Vilavila a largo plazo?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general.

Evaluar la dotación per-cápita para el abastecimiento de agua potable en la población concentrada del distrito de Vilavila y establecer una comparación entre los parámetros de dotación de agua establecidos por el R.N.E – OS.100.

1.2.2. Objetivos específicos.

1) Realizar un análisis de la situación actual del consumo de agua tomando en cuenta los factores socio económico, condiciones climáticas, número de habitantes, tipo de comunidad, pérdidas y desperdicios en el suministro de agua potable; que afectan el consumo de agua.

2) Plantear una propuesta de diseño para el sistema de abastecimiento de agua potable en la población concentrada del distrito de Vilavila a largo plazo.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La dotación de agua es deficitaria en el distrito de Vilavila debido a los incrementos en la demanda de agua que han ocasionado que las fuentes potenciales de abastecimiento se encuentren cada vez más alejadas de los sitios de consumo de agua; el déficit, se debe principalmente a la falta de una adecuada explotación de este recurso natural.

El poblador se ve afectado al perder tiempo en la recolección del elemento líquido desde distancias largas y de mala calidad y por lo tanto su pérdida de horas hombre de labor en la producción agrícola y pecuaria, por ende sin dotación adecuada y en las condiciones actuales es imposible que subsistan con mejor calidad de vida.

También se sabe que al incrementarse la población se incrementa el consumo de agua, lo cual se traduce en el desarrollo de nuevos proyectos para satisfacer estas demandas, en la mayoría de los casos se utilizan parámetros de diseño establecidos en las normas y que en mucho de los casos no se ajustan a los hábitos de consumo de agua en la población lo que pudiera generar subestimaciones o por el contrario sobreestimaciones de la demanda de agua que requiere la localidad de Vilavila.

La evaluación de la dotación de agua permitirá entre otras cosas, hacer comparaciones con los valores de cifras de dotación de agua establecida por el 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 concentrada del distrito de Vilavila y que ello servirá como precedente para futuras investigaciones para poblaciones de similares características en la región de Puno.

En razón a lo expuesto, surge la necesidad de concretar estudios e investigaciones con el objeto de lograr evaluar la dotación de agua para la localidad de Vilavila, lo cual nos permitirá dotar en cantidad y calidad de agua suficiente para futuros proyectos que requiera dicha localidad y plantear políticas a mediano y largo plazo de suministro de agua potable en mejora de la calidad de vida de la población.

1.3. ANTECEDENTES.

En la localidad de Vilavila no existen estudios previos acerca de la dotación de agua, pero sin embargo se puede mencionar las siguientes experiencias desarrolladas en otros lugares como referencia.

Saravia, S. (2011). Centro de Investigación de Recursos Hídricos (CIDRHI) - Univ. Nacional Experimental Francisco de Miranda. Coro, Falcón, Venezuela. Investigación sobre el consumo residencial de agua bajo racionamiento en ciudad Coro.

Cristóbal, J. (2001). Subdirección general técnica, gerencia de ingeniería básica y normas técnicas. Instituto Mexicano de tecnología del agua. Investigación Cálculo de la demanda de agua de agua potable.

Galarza, S. (2011). “Instituto Tecnológico de Celaya” investigación “Determinantes de la dotación de agua por los sectores urbano e industrial en Guanajuato, México”.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO, MARCO CONCEPTUAL E HIPÓTESIS.

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. TÉCNICAS DE MUESTREO

Una encuesta es un estudio observacional en el que el investigador busca recopilar datos por medio de un cuestionario previamente diseñado, sin modificar el entorno ni controlar el proceso que está en observación. Los datos se obtienen realizando un conjunto de preguntas normalizadas dirigidas a una muestra representativa o al conjunto total de la población estadística en estudio, integrada a menudo por personas, empresas o entes institucionales, con el fin de conocer estados de opinión, características o hechos específicos. El investigador debe seleccionar las preguntas más convenientes, de acuerdo con la naturaleza de la investigación.

Zea, J. (2006). Define la encuesta como “la aplicación o puesta en práctica de un procedimiento estandarizado para recabar información (oral o escrita) de una muestra amplia de sujetos. La muestra ha de ser representativa de la población de interés y la información recogida se limita a la delineada por las preguntas que componen el cuestionario pre codificado, diseñado al efecto”.

Entre sus características, este mismo autor señala las siguientes:

- La información se adquiere mediante transcripción directa.
- El contenido de esa información puede referirse tanto a aspectos objetivos (hechos) como subjetivos (opiniones o valoraciones).
- Dicha información se recoge de forma estructurada, al objeto de poder manipularla y contrastarla mediante técnicas analíticas estadísticas.
- La importancia y alcance de sus conclusiones dependerá del control ejercido sobre todo el proceso: técnica de muestreo efectuada para seleccionar a los

encuestados, diseño del cuestionario, recogida de datos o trabajo de campo y tratamiento de los datos.

Comparada con otras estrategias de investigación, la encuesta goza de gran popularidad debido a ventajas como su:

- Rentabilidad, ya que permite obtener información diversa, de un amplio sector de la población.
- Fiabilidad, ya que al ser un proceso estructurado permite la replicación por parte de otros investigadores.
- Validez ecológica, ya que los resultados obtenidos son de fácil generalización a otras muestras y contextos (suponiendo siempre un alto grado de representatividad de la muestra encuestada).
- Utilidad, ya que los datos obtenidos gracias a este procedimiento permiten un tratamiento riguroso de la información y el cálculo de significación estadística.

Sin embargo, para garantizar que nuestra encuesta goce de todas estas ventajas, han de tenerse en cuenta algunas dificultades como:

- Realizar encuestas a poblaciones con dificultad en su comunicación verbal (niños pequeños, etc.).
- La información que se obtiene está condicionada por la formulación de las preguntas y la veracidad de las propias respuestas.
- La presencia del entrevistador puede provocar problemas de reactividad y/o aquiescencia (los cuales siempre pueden solventarse con un buen cuestionario o una adecuada formación).
- La necesidad de un complejo y costoso (temporal, material y económicamente) trabajo de campo.

García, C. (1998). Existen muchas razones por las que se han generalizado el uso de muestras, entre ellas, el ahorro de tiempo, posibilidades económicas, facilidad y precisión en la obtención de datos, y sobre todo, el impresionante desarrollo de la estadística que proporciona algoritmos o técnicas eficientes por los que no se requiere una información completa para llegar a conocer alguna característica de la población o tomar decisiones generales.

Collazos, H. (2000). La unidad de muestreo puede ser; personas tomadas aisladamente, los miembros de una familia, las personas que viven en una cuadra, en una manzana, etc. Sin embargo, es mucho más conveniente tomar como unidad a todas las personas que habitan una vivienda, por ser éste el elemento al cual, en primera instancia, se presta el servicio, esto no excluye la posibilidad de manejar otro tipo de unidad. Todo depende de los recursos y facilidades disponibles.

2.1.2 CIFRAS DE CONSUMO DE AGUA

El conocimiento cabal de esta información es de gran importancia en el diseño para el logro de estructuras funcionales, dentro de lapsos económicamente aconsejables. Mediante investigaciones, realizadas se ha llegado aproximaciones que cada vez más precisas las estimaciones sobre consumo de agua. Nuestras normas, basadas en algunas investigaciones propias y apoyadas en otros países, asignan cifras para dotaciones de agua tomando en cuenta la región natural como la sierra, costa y selva expresándolas l/hab./día o en caso de industrias, en función del tipo y de la unidad de producción.

Estas cifras de consumo nos conducen a la determinación de un gasto o consumo medio, lo cual hace constituir la base de todo diseño, requiriéndose por lo tanto un conocimiento cabal de estas estimaciones. Especial cuidado debe tenerse en la adopción de los criterios para esta determinación, ya que se ha hecho práctica común el uso de normas que asignan cifras globales del consumo per cápita (l/hab./día) y que conducidos de manera general pueden conducir a sobre diseños o, por el contrario, a proyectos insuficientes o prematuramente obsoletos.

Cuando se dispone de planos urbanísticos que presentan áreas zonificadas de acuerdo al uso, es fácil obtener y predecir los consumos con bastante aproximación; pero para los proyectos de abastecimiento de agua en

zonas en donde tal regulación no existe, se hace estimar los consumos per cápita, en cuyo caso deben valorarse todos los factores que tiendan a modificar estas cifras.

Es un hecho necesario que la dotación de agua debe basarse en datos válidos y seguros. El valor de las normas no puede superar el de los datos en que estas se fundan. La adopción de normas debe ir precedida de una investigación cuidadosa de los datos básicos. Las normas no deben basarse en supuestos o en cifras cuya única autoridad sea el hecho de haber sido aplicadas por largo tiempo, estudiadas y obtenidas de otros medios o bajo condiciones diferentes a su aplicación.

Para la determinación de los consumos per cápita se ha realizado investigaciones sobre mediciones de los consumos de agua en comunidades que presentan similares características. Ello ha permitido, de una manera aproximada, llegar a asignar cifras de consumos que posteriormente pueden ser utilizadas para el diseño de abastecimientos de agua en otras comunidades. Sin embargo debemos señalar que estas cifras, aun para zonas con alguna característica similares, se ven afectadas por diversos factores, estableciéndose diferencias notables que pueden conducir a errores si no advertimos la influencia de tales variables. A continuación se muestran algunas investigaciones acerca del consumo de aguas realizadas por diferentes instituciones y/o organizaciones:

UNICEF. (2003). Indica “Los habitantes de los países industrializados utilizan como promedio entre 400 y 500 litros de agua al día. En los países en desarrollo, se considera que la población tiene acceso al agua dulce si puede obtener 20 litros de agua por persona al día sin recorrer más de 1 kilómetro de distancia desde su hogar. En muchas zonas, la población tiene que vivir con una menor cantidad de agua.”

CEPIS. (2006). En zonas que cuentan con sistemas de distribución de agua potable, el consumo se sitúa entre 140 a 180 litros diarios per cápita.

Mientras en aquellos lugares donde el líquido vital es distribuido en tambores u otros recipientes, el uso disminuye hasta alcanzar 60 o 70 litros diarios por persona.

UNICEF. (2003). indica: El consumo de agua per cápita aumenta (debido a la mejora de los niveles de vida), la población crece y en consecuencia el porcentaje de agua objeto de apropiación se eleva. Si se suman las variaciones espaciales y temporales del agua disponible, se puede decir que la cantidad de agua existente para todos los usos está comenzando a escasear y ello nos lleva a una crisis del agua.

OMS. (2006). Recomienda:

- Para beber

1 a 3 litros de agua para beber, recomienda que cada persona beba unos 3 litros de agua al día.

- Para limpiar objetos y preparar alimentos

2 a 3 litros de agua para preparar alimentos y lavar los trastos. Esta es una de las áreas donde más podemos vigilar para ahorrar agua.

- Para aseo personal

6 a 7 litros de agua para el aseo personal. Esta es sin duda el consumo de agua donde más podemos ahorrar y vigilar.

- Para lavar la ropa

4 a 6 litros de agua para lavar la ropa. Podemos hacer acciones para gastar menos agua por persona en las tareas de limpieza de la ropa.

- Para limpiar sitios públicos

1 a 2 litros de agua por persona para mantener limpios los espacios públicos. Los organismos públicos y privados están haciendo esfuerzo en esta línea.

Esto suma 15 ó 20 litros por persona al día. Pero muchas personas se ven forzadas a conformarse con mucho menos. Otras necesidades, como saneamiento, riego y dar de beber al ganado, con frecuencia requieren mucha más agua que la que se necesita para beber, cocinar y lavar. En los lugares públicos, como escuelas y centros de salud, generalmente se necesita más agua que el promedio usado por una persona en su hogar. Los centros de salud, por ejemplo, deben contar con al menos 40 a 60 litros de agua al día por cada persona atendida.

PREDES. (2003). Para la capacitación se tomó en cuenta la fuente de abastecimiento (pozos, ríos, lagos, manantiales), así como los cuatro criterios que determinan un agua segura: 1) agua disponible con una dotación mínima de 15 litros/persona/día siguiendo los estándares de la Carta Humanitaria y el proyecto ESFERA.

GLEICK, P. (2000). En general se considera que un volumen de 20 a 40 litros de agua dulce por persona por día es el mínimo necesario para satisfacer las necesidades de beber y saneamiento solamente. Si también se incluye el agua para bañarse y cocinar, esta cifra varía entre 27 y 200 litros per cápita por día.

EPSEL S.A. (2010). Consumo doméstico está constituido por el consumo familiar de agua y que incluye las bebidas, lavado de ropa, baño y aseo personal, cocina, limpieza y adecuado funcionamiento de las instalaciones sanitarias, el cual representa generalmente el consumo predominante en el diseño del sistema de agua potable .

Cuadro N° 01: Consumo de agua domestico

CLASE DE CONSUMO	LT/HAB/DIA
Bebida	03
Uso cocina	10

Lavado de ropa	15
Limpieza de baño	04
Higiene personal	20
Limpieza del hogar	08
Dotación del consumo domestico	60

Fuente: Epsel S.A.

GLEICK, P. (2000). Propone que las organizaciones internacionales y los proveedores de agua adopten "un requerimiento general básico de 50 litros por persona y día" como estándar mínimo para satisfacer cuatro necesidades básicas: para beber, saneamiento, bañarse y cocinar.

FALKENMARK. (2007). Considera que la cifra de 100 litros de agua dulce per cápita por día para uso personal es una estimación aproximada de la cantidad necesaria para un estándar de vida mínimamente aceptable en los países en desarrollo, sin incluir los usos para la agricultura y la industria.

WORLD BANK. (23 de enero de 2007). En términos generales indica, la dotación de agua para los habitantes del Estado de México es de 270 litros por persona al día. Esa cantidad es inferior a la dotación de agua de los habitantes del Distrito Federal –de 360 litros por persona al día-, pero superior a la dotación promedio de las ciudades europeas, que es de 200 litros por día. Si bien la disponibilidad de agua en nuestro país supera en mucho a la demanda, su distribución es sumamente irregular; en el sureste abundan los ríos y los acuíferos, mientras que en el norte esos recursos escasean. Contra lo que se observa a simple vista, el agua se está acabando.

2.1.3 FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO DE AGUA

Agüero, R. (1997). 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. Independientemente que la población sea rural o urbana, se debe considerar el consumo doméstico, el industrial, el comercial, el público y el consumo por pérdidas. Las características económicas y sociales de una población pueden evidenciarse a través del tipo de vivienda, siendo importante la variación de consumo por el tipo y tamaño de la construcción.

El consumo de agua varía también en función al clima, de acuerdo a la temperatura y a la distribución de las lluvias; mientras que el consumo per cápita, varía en relación directa al tamaño de la comunidad. A continuación mencionamos los factores que afectan el consumo:

2.1.3.1 Número de habitantes y tipos de comunidad

Al parecer aquellas zonas con mayor número de personas, pudiesen demandar mayores cantidades de agua, bajo la influencia decisiva del tipo de comunidad en donde desarrollen sus actividades por esta razón es importante conocer estimar el número de personas de las zonas y su influencia en las cifras de consumo de agua potable.

Una comunidad o zona a desarrollar está constituido por sectores residenciales, comerciales industriales y recreacionales, cuya composición porcentual es variable para cada caso. Esto nos permite fijar el tipo de consumo de agua predominante y orientar en tal sentido las estimaciones; así se tiene:

- Tipos de consumo

1) Consumo doméstico

Es el consumo en las viviendas, el agua utilizada para consumo, sanitarios, cocina aseo personal, etc. La determinación del consumo doméstico varía de acuerdo al nivel económico de los consumidores, tamaño de la ciudad etc.

- a) En el aseo personal
- b) En la descarga de los excusados
- c) En la cocina

- d) En la bebida
- e) En el lavado de ropa
- f) En el riego de jardines
- g) En la limpieza en general
- h) En el lavado de automóviles
- i) En el aire acondicionado

2) Consumo Industrial o comercial

Puede ser un gasto significativo en caso donde las áreas a desarrollar tengan una vinculación industrial o comercial. En tal caso, las cifras de consumo deben basarse en el tipo de industria y comercio, más que en estimaciones referidas a áreas o consumos per cápita.

