

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE LA DOTACIÓN DE AGUA PARA EL
PROYECTO: “MEJORAMIENTO DE SERVICIOS DE AGUA Y
SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD DE KUNURANA DEL
DISTRITO DE SANTA ROSA – MELGAR – PUNO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

JUAN RAMON CONDORI CUTIPA

CRISTIAN HAROLD ASQUI CASTELLANOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERÚ

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

EVALUACIÓN DE LA DOTACIÓN DE AGUA PARA EL PROYECTO:
“MEJORAMIENTO DE SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO EN LA
COMUNIDAD DE KUNURANA DEL DISTRITO DE SANTA ROSA – MELGAR –
PUNO”

TESIS PRESENTADA POR:

JUAN RAMON CONDORI CUTIPA
CRISTIAN HAROLD ASQUI CASTELLANOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL




APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:


PRESIDENTE:


Ing. RAUL FERNANDO ECHEGARAY CHAMBI

PRIMER MIEMBRO:


Dr. SAMUEL HUAQUISTO CACERES

SEGUNDO MIEMBRO:


Ing. VICTOR RAUL BANEGAS LAYME

DIRECTOR / ASESOR:


Ing. GUILLERMO NESTOR FERNANDEZ SILA

Tema : Abastecimiento de agua

Área : Hidráulica

Línea de investigación: Hidráulica y medio ambiente

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 16 DE OCTUBRE DEL 2018

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado a Dios, familiares y docentes involucrados en nuestra formación profesional. Seres de bien que forman el círculo de seres más queridos y a las que se debe la realización de este proyecto de mucho significado para nosotros.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos de sobremanera el apoyo de nuestros padres, por habernos dado la oportunidad de tener una excelente educación y haber contribuido positivamente en este transcurso difícil como tesisistas.

A los docentes, que nos han acompañado durante el largo camino, brindándonos siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando la formación como profesionales, porque cada uno con sus valiosas aportaciones, aportaron a la culminación del presente proyecto.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	17
ABSTRACT.....	18
CAPÍTULO I	19
INTRODUCCIÓN	19
1.1. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	20
1.2. OBJETIVOS.....	21
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	21
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
1.3. HIPÓTESIS	21
1.4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	22
CAPÍTULO II	29
REVISIÓN DE LITERATURA	29
2.1. ANTECEDENTES	29
2.2. BASES TEÓRICAS	35
2.2.1. NIVELES SOCIOECONÓMICOS (NSE) EN EL PERÚ	35
2.2.2. SITUACIÓN DE LAS ZONAS RURALES RESPECTO A LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO	39
2.2.3. FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO DE AGUA ...	43
2.2.3.1. CONSUMO DE AGUA DOMÉSTICO.....	45
2.2.4. CANTIDAD DE AGUA PARA USO DOMÉSTICO	53

2.2.5.	PÉRDIDAS DE AGUA	56
2.2.5.1.	PÉRDIDAS FÍSICAS O REALES DE AGUA	57
2.2.5.2.	PÉRDIDAS DE AGUA APARENTE.....	59
2.2.5.3.	DESPERDICIO	60
2.2.6.	DOTACIÓN DE AGUA.....	61
2.2.7.	VARIACIONES DE CONSUMO	63
2.2.7.1.	CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL	64
2.2.7.2.	CONSUMO MÁXIMO DIARIO.....	64
2.2.7.3.	CONSUMO MÁXIMO HORARIO.....	65
2.2.8.	PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE	66
2.2.9.	SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	67
2.2.9.1.	OPCIONES TÉCNICAS EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	67
2.2.10.	PERIODO DE DISEÑO	71
2.2.11.	FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	72
2.2.11.1.	FUENTE SUPERFICIAL.....	72
2.2.11.2.	FUENTE SUBTERRÁNEA	73
2.2.11.3.	FUENTE PLUVIAL.....	73
2.2.12.	CALIDAD DE AGUA	73
	CAPÍTULO III.....	75
	MATERIALES Y MÉTODOS.....	75
3.1.	MATERIALES.....	75

3.2.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	76
3.2.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	76
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO	76
3.3.1.	POBLACIÓN	76
3.3.2.	MUESTRA.....	77
3.4.	MÉTODO DE MUESTREO Y RECOLECCIÓN DE DATOS.	78
3.5.	MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	81
3.5.1.	DISTRIBUCIÓN DE CLASES Y FRECUENCIA	81
3.5.2.	RANGO	82
3.5.3.	NÚMERO DE CLASE.....	82
3.5.4.	AMPLITUD	82
3.5.5.	MEDIA MUESTRAL.....	82
3.5.6.	DESVIACIÓN TÍPICA MUESTRAL	82
3.5.7.	MEDIANA MUESTRAL	83
3.5.8.	VARIANZA.....	83
3.5.9.	COEFICIENTE DE VARIACIÓN (PEARSON)	83
	CAPÍTULO IV	84
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	84
4.1.	DOTACIÓN DE AGUA	84
4.1.1.	PRUEBA DE HIPÓTESIS	88
4.2.	COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIA K1	89

4.3.	CARACTERIZACIÓN DE HÁBITOS DE CONSUMO DE LA POBLACIÓN	93
4.3.1.	RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS EFECTUADAS	93
4.3.2.	DETERMINACIÓN DE LOS MESES DE MÁXIMO Y MÍNIMO CONSUMO	104
4.3.2.1.	DATOS DE INGRESO PARA EL PROGRAMA SPSS	105
4.3.2.2.	DOTACIÓN PROMEDIO MENSUAL PARA EL MES DE ABRIL	106
4.3.2.3.	DOTACIÓN PROMEDIO MENSUAL PARA EL MES DE MAYO	107
4.3.2.4.	DOTACIÓN PROMEDIO MENSUAL PARA EL MES DE JUNIO	108
4.3.2.5.	DOTACIÓN PROMEDIO MENSUAL PARA EL MES DE JULIO	109
4.3.2.6.	DOTACIÓN PROMEDIO MENSUAL PARA EL MES DE AGOSTO	110
4.3.2.7.	RESUMEN DE DOTACIONES PROMEDIOS MENSUALES Y MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL	111
4.4.	DISCUSIÓN Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS	113
4.4.1.	DOTACIÓN DE AGUA	113
4.4.2.	COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIO (K1)	114
	CONCLUSIONES	115



RECOMENDACIONES	118
REFERENCIAS	119
ANEXOS	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Temperaturas mensuales registrados por la estación meteorológica de Santa Rosa - Melgar.	23
Tabla 2 Precipitaciones mensuales registrados por la estación meteorológica de Santa Rosa - Melgar.	25
Tabla 3 Población, condición de pobreza por intervalo de confianza, según Distrito, 2013.	28
Tabla 4 Dotaciones promedio del mes de Salcedo - Puno.	30
Tabla 5 Perú: población que consume agua proveniente de red pública, por área de residencia año móvil: Febrero 2017 – Enero 2018.	41
Tabla 6 Perú Rural: Hogares según uso de agua, 2013 – 2017.	42
Tabla 7 Perú Rural: Hogares según uso de agua, 2017 – Departamento de Puno.	43
Tabla 8 Resumen de requisitos del nivel de servicio de agua para promover la salud.	54
Tabla 9 Dotaciones para poblaciones rurales en el Perú, según la Organización Panamericana de la Salud.	61
Tabla 10 Dotación por número de habitantes.	62
Tabla 11. Dotación por región.	62
Tabla 12 Dotación de agua según RNE /habilitaciones urbanas.	62
Tabla 13 Dotación de agua según Guía MEF - Ámbito Rural.	63

Tabla 14 Opciones técnicas en sistemas de abastecimiento de agua potable.	67
Tabla 15 Periodos de diseño.	72
Tabla 16 Dotaciones diarias: meses de abril, mayo y junio del 2018.	86
Tabla 17 Dotaciones diarias: meses de julio y agosto del 2018.	87
Tabla 18 Medidas de tendencia central para las dotaciones diarias.	87
Tabla 19 Frecuencia de la población encuestada.	93
Tabla 20 Ejemplo de cálculo de dotaciones promedio mensuales.	104
Tabla 21 Valores de dotaciones promedio del mes por vivienda.	105
Tabla 22 Datos para el programa SPSS.	106
Tabla 23 Tabla de frecuencias de datos para el mes de abril 2018.	107
Tabla 24 Tabla de frecuencias de datos para el mes de mayo 2018.	108
Tabla 25 Tabla de frecuencias de datos para el mes de junio 2018.	109
Tabla 26 Tabla de frecuencias de datos para el mes de julio 2018.	110
Tabla 27 Tabla de frecuencias de datos para el mes de agosto 2018.	111
Tabla 28 Medidas de Tendencia central para todos los meses de estudio.	112
Tabla 29 Comparación de la dotación calculada, con otros autores.	113
Tabla 30 Comparación de coeficiente de variación diaria (K1) calculada, con otros autores	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Variación de temperaturas medias en Santa Rosa - Melgar.	24
Figura 2 Variación de precipitaciones mensuales en Santa Rosa - Melgar.	26
Figura 3 Variaciones promedio del mes de Salcedo - Puno.	30
Figura 4 Principales líneas de estudio que relacionan los factores que inciden en el consumo de agua doméstico.	46
Figura 5 Jerarquía de las necesidades de agua	55
Figura 6 Ejemplo de variaciones diarias de consumo.	65
Figura 7 Ejemplo de variaciones horarias de consumo.	65
Figura 8 Sistema por gravedad sin tratamiento (SGST).	68
Figura 9 Sistema por gravedad con tratamiento (SGCT).	69
Figura 10 Sistema por bombeo sin tratamiento (SBST).	70
Figura 11 Sistema por bombeo con tratamiento (SBCT).	70
Figura 12 Vista panorámica de la comunidad de Kunurana Bajo.	77
Figura 13 Modelo de formato de llenado de consumo diario por vivienda.	80
Figura 14 Modelo de encuesta realizada.	81
Figura 15 Gráfico de dispersión correspondiente al día miércoles, 01 de Agosto de 2018.	84
Figura 16 Variaciones de dotaciones diarias: mes de abril del 2018.	90
Figura 17 Variaciones de dotaciones diarias: mes de mayo del 2018.	90

Figura 18 Variaciones de dotaciones diarias: mes de junio del 2018.	90
Figura 19 Variaciones de dotaciones diarias: mes de julio del 2018.	91
Figura 20 Variaciones de dotaciones diarias: mes de agosto del 2018.	91
Figura 21 Variaciones diarias de dotaciones durante todo el periodo de investigación.	92
Figura 22 Nivel de escolaridad de los representantes de las viviendas encuestadas.	94
Figura 23 Tipo de vivienda en donde habita el responsable de la familia.	94
Figura 24 Actividad económica en la vivienda.	95
Figura 25 Material que predomina en la construcción de la vivienda de los encuestados.	95
Figura 26 Energía eléctrica de las viviendas encuestadas.	96
Figura 27 Número de habitantes de la muestra.	96
Figura 28 Ingreso promedio mensual de las viviendas encuestadas.	97
Figura 29 Actividad económica a la que se dedican los responsables de las viviendas de la muestra.	97
Figura 30 Fuente de abastecimiento de agua de donde se abastece la muestra.	98
Figura 31 Apreciación de la calidad de agua consumida de la muestra. ...	98
Figura 32 Apreciación de la muestra respecto a la cantidad de impurezas presentadas en el agua consumida.	99

Figura 33 Distancia a la fuente de agua de donde se abastece las viviendas de la muestra.	100
Figura 34 Viajes al día generalmente realizados por las viviendas de la muestra, para acarrear agua.	100
Figura 35 Tiempo generalmente usado en el día para el acarreo de agua de las viviendas de la muestra.	101
Figura 36 Responsables del acarreo de agua de la muestra.	102
Figura 37 Precio de agua pagado al mes por las viviendas de la muestra.	102
Figura 38 Viviendas de la muestra que cuentan con algún sistema de disposición de excretas.	103
Figura 39 Usos del agua por las viviendas de la muestra.	103
Figura 40 Histograma de frecuencias de datos para el mes de abril 2018.	107
Figura 41 Histograma de frecuencias de datos para el mes de mayo 2018.	108
Figura 42 Histograma de frecuencias de datos para el mes de junio 2018.	109
Figura 43 Histograma de frecuencias de datos para el mes de julio 2018.	110
Figura 44 Histograma de frecuencias de datos para el mes de agosto 2018.	111

Figura 45 Diagrama de barras de dotaciones promedio por mes. 112

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

MVCS (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento)

R.N.E. (Reglamento Nacional de Edificaciones)

SEDACUSCO (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Cusco)

OS (Obras de Saneamiento)

PNSR (Programa Nacional de Saneamiento Rural)

INEI (Instituto Nacional De Estadística e Informática)

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua)

OMS (Organización Mundial de la Salud)

OPS (Organización Panamericana de la Salud)

MEF (Ministerio de Economía y Finanzas)

IWA (International Water Association, Asociación Internacional del Agua)

MINSA (Ministerio de Salud)

SGST (Sistemas por gravedad sin tratamiento)

SGCT (Sistemas por gravedad con tratamiento)

SBST (Sistemas por bombeo sin tratamiento)

SBCT (Sistemas por bombeo con tratamiento)

RESUMEN

En el diseño de infraestructuras de redes de agua potable se presenta el problema de la falta de estudios en campo de la dotación de agua, motivo por el cual se toman valores referenciales de la dotación de agua (lts/hab/día), los cuales son establecidos en el caso de poblaciones rurales por la guía MEF – ámbito rural, originando en algunos casos el sub o sobre dimensionamiento de las estructuras presentes en sistemas de abastecimiento de agua. El presente trabajo de investigación tiene por objetivo evaluar y determinar la dotación real para uso doméstico y el coeficiente de variación diario, así como caracterizar los hábitos de consumo de la población y así poder realizar futuros proyectos de manera eficiente en zonas con características similares a la comunidad de Kunurana Bajo, el cual es una población rural y se encuentra entre 3997.01 msnm a 4160.00 msnm de altitud. Para esto se tomó una muestra de 59 viviendas escogidas aleatoriamente de todas las viviendas de esta comunidad el cual consta de 305 viviendas y se elaboró encuestas para recabar información de los hábitos de consumo y formatos para obtener consumos diarios de agua por vivienda mediante recipientes de uno y cinco galones, durante el periodo de 4 meses que comprende desde el 20 de abril del 2018 al 20 de agosto del 2018. Obteniéndose así el valor del consumo per cápita de 25.06 lts/hab/día y una dotación real para uso doméstico de 35.80 lts/hab/día (considerando pérdidas del 30%) y 75.80 lts/hab/día (con letrinas con arrastre hidráulico), también se obtuvo que el valor del coeficiente de variación diaria $K1=1.543$, con lo cual se concluye que estos valores obtenidos son distintos a lo establecido por la guía MEF - ámbito rural, el cual es utilizado para la elaboración de expedientes técnicos de saneamiento rural.

Palabras clave: dotación, uso-doméstico, variación-diaria, hábitos-consumo, población-rural.

ABSTRACT

In the design of potable water network infrastructures, the problem of the absence of field studies of the water endowment, which is why reference we choose values of the water endowment (lts/hab/day), which they are established in the case of rural populations by the MEF guide - rural area, originating in some cases, the under or over dimension of present structures in water supply systems. The objective of this research work is to evaluate and determine the real endowment for domestic use and the daily variation coefficient, as well as to characterize the consumption habits of the population for finally do future projects efficiently in zones with similar characteristics to the community of Kunurana Bajo, which is a rural population and is located between 3997.01 meters above sea level and 4160.00 meters above sea level. For this we take a sample of 59 dwellings randomly selected of all dwellings of our community which consists of 305 dwellings and developed surveys about information on consumption habits and formats for obtain daily water consumption per dwelling in recipients of one and five gallons, during the 4-month period between April 20 of 2018 to August 20 of 2018. In consequence we obtained the per capita consumption value of 25.06 lts/hab/day and a real water endowment of 35.80 lts/hab/day (considering losses of 30%) and 75.80 lts/hab/day (with latrines with hydraulic drag), it was also obtained that the value of the daily variation coefficient $K1 = 1.543$, with which it is concluded that these obtained values are different to what is established by the MEF guide - rural area, which is used for elaboration of technical files of rural sanitation.

Key words: endowment, domestic-use, daily-variation, consumption-habits, rural-population.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La presente tesis tiene por objetivo evaluar, determinar la dotación real para uso doméstico en la población de Kunurana Bajo y el coeficiente de variación diaria, así como caracterizar los hábitos de consumo de la población.

El agua es indispensable para la subsistencia de la humanidad y el cual cada vez se está convirtiendo en un recurso escaso debido a diferentes factores como el crecimiento de la población, la deforestación, el calentamiento global y el mal uso del agua. Para empezar con los diseños de sistemas de abastecimiento de agua se toma como base los valores de la dotación de 40 a 50 lts/hab/día con letrinas sin arrastre hidráulico y 80 lts/hab/día, con letrinas con arrastre hidráulico, establecida por la guía MEF para poblaciones rurales, el cual es mayor al valor que consideran otros autores. Por otro lado, las dimensiones de los componentes de un sistema de abastecimiento son resultado del valor de la dotación, por tal motivo al diseñar el sistema con valores erróneos de la dotación origina en algunos casos, el sub o sobre dimensionamiento de los componentes del sistema de abastecimiento.

El presente trabajo de investigación se realizó mediante la recolección de mediciones de consumo de agua diarias por vivienda y encuestas, así mismo por medio de la búsqueda de información relacionada al tema de investigación en libros y páginas de internet.

El proyecto está dividido en ocho capítulos:

Capítulo I - Introducción: en donde se realizó la parte introductoria del proyecto, la justificación y los objetivos de la investigación; Capitulo II - Revisión de la literatura:

se hace referencia al fundamento teórico que hace posible la investigación, donde se encuentra los antecedentes y marco teórico; Capítulo III - Materiales y métodos: en esta sección se detalla la metodología empleada para llegar a los resultados de la investigación; Capítulo IV - Resultados y discusión: se representa el resultado de manera numérica y grafica de los resultados; Capítulo V - Conclusiones: se muestra de manera literal los resultados con respecto al objetivo; Capítulo VI - Recomendaciones: se sugiere la importancia del proyecto a futuro; Capítulo VII - Referencias: se cita todos los textos y páginas de lectura que se usaron para la realización del proyecto de investigación y Anexos: en donde se muestra los formatos y el resumen de estos, así como también el panel fotográfico y planos.

1.1. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Según la guía para la formulación de proyectos de inversión de saneamiento básico se toma en cuenta el valor de la dotación a partir de una tabla elaborada por la misma, la cual da un valor de 80 lts/hab/día para poblaciones rurales cuyo sistema de disposición de excretas es el de letrinas con arrastre hidráulico y de entre 40 a 50 lts/hab/día para poblaciones rurales con letrinas sin arrastre hidráulico, el cual no se ajusta a la realidad y más aún para poblaciones con características climatológicas similares a la de la población de Kunurana Bajo.

Se debe tener especial cuidado en la adopción del valor de la dotación, ya que al utilizar cifras globales de consumo y utilizados de manera general puede conducir a errores en el diseño tales como sobre dimensionamientos o por el contrario, insuficientes para las necesidades de la población, constituyendo un problema cuando se adopta valores erróneos de esta, por lo que es de mucha importancia la asignación del valor de la

dotación, ya que a partir de este valor se realizan los cálculos de los sistemas y estructuras funcionales de abastecimiento.

Además, la investigación de consumo para la comunidad de Kunurana Bajo conllevara a diseñar un buen sistema de abastecimiento que se ajustara a las necesidades reales de la población.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la dotación real para uso doméstico en la población de Kunurana Bajo.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar la dotación real para consumo doméstico en la población de Kunurana Bajo.
- b) Determinar y analizar el coeficiente de variación diaria de la población de Kunurana Bajo.
- c) Caracterizar los hábitos y costumbres de consumo de agua de la población de Kunurana Bajo.