Cuando el comercio o industria constituye una situación normal, tales como pequeños comercios o industrias, hoteles, estaciones de gasolina, etc. Ello puede ser incluido y estimado dentro de los consumos adoptados, y diseñar en base a estos parámetros, en donde se mencionan a las siguientes:

- Industrial:

- a) Fuente de energía en el procesamiento industrial
- b) En la congelación de materia prima y en las instalaciones sanitarias
- c) Comedores y cocinas de las plantas industriales

- Comercial:

- a) en las tiendas y comercio
- b) en los bares y cantinas
- c) en las quintas y restaurantes
- d) en las estaciones de servicio

3) Consumo público

Está constituido por el agua destinada riego de zonas verdes , parques y jardines públicos, así como a la limpieza de calles en donde se mencionan las siguientes:

- a) la limpieza de las vías públicas
- b) En el riego de jardines públicos
- c) En las fuentes y bebederos
- d) En la limpieza de la red de alcantarillado
- e) En la limpieza de las galerías de aguas pluviales
- f) En los edificios públicos
- g) En las oficinas públicas y recreos
- h) En el combate contra incendios

2.1.3.2 Nivel socioeconómico de los habitantes

Las características económicas sociales de una población pueden evidenciarse a través del tipo de vivienda.

Arocha, S. (1997). Esto está relacionado directamente con sus ingresos monetarios, lo cual implica que a mayores ingresos, mejores son las condiciones en cuanto a la calidad de vida, lo cual hace suponer que los consumos de agua sean mayores (mayor número de salas de baño, piscinas, automóviles, etc.) en comparación con aquellas zonas que presentan un nivel socioeconómico bajo.

2.1.3.3 Condiciones climáticas

El clima es un factor determinante en los consumos de agua. La influencia de los cambios de temperatura y del calor, las épocas de sequía sobre una determinada región. Estas condiciones climáticas suponen un aumento en la cantidad de agua a consumir, por ejemplo, las áreas verdes deben ser regadas mayor número de veces en épocas de sequía que en épocas de lluvias, el calor predominante en una zona implica mayor utilización de la sala de baño (ducha) y un aumento en el agua para el consumo humano a fin de aminorar los efectos producidos por las altas temperaturas.

Generalmente los consumos de agua de una región varían a lo largo del año de acuerdo a la temperatura ambiental y a la distribución de las lluvias. Este mismo hecho puede establecerse por comparación para varias regiones con diferentes condiciones ambientales, de tal forma que la temperatura ambiente de la zona define, en cierto modo, los consumos correspondientes a higiene personal de la población que influenciarán los consumos per capita.

2.1.3.4 Pérdidas y desperdicios

Las pérdidas o desperdicios se conocen como agua que no es contabilizada. El agua no contabilizada es atribuida a errores en la lectura de los medidores, conexiones ilegales y fugas en los sistemas de distribución. La pérdida o desperdicio se puede reducir significativamente mediante el mantenimiento cuidadoso de los sistemas y un programa regular de recalibración y reemplazo de medidores.

Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio y representa un 10 – 40 por 100 del consumo total.

- a) Pérdidas en la conducción
- b) Pérdidas en el proceso de tratamiento
- c) Pérdidas en la red de distribución
- d) Pérdidas en las conexiones domiciliarias

2.1.3.5 Factores inherentes al servicio

Arocha, S. (1997). Con frecuencia se consideran que influyen en el consumo factores como: La calidad del agua, la eficiencia del servicio, la utilización de medidas de control y medición del agua, los planes tarifarios y otros, sin embargo, estos son aspectos que aunque se reconoce que influyen decisivamente en los consumos no son factores a considerar dentro del diseño. No obstante, para el presente estudio se consideran importantes por la influencia que ejerce la operación en la calidad del servicio y los costos que el usuario debe pagar por esa calidad que depende no solo del diseño sino de las operaciones óptimas del sistema de distribución.

2.1.3.6 Medición y plan tarifario

López, L. (2000). Señala que; al instalar un sistema de acueductos, puede ser que en un principio no se instalen medidores y tampoco se cobre por el uso del agua. Con el tiempo el consumo se incrementa y se instalan medidores, lo cual causa un impacto psicológico sobre los consumidores, por lo que el consumo disminuye.

2.1.4 REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES – OS .100

2.1.4.1 Dotación de agua

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). La dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas.

Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificara su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 l/hab./día en clima frío y de 220 l/hab./día en clima templado y cálido.

Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m², las dotaciones serán de 120 l/hab./día en clima frío y de 150 l/hab./día en clima templado y cálido. Para sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión cisterna o piletas públicas, se considerará una dotación entre 30 y 50 l/hab./día respectivamente.

Para habitaciones de tipo industrial, deberá determinarse de acuerdo al uso en el proceso industrial, debidamente sustentado. Para habilitaciones de tipo comercial se aplicará la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones.

2.1.4.2 DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

2.1.4.2.1 Sistemas de agua potable en el área urbana y rural

- Sistemas de agua potable urbanos

Los sistemas de abastecimiento de agua potable están conformados por una o varias captaciones, planta de tratamiento, tuberías de conducción y/o impulsión, reservorios y red de distribución de agua. El objetivo del servicio de agua potable es suministrar una cantidad de agua apropiada y de buena calidad, con presión suficiente y en forma continua.

Se denomina a la cantidad media anual de consumo de agua domestico dotación y se expresa en litros por habitante por día: l/h/d. La dotación varía mucho con el clima, costumbres, nivel socio-económico, disponibilidad y costos del agua. Existe un consumo muy importante que corresponde a las pérdidas de agua existentes por falta de conservación y mantenimiento de los sistemas, conexiones clandestinas, fugas, reboses, consumos operacionales excesivos, y una estimación prudente es que este valor es del orden de un 40% o más respecto al consumo total. En general, un servicio bien administrado y con un programa de control de perdidas, en el mediano plazo puede llegar a rebajar las perdidas a una cifra entre 10 y 20%. La economía es evidente y muchos países de la Región están haciendo progresos en esta materia.

Estructura del sistema, las captaciones, tratamientos y conducciones en los sistemas de agua potable se diseñan para una población futura, generalmente a 10 o 20 años de plazo. El dimensionamiento se basa en esta población prevista y el consumo máximo diario por habitante, que varía con las características locales, puede ser entre un 20 y un 50% superior a la dotación.

Durante el año son usuales los cambios climáticos y también hay otros factores que hacen variar los patrones de consumo de agua para la comunidad. En un periodo de verano y antes que comiencen las vacaciones escolares,

es muy probable que se presenten periodos y horas con los consumos máximos. Esto obliga al servicio a satisfacer estas demandas incrementadas.

El consumo máximo horario es el criterio para dimensionar la red de distribución y ciertas conducciones que entregan agua a partir del estanque. Ahora bien, el estanque tiene como rol proveer el caudal máximo durante las horas de máximo consumo del día de más alto uso de agua más un volumen para emergencias. Algunos criterios para dimensionarlo se estiman entre 0,5 y 2 veces el consumo promedio. A esto hay que agregar las eventualidades: incendio y suspensiones de servicio por diferentes razones.

Al interior de los domicilios, instituciones, industrias y cualquier clase de establecimiento, habrá instalaciones de distribución de agua potable conectadas a la red pública. A la entrada, la conexión a la red tendrá un medidor de consumos, el cual es el elemento principal que permite el cobro del servicio.

- Sistemas de agua potable rural

En el Perú en la década de los 90 se incrementaron los programas de abastecimiento de agua potable y saneamiento en el medio rural, estableciéndose programas de apoyo social y de cooperación técnica por parte del estado. Estos programas han sido hasta hoy insuficientes puesto que los niveles de servicio alcanzados en muchos departamentos del país son mínimos.

Las soluciones se han basado en sistemas de agua potable por gravedad, con una captación en lo posible de aguas subterráneas (manantiales), para disponer agua de mejor calidad e instalaciones dimensionadas de acuerdo al consumo. Especial atención se ha dado a la

participación comunitaria: durante la planificación y construcción y posteriormente, en la operación y mantenimiento del sistema.

Los mismos esquemas han sido aplicados para los sistemas de agua potable individuales o para grupos de viviendas, también tratando de usar aguas subterráneas por medio de pozos con bombas de mano, construidos con máquinas perforadoras o manualmente, o captando de manantiales; generalmente las redes de distribución son abiertas o ramificadas y con piletas públicas.

2.1.5 SELECCIÓN DE LA FUENTE Y CARACTERÍSTICAS

Agüero, R. (1997). Los manantiales, ojos de agua o puquíos son las fuentes más deseables para los sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad sin tratamiento, por lo que es necesario hacer una investigación sobre los manantiales existentes en la comunidad. Para realizar la selección se deberá visitar todas las fuentes posibles, determinándose la calidad y cantidad de agua en cada una.

Se analiza la calidad considerando que el agua sea inodora, incolora y de sabor agradable. Luego de haber determinado la calidad del agua, necesitamos conocer la cantidad existente en relación a la población que queremos abastecer, es decir, determinar los requerimientos diarios de agua con la finalidad de verificar el caudal mínimo que se requiere.

2.1.5.1 Fuentes de abastecimiento

Para el diseño de abastecimiento de agua potable es importante determinar la fuente de abastecimiento de agua, tanto su ubicación, tipo, cantidad y calidad.

- Gravedad: parte alta para que el agua fluya. A través de tubos.
- Bombeo : transportado al sistema de bombeo a rincones de almacenamiento utilizados con sitios elevados a la población.

2.1.5.2 Tipos de fuentes de agua

- Aguas de lluvias: Cuando no es posible obtener aguas superficiales y subterráneas. Y cuando el régimen de lluvia es importante, techos de casas y superficies impermeables.

- Aguas Superficiales: Constituidos por los ríos, lagos existentes discurren naturalmente en la superficie terrestre. Situado en fuentes no deseables porque tienden a mayor contaminación en principal si existen zonas habitadas o de pastoreo en aguas arriba.

- Aguas Subterráneas: Parte de la precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, la explotación de éstas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero. La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes, ojos de agua.

2.1.5.3 Selección del tipo de fuente

- Manantiales

Se puede definir un manantial como un lugar donde se produce el afloramiento natural de agua subterránea, el agua es pura y por lo general se puede hacer sin tratamiento, su localización está en laderas de colinas.

En los manantiales de ladera el agua aflora en forma horizontal, mientras que de fondo el agua aflora en forma ascendente hacia la superficie o ambos el afloramiento es por un solo punto sobre una área pequeña. (Manantial concentrado) y cuando el agua aflora por varios puntos en un área mayor es un manantial difuso.

2.1.5.4 Cantidad de agua

El aforo debe ser realizado en temporada crítica época de (estiaje), y de lluvias para obtener Q_{min} y Q_{max} .

El caudal mínimo debe ser mayor que el caudal máximo diario (Q_{md}), con la finalidad de cubrir la demanda de agua de población futura.

Los métodos para determinar el volumen o cantidad de agua tenemos:

- Método Volumétrico

Utilizado para calcular caudales hasta máximo de 10 lt/seg. Mediante uso de recipiente graduado.

$$Q = V/t$$

Q = Caudal en lt/sg.

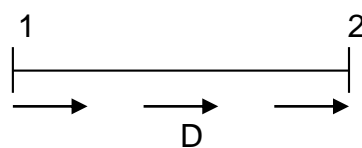
V = Volumen de recipiente en lts.

t = Tiempo promedio en segundos.

Se recomienda 5 mediciones como mínimo.

- Métodos de Velocidad - Área

Para caudales mayores a 10 litros/segundo se mide la velocidad del agua superficial que discurre del manantial tomando el tiempo que demora un objeto flotante en llegar de un punto a otro en una sección uniforme.



La velocidad promedio de flujo se considera el 80% de velocidad superficial.

2.1.6 Población

Vierendel. (2009). La predicción de crecimiento de población deberá estar perfectamente justificada de acuerdo a las características de la población, sus factores socio-económicos y su tendencia de desarrollo.

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

2.1.6.1 Cálculo de población futura, métodos diversos

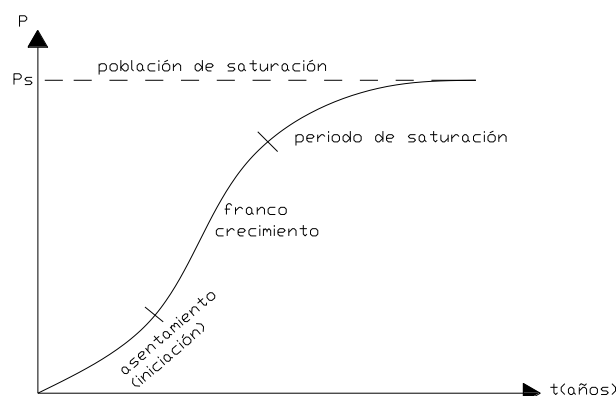
Vierendel. (2009). El siguiente paso después de seleccionar el período de diseño, es proyectar la población de la comunidad para el último año del período seleccionado. Esta población de diseño se calcula con la población actual de la comunidad y el índice de crecimiento de la población para el último período de diseño. Los métodos de estimación de la población futura son:

a) Métodos analíticos

Presupone que el cálculo de la población para una región dada es ajustable a una curva matemática. Es evidente que este ajuste dependerá de las características de los valores de población censada, así como de los intervalos de tiempo, en que estos se han medido.

Dentro de los métodos analíticos tenemos:

- Método aritmético.
- Método geométrico.
- Método de interés simple
- Método de la parábola
- Método de la curva normal logística.
- Método de los incrementos de variable
- Método de los mínimos cuadrados
- Método exponencial.



b) Método aritmético.

Este método se emplea cuando la población se encuentra en período de franco crecimiento, la misma que está dado por:

$$P_f = P_o + r(t - t_o)$$

P_f = Pob. a calcular

P_o = Pob. inicial

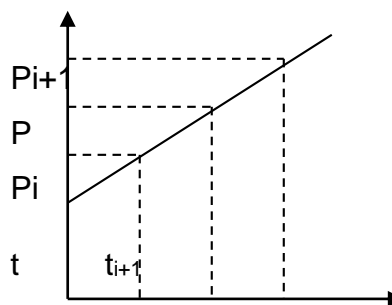
r = Razón de crecimiento

t = Tiempo futuro

t_o = Tiempo inicial

$$r = \frac{P_{i+1} - P_i}{t_{i+1} - t_i}$$

$$r = \frac{AP}{AT} \quad t_i$$



c) Método de interés simple

Al igual que el método aritmético, es utilizado para poblaciones que se encuentran en franco crecimiento, para su estimación se utiliza la fórmula siguiente.

$$P = P_o(1+r(t-t_o))$$

$$r = \frac{P_{i+1} - P_i}{P_i(t_{i+1} - t_i)}$$

P_f = Población a calcular

P_o = Población inicial

t = Tiempo en que se calcula la población futura.

t_0 = Tiempo inicial

d) Método geométrico

Este método es utilizado cuando la población está en su iniciación o periodo de saturación y no cuando está en período de franco crecimiento.

$$P = P_0 r^{(t-t_0)} \dots\dots\dots(1)$$

$$r = \left(\frac{P_{i+1}}{P_i} \right)^{1/(t_{i+1}-t_i)}$$

e) Método de la parábola

También conocido como método de 2º grado ó método de la parábola de 2º grado, se utiliza para poblaciones que se encuentran en un periodo de iniciación de crecimiento. Para el análisis solo se requiere de 3 datos censales.

$$P = A \cdot \Delta t^2 + B \cdot \Delta t + C$$

- P = Población a calcular
- ABC = Constantes.
- Δt = Intervalo de tiempo.

f) Método de la curva normal logística

Se utiliza para poblaciones mayores de 100,000 hab. o para aquellos que estén cerca de su período de saturación, estos expresado por la siguiente fórmula.

$$P = \frac{Ps}{1 + e^{(0+bt)}}$$

- Ps = Población de Saturación.
- P = Población esperada en el tiempo “t”.

a y b = Constantes

e = Base de los logaritmos neperianos.

g) Métodos comparativos

Son aquellos que mediante procedimientos gráficos estiman valores de población, ya sea en función de datos censales anteriores de la región o considerándolos datos de población de crecimiento similar al que se está estudiando.

h) Método racional

Se realiza un estudio socio-económico del lugar, se toma en cuenta el crecimiento vegetativo que es función de los nacimientos, defunciones, inmigraciones, emigraciones y población flotantes.

$$\text{CRECIMIENTO DE POBLACION}=(N+I)-(D+E)+P_f$$

Dónde:

N = Cantidad de nacimientos.