1.3. HIPÓTESIS

La dotación real para uso doméstico en la población de Kunurana Bajo es menor a 80 lts/hab/día con letrinas con arrastre hidráulico en la región sierra establecido por la guía simplificada para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de saneamiento básico en el ámbito rural.

1.4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

A. Ubicación Política

Departamento : Puno

Provincia : Melgar

Distrito : Santa Rosa

Comunidad : Kunurana Bajo

B. Ubicación geográfica

La zona de estudio se ubica en las siguientes coordenadas geográficas del sistema de proyección de coordenadas UTM zona del esferoide 19 sur:

Norte : 8386610.52

Este : 299068.22

Altura : 3997.01 msnm – 4160.00 msnm

C. Área de influencia del estudio

El área de estudio comprende aproximadamente de 1340.90 ha, el cual comprende los siguientes sectores: sector Pucamoco, sector Quequesur, sector San isidro, sector Rosaspata y sector Qollpacucho.

D. Clima

El clima en la comunidad de Kunurana Bajo y gran parte de los caseríos, presentan un clima frío de la región sierra. El clima en esta zona se describe en dos partes: en invierno (de abril a octubre) con bastante sol por las mañanas y

frígida por las ventiscas gélidas y las intensas heladas sobre todo por las madrugadas y la otra estación (de noviembre a marzo) templadas con lluvias, nevadas, granizos, acompañados de fuertes descargas eléctricas.

Temperatura: En cuanto a temperatura en la zona de estudio. Se registran datos de temperatura según la estación meteorológica del Senamhi ubicado en Santa Rosa, en donde se ve que se registró temperaturas mínimas en los meses de junio y julio. En la siguiente tabla se muestra el resumen de los datos obtenidos de la página web del Senamhi para dicha estación:

Tabla 1 Temperaturas mensuales registrados por la estación meteorológica de Santa Rosa - Melgar.

		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic
1997	T. media (°C)		7.9										
	T. max (°C)		12.8										
	T. min (°C)		3.0										
2000	T. media (°C)		9.2	9.3	8.3	6.7	4.3	4.1	6.5	8.7	9.6	11.7	10.1
	T. max (°C)		13.0	13.8	14.9	15.4	13.8	13.4	15.4	17.1	15.2	18.0	14.8
	T. min (°C)		5.3	4.8	1.6	-2.0	-5.1	-5.2	-2.3	0.3	4.0	5.5	5.5
2001	T. media (°C)	9.3	10.0	10.0	8.8	6.9	4.3	4.4		9.2	11.1	12.8	11.6
	T. max (°C)	12.8	13.8	14.1	14.7	14.6	14.2	14.3		16.6	17.2	18.3	17.2
	T. min (°C)	5.8	6.3	6.0	3.0	-0.9	-5.7	-5.5		1.9	5.0	7.4	6.0
2002	T. media (°C)	10.9	9.9	10.1	8.9	7.1	5.5	4.2	5.8	9.0	10.3	11.1	11.7
	T. max (°C)	15.9	13.4	14.3	13.9	14.1	14.4	12.4	14.5	15.9	15.6	16.0	16.6
	T. min (°C)	5.9	6.4	6.0	3.8	0.0	-3.4	-4.0	-2.9	2.1	5.0	6.2	6.9
2003	T. media (°C)	11.6	11.8	10.4	9.6	7.4	4.3	4.2	6.3	8.9	10.7	12.1	12.0
	T. max (°C)	16.3	16.8	14.8	15.6	15.5	14.8	15.4	15.4	16.2	18.1	18.6	18.0
	T. min (°C)	6.8	6.7	6.0	3.7	-0.7	-6.3	-6.9	-2.8	1.6	3.3	5.6	6.1
2004	T. media (°C)	10.5	10.9	10.4	9.6	5.9	4.3	4.3	5.8	9.3	11.7	12.6	12.3
	T. max (°C)	14.9	16.0	15.9	15.8	15.7	14.7	14.8	14.8	16.6	18.4	18.8	17.9
	T. min (°C)	6.1	5.7	4.9	3.4	-3.9	-6.0	-6.3	-3.1	2.0	5.0	6.3	6.6
2005	T. media (°C)	11.3	10.8	10.8	9.9	7.1	3.4	4.6	5.6	9.6	11.0	11.7	11.8
	T. max (°C)	16.7	15.5	16.3	16.5	16.6	15.7	16.1	16.7	17.9	17.1	17.5	17.2
	T. min (°C)	6.0	6.1	5.4	3.3	-2.5	-8.9	-6.9	-5.4	1.3	5.0	5.9	6.4
2006	T. media (°C)	10.3	10.9	10.3	9.2	5.9	4.9	3.8	7.2	9.1	11.2	11.6	11.4
	T. max (°C)	15.2	16.7	15.7	15.7	16.1	15.2	15.6	16.5	17.7	18.0	17.2	16.7
	T. min (°C)	5.4	5.2	5.0	2.6	-4.4	-5.4	-7.9	-2.1	0.6	4.4	6.0	6.1
2007	T. media (°C)	10.9	11.1	9.7	9.3	7.0	5.4	4.8	6.4	8.8	10.3	10.2	10.4

		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic
	T. max (°C)	15.6	15.6	14.0	14.8	14.8	16.4	14.7	16.8	15.2	17.3	17.0	15.9
	T. min (°C)	6.2	6.5	5.4	3.8	-0.8	-5.6	-5.0	-4.0	2.3	3.3	3.4	4.9
2008	T. media (°C)	9.6	10.1	9.0	9.4	5.8	5.3	4.2	6.1	9.3	11.7	12.8	11.0
	T. max (°C)	13.5	15.4	14.8	17.1	16.6	16.6	16.4	17.7	18.8	18.5	19.7	16.3
	T. min (°C)	5.7	4.8	3.2	1.7	-5.0	-5.9	-8.0	-5.6	-0.2	4.8	5.9	5.7
2009	T. media (°C)	10.7	10.7	10.2	8.9	7.1	4.0	5.1	5.9	10.0	9.5	11.2	10.9
	T. max (°C)	15.9	15.6	15.8	16.0	16.5	16.3	15.9	17.3	18.5	19.5	18.3	17.5
	T. min (°C)	5.6	5.8	4.7	1.7	-2.3	-8.3	-5.6	-5.6	1.4	-0.5	4.1	4.4
2010	T. media (°C)	10.1	10.8	10.5	8.9	6.7	5.4	4.0	5.0	7.0	8.9	9.1	9.6
	T. max (°C)	15.5	16.5	17.0	17.0	16.7	16.8	17.2	17.8	19.0	18.9	19.6	16.7
	T. min (°C)	4.6	5.0	4.0	0.8	-3.3	-6.1	-9.2	-7.9	-4.9	-1.1	-1.4	2.5
2011	T. media (°C)	9.8	9.1	9.0	8.6	5.7	3.6	3.8	5.7	7.9	8.7	9.7	9.3
	T. max (°C)	16.6	14.1	14.5	16.0	15.6	15.4	14.7	17.2	16.7	18.3	19.2	16.6
	T. min (°C)	3.0	4.1	3.5	1.2	-4.2	-8.3	-7.0	-5.9	-0.9	-0.8	0.1	2.0
2012	T. media (°C)	9.5	9.0	9.1	8.3	5.6	3.9	3.3	4.6	7.1	9.5	10.6	9.9
	T. max (°C)	15.3	14.2	15.6	15.0	15.8	15.2	15.8	17.5	18.3	19.0	19.3	15.5
	T. min (°C)	3.7	3.9	2.6	1.6	-4.5	-7.4	-9.1	-8.2	-4.2	-0.1	1.8	4.2
2013	T. media (°C)	9.0	9.7	9.4	7.2	6.2	4.0	4.3	4.4	6.2	9.0	10.3	9.9
	T. max (°C)	14.9	14.8	15.5	16.2	16.2	14.5	15.4	16.0	18.2	18.4	19.2	16.6
	T. min (°C)	3.1	4.6	3.3	-1.9	-3.8	-6.4	-6.7	-7.1	-5.7	-0.4	1.5	3.1
2014	T. media (°C)	9.4	9.6	9.4	8.5	5.9	5.0						
	T. max (°C)	15.8	16.5	16.6	16.6	16.7	17.7						
	T. min (°C)	3.0	2.7	2.1	0.4	-4.8	-7.8						
T. media (°C)		10.2	10.1	9.9	8.9	6.5	4.5	4.2	5.8	8.6	10.2	11.2	10.9
T. max (°C)		15.3	15.1	15.2	15.7	15.8	15.5	15.1	16.4	17.3	17.8	18.3	16.7
T. min (°C)		5.1	5.1	4.5	2.0	-2.9	-6.4	-6.7	-4.8	-0.2	2.6	4.2	5.0

Fuente: Elaboración propia a partir de temperaturas diarios, obtenidos de la página web del Senamhi.

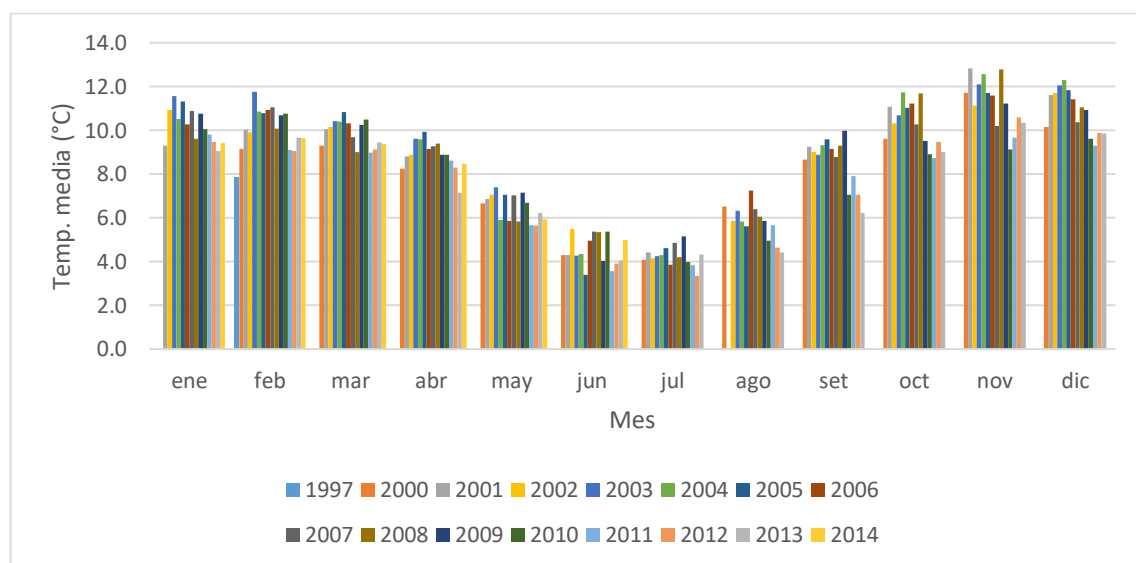


Figura 1 Variación de temperaturas medias en Santa Rosa - Melgar.

Fuente: Elaboración propia a partir de temperaturas diarios, obtenidos de la página web del Senamhi.

Precipitación: En cuanto a la precipitación en la zona de estudio. Se registran datos de precipitaciones según la estación meteorológica del Senamhi ubicado en Santa Rosa, en donde se ve que se registró las mínimas precipitaciones en los meses de junio y julio. En la siguiente tabla se muestra el resumen de los datos obtenidos de la página web del Senamhi para dicha estación:

Tabla 2 Precipitaciones mensuales registrados por la estación meteorológica de Santa Rosa - Melgar.

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic
1956		187.9		1.1	4.4	0.0	2.2	0.0				
1957	92.0						0.0	8.5	4.9	36.4	75.2	105.0
1958	184.7		99.2	36.3	28.2	0.0	6.9	14.0	15.2	65.7	51.5	101.5
1959	87.5	125.6	174.0	118.7	20.2	9.0	0.0	4.5	25.2	76.1	72.1	202.8
1960	341.1	131.2	12.0	11.5	0.0	10.5	0.0	12.0	24.3	36.7	135.5	79.2
1961	153.6	122.4	152.2	56.0	52.0	3.0	0.0	7.0	29.0	27.8	155.2	218.9
1962	122.0	180.4	175.2	67.0	2.0	0.0	0.0	0.0	10.0	69.0	27.0	148.0
1963	450.0	370.7	299.2	90.2	4.0	0.0	0.0	0.0	55.2	43.3	98.0	65.0
1964	110.0	110.0	96.0	52.0	46.0	0.0	0.0	0.0	19.7	28.0	85.5	85.1
1965	185.5	151.0	259.0	35.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
1966								11.0	66.0	128.4	128.3	173.1
1967	97.7	124.3	147.0	33.2	15.8	0.5	21.8	29.0	30.2	63.5	31.8	163.1
1968	143.8	223.7	136.8	21.1	2.6	2.0	14.5	1.5			153.7	85.0
1969		110.6	155.7	104.3	0.0	0.0	15.4	3.7	30.0	134.7	66.6	77.3
1970	224.5	215.9			8.0	2.0	0.0	0.0	117.0	98.0	38.6	331.7
1971	212.8	224.6	52.3	109.9	2.7	0.1	0.0	1.0	0.0	38.6	80.9	184.8
1972	309.9	153.8	147.0	54.0	2.3	0.0	0.0	16.8	17.7	36.9	76.1	162.1
1973	167.2	166.8	237.6	184.3	41.7	4.8	0.0	26.8	58.5	77.6	141.2	120.4
1974	216.9	196.6	158.1	113.5	11.8	0.0	0.0	121.4	55.2	91.6	74.6	158.2
1975	276.3	193.5	166.7	35.2	16.8	14.6	0.0	13.1	81.8	64.0	102.7	258.6
1976	239.0	121.7	180.3	47.8	39.6	13.7	17.2	17.4	73.6	46.5	57.3	124.7
1977	272.8	281.9	188.2	27.4		0.0	5.6	0.0	59.9	86.1	248.9	207.9
1978	154.6	252.6	177.1	51.7	2.6	0.5	0.0		53.4	18.9	236.5	223.9
1979	280.1	97.7	156.4	87.6	2.3	0.0	0.0		12.5			
1986										7.6	100.0	205.6
1987	185.8	94.0	115.9	39.2	2.0	0.0	24.7	19.2	11.9	50.6	132.4	
1989							0.4	45.1	43.4	54.4	51.3	111.3
1990	238.9	195.2	186.7	62.9	8.1	31.7		3.0	4.8	73.8	44.6	166.5
1991	142.6	106.5	143.4	42.7	30.2	29.6	0.0	0.0	10.9	63.4	26.0	101.1
1992	109.8	68.5	26.9	4.0	0.0	0.5	0.0	23.4	8.3	38.3	93.7	87.1
1993	199.2	57.0	140.1	93.5	7.5	7.9	7.2	26.7	28.8	72.1	150.5	171.5
1994	263.2	174.4	188.3	74.8	13.0	2.0	0.0	3.7	4.5	37.3	92.3	179.4
1995	127.3	148.2	159.9	28.5	6.2	0.0	0.0	0.0	50.5	84.8	144.6	106.3

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic
1996	190.0	188.2	150.1	56.7	9.8	0.0	10.7	12.9	21.2	74.5	110.9	180.4
1997	280.5	162.6	244.9	60.2	5.8	0.0		21.9	70.8	63.1	164.6	158.9
1998	145.6	125.6	134.6		0.0	2.6	0.0	5.0	9.1	127.5	114.1	46.6
1999	138.5	164.8	276.0	65.2	10.3	0.0	0.0	0.0	26.6	54.7	16.4	98.2
2000	187.1	139.6	108.0	19.0	3.2	5.9	2.8	7.1	10.5	180.2	24.6	151.5
2001	242.8	163.7	125.8	28.9	34.9	0.0	8.8	5.2	15.5	37.9	25.9	56.8
2002	153.4	168.6	130.9	84.8	27.8	11.3	12.1	2.4	24.1	107.1	89.3	123.6
2003	155.1	147.2	186.3	37.7	10.6	2.3	0.0	11.8	14.6	24.0	26.1	112.9
2004	220.7	113.3	84.1	50.7	0.0	2.6	2.2	20.3	35.6	15.2	80.7	122.8
2005	71.2	202.5	112.0	35.8	0.0	0.0	2.6	10.8	2.0	67.0	84.8	105.4
2006	227.1	103.1	102.5	61.6	1.0	8.0	0.0	6.8	8.4	42.8	73.6	215.2
2007	101.1	104.6	227.2	65.8	9.5	1.2	3.0	0.0	41.6	53.7	81.3	84.4
2008	161.3	79.1	79.9	12.6	4.2	2.6	0.0	2.4	4.8	59.0	56.9	192.0
2009	120.2	135.9	72.4	28.4	2.2	0.0	1.2	0.0	13.3	36.0	126.1	136.2
2010	276.3	150.0	132.0	28.7	8.1	1.2	0.0	0.8	10.4	17.7	44.2	119.7
2011	109.1	208.2	176.7	54.7	12.1	3.6	6.4	1.2	47.8	41.1	46.8	139.6
2012	154.0	191.8	177.9	111.5	0.0	0.0	0.0	1.1	19.6	27.8	70.4	186.1
2013	212.4	141.0	118.0	31.0	7.9	9.0	1.8	6.4	7.6	63.2	73.2	148.5
2014	147.7	136.1	74.8	29.9	1.2	0.0						
Pres. promedio (mm)	189.0	157.7	148.8	55.4	11.0	3.8	3.6	10.9	29.5	60.5	89.2	144.3

Fuente: Elaboración propia a partir de precipitaciones diarias, obtenidos de la página web del Senamhi.

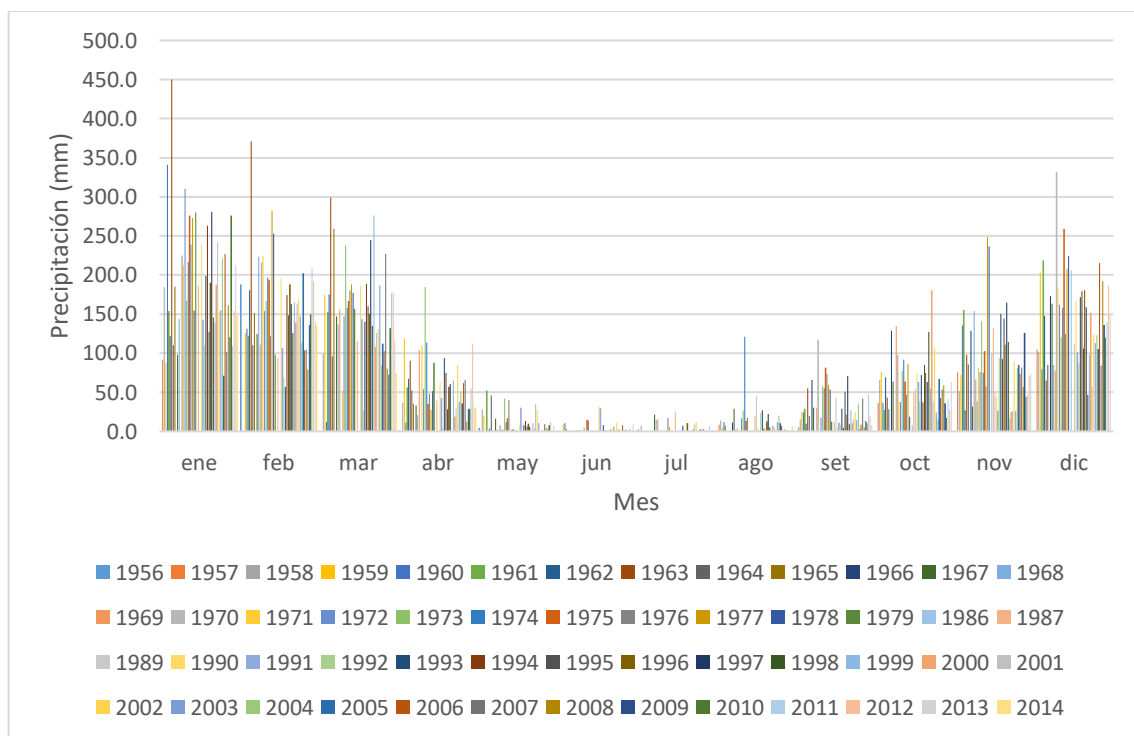


Figura 2 Variación de precipitaciones mensuales en Santa Rosa - Melgar.