D = Cantidad de defunciones.

I = Inmigraciones.

E = Emigraciones.

P_f = Población flotante.

2.1.6.2 Período de diseño

Agüero, R. (1997). En la determinación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema, interviene una serie de variables que deben ser evaluados para lograr un proyecto económicamente aconsejable. Por lo tanto el período de diseño puede definirse como el tiempo para el cual el sistema es eficiente 100%, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado, o en la existencia física de las instalaciones.

Para determinar el período de diseño se consideran los factores como: durabilidad o vida útil de las instalaciones, factibilidad de construcción y

posibilidades de ampliación o sustitución, tendencia 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, se debe indicar algunos rangos de valores asignados para los diversos componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable para las localidades rurales.

Para pequeños proyectos de abastecimiento de agua potable, los periodos de diseño deben ser cortos, pudiendo sugerirse de 10 a 20 años.

Para las diferentes partes se recomienda los siguientes periodos:

- Obras de captación : 20 años
- Conducción : 10 a 20 años
- Reservorio : 20 años
- Redes : 10 a 20 años
- Tubería principal : 20 años
- Tubería secundaria : 10 años

Las normas generales para proyectos de abastecimiento de agua potable en el medio rural (ministerio de salud), recomienda el período de diseño de 20 años, cuyo valor será utilizado en el presente estudio.

2.1.6.3 Periodo de diseño. Según (RNC):

Para poblaciones de 2,000 hasta 20,000 hab., se considerará para un período de 15 años. Para poblaciones de 20,000 hab., a más un período de 10 años. Otras instituciones consideran 20 años para el medio rural como FONCODES, PRONAMACHS.

2.1.7 Variaciones periódicas

Para suministra 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.

2.1.7.1 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 (l/s).

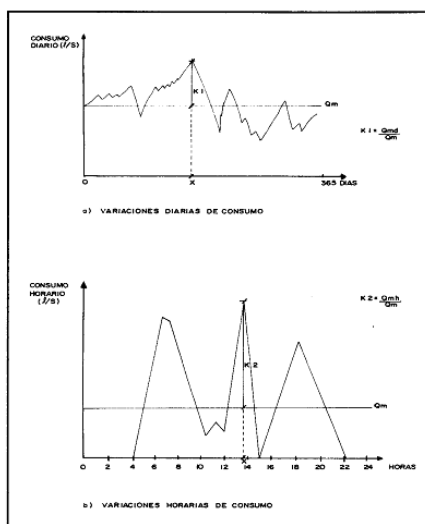
2.1.7.2 Consumo máximo diario (Qmd) y horario (Qmh)

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 (Figura 3). Para el consumo máximo diario (Qmd) se considerará entre el 120% y 150% del consumo promedio diario anual (Qm), recomendándose el valor promedio de 130%.

En el caso del consumo máximo horario (Qmh) se considerará como el 100% del promedio diario (Qm). Para poblaciones concentradas o cercanas a poblaciones urbanas se recomienda tomar valores superiores al 150%. Los coeficientes recomendados y más utilizados son del 130% para el consumo máximo diario (Qmd) y del 260%, para el consumo máximo horario (Qmh).

- Consumo maximo diario (Qmd) = 1.3 Qm (Us).
- Consumo maximo horario (Qrnh)= 2.6 Qm (Ys).

Fig. N° 01



Fuente: Agüero, R. (1997).

2.1.7.3 Dotación.

Arocha, S. (1997). La Demanda Per-Cápita o Dotación Es la cantidad de agua que requiere cada persona de la población, expresada en litros/habitante/día. Conocida la dotación, es necesario estimar el consumo promedio diario anual, el consumo máximo diario y el consumo máximo horario. 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. También se considera los siguientes factores: costumbres de la población, nivel de vida de la población, la disponibilidad de fuentes, calidad de agua suministrada, costo de agua, distribución de lluvias y otros.

Demanda Per-Cápita. Es la cantidad de agua que necesita una persona al día, esta cantidad se puede determinar mediante una encuesta entre los usuarios. Se debe hacer una estimación de la que se usa para beber, cocinar, para lavar ropa, para higiene personal y de la vivienda, teniendo en cuenta además otros usos.

Cuadro N° 02: Dotación por número de Habitantes.

POBLACIÓN (habitantes)	DOTACIÓN (litros/habitante/día)
Hasta 500	60
500 – 1000	60 – 80
1000 – 2000	80 – 100
2000 - 10000	120(frío) –
10000 - 50000	150(templado)
50000	150(frío) - 200(templado)
	200(frío) - 250(templado)

Fuente: Ministerio de Salud (1962)

Cuadro N° 3: Dotación por región

POBLACIÓN (habitantes)	DOTACIÓN (litros/habitante/día)
Selva	70
Costa	60
Sierra	50

Fuente: Ministerio de Salud (1984)

2.1.8 Obras de captación

Arocha, S. (1997). La obra de captación consiste de una estructura colocada directamente en la fuente a fin de captar el gasto deseado y de acuerdo al tipo de afloramiento del manantial.

En el análisis de obras de captación y toma de aguas se deberá tener en cuenta, el material a ser aprovechado, ya las aguas meteóricas que caen en la superficie terrestre: un 35% se infiltra hasta un nivel constante llamado nivel freático, las cuales para su captación es necesario de considerar sus cualidades físicas, químicas y bacteriológicas y otras consideraciones; que en la mayorías de los casos como en el presente proyecto son lentas y por tanto es necesario captarlas sin que se pierdan dichas cualidades.

La captación se realiza de acuerdo a la forma y calidad del terreno donde se presenta el manantial, así tenemos, si el terreno es rocosa y el agua aflora por cavernas, la captación se hace mediante una caja recolectora, que impida que el agua escurra libremente si el terreno es permeable la captación se hace mediante drenes que colecten el agua a un solo punto (galerías filtrantes).

2.1.8.1 Tipos de captación

Los distintos tipos de captación son en relación a diversos factores:

En casos de que el caudal sea apreciable, la captación es posible hacerla remplazando la boca de la tubería en la orilla, defendiendo por una especie de emparrillado formado por pilotes. (Metálicos como rieles).la tubería estará atendida con pendiente fuerte para impedir el depósito de materiales arrastradas. El agua será elevada mediante una bomba, en otros casos no habrá necesidad de utilizar bombas según ubicación de captación en relación a la topografía.

a) Las tomas visibles

Son las que captan el agua por medio de compuestos (bocatomas) y la toma del caudal se hace lateralmente. Las tomas pueden ser la de fondo que represan el agua o todo lo ancho del río o solo aquellos que bloquean una parte de la sección transversal del río.

Los ríos que presentan fluctuaciones de nivel de agua no muy apreciables, que se trata de curso de aguas tranquilas y que el volumen de agua a captar no es muy considerable, se usa una toma flotador o flotante donde el tubo es sumergido superficialmente. Ubicación de la toma según alteración de nivel de agua.

b) Captación por filtración

Llamamos filtración natural, se hará el aprovechamiento de las aguas del río tomándolas mediante derivación directa.

2.1.9 Línea de conducción

Arocha, S. (1997). De acuerdo a la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como la topografía de la región, las líneas de conducción pueden considerarse de dos tipos:

Las líneas de conducción por gravedad, cuyo estudio se presenta en este capítulo, y líneas de conducción por bombeo. En tales situaciones, se requerirá de los análisis económicos que permitan evaluar ambas alternativas.

Una línea de conducción está constituida por la tubería que conduce agua desde la obra de captación hasta el estanque de almacenamiento, así como de las estructuras, accesorios, dispositivos y válvulas integradas a ella.

Agüero, R. (1997). Criterios de diseño

Definido el perfil de la línea de conducción, es necesario considerar criterios de diseño que permitan el planteamiento final en base a las siguientes consideraciones:

a) Carga disponible

La carga disponible viene representada por la diferencia de elevación estática entre la obra de captación (nivel mínimo de agua) y el reservorio de regulación (nivel máximo de agua).

b) Gasto de diseño

Se estima el caudal medio futuro (caudal de diseño) de la población para el período de diseño seleccionado, y se considera el factor k del día de máximo consumo. Siendo el caudal de diseño el correspondiente al $Q_{\text{máx. Diario}} = k * Q_m$.

c) Clases de tubería

En la mayoría de los proyectos de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales se utilizan tuberías PVC. Dicho material tiene ventajas

comparativas con relación a otro tipo de tuberías, siendo económicos, flexibles, durables, de poco peso y de fácil transporte, e instalación; además, son las tuberías que incluyen diámetros comerciales menores a dos pulgadas y que fácilmente se encuentra en el mercado y sus respectivas cargas de presión son:

Cuadro N° 04: Cuadro de Presiones

CLASE	PRESION MÁXIMA DE PRUEBA (m.)	PRESION MÁXIMA DE TRABAJO (m.)
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

Fuente: Pittman Agüero

2.1.9.1 Cálculo y diseño hidráulico.

El objetivo de diseñar tuberías, es precisamente para manejar de manera correcta las pérdidas de energía por fricción en las tuberías y en los accesorios y poder controlar el sistema de flujo deseado; conservando la energía en determinados puntos y disipándolas (por fricción) en otros. El diseño hidráulico se centra en el análisis del diseño propiamente dicho y elección cuidadosa de tuberías en diferentes diámetros y calidades y en la ubicación estratégica de válvulas de purga y válvulas de aire entre otras. El cálculo lo haremos en base a las fórmulas de Hazen Williams recomendadas y utilizadas para estos casos.

2.1.10 Reservorio de almacenamiento.

Es una estructura de almacenamiento de agua y sirve para garantizar funcionamiento hidráulico del sistema y un mantenimiento de un servicio eficiente, en base a las necesidades de agua proyectadas y por el rendimiento admisible de la fuente. Además, juega un papel básico para el diseño desde el punto de vista económico, cuyas dimensiones efectivas serán definidas por su capacidad y por las condiciones de ubicación elegida. Es necesario mencionar los aspectos más importantes a considerarse para el diseño: la capacidad, la ubicación y el tipo de reservorio.

El reservorio tiene la finalidad de alimentar agua a la población durante todas las horas del día en forma normal y para tal efecto será necesario almacenar el caudal afluente del agua sobrante de las horas de poco consumo. El reservorio de almacenamiento es una estructura que tiene como función especial:

- Equilibrar el suministro y la demanda en los períodos prolongados de alto consumo durante las 24 horas del día.
- Dotar agua para necesidades urgentes, tal como el de producirse averías en la tuberías de la red de distribución en las válvulas, así como la extinción de incendios.
- Regular las presiones en las redes de distribución.

2.1.11 Diseño hidráulico

Para el cálculo del volumen de almacenamiento se utilizan métodos gráficos y analíticos. Los primeros basados en la determinación de la “curva de masa” o de “consumo integral”, considerando los consumos acumulados; y en caso de los métodos analíticos, se debe disponer de los datos de consumo por horas y del caudal disponible de la fuente, que por lo general es el equivalente al consumo promedio diario.

En las poblaciones rurales resulta difícil recopilar información que permita utilizar los métodos mencionados, pero sí podemos estimar el consumo medio diario anual. En base a esta información se calculará el volumen de almacenamiento de acuerdo a las “Normas de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales” del Ministerio de Salud.

2.1.12 Red de distribución

Agüero, R. (1997). Para el diseño de la red de distribución es necesario primero definir la ubicación tentativa del reservorio de almacenamiento con la finalidad de suministrar el agua en cantidades y presiones en todos los puntos de la red. Las cantidades de agua se han definido en base a las dotaciones y en el diseño se contempla las condiciones más desfavorables, para lo cual se

analizó las variaciones de consumo, considerando para el diseño de la red el caudal de consumo máximo horario.

Las presiones deben satisfacer las condiciones máximas y mínimas para las diferentes situaciones de análisis que puedan ocurrir. En tal sentido la red debe mantener presiones de servicio mínimas que se dan en la parte alta de la población y que sean capaces de llevar agua a los puntos de suministro (piletas públicas para el presente proyecto), también en la red deben existir limitaciones de presiones máximas, tales que no provoquen daños en las conexiones y que permitan el servicio sin mayores inconvenientes de uso (parte baja de la población).

- La velocidad mínima debe ser de 0.6 m/seg. y máx 3.00m/sg.
- El diámetro mínimo recomendado en el sistema de distribución es de $\frac{3}{4}$ "
- Se debe instalar las válvulas a tramos no mayores de 300m.

Aguero, R. (1997). En un sistema de abastecimiento de agua potable, se puede distinguir dos tipos principales de distribución de agua, el sistema de red abierta y el de malla cerrada.

a) Sistema abierto

Son redes de distribución constituidas por un ramal troncal (matriz) y una serie de ramificaciones o ramales. Es utilizado cuando la topografía dificulta o no permite la interconexión entre ramales y cuando las poblaciones tienen un desarrollo lineal, generalmente es a lo largo de un camino o un río.

En este sistema la tubería matriz o principal se instala a lo largo de una calle, de la cual se derivan las tuberías secundarias. La desventaja es que el flujo está determinando en un solo sentido, y en el caso de sufrir desperfectos (como averías) pueda dejar sin servicio a una parte de la población. El otro inconveniente es que en el extremo de los ramales secundarios se dan los puntos muertos, es decir el agua ya no circula, sino que permanece estancada,

estática, creando olores y sabores desagradables y poniendo en riesgo la salud de la población beneficiada. Entonces en los puntos muertos es necesario instalar válvulas de purga, con la finalidad de limpiar y evitar la contaminación del agua.

b) Sistema cerrado

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red de distribución es el más conveniente y tratará de lograrse mediante la interconexión de tuberías, a fin de crear un circuito cerrado que permita un servicio más eficiente y permanente. Agüero, R. (1997).

b.1 Estructuras Complementarias

- Válvulas de aire.

Las aguas que circulan en las conducciones producen gases, que deben ser evacuados a la atmósfera. El aire que arrastra el agua o que lleva disuelto puede dar lugar al corte de la vena líquida y a golpe de ariete. Por medio de las ventosas deberá darse salida al aire de la tubería en operación de llenado, y permitir su entrada durante la operación de vaciado para evitar la creación del vacío que puede dañar la conducción, existen válvulas automáticas y válvulas manuales, en la mayoría de las líneas de conducción se utilizan válvula de compuerta con sus respectivos accesorios que requieren ser operadas periódicamente.

- Válvulas de purga

Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada, provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías.

- Cámaras rompe-presión

Cuando existe mucho desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar una tubería. En esta situación, es necesario la construcción de cámaras rompe-presión que permitan disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar daños

en la tubería. El número de cámaras rompe-presión dependerá del desnivel existente entre la captación y el reservorio.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Términos estadísticos

INEI. (2006). Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática define.

Análisis de varianza.- Es un método para comparar dos o más medias de «n» grupos analizando la varianza de los datos, tanto entre «n» grupos como dentro de ellos

Censo.- Es una investigación estadística que consiste en el recuento de la totalidad de los elementos que componen la población por investigar. Es necesario que se especifique el espacio y el tiempo al que se refiere el recuento.

Coefficiente de confianza.- Se representa por $(1-\alpha)$ y es la probabilidad de que la hipótesis nula H_0 no sea rechazada cuando de hecho es verdadera y debería ser aceptada.

Cuestionario.- Es el instrumento más utilizado para recolectar datos. Consiste en un conjunto de preguntas respecto a una o más variables a medir. La esencia de los cuestionarios son las preguntas que permiten alcanzar los objetivos de la investigación. Las respuestas a estas preguntas constituyen los datos estadísticos que serán utilizados para conocer las características de la población o muestra bajo estudio.

Dato.- Conocido también como información, es el valor de la variable asociada a un elemento de una población o una muestra.

Dato cualitativo.- Es aquel que representa alguna característica de los elementos de una muestra o una población que presentan, atributos, actitudes o son opiniones. Son datos NO NUMÉRICOS.

Dato cuantitativo.- Es aquel dato numérico que representa aspectos de una muestra o una población que es medible o que se puede contar

Desviación estándar.- Conocida también como desviación típica, es una medida de dispersión que se obtiene como la raíz cuadrada de la varianza.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

Este estadístico se mide en la misma unidad que la variable por lo que se puede interpretar mejor que la varianza.