Fuente: Elaboración propia a partir de precipitaciones diarias, obtenidos de la página web del Senamhi.

E. Actividades económicas

La comunidad de Kunurana Bajo del distrito de Santa Rosa posee una gran cantidad de tierras aptas para el cultivo de pastizales y crianza de ganado (vacuno, ovejas y alpaca), por lo que la ganadería es la principal actividad económica de los habitantes de esta población, ocupando un lugar preponderante dentro de sus actividades en un 80% de los involucrados.

F. Pobreza

La situación de la pobreza está definida por la carencia de los recursos necesarios para una vida digna de las personas. la pobreza extrema es aquella situación en el que las personas no tienen lo necesario ni para alimentarse, en consecuencia, no tienen acceso al desarrollo de sus capacidades ni a las oportunidades del entorno, sufriendo por ello, exclusión de todo tipo.

En la siguiente tabla se muestra la condición de pobreza por intervalos de confianza, según distrito de la provincia de Melgar, en donde se ve que los distritos con mayores niveles de pobreza son Santa Rosa (55.8% - 73.5%), Antauta (54.2% - 69.0%) y Macari (53.5% - 74.0%):

Tabla 3 Población, condición de pobreza por intervalo de confianza, según Distrito, 2013.

Ubigeo	Departamento, Provincia y Distrito	Sufijo distrito		Proyección de población 2015	Intervalo de confianza al 95% de la pobreza total	
		Agrupados	Desagrupados		Inferior	Superior
210800	MELGAR			76986	42.9	54.9
210801	AYAVIRI	00	0	22397	25.5	42.9
210802	ANTAUTA	00	0	4516	54.2	69.0
210803	CUPI	00	0	3274	29.2	58.1
210804	LLALLI	00	0	4719	35.4	56.4
210805	MACARI	00	0	8532	53.5	74.0
210806	NUÑO A	00	0	11017	47.2	61.5
210807	ORURILLO	00	0	10805	42.8	62.7
210808	SANTA ROSA	00	0	7342	55.8	73.5
210809	UMACHIRI	00	0	4384	22.0	43.9

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI – mapa de pobreza provincial y distrital 2013.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Se llevo a cabo una revisión de literatura sobre estudios relacionados con los objetivos del presente estudio, ya sea por su diseño metodológico o su discusión teórica. Se consideraron casos nacionales como internacionales y entre los estudios relacionadas al presente tema se tiene:

- A. En el trabajo de investigación “EVALUACIÓN DE LA DOTACIÓN DE AGUA POTABLE PARA SALCEDO - PUNO (2017)” se evaluó y determino valores de dotación coeficientes de variación diaria y horaria de consumo de agua, así como los consumos críticos durante el día, mes y año, en la localidad de salcedo a fin de encontrar valores más reales a lo recomendado en el RNE.

Los autores recabaron información de los gastos mensuales de las viviendas durante el año 2017, de la empresa prestadora de servicios EMSAPUNO (los cuales pertenecen al estrato o nivel socioeconómico C) del cual obtuvieron una dotación de 71.61 lts/hab/día, el cual es menor a lo que sugiere el RNE en su apartado OS.100 que menciona el valor de 180 lts/hab/día. Además, los autores calcularon las dotaciones promedio por mes de dicha zona, lo cual se muestra en la siguiente tabla y figura:

Tabla 4 Dotaciones promedio del mes de Salcedo - Puno.

AÑO	MES	Dotación promedio del mes(lts/hab/día)
	2016	JULIO
AGOSTO		71.37
SETIEMBRE		72.31
OCTUBRE		76.63
NOVIEMBRE		72.07
DICIEMBRE		70.07
2017	ENERO	75.06
	FEBRERO	76.80
	MARZO	67.25
	ABRIL	66.98
	MAYO	74.32
	JUNIO	67.73

Fuente: (Anchapuri M. & Quispe N., 2017).

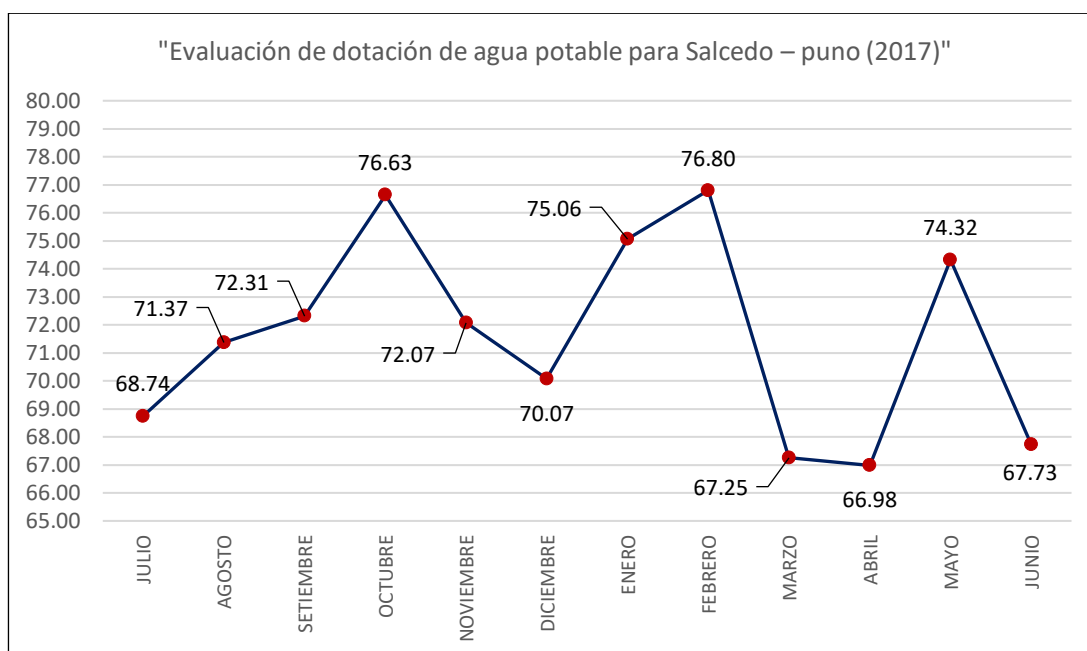


Figura 3 Variaciones promedio del mes de Salcedo - Puno.

Fuente: (Anchapuri M. & Quispe N., 2017).

Mientras que para evaluar los coeficientes de variación horaria y diaria tomaron una muestra de 39 viviendas resultando un coeficiente de variación diaria $K1 = 1.244$ y un coeficiente de variación horaria $K2 = 3.382$, el cual es distinto a lo recomendado en la RNE en su apartado OS.100 que menciona el valor de $K1 = 1.3$ y $K2 = 1.8$ a 2.5 . Por lo que concluyeron que los valores obtenidos son distintos a lo establecido por el RNE (Anchapuri M. & Quispe N., 2017).

- B. En el trabajo de investigación “EVALUACIÓN DE LA DOTACIÓN PER-CÁPITA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA POBLACIÓN CONCENTRADA DEL DISTRITO DE VILAVILA – LAMPA – PUNO” se evaluó la dotación per cápita del distrito mencionado.

Estimaron el consumo de agua de las diferentes viviendas de dicho distrito, teniendo en cuenta los factores que afectan el consumo de agua como: nivel socioeconómico, condiciones climáticas, número de habitantes, tipo de comunidad, pérdidas y desperdicios en suministro de agua potable. Logrando esto mediante encuestas directas y medición de agua consumida en el día durante 05 días de cada mes durante un año mediante recipientes. Encontraron que la dotación per cápita para la localidad de Vilavila es de 70 lts/hab./día que viene a ser menor a 120 lts/hab./día para clima frío establecido por el R.N.E – OS.100 y el consumo de agua en época de verano es de 52.77 lts/hab./día y para la época de invierno de 47.45 lts/hab./día; y el consumo medio para ambas épocas es de 50.11 lts/hab./día. El consumo máximo de agua en la época de verano fue de 56.07 lts/hab./día en el mes de marzo y mínimo de 50.41 lts/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 lts/hab./día en el mes de julio (Tisnado Puma, 2014).

- C. En el trabajo de investigación “DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LA DEMANDA DIARIA Y HORARIA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DEL CUSCO” se determinó el valor más representativo para los coeficientes de variación diario y horario, de la demanda anual de agua potable de la ciudad de cusco.

Para determinar estos coeficientes se tomaron los dos sistemas de abastecimiento más grandes de la Ciudad del Cusco los cuales abastecen a más del 80% de la demanda de la población, el sistema Piuray y el sistema Vilcanota, de estos sistemas se tomaron los reservorios representativos. Se utilizaron los formatos manuales usados por SEDACUSCO en el cual se hace un registro horario de ingresos y salidas del caudal de cada reservorio. Posteriormente se ha tomado en cuenta el mes más representativo de cada estación para el cálculo anual de los caudales anuales totales. Encontraron que la variación horaria de agua en la Ciudad del Cusco, es menor al que se establece en el RNE ya que el coeficiente de variación de demanda horaria de agua es de 2,063 que resulta mayor a 1,8 establecida por el Reglamento Nacional de Edificaciones. La variación del consumo diario de agua en la Ciudad del Cusco, es menor al que se establece en el RNE ya que el coeficiente de variación de demanda horaria de agua es de 1,236 que resulta menor a 1,3 establecida por el Reglamento Nacional de Edificaciones. El caudal máximo diario de agua potable que demanda la ciudad del Cusco, es menor al caudal máximo diario calculado por los coeficientes del RNE. Ya que el coeficiente de variación de demanda diaria de agua es mayor al establecido por el RNE se demuestra que el caudal es mayor lo contrario a la sub hipótesis establecida. El caudal máximo horario de agua potable que demanda la ciudad del Cusco, es menor al caudal máximo calculado por los coeficientes del RNE. Ya que el coeficiente de variación de demanda diaria de agua es menor al establecido por el RNE se demuestra que el caudal es menor. La curva de consumo real diario y horario de la Ciudad del Cusco, varía considerablemente con la que se calcularía con los coeficientes del RNE. Mediante un gráfico en el cual se demuestra como varía con los valores tomados en las condiciones reales y con los establecidos por el RNE (Wilson Gonzales , 2016).

- D. En el trabajo de investigación “ESTIMACIÓN POR MÉTODO ESTADÍSTICO DE LA DOTACIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA DE EXPANSIÓN URBANA DE NUEVO CHIMBOTE”, el autor determino por métodos estadísticos para fines de optimización, la dotación de agua potable para consumo humano en el sector de Villa María ENACE.

Realizo periódicamente mediciones de consumo de agua potable durante 07 meses de distintas viviendas seleccionadas mediante un muestreo estadístico y encuestas. Encontrando que el valor de la dotación actualmente usada en los diseños de sistemas de agua potable (220 lts/Hab/día) es elevado en comparación de la dotación estimada en este proyecto, por ende, se estaría sobredimensionando las redes de agua potable debido a que fueron diseñadas o están siendo diseñadas con valores que hasta duplican la dotación estimada mediante registros reales y cálculos estadísticos. Al tener consumos reales menores que los valores utilizados en los diseños de sistemas de agua potable, se concluye que se tendría un excedente de agua el cual se estaría desperdiciando, lo que podría evitarse si se lograra hacer estudios estadísticos de la dotación y el consumo de una población durante la etapa de diseño de un proyecto. Si el valor de la dotación obtenida en este proyecto se aplicara en diseños de sistemas de agua potable, se tendría un mejor aprovechamiento del recurso hídrico, y de esta manera no se estaría cayendo en sobredimensionamientos a causa de valores tomados en base a parámetros limitados. En la investigación realizada se obtuvo una dotación de agua promedio diaria real por habitante que varía entre 97.62 lts/Hab/día y 109.56 lts/Hab/día con una confianza de 95%; siendo el promedio estándar de 103.59 lts/Hab./día. Este valor representa el 49.8 % de la dotación de agua promedio diaria anual por habitante que establece la Norma OS 100 para una zona cálida, similar a la zona de estudio. El análisis estadístico de los datos de la

muestra nos indica que el 50% de habitantes consume una dotación de 90.99 lts/Hab./día y que la dotación que más se repite es 76.88 lts/Hab./día. De igual modo se concluye que, las dotaciones de agua promedio diaria se dispersan alrededor de la media en 58.1167 lts/Hab./día y que la dispersión de la data de la muestra es muy grande alcanzando el 0.561, siendo el valor obtenido del promedio no muy confiable y representando la mediana de 90.99 lts/Hab./día un mejor valor de la dotación diario (Rojas Rubio, 2018).

- E. En la tesis “CARACTERIZACIÓN Y ESTIMACIÓN DE CONSUMOS DE USUARIOS RESIDENCIALES, CASO DE ESTUDIO: BOGOTÁ”, el autor estima y caracteriza el consumo de agua de usuarios residenciales basado en datos estadísticos obtenidos del trabajo en campo realizado con medidores electrónicos.

El autor realizó periódicamente mediciones de consumo de agua potable mediante micromedidores y encuestas en distintas viviendas seleccionadas mediante un muestreo estadístico. El autor presenta un modelo (relación en función de variables) de estimación para establecer el consumo en m³ de agua de un usuario al que no fue posible realizarle la lectura de su medidor, obteniendo así las siguientes relaciones (Bastidas Delgado, 2009):

$$CM_{\text{casa}} = 6,067 N_{\text{hab}} + 2,238 E + 0,059 A - 7,673$$

$$CM_{\text{apto}} = 10,599 N_{\text{hab}} - 1,807 E + 0,181 A - 14,864$$

Donde:

CM_{casa} : consumo medido en casa (M³)

CM_{apto} : consumo medido en un apartamento (M³)

N_{hab} : número de habitantes por vivienda

E : estrato

A : área de la vivienda (m²)

- F. En el trabajo de investigación “ESTIMACIÓN DEL CONSUMO BÁSICO DE AGUA POTABLE EN COLOMBIA” el autor determina la cantidad promedio de agua que necesita una familia colombiana para cubrir las necesidades básicas del hogar.

El autor con el fin de modelar la conducta de los consumidores, utiliza dos metodologías apropiadas para realizar análisis econométricos con datos panel, a partir de las cuales se construyen dos funciones de demanda y así se evalúa la variación en el consumo de agua cuando se presentan cambios en variables como el precio y la temperatura promedio de la ciudad. De esta manera el autor encuentra que el nivel de consumo básico de agua que rige actualmente para la población colombiana, que corresponde a 20 m³, es elevado; ya que hoy en día un hogar promedio consume una cantidad menor en las actividades básicas (Granada Carbajal, 2011).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. NIVELES SOCIOECONÓMICOS (NSE) EN EL PERÚ

Es un atributo del hogar que caracteriza su inserción social y económica. Está basado en el nivel de educación, nivel de ocupación y el patrimonio (Arce , 2014).

Estos se clasifican de la siguiente manera:

A. Nivel socioeconómico A.

- **Ocupación del jefe del hogar.** Empresarios y ejecutivos de alto nivel. Profesionales independientes, consultores. Generan un ingreso permanente quincenal/mensual.
- **Ingreso familiar (promedio).** S/. 10,720.00 mensuales.
- **Vivienda, bienes y servicios.** La mayoría posee una vivienda propia, comprada ya acabada. Principalmente casas independientes, pero en algunos casos departamentos en edificios, pocas son alquiladas. Poseen casi todos los electrodomésticos grandes y pequeños y equipos tecnológicos y de audio y video modernos. Uso general de agua caliente. Además, la mayoría posee automóvil o camioneta particular, la telefonía fija es con línea clásica o abierta. Casi la totalidad de viviendas posee televisión por cable e internet. Gastan en servicios (agua, luz, teléfono) alrededor de S/.600.00 al mes.

B. Nivel socioeconómico B.

- **Ocupación del jefe del hogar.** Trabajadores dependientes de rango intermedio en el sector privado en empresas pequeñas o grandes. Profesionales independientes. Funcionarios públicos, Empleados no profesionales de rango intermedio en empresas privadas pequeñas o grandes. Reciben ingresos quincenal o mensualmente.
- **Ingreso familiar (promedio).** S/. 2,990.00 mensuales.
- **Vivienda, bienes y servicios.** Mayoría posee una vivienda propia, tanto comprada, acabada como autoconstruida. Algunos ocupan una vivienda

ocupada. Poseen los electrodomésticos básicos y muchos de los pequeños (sanguchera, tostadora, lustradora, etc.). Equipos tecnológicos de audio y video. Pero no los de última generación. Hay ducha eléctrica y terma en similar proporción y en muchos casos, ninguno de los dos. La mitad posee automóvil, solo uno. Poseen teléfono fijo y más de la mitad no tiene línea restringida. Presencia de TV cable e internet en menor medida que en el nivel A. Gastan en servicios (agua, luz, teléfono) alrededor de S/.330.00 al mes

C. Nivel socioeconómico C.

- **Ocupación del jefe del hogar.** Tanto trabajadores dependientes e independientes. Presencia de empleados públicos. Microempresarios y comerciantes. Empleados no profesionales de rango intermedio. Obreros especializados. Sus ingresos son quincenales/mensuales.
- **Ingreso familiar (promedio).** S/. 1,490.00 mensuales.
- **Vivienda, bienes y servicios.** La mayoría posee vivienda propia y algunos alquilados u ocupada sin pago (ocupan ambientes de alguna vivienda). La autoconstrucción es la forma más difundida de hacer la casa. Lo mismo que en nivel B aquí se encuentran las viviendas con mayor antigüedad. No hay mucha dedicación al mantenimiento de la vivienda. La tenencia de refrigeradora no se aleja mucho de los niveles anteriores; sin embargo, otros como lavadora de ropa, horno microondas y otros menores están menos presentes (no son tan necesarios, pues hay mano de obra y tiempo para hacer los quehaceres). Cae considerablemente el uso de agua caliente, muy poca penetración de terma y ducha eléctrica, hay menos servicios de

telefonía fija, cable y menos aún internet. Al mes el gasto en servicios es en promedio de S/. 180.00.

D. Nivel socioeconómico D.

- **Ocupación del jefe del hogar.** La mayoría son independientes. Pequeños comerciantes con puesto, obreros no especializados. Empleados no profesionales de rango intermedio en empresas medianas o pequeñas. Chofes, transportista. Sus ingresos son diarios o semanales.
- **Ingreso familiar (promedio).** S/. 1,030.00 mensuales
- **Vivienda, bienes y servicios.** La mayoría cuenta con vivienda propia; sin embargo, varios viven en alquiler, comparten con otro hogar o en una vivienda de invasión (sin título de propiedad). Las viviendas fueron autoconstruidas, pero no están acabadas. Muchas tienen las paredes sin revestir o pintar y el piso suele ser de cemento. También hay algunos que no cuentan con servicio de agua y desagüe de red pública. 67% tiene refrigeradora y muy poca lavadora de ropa. La tenencia de electrodomésticos es muy baja (como olla arrocera, sanguchera, etc.). Menos de la mitad tiene teléfono fijo, algunos tienen TV cable y casi nadie internet. Gastan al mes S/. 120.00 en pago de servicios.