Diagrama.- Es un dibujo o representación gráfica que sirve para representar un objeto, indicar la relación entre elementos o mostrar el valor de una magnitud.

Diagrama de barras.- Es un gráfico utilizado para representar la distribución de frecuencias de una variable cualitativa y cuantitativa discreta. Puede graficarse en forma horizontal o vertical.

Fig. N° 01

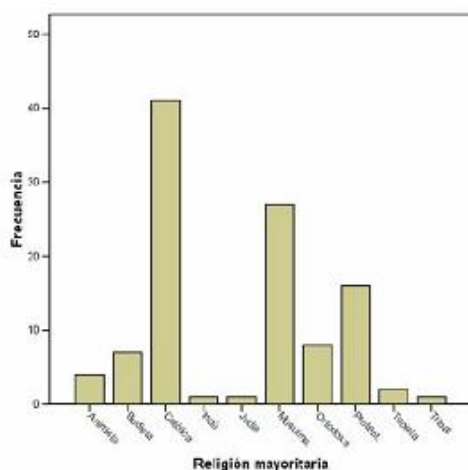
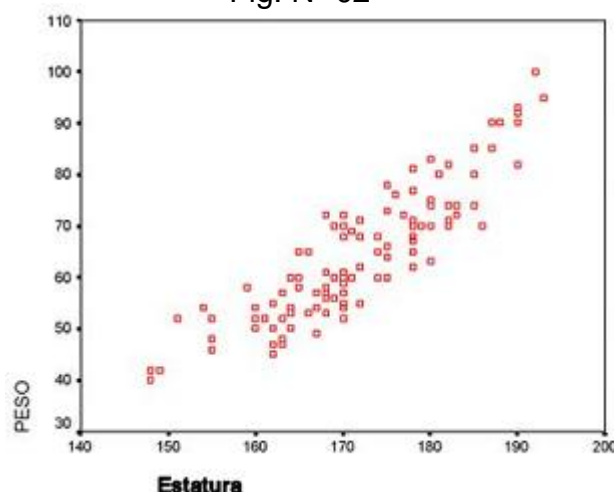


Diagrama de dispersión.- Es un gráfico utilizado para representar la relación entre los valores observados de dos variables numéricas. También se conoce como nube de puntos.

Fig. N° 02



Encuesta.- Es un método de recolección de datos. Es llevada a cabo generalmente a través de algún cuestionario que puede o no ser diligenciado por el encuestado y/o encuestador.

Entrevista.- Es un método de recolección de datos. Consiste en una serie de preguntas realizadas por el entrevistador, personalmente, a cada uno de los entrevistados.

Estadística.- Es la ciencia que comprende una serie de métodos y procedimientos destinados a la recopilación, tabulación, procesamiento, análisis e interpretación de datos cuantitativos y cualitativos. Un objetivo de la estadística es describir "la población del estudio" en base a información obtenida de elementos individuales. Se divide en dos ramas: Estadística descriptiva y Estadística inferencial.

Marco muestral.- Es la totalidad de unidades de muestreo de la que se selecciona una muestra. El marco puede ser una lista de personas, o unidades de vivienda, hogares, un archivo de registros, un mapa subdividido, una foto aérea con detalles, entre muchos otros.

Mediana.- Es una medida de tendencia central. Es el valor que divide al conjunto de datos ordenados, en aproximadamente dos partes: 50% de valores son inferiores y otro 50% son superiores.

Muestra.- Es un subconjunto representativo de la población a partir del cual se pretende realizar inferencias respecto a la población de donde procede. Los elementos seleccionados con cierta técnica reúnen ciertas características que la hacen ser representativa, significativa y confiable y que en base a ella se pueden hacer inferencias respecto a la población. La muestra puede ser probabilística y no probabilística.

Muestreo.- Es un conjunto de métodos y procedimientos estadísticos destinados a la selección de una o más muestras es la técnica seguida para elegir muestras. El objetivo principal de un diseño de muestreo es proporcionar procedimientos para la selección de muestras que sean representativas de la población en estudio.

Muestreo aleatorio simple.- También llamado irrestrictamente aleatorio. Es un método de muestreo donde una muestra aleatoria simple es seleccionada de tal manera que cada muestra posible del mismo tamaño tiene igual probabilidad de ser seleccionada de la población.

Parámetro.- Es cualquier valor característico de la población. Ejemplo: la media de la población, la desviación típica de la población. Sin embargo estos valores son desconocidos porque no siempre podemos tener todos los datos de la población para calcularlos.

Población o universo.- Es cualquier conjunto de unidades o elementos claramente definido, en el espacio y el tiempo, donde los elementos pueden ser personas, granjas, hogares, manzanas, condados, escuelas, hospitales, empresas, y cualquier otro. Las poblaciones pueden ser finitas e infinitas.

Pueblo.- Clasificación política que posee las siguientes características:

- Viviendas ubicadas en forma contigua y continuada, con una disposición tal que conformen calles y una plaza céntrica.
- Servicios de educación: infraestructura equipamiento y personal para el nivel de primaria completa.
- Local comunal de uso múltiple y áreas recreacionales

Centro poblado rural.- Es aquel que no tiene más de 100 viviendas contiguamente ni es capital de distrito; o que teniendo más de 100 viviendas, éstas se encuentran dispersas o desimanas sin formar bloques o núcleos.

Unidad de muestreo.- Es la unidad estadística que se selecciona para constituir la muestra. La elección de la unidad de muestreo más eficiente es una consideración importante en el diseño de una muestra.

Varianza.- Conocida también como variancia, es una medida de dispersión de la información. Se obtiene como el promedio de los cuadrados de las desviaciones de los valores de la variable respecto de su media aritmética.

2.3 HIPÓTESIS

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

2.3.1 Hipótesis general.

La dotación per cápita de agua en la población concentrada del distrito de Vilavila es igual o mayor a 120 l/hab./día en clima frío establecido por el R.N.E – OS-100.

2.3.2 Hipótesis específicos.

1) Influye directamente en el consumo de agua los factores socios económicos, condiciones climáticas, número de habitantes, tipo de comunidad, pérdidas y desperdicios en el suministro de agua potable.

2) La propuesta planteada de diseño para el sistema de abastecimiento de agua potable en la población concentrada del distrito de Vilavila beneficiará en

cantidad y calidad suficiente de agua que demande dicha población a largo plazo.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y METODOS

3.1. MATERIALES

Los materiales utilizados fueron:

Para trabajo de Gabinete:

- Planos cartográficos del distrito de Vilavila
- Padrón de población y viviendas de la localidad de Vilavila
- Software AutoCAD y WaterCAD.
- 1 computadora Windows 7
- 1 impresora Hp LaserJet 1010
- Papel bond A4

Para trabajo de campo:

- Fichas de encuestas
- Envases de medición volumétrica para agua(20, 30 y 60 litros)
- Gps
- Cámara fotográfica

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población

El trabajo de investigación se realizó en el departamento Puno, provincia de Lampa distrito de Vilavila (localidad); con una población concentrada de 1,325 hab. ; Donde se Identificó como población todas las viviendas que se encuentran en dicho distrito, la misma que a la fecha de inicio del estudio contara o no con el servicio de abastecimiento de agua potable.

El universo de viviendas se halla dividido en 265 familias, considerando con un promedio de 5 personas por vivienda.

3.2.2 Muestra

Para determinar el tamaño de muestra se determinó mediante la siguiente formula de García, C. (1998).

$$n = \frac{N}{1 + \frac{e^2(N-1)}{z^2 pq}} \dots\dots\dots (1)$$

Dónde:

n : Tamaño de muestra.

N : Total de número de viviendas

Z : Es el valor asociado al nivel de confianza. (Z=1.96)

Pq : Varianza de la población $p=q=0.5= (0.5*0.5)=0.25$

E : Error muestral (0.05)

3.3 MÉTODO DE MUESTREO Y RECOPIACIÓN DE DATOS

Los datos de consumo de agua se recopilaron por muestreo con encuestas directas a las viviendas que fueron seleccionadas de la población por la técnica de muestreo aleatorio simple; la encuesta tuvo un seguimiento de 05 (cinco) días por cada mes en un año.

Donde se diseñó una muestra probabilística de tal manera que las unidades muestrales contenidas en ellas sean homogéneas. No fue necesario dividir el marco muestral en estratos debido a que la población es pequeña y se encuentra concentrada y tiene similares características de consumo de agua.

Previamente al primer día de la semana en la recolección de datos mediante una encuesta realizada a las vivienda, se realizó una capacitación al

responsable del hogar, explicándole de que trataba la investigación y pidiéndole su colaboración; en donde se le realizaron las siguientes preguntas principales como: ¿cuántas personas conforman la familia, ¿Cuál es su ingreso promedio mensual?, ¿a qué actividad se dedica?, ¿de dónde se abastece de agua para su consumo?, ¿Cuál es la distancia de la vivienda hasta la fuente de abastecimiento?, ¿Qué tipo de material predomina en su casa? ¿Cuántos litros de agua consume al día? .De esta manera se recabo información acerca de los factores que afectan el consumo de agua.

También se explicó al responsable del hogar de qué manera debe realizar el almacenamiento de agua, indicándole el uso de baldes y/o recipientes de 20, 30,60 litros.

3.4 CONSTRUCCIÓN DEL MARCO MUESTRAL

Siendo la unidad final a encuestar la vivienda, era necesario construir un marco que abarque a cada una de las viviendas de la población concentrada del distrito de Vilavila; construir un listado detallado de estas implicarían un alto costo en tiempo y dinero, por lo que es recomendable para una población de gran tamaño utilizar unidades de observación. En el desarrollo de la investigación se contaba con la cartografía actualizada de la localidad de Vilavila, obtenida del INEI que sirvió para la construcción del marco muestral. En donde no se consideraron las manzanas en donde existían: parques, instalaciones públicas, centro de salud, colegios, escuelas, iglesia, grifos, etc. Por estar dirigida esta investigación únicamente a las viviendas.

3.5 MÉTODO DE ESTIMACIÓN UTILIZADO

3.5.1 Estimadores

Para la estimación del consumo medio de agua, se utilizaron las fórmulas proporcionadas por García, C. (1998).

3.5.1.1 Estimación del consumo medio de agua

a) Media muestral

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \dots\dots\dots (2)$$

b) La desviación típica muestral.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \dots\dots\dots (3)$$

c) La mediana muestral

$$M.d = \frac{1}{2} (x_{n/2} + x_{(n+2)/2}) \dots\dots\dots (4)$$

Si n es par

d) Estimación de la varianza.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \dots\dots\dots (5)$$

e) Coeficiente de variación.

$$C.V = \frac{s}{\bar{x}} \quad ; \quad C.V = 100 \frac{s}{\bar{x}} \% \dots\dots\dots (6)$$

f) Estimación de Zc.

$$Zc = \frac{X1 - X2}{\sqrt{\frac{S1^2}{n1} + \frac{S2^2}{n2}}} \dots\dots\dots (7)$$

Dónde: Z_c :

X_1 : consumo medio de verano

X_2 : consumo medio de invierno

S_1 : Varianza

n_1, n_2 : tamaño de muestra

3.5.2 Pasos de la prueba de Hipótesis

- 1.- Planteamiento de la Hipótesis
 $H_0 : x \geq u$ Hipótesis nula
 $H_1 : x \leq u$ Hipótesis alterna

- 2.- Nivel de significancia de = 5 %

- 3.- El estadístico de prueba que se utilizó para contrastar la hipótesis fue la dotación media.

$$Z_c = \frac{\bar{X} - u}{S_{(\bar{X})}} \dots\dots\dots (8)$$

- 4.- Determinación del punto crítico (en tabla)

$$Z_c \geq aZ_{\alpha=0.9787} \text{ Entonces se acepta } H_1 \text{ y se rechaza } H_0$$

- 5.- Conclusión

- 6.- Interpretación

3.6 MÉTODO DE TRATAMIENTOS DE DATOS Y ANÁLISIS.

Una vez obtenido el número total de viviendas a encuestar, se procedió a seleccionar las viviendas mediante la técnica de selección de muestreo aleatorio simple. Esta investigación cuenta con un solo marco muestral, por tener una población concentrada y de similares características de consumo de agua, lo cual facilita la recolección de datos.

Luego se procedió a realizar las encuestas en las viviendas seleccionadas del marco muestral de la localidad de Vilavila, haciendo uso de materiales de apoyo como recipientes, ficha de encuesta, útiles de escritorio etc.

Previamente se le explicó a la persona a ser encuestada, que los datos obtenidos de la encuesta servirán para mejorar el servicio de agua potable en beneficio de la población y de esta manera saber la demanda de agua óptima que requiere la localidad de Vilavila, de manera que el municipio tome como referencia dicha investigación e implemente una infraestructura de abastecimiento de agua potable y servicio eficiente.

3.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Por ser un proyecto de investigación descriptivo y explicativo, presenta una sola variable por tratarse de una encuesta directa a la vivienda.

a) Variable:

- Evaluación de la Dotación per-cápita de agua

b) Dimensiones

- Encuesta por vivienda

c) Indicadores:

- Nivel socioeconómico
- Número de habitantes
- Tipo de comunidad
- Condiciones climáticas
- Pérdidas y desperdicios en el suministro de agua potable.

3.9 ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS.

3.9.1 Elaboración de la Cédula de Encuestas

La ficha de cuantificación de consumo de agua es la herramienta básica del encuestador, diseñada de acuerdo con los objetivos de la investigación.

Es importante entender que cada una de las preguntas se realiza con un propósito y que al cambiarlas o no aplicarlas de acuerdo con el concepto establecido, se obtienen respuestas que no corresponden a lo que se quiere investigar.

Para la elaboración de la cedula de la encuesta se tomó en cuenta las recomendaciones de la publicación de Zea, J. (2006). “La encuesta por Muestreo” (16), las preguntas de la cedula de seguimiento a las viviendas se formularon de acuerdo con los fines del estudio, las preguntas fueron de tipo cerradas y abiertas. La encuesta consta de dos partes.

La primera parte del tipo de encuesta N° 1; se refirió a datos básicos acerca de los factores que afectan el consumo de agua como : número de miembros de la familia, ingreso promedio mensual , actividad que se dedica , de dónde se abastece de agua para su consumo diario , la distancia de la vivienda hasta la fuente de abastecimiento, material predominante de la casa y litros de agua consume al día; entre los principales datos mencionados.

La segunda parte del tipo de encuesta N°2; estará referida específicamente al consumo de agua (la cantidad de litros consume al día), en donde se utilizaron recipientes (baldes) de 20,30 y 60 litros. Esta etapa permite obtener información sobre los volúmenes de uso de agua en litros por día en las diferentes actividades que se realiza en la vivienda, para posteriormente caracterizarla y cuantificarla de acuerdo con su situación particular. La ficha de clasificación de consumo de agua se ha diseñado como instrumento para recolectar dicha información. La primera parte del cuestionario de la encuesta sólo se aplicó el primer día, y los cinco 05 días restantes se utilizó únicamente la segunda parte de la encuesta.

3.9.2 Hoja de presentación a la vivienda

Se elaboró unas credenciales para identificarnos, también se elaboró una hoja de presentación a la vivienda donde la hoja estaba dirigida al jefe de familia, en dicho documento se mencionaban los objetivos del trabajo y se solicitaba su colaboración con los encuestadores.

HOJA DE PRESENTACIÓN A LA VIVIENDA

Sr(a) Jefe(a) de Familia:

ENCUESTA SOBRE CONSUMO DE AGUA

La Universidad Nacional del Altiplano a través de la Facultad de Ingeniería Agrícola, con el fin de contribuir con la Municipalidad del distrito del Distrito de Lampa y mejoramiento de los servicios de abastecimiento de agua potable está ejecutando una investigación sobre el consumo de agua para determinar la cantidad de litros de agua consume al día y por persona la localidad de Vilavila , para lo cual se viene realizando una encuesta a las viviendas con una duración de 05 días, para tal efecto le solicitamos su colaboración con los encuestadores, quienes los visitaran.

* La encuesta nos ayudará a determinar el consumo de agua de la localidad de Vilavila y obtener una dotación óptima para el servicio de abastecimiento de agua potable.