E. Nivel socioeconómico E.

- **Ocupación del jefe del hogar.** La mayoría son trabajadores independientes. Obreros especializados, construcción. Comerciantes, vendedores ambulantes. Servicio doméstico. Chofer, transportista.

Obreros no especializados, eventuales. Reciben sus ingresos diaria o semanalmente.

- **Ingreso familiar (promedio).** S/. 730.00 mensuales
- **Vivienda, bienes y servicios.** La mayoría no tiene vivienda propia. Si bien las zonas donde la mayor parte de los hogares de este nivel viven surgieron de invasiones, actualmente, 2/3 de ellas tienen algún tipo de formalización. Los 5 electrodomésticos que suelen estar presentes son: cocina, TV, radio, plancha, licuadora y DVD. Otros prácticamente no existen. El medio de comunicación presente en 2 de cada 3 hogares es el celular. Casi no hay teléfono fijo, ni internet. Sin embargo, 1 de cada 5 hogares tienen televisión por cable.

2.2.2. SITUACIÓN DE LAS ZONAS RURALES RESPECTO A LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO

El acceso a los servicios de agua potable y saneamiento digno es un derecho fundamental de toda persona. Sin embargo, aproximadamente una de cada tres personas sufre las consecuencias de contar con un acceso adecuado a estos servicios. Parte de la población que habita en zonas rurales del Perú se encuentra aún en esta condición, constituyendo un problema sustantivo de desigualdad e inclusión social.

Las comunidades rurales cuentan con un acceso limitado a la educación sanitaria, dificultando el ejercicio de prácticas saludables de higiene desde temprana edad. En caso de no existir servicios adecuados, las comunidades pueden aprender prácticas de higiene y saneamiento para limitar los riesgos de salud (por ejemplo: hervir el agua, utilizar lejía u otros métodos de tratamiento de agua, enterrar excremento, etc.) se espera de esta manera que al contar con instalaciones de agua y saneamiento adecuadas, las familias

puedan también utilizar estos servicios de manera óptima para mejorar su salud y su calidad de vida.

Algunas comunidades rurales cuentan con servicios de agua pero no de saneamiento adecuados. La carencia de alguno de estos servicios puede generar condiciones de riesgo para la salud, la ambiente y el desarrollo de las comunidades. Por ejemplo, la contaminación de fuentes de agua y saneamiento deben ser necesariamente complementarios, y deben ser entendidos como una necesidad conjunta para las familias (PNSR P. , 2013).

En el año móvil febrero 2017-enero 2018, el 89,4% (28 millones 374 mil) de la población del país accede a agua para consumo humano proveniente de red pública, (dentro de la vivienda, fuera de la vivienda, pero dentro del edificio o pilón de uso público). En comparación a similar año móvil del 2017, se incrementó en 0,2 punto porcentual (INEI, 2018).

En la siguiente tabla se muestra la población que consume agua proveniente de red pública, por área de residencia, en donde se observa que el 94.4% de la población del área urbana accede a este servicio, en tanto en el área rural el 71.9%, se observa un incremento en el área rural de 0.5 punto porcentual:

Tabla 5 Perú: población que consume agua proveniente de red pública, por área de residencia año móvil: Febrero 2017 – Enero 2018.

(Porcentaje)

Año móvil		Nacional	Urbana	Rural
Indicadores anuales				
Ene-16	- Dic-16	89.2	94.5	71.20
Feb-16	- Ene-17	89.2	94.4	71.40
Mar-16	- Feb-17	89.3	94.4	71.80
Abr-16	- Mar-17	89.3	94.4	72.00
May-16	- Abr-17	89.4	94.4	72.40
Jun-16	- May-17	89.4	94.5	72.30
Jul-16	- Jun-17	89.5	94.4	72.40
Ago-16	- Jul-17	89.5	94.5	72.40
Set-16	- Ago-17	89.5	94.5	72.40
Oct-16	- Set-17	89.5	94.5	72.20
Nov-16	- Oct-17	89.4	94.5	71.90
Dic-16	- Nov-17	89.4	94.4	71.80
Ene-17	- Dic-17	89.4	94.4	72.20
Feb-17	- Ene-18 P/	89.4	94.4	71.90
Diferencia con similar año anterior (puntos porcentuales)				
Feb-16	- Ene-17/			
Feb-17	- Ene-18	0.2	-0.1	0.5

P/ información preliminar.

Nota: Red pública, incluye agua por red pública dentro de la vivienda, fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación o pilón de uso público.

Fuente: Instituto Nacional De Estadística e Informática-Encuesta Nacional De Programas Presupuestales.

En cuanto al uso del agua, en el área rural durante el año 2017, los hogares utilizan el agua que procede de la red pública para sus actividades cotidianas como son: el aseo personal (100,0%), cocinar (98,5%) y lavar la ropa (91,7%); sin embargo, se observa que el 52,5% de los hogares utilizan el agua para dar de beber a los animales domésticos, mientras que el 49,0% de hogares emplean el agua para dar de beber a los animales de crianza y el 15,2% la usa para regar el huerto o chacra (INEI., 2018), como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6 Perú Rural: Hogares según uso de agua, 2013 – 2017
(Porcentaje)

Uso del agua	Año					Variación porcentual (2017 - 2016)
	2013	2014	2015	2016	2017	
Aseo personal	99.3	99.6	100.0	100.0	100.0	0.0
Cocinar	98.3	98.7	99.0	98.7	98.5	-0.2
Lavar ropa	91.0	92.5	92.9	92.4	91.7	-0.7
Dar de beber a los animales domésticos	55.1	56.3	52.9	52.3	52.5	0.2
Dar de beber a los animales de crianza	52.2	51.5	45.8	49.8	49.0	-0.8
Regar el huerto o chacra	12.0	17.3	15.1	17.5	15.2	-2.3
Otro 1/	1.9	2.4	2.4	2.0	2.0	0.0

Nota: El porcentaje no suma el 100%, porque el entrevistado pudo haber dado más de una respuesta.

1/ Comprende: Limpieza de la vivienda, lavado de automóvil, para limpiar la calle.

Fuente: Instituto Nacional De Estadística e Informática-Encuesta Nacional De Programas Presupuestales 2013-2017.

En la siguiente tabla se muestra los hogares en las zonas rurales según uso de agua en el departamento de Puno:

Tabla 7 Perú Rural: Hogares según uso de agua, 2017 – Departamento de Puno

Región natural, departament o y uso del agua	Porcentaje (%)	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%		Coeficient e de variación relativo	N° de casos sin pondera r
			Inferio r	Superio r		
PUNO						
Cocinar	97.5	2.2	93.3	100.0	2.2	322
Aseo personal	100.0	0.0	100.0	100.0	0.0	322
Lavar la ropa	88.5	3.5	81.6	95.5	4.0	322
Regar el huerto o chacra	11.5	a/ 3.9	3.8	19.2	34.3	322
Dar de beber a los animales domésticos	40.4	4.9	30.7	50.1	12.2	322
Dar de beber a los animales de crianza	28.0	a/ 5.7	16.7	39.2	20.4	322
Otro 1/	-	-	-	-	-	322

Nota: El porcentaje no suma el 100%, porque el entrevistado pudo haber dado más de una respuesta.

1/ Comprende: Limpieza de la vivienda, lavado de automóvil, para regar la calle.

2/ Comprende al departamento de Lima, excepto la Provincia de Lima.

a/ Los resultados son considerados referenciales porque el número de casos en la muestra para este nivel no es suficiente y presentan un coeficiente de variación mayor al 15%.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Encuesta Nacional de Programas Presupuestales, 2017.

2.2.3. FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO DE AGUA

En nuestro país, las estimaciones de demanda de agua se han realizado como el producto entre la población proyectada mediante formulaciones matemáticas y dotación que corresponden a valores teóricos o estándar. Sin embargo, con la introducción de estrategias basadas en la gestión de la demanda, los diferentes factores que la afectan y las diferentes decisiones que en materia de ordenamiento territorial influyen de manera directa e indirecta sobre las estimaciones del recurso (Velásquez Trujillo, 2009).

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 e 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 (Aguero Pittman, 1997).

A continuación, se identifica los factores que afectan el consumo de la siguiente manera:

- **Tipo de comunidad:** consumo doméstico (constituido por el consumo familiar de agua bebida, lavado de ropa, baño y aseo personal, cocina, limpieza, riego de jardín, lavado de carro y adecuado funcionamiento de las instalaciones sanitarias), comercial o industrial, consumo público (constituido por el agua destinada a riego de zonas verdes, parques y jardines públicos, así como limpieza de calles), consumo por pérdidas en la red (motivado por juntas en mal estado, válvulas y conexiones defectuosas y puede llegar a representar de un 10% a un 15% del consumo total) y consumo por incendio (este factor debe ser considerado de acuerdo a la importancia relativa en el conjunto y de lo que esto puede significar para el conglomerado que sirve).
- **Factores económico-sociales:** las características económico-sociales de una población pueden evidenciarse a través del tipo de vivienda.
- **Factores meteorológicos:** 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 cápita.
- **Tamaño de la comunidad:** algunas investigaciones realizadas en países desarrollados han puesto de manifiesto que los consumos per cápita aumentan con el tamaño de la comunidad. Indudablemente que dicha expresión tiene aplicación

en la región donde se realizó la investigación, a fin de mantener inalterables las otras variables, pero resulta innegable que el crecimiento poblacional provoca consecuentemente con el desarrollo económico y demográfico un incremento de su consumo per cápita.

- **Otros factores:** con frecuencia se considera que influyen en los consumos factores como: calidad del agua, eficiencia del servicio, utilización de medidas de control y medición del agua, etc., sin embargo, estos son aspectos que aunque se reconoce que influyen decisivamente en los consumos, no son factores a considerar dentro del diseño, sobre todo porque un buen diseño debe satisfacer condiciones óptimas de servicio y de calidad del agua (Arocha Ravelo, 1977).