4.0 TRABAJO DE CAMPO.

4.1 Visita de Reconocimiento y Verificación

Una vez que se seleccionó las viviendas a encuestar se procedió al reconocimiento de dichas viviendas y a la verificación de estas, para determinar si era posible llevar a cabo la presente investigación, del cual no se tuvo problema alguno; dichas viviendas seleccionadas colaboraron a lo largo del trabajo de investigación.

4.1.1 Personal que ejecutó la Encuesta

En proceso de realización de las encuestas a las viviendas de la localidad de Vilavila, se contó con la participación de 10 personas previamente capacitados a lo largo del estudio de investigación.

4.2 Determinación del consumo de agua por vivienda

La vivienda que estuvo dispuesta a participar en la encuesta durante los 05 (cinco) días de cada mes durante un año se le solicitó y/o proporcionó un recipiente de uso diario para la captación de agua donde se almacena el volumen de agua por cada actividad en litros en recipientes de 20,30 y 60 litros y el volumen total se dividirá entre el total de personas que habitan en las viviendas.

5.0 ESTUDIO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

Se utilizaron las formulas proporcionadas por Agüero, R. (1997).

5.1 Fuentes existentes

El sistema de agua potable comprende 01 captación, 02 cámara de rompe presión, 01 reservorio rectangular de 34 m³, línea de conducción y línea de distribución de 970.48m. Donde la dotación de diseño fue de 100 l/hab./día

5.1.2 Estudio de las fuentes de abastecimiento

La captación es de ladera, de un manantial de agua subterránea libre, ejecutado por FONCODES en el año 1998, En la actualidad la captación no cumple con las condiciones necesarias para considerable apto. Las mismas que

tienen deficiencia en el cerco de protección, zanja de ladera, tampoco tiene un muro de contención.

5.1.3 Cálculo de población futura.

El siguiente paso después de seleccionar el período de diseño, es proyectar la población de la comunidad para el último año del período seleccionado. Esta población de diseño se calcula con la población actual de la comunidad y el índice de crecimiento de la población para el último período de diseño. El método de estimación de la población futura será determinado por la siguiente relación:

$$Pf = Po \left(1 + \frac{r \cdot t}{100} \right) \dots \dots \dots (9)$$

Dónde:

Pf = Población futura

Po = Población actual

r = Coeficiente de crecimiento anual.

t = Tiempo en años.

5.1.4 Cálculo del consumo promedio diario anual (Qm).

$$Qm = \frac{Pf \cdot dotacion(d)}{86,400s / día} \dots \dots \dots (10)$$

Dónde:

Qm = Consumo promedio diario (l/s)

Pf = Población futura (hab.)

d = Dotación (litros/habitante/día).

5.1.5 Consumo máximo diario (Qmd) y horario (Qmh).

Los coeficientes recomendados y más utilizados son del 130% para el consumo máximo diario (Qmd) y 260%, para el consumo máximo horario, con relación al consumo promedio diario anual.

$$- \text{ Consumo máximo diario (Qmd) } = 1.5 Qm \text{ (litros/seg.) } \dots \dots \dots (11)$$

- Consumo máximo horario (Qmh) = 2.6 Qm (litros/seg.)(12)

5.1.6 Captación.

La captación es de tipo ladera y tiene un solo afloramiento

5.1.6.1 Calculo de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda

(L). Se determinará a través de las siguientes ecuaciones:

$$V = \left[\frac{2gh}{1.56} \right]^{1/2} \dots\dots\dots(13)$$

$$L = Hf / 0.30 \dots\dots\dots(14)$$

Dónde:

Hf = Pérdida de carga

L = Longitud

V = Velocidad

5.1.6.2 Ancho de pantalla (b)

Para determinar el ancho de la pantalla se utilizará la siguiente expresión:

$$b = 2(6D) + NAD + 3D(NA - 1) \dots\dots\dots(15)$$

Dónde:

D = Diámetro de la tubería de entrada

b = Ancho de la pantalla

NA = Número de orificios

5.1.6.3 Altura de la cámara húmeda (Ht)

En base a los elementos identificados en el plano de captación, la altura de la cámara húmeda se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Ht = A + B + H + D + E \dots\dots\dots(16)$$

Dónde:

A = Altura de sedimentación

B = pérdida de carga unitaria

H = Longitud del tramo

D = Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua y el nivel de agua de la cámara húmeda.

E = Borde libre

5.1.7 Línea de conducción.

5.1.7.1 Trazado y nivelación.

El trazado y nivelación de la primera ruta que une: la captación, caja de reunión y reservorio, para esto se realizó lo siguiente:

Una poligonal abierta usando estación total, la cual nos dará el alineamiento exacto, tratando de que las distancias entre estación y estación sean menores ya que en cada estación se tomaron detalles y se hicieron puntos de relleno, para tener un levantamiento topográfico a curvas de nivel con errores mínimos, que estén dentro del límite permisible.

Para el perfil longitudinal de la línea de conducción se ha realizado con nivel de ingeniero estacándose y siguiendo el alineamiento cada 20 metros rectos y 10 mts. Para tramos en curva, para la nivelación se ha dejado cada 500 mts. BM(hitos de piedra natural fijos) con la respectiva progresiva indicada.

5.1.8 Cálculo y diseño hidráulico.

Se plantea para la instalación de la línea de conducción tubos PVC, clase CL-7.5, C = 150 cuyos diámetros y longitudes serán definidos, mediante cálculos hidráulicos, con velocidades máximas y mínimas de 3.0 m/s. Y 0.6 m/s. respectivamente, se considera presiones estáticas máximas de 50, 70, 100 m. y presiones dinámicas de $5m/20$. Como la captación se encuentra a un nivel más alto que la del reservorio, la energía que hará circular el agua será la gravedad para lo cual se considerará los siguientes cálculos:

a) Pérdida de carga unitaria

Para el cálculo de la pérdida de carga unitaria, se utilizará la ecuación Hazen y Williams cuya ecuación para tuberías PVC es la siguiente:

$$hf = \left(\frac{Q}{2.492 \times D^{2.63}} \right)^{1.85} \dots\dots\dots(17)$$

Dónde:

hf = pérdida de carga unitaria

Q = Caudal (litros/seg.)

D = Diámetro de la tubería (pulg)

C = Coeficiente de Hazen – Williams expresado en (pie)^{1/2}/seg.

b) Pérdida de carga por tramo

La pérdida de carga por tramo (Hf) se define como:

$$Hf = hf \times L \dots\dots\dots(18)$$

Dónde:

Hf = pérdida de carga por tramo

hf = pérdida de carga unitaria

L = Longitud del tramo

c) Cálculo de diámetro

Dónde:

$$Di = \left(\frac{Q}{0.0597 * S^{0.54}} \right)^{1/2.63} \dots\dots\dots(19)$$

Q = Caudal (litros/seg.)

Di = Diámetro de la tubería (pulg)

S = Pendiente del tramo.

d) Velocidad del flujo

$$V = 1.9735 \times \frac{Q}{D^2} \dots\dots\dots(..20)$$

Dónde:

Q = Caudal (litros/seg.)

D = Diámetro de la tubería (pulg)

e) Cálculo de presión

Se calcula mediante la diferencia entre:

Dónde:

$$P = CotaPiez. - CotaTerreno.....(21)$$

P (metros).

5.1.9 Capacidad del reservorio

Para la localidad de Vilavila el cálculo de la capacidad del reservorio se considera la compensación de variaciones horarias de consumo y para atender eventuales desperfectos en la línea de conducción. El reservorio debe permitir que las demandas máximas que se producen en los consumos sean satisfechos a cabalidad, al igual que cualquier variación en los consumo registrados para las 24 horas del día.

5.1.9.1 Diseño hidráulico

Para proyectos de abastecimiento de agua potable por gravedad, en las Normas de Ministerio de Salud considera que la capacidad de regulación de reservorio será del 25 al 30% del volumen del consumo promedio diario anual (Qm.)

5.2 Red de distribución

Una vez hecho el estudio de campo, y definidas tentativamente las estructuras que han de constituir el sistema de abastecimiento de agua podemos decir que. La red de distribución es el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, válvulas, grifos, y además accesorios cuyo origen está en el punto de entrada al distrito (final de la línea de aducción) y que se desarrolla por todos los accesos de la población. Para la determinación de los diseños de las tuberías se realizará con el software Verificador de sistemas abiertos de agua potable.

CAPÍTULO IV: CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN.

4.1 LOCALIDAD DEL EXPERIMENTO.

La presente investigación se encuentra ubicada en la localidad de Vilavila, Provincia de Lampa de la Región Puno; geográficamente se ubica en la región natural de la sierra sur del Perú, se encuentra sobre los 4300 m.s.n.m. a 15°, 11', 06" de latitud Sur, y 70°, 31', 39" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich.

4.1.1 Límites del distrito:

Norte : Distrito de Ayaviri de la Provincia de Melgar.

Este : Distrito de Palca de la Provincia de Lampa.

Sur : Distritos de Palca y Paratía.

Oeste : Distrito de Ocuvi.

4.1.2 Extensión:

La localidad de Vilavila abarca una superficie territorial de 256.5 km², que representa el 2.7% de la superficie provincial (5,791.73 km²) y el 0.21% de la extensión del departamento de Puno (71,999.00 km²); presenta una Sub Unidad Geográfica claramente diferenciada, Sub Unidad Geográfica Puna o Cordillera.

4.1.3 Altitud

La altitud de la localidad de Vilavila, oscila entre 4,300 a 5,220 m.s.n.m., la capital del distrito se encuentra en una altura de 4,300 m.s.n.m. teniendo picos ecológicos que sobre pasan los 4,700 m.s.n.m., entre las coordenadas geográficas 15°11'6' de latitud sur 70°31'39' de longitud oeste del meridiano de Greenwich la zona afectada a la localidad de Vilavila.

4.1.4 Vías de comunicación

La localidad de Vilavila se encuentra a 45 Km. de la provincia de Lampa del departamento de Puno, desde la ciudad de Vilavila el acceso es como sigue:

Cuadro N° 05: Infraestructura vial

NIVEL DE VIDA	ruta	tiempo de viaje (HOR)	distancia en Km
PISTA ASFALTADA	PUNO-JULIACA-LAMPA	1.3	72
AFIRMADA	LAMPA-PALCA-VILAVILA	1.2	40

Fig. N° 04: Mapa del departamento de puno

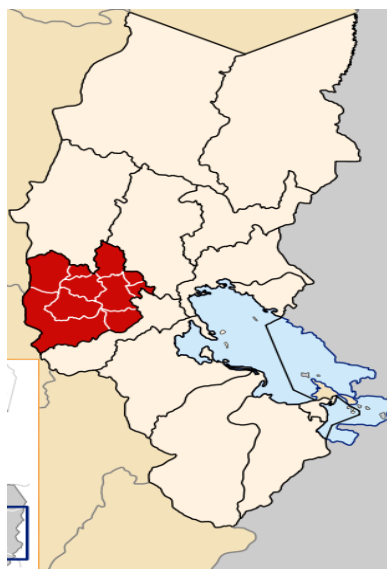
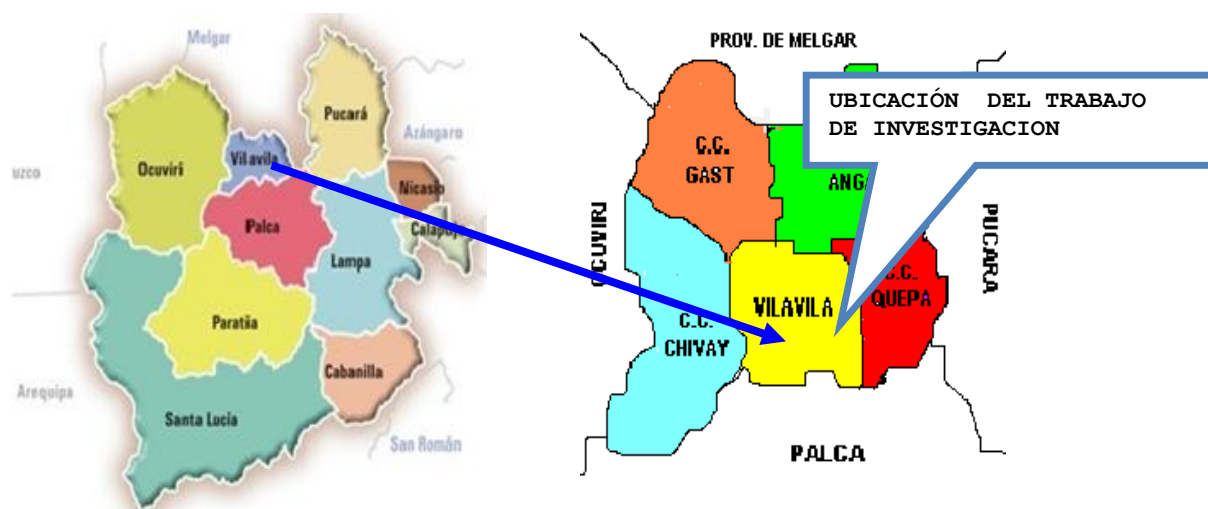


Fig. N° 05: Mapa de ubicación Provincial-distrital



4.2. Características climáticas de la zona en estudio.

La temperatura por lo general es frígida seca y ventosa; las temperaturas más bajas en el distrito se registran en los meses de junio y julio con 15° hasta 25° grados centígrados bajo cero (-15° a -25°); Sin embargo, en los últimos años constante mente se registra -25°C y mínimos acentuados con -58°C dispersión al promedio anual de 7.6°C, lo que determina un clima frígido y seco con intensidad media de vientos de 4.3m/seg. ; en los meses de mayo , junio y julio en las noches se acentúa más convirtiéndose en helada.

La nubosidad es un indicador directo de la precipitación, la nevada en el verano es predominante, la magnitud de la precipitación pluvial en forma normal es de 480.52mm como promedio anual. En forma constante se aprecia lluvias torrenciales, granizadas y a consecuencia de ello se produce deslizamiento constante de rocas, inundaciones y huaycos, su clima es caracterizado por un verano lluvioso entre diciembre y abril y un invierno frío y seco entre mayo y noviembre.

CAPÍTULO V: EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó la técnica de muestreo aleatorio simple obteniendo el consumo medio de agua para la localidad del distrito de Vilavila y posteriormente al consumo medio total se añadió el 40% por pérdidas y desperdicios en el suministro de agua potable, del cual resulta la dotación per cápita de agua media que requiere dicha población.

Para obtener el consumo medio se realizó un análisis de los factores que afectan el consumo de agua como son: el nivel socioeconómico, condiciones climáticas, número de habitantes y tipo de comunidad.

La unidad de medida para la dotación media es litros/habitante/día calculado para el año 2013, comprendiendo tanto para la época de verano e invierno. De esta manera se pretende poner en conocimiento en base a esta investigación sobre el consumo de agua y la dotación media para poblaciones de similares características de la región de Puno.

5.1 CONSTRUCCIÓN DEL MARCO MUESTRAL

Para la construcción del marco muestral no fue necesario dividirlo por estratos, porque se tuvo en cuenta que la población se encuentra concentrada y por ser de la misma zona geográfica, costumbres y hábitos de consumo de agua similares, se utilizó un solo marco muestral para realizar la investigación.

CUADRO N° 06

MANZANA	LOTE	TIPO	FACTOR AMPLIACION	HAB/LOTE	SUB TOTAL
A	1	OTRO FINES	2	4	8
B	1	VIVIENDA	1	4	4
C	1	PARQUE	2	4	8
D	1	SERV COMUN	1	5	5
E	10	VIVIENDA	1	6	60
F	1	OTRO FINES	2	5	10
	9	VIVIENDA	1	5	45
G	2	VIVIENDA	1	4	8
H	5	VIVIENDA	1	5	25
I	5	VIVIENDA	1	5	25
J	6	VIVIENDA	1	6	36
K	9	VIVIENDA	1	5	45
L	7	VIVIENDA	1	5	35
M	3	VIVIENDA	1	4	12
N	1	SALUD	4	5	20
	9	VIVIENDA	1	4	36
O	1	AREA DEPOR	1	4	4
P	1	AREA VERD	1	4	4
	1	EDUCACION	4	5	20
	2	OTRO FINES	1	5	10
	1	SERV COMUN	1	6	6
	16	VIVIENDA	1	5	80
Q	7	VIVIENDA	1	5	35
R	1	VIVIENDA	1	4	4
S	5	VIVIENDA	1	6	30
T	7	VIVIENDA	1	5	35
U	1	AREA VERD	1	4	4
	5	VIVIENDA	1	5	25
V	1	OTRO FINES	1	5	5
	1	AREA VERD	1	4	4
W	8	VIVIENDA	1	5	40
	1	PLAZA	1	4	4
X	1	EDUCACION	4	6	24
	1	OTRO FINES	1	5	5
	1	IGLESIA	1	6	6
	8	VIVIENDA	1	5	40
Y	2	VIVIENDA	1	5	10
Z	6	VIVIENDA	1	5	30
A1	9	VIVIENDA	1	5	45
B1	9	VIVIENDA	1	5	45
C1	2	AREA DEPOR	1	4	8
	9	VIVIENDA	1	5	45

D1	7	VIVIENDA	1	5	35
E1	4	VIVIENDA	1	5	20
F1	1	AREA VERD	1	4	4
	1	S AGUA POT	1	4	4
	7	VIVIENDA	1	5	35
G1	1	AREA VERD	1	4	4
	1	S AGUA POT	1	5	5
	2	VIVIENDA	1	5	10
H1	6	VIVIENDA	1	5	30
I1	1	OTRO FINES	1	5	5
	1	VIVIENDA	1	4	4
J1	12	VIVIENDA	1	5	60
K1	1	AREA VERD	1	4	4
	7	VIVIENDA	1	5	35
L1	3	VIVIENDA	1	5	15
M1	8	VIVIENDA	1	6	48
N1	6	VIVIENDA	1	5	30
O1	3	VIVIENDA	1	5	15
P1	1	ESTADIO	3	4	12
TOTAL POBLACION					1,325

Fuente: Municipalidad distrital de Lampa, distrito de Vilavila

El cuadro N° 05 representa el número total de viviendas.

5.2 TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para determinar el tamaño de muestra se determinó mediante la fórmula N° 1

$$n = \frac{N}{1 + \frac{e^2(N-1)}{z^2 pq}}$$

Dónde:

n: Tamaño de muestra.

N: Total de número de viviendas

Z: Es el valor asociado al nivel de confianza. (Z=1.96)

Pq: Varianza de la población p=q=0.5= (0.5*0.5)=0.25

e: Error muestral (0.05)

$$n = \frac{265}{1 + \frac{0.05^2(265-1)}{1.96^2 * 0.25}}$$

$$n = 152$$

5.3 VIVIENDAS ENCUESTADAS

Según el tamaño de la muestra se realizaron encuestas a 152 viviendas, las que fueron repartidas aleatoriamente y al azar. Las cuales son:

Cuadro N° 07: Número de viviendas encuestadas

MANZANA	LOTE	TIPO	HAB/LOTE	SUB TOTAL
B	1	VIVIENDA	4	4
G	2	VIVIENDA	4	8
H	5	VIVIENDA	5	25
I	5	VIVIENDA	5	25
M	3	VIVIENDA	5	15
R	1	VIVIENDA	4	4
S	5	VIVIENDA	6	30
Y	2	VIVIENDA	5	10
L1	3	VIVIENDA	5	15
O1	3	VIVIENDA	5	15
N° de Viviendas			Total	152

5.4 ESTIMADORES UTILIZADOS

5.5.1 Calculo de la media muestral

5.5.1.1 Calculo de la media muestral para la época de verano e invierno

Para obtener la media muestral de la época de verano entre los meses de diciembre hasta abril se estimó el consumo de agua promedio de cada mes , de un total de 152 viviendas ; una vez obtenido el promedio por cada mes , se estimó la media muestral de acuerdo a la siguiente formula N° 2 :

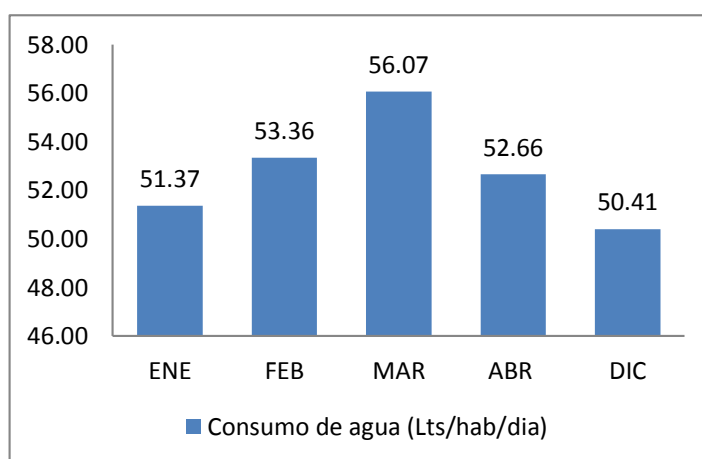
$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

- Media muestral época de verano (Dic - Abr)

$$\bar{x} = \frac{50.14 + 51.37 + 53.36 + \dots + 52.66}{5}$$

$$\bar{x} = 52.77 \text{ l/hab./día}$$

Gráfico. N° 01



Fuente: elaboración propia.

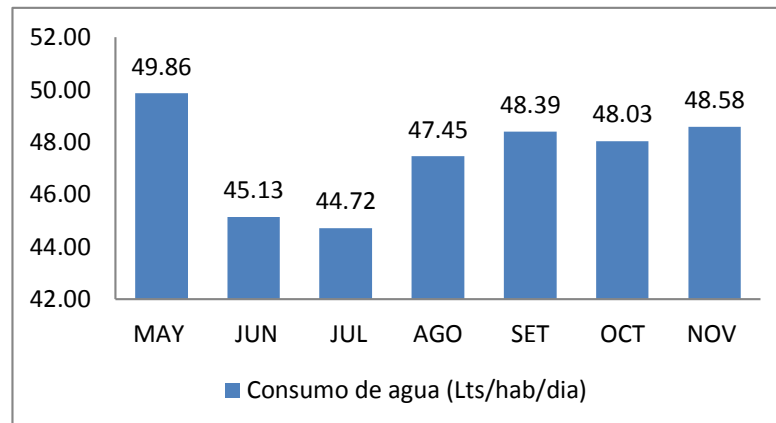
El gráfico N° 01. Representa el consumo promedio mensual de la época de verano comprendidos desde el mes de diciembre hasta abril. De la misma manera se realizó para la época de invierno

- Media muestral época de invierno (May - Nov)

$$\bar{x} = \frac{49.86 + 45.13 + 44.72 + \dots + 48.58}{7}$$

$$\bar{x} = 47.45 \text{ l/hab./día}$$

Gráfico. N° 02



Fuente: elaboración propia

El gráfico N° 02. Representa el consumo promedio mensual de la época de invierno comprendidos desde el mes de mayo hasta noviembre.

- Por lo tanto el consumo medio entre la época de **verano** e **invierno** es:

$$\bar{x} = \frac{52.77 + 47.45}{2}$$

$$\bar{x} = 50.11 \text{ l/hab./día}$$

5.5.2 Desviación típica

Para el cálculo de la desviación típica de halló de la raíz cuadrada de la varianza tanto para la época de verano e invierno.

- Desviación típica para la **época de verano** de acuerdo a la formula N°3:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad ; \quad \sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

- Consumos medios desde el mes de diciembre hasta abril

$$X_1= 50.41, X_2=51.37, X_3=53.36, X_4= 56.07, X_5= 52.66$$

$$\bar{x} = \frac{1}{5} (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_5)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{5} (50.41 + 51.37 + 53.36 + \dots + 52.66)$$

$$\bar{x} = 52.77 \text{ l/hab./día}$$

- Reemplazo “X” promedio en la fórmula de la desviación típica

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{4}[(50.41 - 52.77)^2 + (51.37 - 52.77)^2 + \dots + (52.66 - 52.77)^2]}$$

$$\sigma = 1.94$$

Calculo de la desviación típica para la **época de invierno**

- Consumos medios desde el mes de diciembre hasta abril:

$$X1= 49.86, X2=45.13, X3=44.72, X4= 47.45, X5= 48.39, X6= 48.03, X7= 48.58$$

$$\bar{x} = \frac{1}{5}(x_1 + x_2 + x_3 \dots + x_5)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{7}(49.86 + 45.13 + 44.72 \dots + 48.58)$$

$$\bar{x} = 47.45$$

Reemplazo “X” promedio en la fórmula de la desviación típica

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{6}[(49.86 - 47.45)^2 + (45.13 - 47.45)^2 + \dots + (48.58 - 47.45)^2]}$$

$$\sigma = 1.74$$

5.5.3 Varianza.

- Cálculo de la varianza para la **época de verano** de acuerdo a la formula N° 05:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$s^2 = \frac{1}{4}[(50.41 - 52.77)^2 + (51.37 - 52.77)^2 + \dots + (52.66 - 52.77)^2]$$

$$s^2 = 3.76$$

- Cálculo de la varianza para la **época de invierno**.

$$s^2 = \frac{1}{6} [(49.86 - 47.45)^2 + (45.13 - 47.45)^2 + \dots + (48.58 - 47.45)^2]$$

$$s^2 = 3.02$$

5.5.4 Coeficiente de variación

- Cálculo del coeficiente de variación para la **época de verano** de acuerdo a la formula N°6:

$$CV = 100 \frac{S}{X} \%$$

$$CV = 100 \frac{1.94}{52.77} \% = 3.67\%$$

- Cálculo del coeficiente de variación para la **época de invierno** de acuerdo a la siguiente formula:

$$CV = 100 \frac{1.74}{47.45} \% = 3.66\%$$

5.5.5 Estimación de ZC

En esta fórmula se utilizan los consumos medios y varianzas de la época de verano e invierno, y “n” representa la muestra, se utilizó la formula N°7.

$$Z_c = \frac{X1 - X2}{\sqrt{\frac{S1^2}{n1} + \frac{S2^2}{n2}}} ; \quad Z_c = \frac{52.77 - 47.45}{\sqrt{\frac{3.76}{152} + \frac{3.02}{152}}} ; \quad Z_c = 25.19$$

5.5 DOTACIÓN PER CAPITA DE AGUA

Considerando el 40% del consumo de agua total en pérdidas y desperdicios en el suministro de agua potable, la dotación per cápita de agua que requiere la localidad de Vilavila es:

$$\text{Dotación per cápita} = 50.11 + 40\%(50.11) = 70 \text{ litros/hab./día.}$$

5.6 PRUEBA DE HIPÓTESIS

1. Planteamiento de la Hipótesis

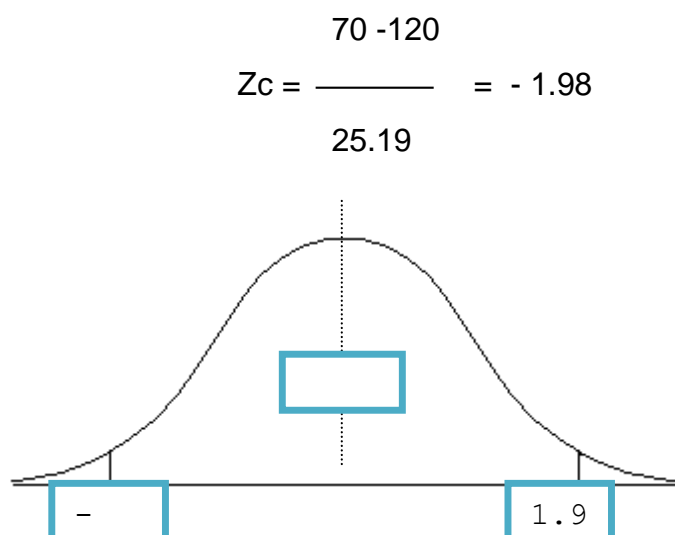
H₀ : $x \geq u$ La dotación per cápita de agua es mayor o igual a 120 litros/habitante/día en clima frío según el R.N.E – OS.100

H₁ : $x \leq u$ La dotación per cápita de agua es menor o igual a 120 litros/habitante/día en clima frío según el R.N.E – OS.100

2. Nivel de significancia de $\alpha = 5\%$

3. El estadístico de prueba que se utilizó para contrastar la hipótesis fue la dotación de agua media con una muestra de 152 viviendas encuestadas.

4. Determinación del punto crítico (tabla); formula N° 08.



5. Conclusión $Z_c \geq aZ_{\alpha=0.9787}$

Como $Z_c = -1.9787 > Z_t = -1.96$ entonces se rechaza H_0 y se acepta H_1

6. Interpretación

La dotación de agua para el distrito de Vilavila es de 70 litros/hab/día, por lo tanto no se ajusta al R.N.E – OS 100 para clima frío de 120 litros/hab/día

6. RESUMEN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

6.1 Consumo promedio de agua

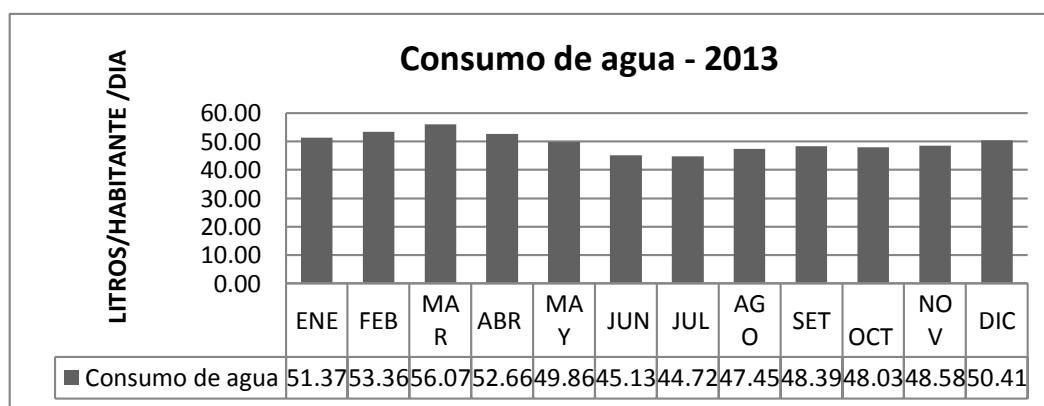
Cuadro N° 08

Mes	Promedio	Mediana	Moda
Enero	51.37	50.36	50.68
Febrero	53.36	53.69	55.13
Marzo	56.07	54.76	59.85
Abril	52.66	53.205	54.79
Mayo	49.86	49.64	58.96
Junio	45.13	44.98	54.84
Julio	44.72	42.645	50.67
Agosto	47.45	47.69	55.23
Septiembre	48.39	45.185	59.54
Octubre	48.03	49.62	56.12
Noviembre	48.58	47.375	58.69
Diciembre	50.41	49.95	49.95

Fuente: Elaboración propia

El cuadro N° 07. Representa el consumo promedio de agua de cada mes del año 2013, la mediana es el consumo intermedio que se representa para cada mes y la moda es el consumo que mayor número de veces se repite en un mes.

Gráfico N° 03



Fuente: Elaboración propia

El gráfico N°3. Representa el consumo de agua medio desde Enero a Diciembre, expresado en Lt/hab/día.

6.2 Variaciones del consumo de agua mensual.

El cuadro N° 09. Representa el consumo de agua máximo y mínimo en la época de verano e invierno.

variaciones del consumo agua mensual (Lts /hab/día)												
Consumo de agua	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV
Consumo medio	50.41	51.3708	53.36	56.07	52.66	49.86	45.13	44.72	47.45	48.39	48.03	48.58
Consumo Máximo	MAR - 56.07					MAY - 49.86						
Consumo Mínimo	DIC - 50.41					JUL - 44.72						
	Época de verano (l/hab./día)						Época de invierno (l/hab./día)					

6.3 Resumen: Media muestral, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación

- Época de invierno

CUADRO N° 10

EPOCA DE INVIERNO MAY- NOV	
MEDIA MUESTRAL	47.45
VARIANZA	3.02
DESVIACION ESTANDAR	1.74
COEFICIENTE DE VAR.	0.037 3.66%

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 11

- Época de Verano

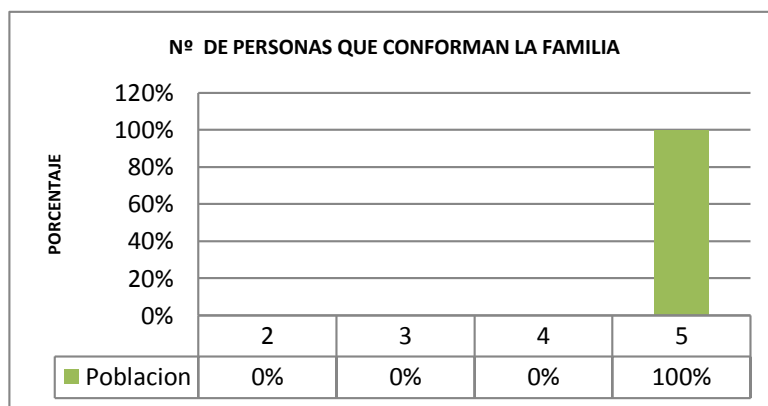
EPOCA DE VERANO DIC- ABR		
MEDIA MUESTRAL	52.77	
VARIANZA	3.76	
DESVIACION ESTANDAR	1.94	
COEFICIENTE DE VAR.	0.037	3.67%

Fuente: Elaboración propia

7. ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL DEL CONSUMO DE AGUA DE LA LOCALIDAD VILAVILA

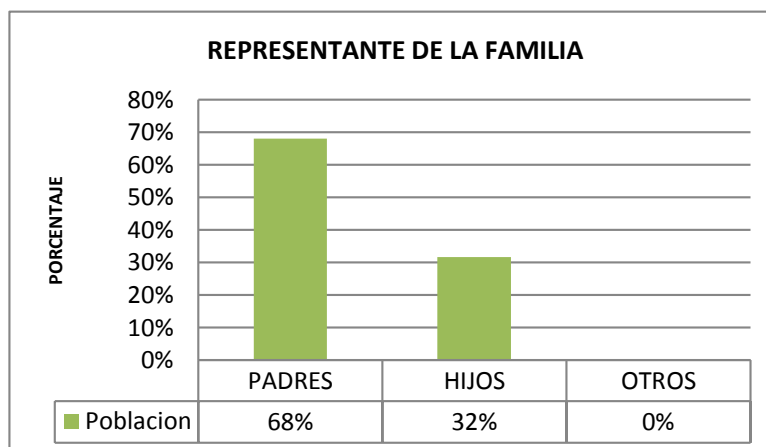
7.1 Aspecto socio económicos

Gráfico N° 04



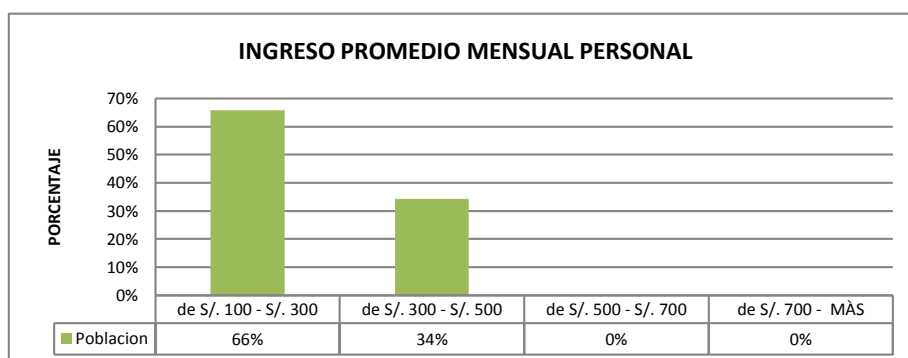
El grafico N° 04. Representa que 5 personas conforman la familia en un 100% y 2,3 y 4 en 0%

Gráfico N° 05



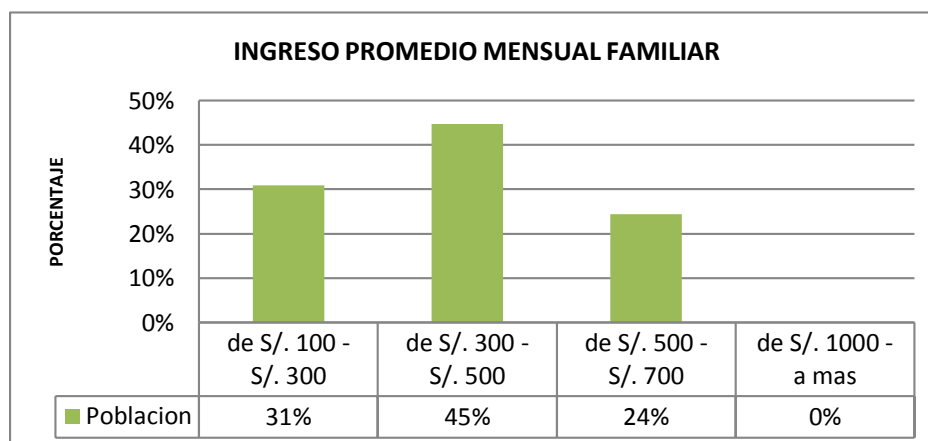
El grafico N° 05. Representa que el 68% de los padres son los que representan a la familia y mientras el 32% los hijos.

Gráfico N° 06



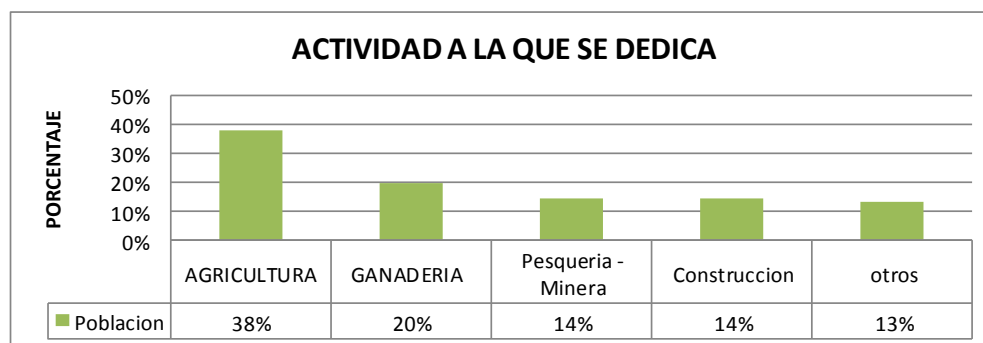
El grafico N° 06. Representa que el 66% percibe un ingreso promedio mensual personal entre S/.100-S/.300 y el 34% entre S/.300 – S/.500.

Gráfico N° 07



El grafico N° 07. Representa que el 31% percibe un ingreso promedio mensual familiar entre S/.100-S/.300, el 45% entre S/.300 – S/.500 y el 24% entre S/.500 – S/.700.

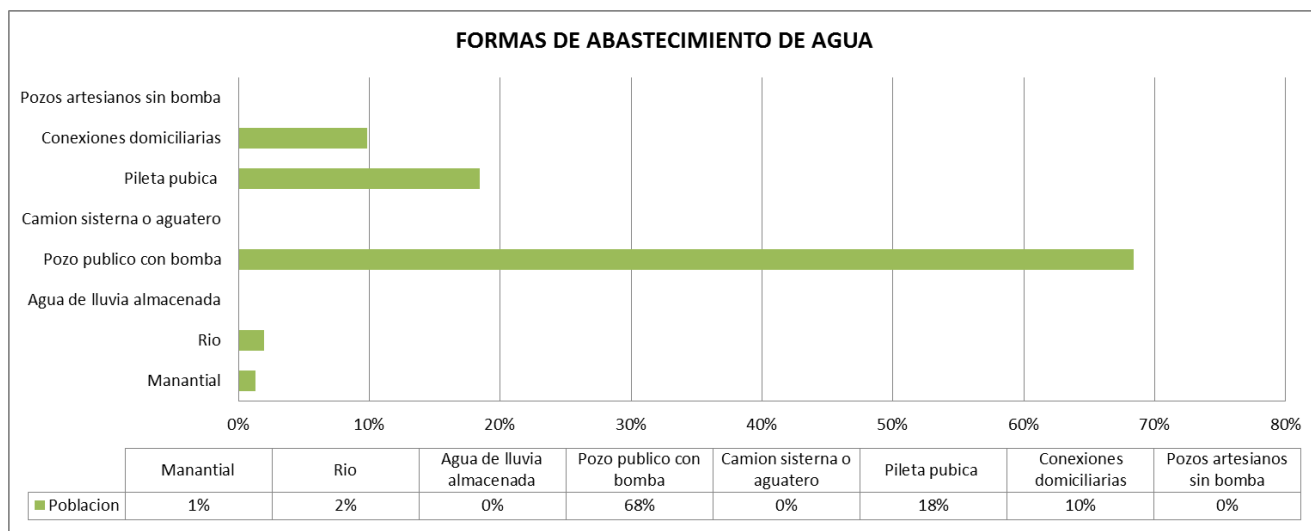
Gráfico N° 08



El grafico N° 08. Representa que el 38% se dedica a la agricultura, 20% ganadería, 14% pesquería y minería, 14% construcción y el 13% a otras actividades.

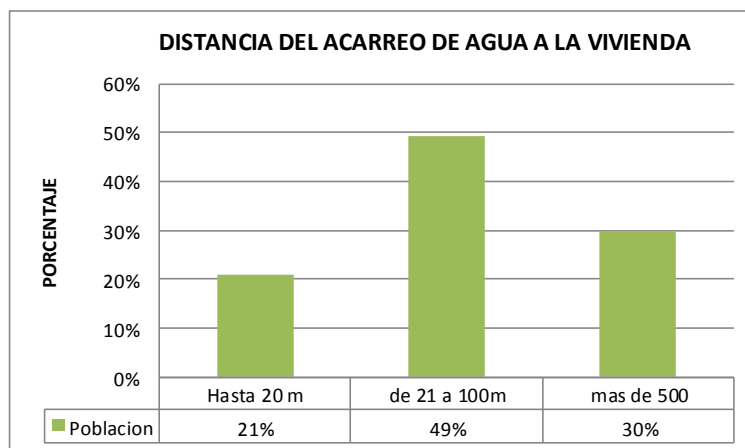
7.2 Situación del agua

Gráfico N° 09



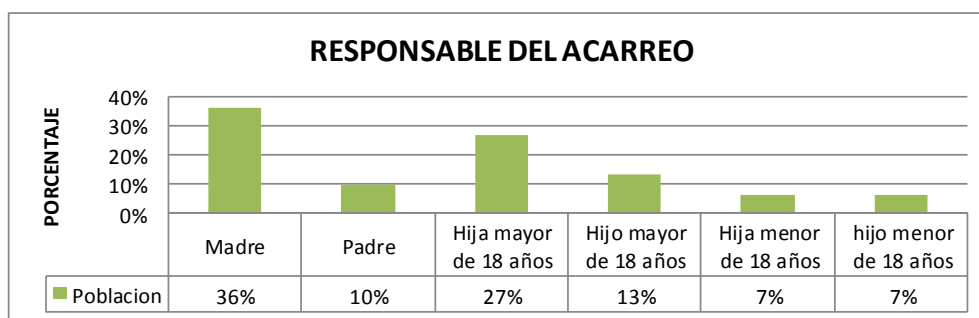
De acuerdo a la información proporcionada por las familias la fuente principal de abastecimiento lo constituye el Pozo público con bomba 68%, mientras que un 10% se abastecen del Sistema de Agua Potable existente, 18% de piletas públicas, 2% de rio, pozos artesianos sin bomba y 1% de manantial.

Gráfico N° 10



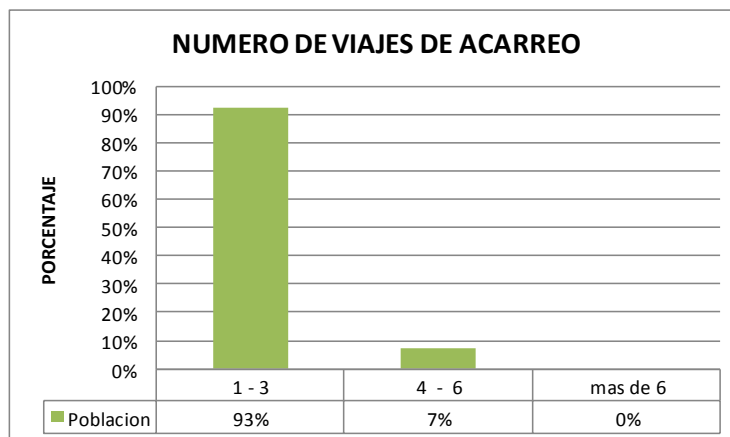
El gráfico N°10. Representa que el 21% realiza el acarreo de agua de hasta 20m a la vivienda, el 49% entre 21 a 100m y el 30% más de 500m.

Gráfico N° 11



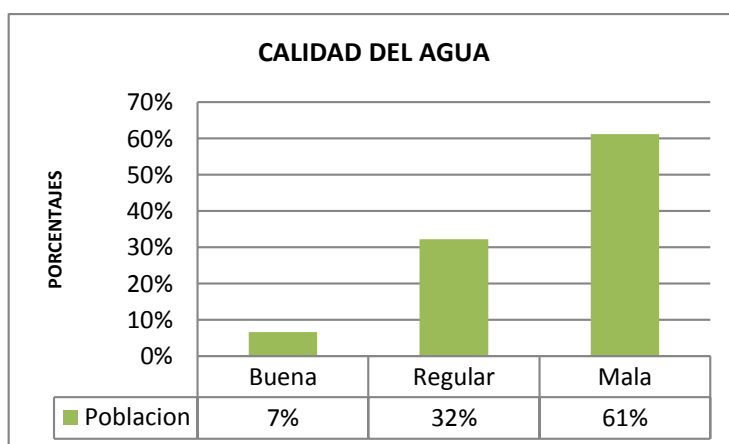
De acuerdo al gráfico N°11 el responsables del acarreo del agua dentro de una familia se puede apreciar que es realizado predominantemente por la madre de familia (36%), la hija mayor de 18 años (27%), así mismo esta tarea es compartida en donde intervienen varios integrantes del hogar (14%), sigue en incidencia el hijo mayor de 18 años (13%) y el padre también con un 10%.

Gráfico N° 12



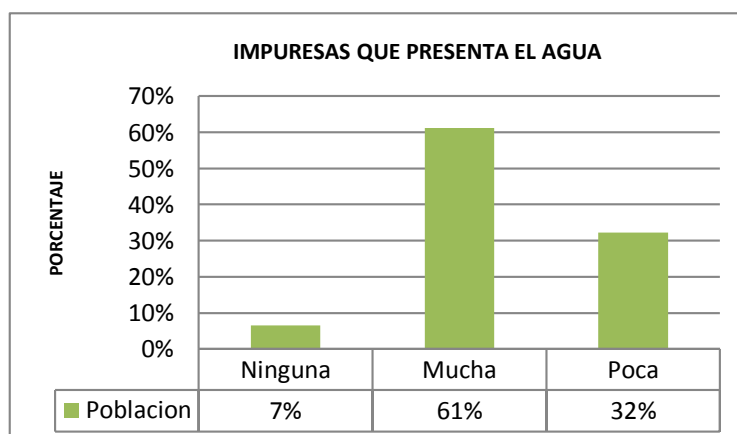
El grafico N°12. Representa que el 93% realiza de 1-3 viajes de acarreo y 7% de 4-6.

Gráfico N° 13



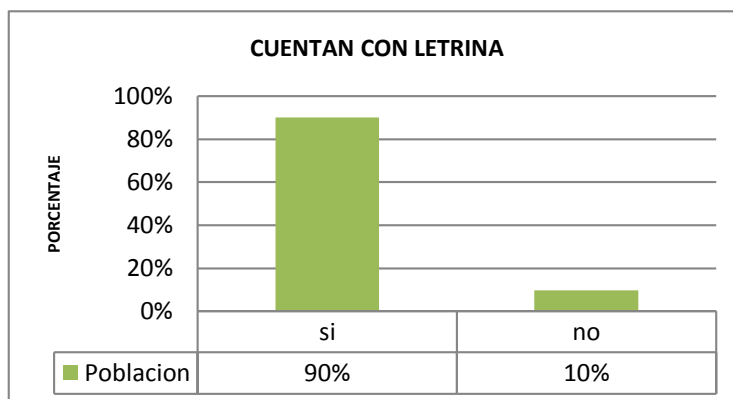
El grafico N°13. Representa la calidad del agua para el consumo personal es el 7% de buena calidad, 32% regular y predominantemente 61% de mala calidad.

Gráfico N° 14



El grafico N°14. Representa que las impurezas en el agua son: 32% poca, 61% mucha y el 7% ninguna impureza.

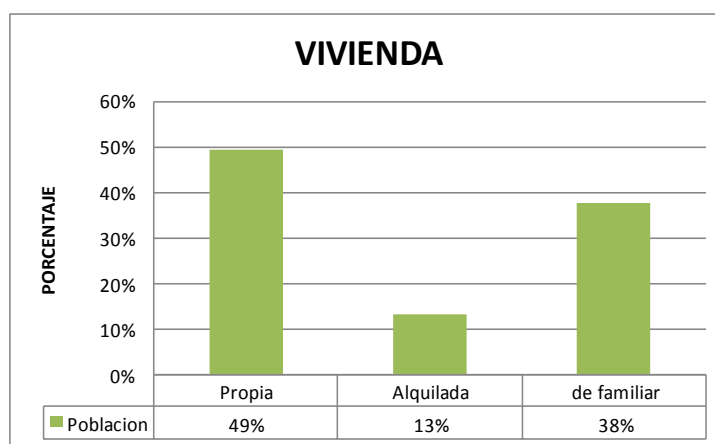
Gráfico N° 15



El grafico N° 15. Representa que el 90% de la localidad de Vilavila posee letrina, mientras que el 10% conexiones domiciliarias.

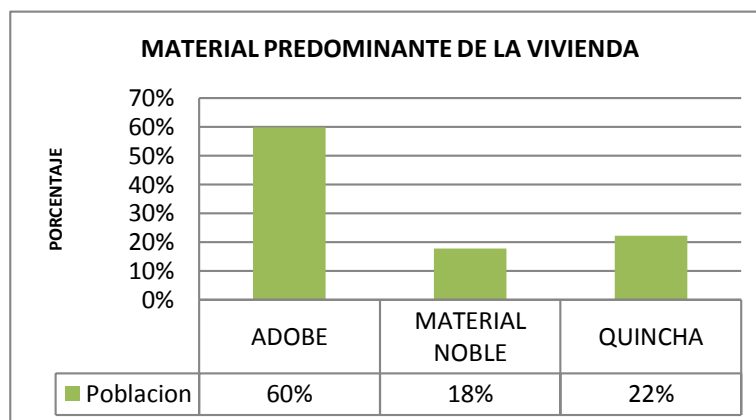
7.3 Información sobre la vivienda

Gráfico N° 16



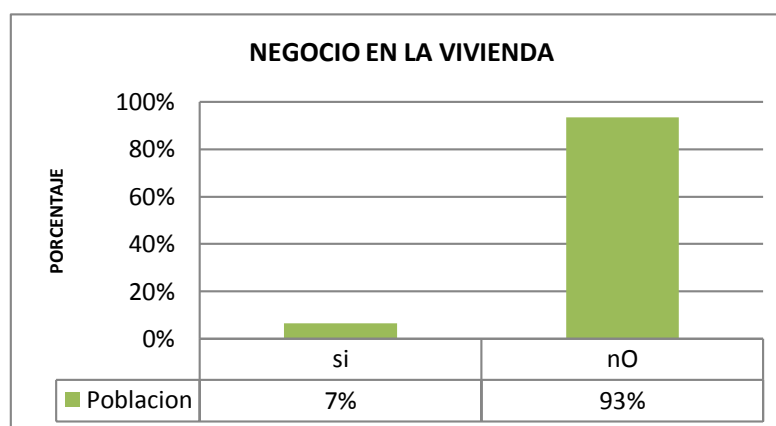
El grafico N°16. Representa el 49% tiene casa propia pero que no necesariamente fueron los propietarios al contestar esta pregunta, 13% alquilada y el 38% de algún familiar.

Gráfico N° 17



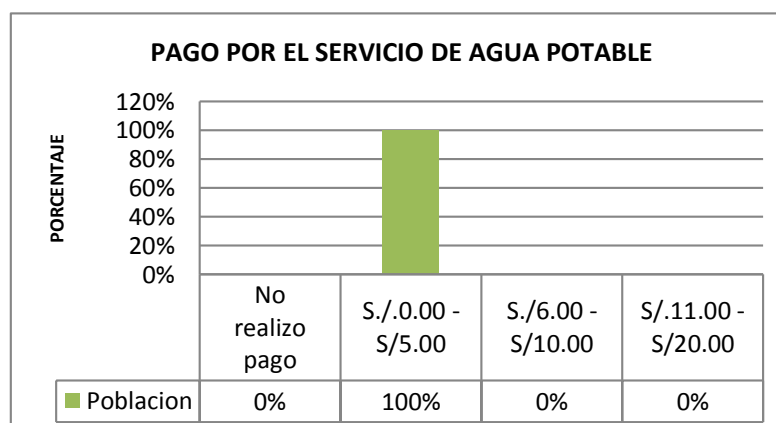
El grafico N° 17. Representa el material que predomina en la vivienda es el adobe en 60%, 18% material noble y 22% de quincha.

Gráfico N° 18



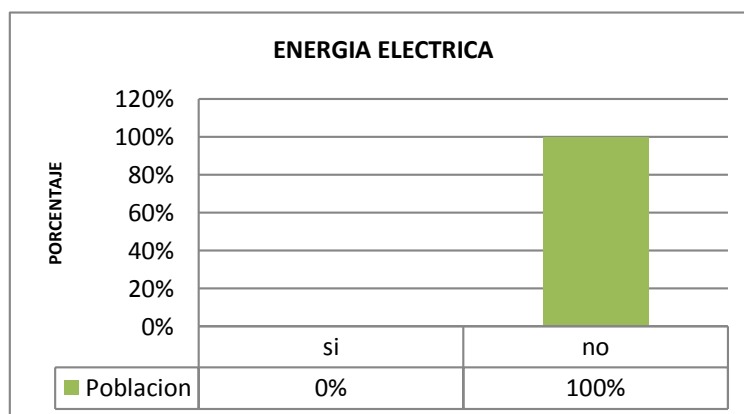
El grafico N°18. Representa el negocio que generalmente predomina es una tienda que representa el 7% y 93% no posee ningún negocio.

Gráfico N° 19



El grafico N°19. Representa el pago por el servicio de agua potable que realizan las familias representa un 10% de las que cuentan con este servicio, de las cuales el 100% de estas familias realizan un pago único anual de s/.5.0 nuevos soles al municipio.

Gráfico N°20



El grafico N°20. Representa que la localidad de Vilavila no cuenta con el servicio de energía eléctrica el cual representa el 100%.

8. PROPUESTA PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE VILAVILA – LAMPA

La localidad de Vilavila, Provincia de Lampa, Región Puno; geográficamente se ubica en la Región Natural de la sierra sur del Perú, se encuentra sobre los 4300 m.s.n.m.

La Municipalidad distrital de Vilavila, desde el año atrás, toma la iniciativa de resolver los problemas de Saneamiento integral de la localidad de Vilavila, tiempo en el que se dieron inicio a la ejecución de las redes de agua potable y desagüe en las zonas céntricas de la localidad, posteriormente también se fueron realizando obras de Saneamiento como ampliación y mejoramiento a las redes existentes pero sin la adecuada proyección al crecimiento poblacional y criterio técnico.

En la actualidad las condiciones sanitarias y ambientales donde las familias desarrollan sus actividades diarias en la localidad de Vilavila, es preocupante, El servicio de agua es deficiente, constituyéndose en sus

principales fuentes de abastecimiento captación construido por FONCODES, el rio de Vilavila y pozos artesianos con agua contaminada.

Por otro lado, existen inadecuadas prácticas de higiene en la población relacionadas con los usos del agua y eliminación de residuos (basura). En la actualidad no existe un comité que trate el tema en conjunto, más bien la población actúa de manera personal para solucionar el problema de abastecimiento. Esta situación hace que las condiciones de salubridad en el caserío sean malas, con una calidad de vida muy baja. El sistema de agua potable se encuentra deteriorada, pozos artesianos sin ningún tipo de tratamiento y el rio de Vilavila está expuesto a todo tipo de enfermedades gastrointestinales y diarreicas. etc.

8.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA.

8.1.1 Captación

La captación es de tipo ladera, de un manantial de agua subterránea libre, ejecutado por FONCODES en el año 1998, de material de concreto simple de medidas de 1.0 m de largo de 1.00 de ancho, de alto de 0.9m, con tapa de concreto armado de 1.0X1.0X0.10 m. En la actualidad la captación no cumple con las condiciones necesarias para considerable apto. Las mismas que tienen deficiencia en el cerco de protección, zanja de ladera, tampoco tiene un muro de contención.

Figura N° 06



La fig. N° 06 representa la situación actual de la captación

En la fotografía se puede observar el deterioro de la captación por el deficiente mantenimiento del mismo, las cuales dan RIESGO a la Salud de los pobladores de la localidad de Vilavila. El manantial se ubica a 1.1 km en la parte Este de la localidad, el aforo en esta captación fue de un promedio de 1.55 litros/segundo en el mes de junio, julio y agosto y en el mes de Diciembre, Enero y febrero es 2.20 litros/segundo.

8.1.2 Cámara rompe presión

La estructura fue construido de igual forma con la misma antigüedad, también de concreto simple sus paredes de 1.00 x 1.00 de 1.00 m con tapa de concreto simple de 1.00 x 1.00 de 0.10 M, la misma que esta descubierta sin protección, la misma que está a la intemperie, la misma que puede ocasionar varios problemas de salud. La cámara rompe presión debe esta debajo de la Cota Rasante para que no puedan manipular la población.

Figura N° 07



La fig. N° 07 representa la situación actual de la cámara rompe presión

8.1.2 Línea de Aducción

La línea de aducción es de tubería de PVC clase 7.5, de diámetro de 2 pulgadas, con una antigüedad desde el año 1988, con una longitud de 2.5 km hasta el reservorio.

8.1.3 Reservorio

El reservorio ubicado en la parte superior de la localidad de Vilavila está construido de material de concreto reforzado con acero, su volumen de almacenamiento es de 34 m³ (L=4.12, A=4.12, h=2.00) tiene la forma geométrica cuadrado espesor de muro E=0.20m. El reservorio presenta fisuras en las partes laterales como el quiebre de la plataforma del fondo. De igual forma la tapa como las válvulas están deterioradas.

Figura N° 08



La fig. N°08 representa la situación actual del reservorio

Es por ello que surge la necesidad de plantear una propuesta de diseño para el sistema de agua potable y así la municipalidad distrital de Vilavila tome esta investigación como referencia en la toma de decisiones para el suministro de agua a largo plazo. (Ver Anexo)

9. CONCLUSIONES:

- La evaluación de la dotación per cápita para la localidad de Vilavila es de 70 litros/hab./día y el consumo de agua en época de verano es de 52.77 l/hab./día y para la época de invierno de 47.45 l/hab./día; y el consumo medio para ambas épocas es de 50.11 l/hab./día.
El consumo máximo de agua en la época de verano fue de 56.07 l/hab./día en el mes de marzo y mínimo de 50.41 l/hab./día en el mes de diciembre. Y para la época de invierno el consumo máximo de agua fue de 49.86 en el mes de mayo y mínimo de 44.72 l/hab./día en el mes de julio. La hipótesis nula se rechaza y se acepta la hipótesis alterna, porque la dotación per cápita de agua es de 70 litros/hab./día para la localidad de Vilavila que viene a ser menor a 120 litros/hab./día para clima frío establecido por el R.N.E – OS.100.

- Para realizar el análisis de la situación actual de la localidad de Vilavila se analizaron varios factores que afectan el consumo de agua como se muestra a continuación:
 - En el aspecto socio económico se observó que el ingreso promedio mensual personal que percibe esta entre S/.100-S/.300/ y familiar de S/.300-S/.500 (Gráf. N° 06 y 07) .de los cuales en su mayoría se dedican a la ganadería y agricultura (Gráf. N° 08)
 - En lo que respecta a la situación del agua se observó que la fuente principal de abastecimiento lo constituye el Pozo público con bomba 68%, mientras que un 10% se abastecen del Sistema de agua potable existente, 18% de piletas públicas, 2% de río, pozos artesianos sin bomba y 1% de manantial. El responsable del acarreo lo realiza la madre y realiza entre 1-3 viajes al día de una distancia a la vivienda entre 21- 100m (Gráf. N°9, 10,11 y 12).
 - La calidad del agua es mala y contiene muchas impurezas (Gráf. N°13 y 14), y el 68% utiliza letrinas (Gráf. N°15)
 - Acerca de la vivienda el material que predomina es el adobe y por el pago del servicio de agua potable que realizan las familias que cuentan con este

servicio es de S/. 5.00 nuevos soles al año y por el servicio de energía eléctrica no realizan pago alguno por no contar con este servicio en toda la localidad de Vilavila (Gráf. N°17,19 y 20)

- Se plantea para el sistema de agua potable una captación tipo ladera, línea de conducción de 970.48 ml con diámetros de 2" y 3", de tubería PVC de clase 7.5, dos cámaras rompe presión, un reservorio de 30m³ y conexiones domiciliarias para 250 viviendas.

10. RECOMENDACIONES

- Para utilizar la dotación de agua que requiere una población es necesario realizar investigaciones acerca del consumo de agua y no es recomendable utilizar parámetros establecidos por las normas internacionales o nacionales, pues estos solo son parámetros referenciales, debido a que se puede sobre estimar o sub estimar la demanda de agua que requiere dicha población.
- Se deberán utilizar estas normas en caso que no se realice ninguna investigación acerca del consumo de agua de una población.
- Es necesario realizar un análisis de la situación actual de una población y saber cuáles son los factores que afectan el consumo de agua, conjuntamente con la colaboración de la población se podrá realizar dicho estudio indicándoles a los miembros de las familias que es en beneficio de ellos.
- Se recomienda el uso adecuado y optimo del recurso hídrico para un sistema de agua potable y así reducir las enfermedades relacionadas al agua de mala calidad que consumen en el sector rural y de esta forma mejorar la calidad de vida de la población.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Aguero, R. (1997). *Agua potable para poblaciones rurales*. Lima : SER.
- Arocha, S. (1997). *"Abastecimiento de agua"*. Teoría y diseño. Venezuela.
- CEPIS. (2006). *Saneamiento y salud*. Lima
- CIR. (2000). Centro internacional de agua y saneamiento *"Sistemas de abastecimiento de Agua para pequeñas y grandes comunidades"*. Lima
- Collazos, H. (2000). *Muestreo*. Cali: Universidad Nacional de Colombia.
- Cristobal, J. (2001). *Calculo de la demanda de agua potable*. México: Instituto Mexicano de tecnología del agua.
- EPSEL S.A. (2010). *Diseño del sistema de Abastecimiento de agua y Alcantarillado del centro poblado Cruz de Médano - Lambayeque*. Chiclayo.
- Falkenmark. (2007). *Recursos Naturales y el Ambiente para identificar carencias fundamentales en las actividades y planeamiento de la Asociación Mundial para el Agua*. Gestión Integrada de los Recursos de Agua, 351-352.
- Galarza, S. (2011). Determinantes de la dotación de agua por los sectores urbano e industrial en Guanajuato. México: Instituto Tecnológico de Celaya.
- García, C. (1998). *"Estadística" descriptiva y probabilidades"*. Lima: Concytec.
- GLEICK, P. (2000). El Instituto Pacífico para los Estudios en el Desarrollo, Ambiente y Seguridad en Oakland. California.
- INEI. (2006). *Glosario básico de términos estadísticos*. Lima.

- López, L. (2000). *Plan tarifario*. Lima.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima.
- OMS. (2006). *Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo*. Agua para todos, Agua para la Vida, 30-33.
- OPS. (2005). Guía para juntas administradoras de agua y saneamiento (Jass) y entidades afines. Lima.
- PREDES. (2003). PROYECTO DE EMERGENCIA PUNO. Lima.
- Saravia, S. (2011). Consumo residencial de agua bajo racionamiento en la Ciudad de Coro. Venezuela - Falcón.
- UNICEF. (2003). *Año Internacional del Agua Dulce*. Revista Ambientum, 20-22.
- Vierendel. (2009). *Abastecimiento de agua y alcantarillado*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- WORLD BANK. (23 de enero de 2007). Grupo de Banco Mundial. Recuperado el 15 de Noviembre de 2010, de <http://www.worldbank.org/>
- Zea, J. (2006). Muestreo Básico y Aplicaciones. Lima.