2.2.3.1. CONSUMO DE AGUA DOMÉSTICO

Desde el punto de vista teórico, el consumo básico de agua de una vivienda depende de un conjunto de variables. La literatura resalta al ingreso del hogar y al precio del servicio de agua. Además, otros aspectos que se consideran como determinantes de la demanda de agua para uso doméstico son los siguientes: **1)** las características sociodemográficas del hogar, tales como el número de personas por toma de agua, así como sexo, edad y nivel de escolaridad de las personas que componen a la familia, **2)** los aspectos físicos de la vivienda, como el tamaño de la vivienda y la existencia o no de jardín, **3)** las condiciones climáticas, particularmente la temperatura y la precipitación, **4)** los hábitos de consumo de los miembros del hogar, incluyendo frecuencia de baño y lavado de ropa, y **5)** la tecnología instalada y las prácticas de ahorro de agua. En algunos contextos de países en desarrollo, serán relevantes las condiciones del servicio en términos de disponibilidad de drenaje e indicadores de calidad y frecuencia del servicio, así como la capacidad de almacenamiento de agua en la vivienda (CONAGUA, 2012).

La siguiente figura agrupa los factores que inciden en el consumo de agua domestico (Morote Seguido, 2017):



Figura 4 Principales líneas de estudio que relacionan los factores que inciden en el consumo de agua doméstico.

Fuente. Elaboración propia.

Para pensar en la función de demanda de agua, las variables socioeconómicas, físicas, de clima, hábitos y condiciones del servicio, pueden denotarse como un vector z , en donde z sea el conjunto de estas variables. La especificación funcional simplificada de la demanda de agua puede plantearse, entonces, de la siguiente forma (CONAGUA , 2012):

$$D = f(P, I, z)$$

En donde:

D es la demanda del agua.

P es el monto pagado, conforme a la estructura tarifaria de precios aplicada al hogar.

I es el ingreso promedio de las personas que comparten la toma.

Por otro lado, se puede pensar en una función desagregada de la demanda de la siguiente forma:

$$D = f(P, I, hab, h, \rho, d, c)$$

En donde:

- hab es el número de habitantes o usuarios por toma.
- h representa los hábitos de salud e higiene de los miembros del hogar.
- ρ es un factor que representa a la tecnología utilizada en los dispositivos de consumo de agua en el hogar.
- d representa la disponibilidad de drenaje en el hogar. La ausencia de drenaje en el hogar disminuye la posibilidad de evacuar las aguas residuales, lo cual puede inducir una reducción en el consumo de agua.
- c representa el clima del lugar en donde se localiza la vivienda.

A continuación, se presentan un análisis de los factores que han sido fuertemente estudiados y relacionados con el consumo de agua doméstico, con el fin de tenerlos en cuenta a la hora de realizar estudios y análisis de demanda de agua para una determinada población.

2.2.3.1.1. FACTORES SOCIO-DEMOGRÁFICOS

- **Número de personas.** El tamaño del hogar, el cual se refiere al número de habitantes de una vivienda, es una de las variables que modifica el consumo de agua ya que a mayor número de personas que habitan una vivienda mayor será el consumo del recurso (Arbués & Barberán, 2005). Un hogar de mayor tamaño implica una mayor utilización y uso de electrodomésticos y otros bienes consumidores de agua tales como lavadoras, duchas, bebidas, comidas, entre otros.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que el uso compartido de la lavadora, el lavaplatos, la limpieza de la vivienda e incluso la mayor sensibilidad esperada ante un mayor valor de la factura, en algunas ocasiones, permite asegurar un menor consumo de agua por habitante (Velásquez Trujillo, 2009).

Existe variada información y en diferentes países, de investigaciones que establecen un nexo entre consumo de agua y número de personas por vivienda. Una investigación para el caso de EE.UU., argumenta que el descenso del número de residentes en los hogares no ha repercutido en una disminución del consumo de agua. Afirma que se ha incrementado el número de viviendas ocupadas por personas que viven individualmente. Ello ha repercutido que algunos usos del agua como puede ser el lavado de utensilios de cocina, ropa o elementos externos de la vivienda (jardín y piscina) no se compartan (Mitchell, 2001). Un ejemplo de lo comentado anteriormente es un informe en donde queda recogido el consumo de los hogares según el número de residentes. En este sentido, se pone manifiesto que en los hogares donde reside un habitante, el consumo es de 207 litros/hab/día, en cambio, se reduce a 145 litros/hab/día en los hogares con 3 habitantes y 127 litros/hab/día en hogares con 6 residentes (Morote Seguido, 2017). En cambio, otras investigaciones relacionan directamente el incremento del consumo de agua conforme aumenta el número de personas que componen el hogar.

- **Edad de los residentes.** Las familias con niños y adolescentes podrían suponer un mayor consumo de agua (Worthington & Hoffman, 2006), los jóvenes pueden utilizar el agua más frecuentemente en las duchas y con menor cuidado y sentido del ahorro del recurso (Velásquez Trujillo, 2009). Estas expectativas son reforzadas con algunos estudios, los cuales siguen esta misma línea argumental, es decir, los residentes con mayor edad muestran unos hábitos de consumo más favorables al

ahorro del agua (Nauges & Thomas, 2000); (Troy, Holloway, & Randolph, 2005); (Gregory & Di Leo, 2003) y (Gilg & Barr, 2006). Sin embargo, es importante considerar que las comunidades con mayor porción de habitantes de mayor edad se pueden centrarse en actividades como la jardinería, lo que conlleva a aumentar el consumo de agua doméstico para desarrollar estas actividades exteriores (Worthington & Hoffman, 2006).

- **Procedencia de los residentes.** Es importante tener en cuenta a la hora de realizar estimaciones de demanda de agua, las viviendas o sectores de viviendas con habitantes de diferentes orígenes culturales, ya que estos pueden tener diferente educación frente al uso del agua (Velásquez Trujillo, 2009). Al igual que en la anterior variable, se encuentran diversas opiniones, como por ejemplo una investigación en el estado norteamericano de Texas, argumenta que los mayores consumos de agua se dan en aquellas viviendas donde reside la población inmigrante latina (Gaudin, Griffin, & Sickles, 2001). Otros autores argumentan en su investigación realizada en el Département de la Moselle y el Département de la Gironde (Francia) que los inmigrantes procedentes de los países en vías de desarrollo se caracterizan por tener un comportamiento más austero en el consumo de agua (Nauges & Reynaud, 2001).

2.2.3.1.2. FACTORES PSICOLÓGICOS

- **Percepción ambiental.** Entre las investigaciones que relacionan el nexo consumo de agua y percepción ambiental, se tienen autores que analizaron los diferentes factores que se relacionan con la percepción que tienen los residentes en función de los comportamientos de sus vecinos en torno al uso del agua. Argumentan que se puede producir un aumento del consumo si el resto de los vecinos tiene un mal uso

de agua, ya que percibir que otros no ahorran agua disminuye la motivación de la buena gestión de este recurso, y por lo tanto, puede aumentar dicho consumo (Jorgensen, Graymore, & O'toole, 2009) y (Aitken, Duncan, & Mc Marthon, 1991). Las actitudes o los comportamientos por cuenta propia del individuo con el fin de adaptarse a unas determinadas normas sociales, puede incrementar los usos domésticos de agua, ya que estas pueden influir la frecuencia y los patrones de uso del recurso, especialmente en los espacios ajardinados (Askew & Mc Guirk, 2004).

- **Concienciación ambiental.** En el Perú aún no se dispone aún de investigaciones empíricamente sustentadas sobre la conciencia ambiental. Sin embargo, una investigación realizada en la ciudad de Sídney, pone en manifiesto que el suministro de agua en la ciudad de Sídney se encuentra bajo una gran presión ya que la demanda de agua sigue en aumento y que las estrategias de reducción de la demanda han tenido cierto éxito (Randolph & Troy, 2008).
- **Posición social.** Se refiere al comportamiento que se relaciona con un mayor consumo de agua debido a la presencia de elementos consumidores de este recurso (piscinas, jacuzzis, jardines con vegetación exuberante, electrodomésticos, etc.) (Morote Seguido, 2017).
- **Arraigo a un lugar.** Estudios realizados en EE.UU. argumenta que los residentes que sienten un arraigo especial en el lugar donde viven tienen unos comportamientos pro-ambientales, es decir, tienen una mayor concienciación ambiental, incluso la vegetación que hay presente en sus jardines suele ser la autóctona, y por lo tanto, la más adaptada al medio y menos consumidora de agua (Proshansky, Fabian, & Kaminoff, 1983).

2.2.3.1.3. FACTORES POLÍTICO-ECONÓMICOS

- **Nivel de renta.** Diversos trabajos de investigación argumentan y justifican que conforme aumenta los ingresos económicos también lo hace el consumo de agua, debido a la presencia de jardines, piscinas y presencia de mayor número de electrodomésticos (Agthe & Billings, 2002); (García & Reynaud, 2003); (Harlan, Yabiku, Larsen, & Brazel, 2009). En contraposición de a los argumentos anteriores, hay autores que afirman que en los hogares donde se dan mayores ingresos económicos se produce un menor consumo de agua debido a una mayor concienciación ambiental y electrodomésticos más eficientes en el uso del agua (Morote Seguido, 2017).
- **Precio del agua.** De igual manera que en los otros factores, el precio de agua es una variable que ha sido objeto de atención en numerosas publicaciones. En un estudio llevado a cabo en California, los autores llegaron a la conclusión de que un incremento del precio del agua repercutía en un descenso del consumo hídrico, especialmente en los hogares con menor renta económica (Renwick & Archibald, 1998).

2.2.3.1.4. MODELO URBANO

El análisis de la relación entre consumo de agua y urbanización ha sido objeto de estudio desde numerosas perspectivas y diversidad de líneas temáticas. Por un lado, se encuentran trabajos que relacionan las características de las viviendas (antigüedad, número de habitaciones, número de baños, tamaño de la parcela, etc.), las tipologías urbanas y los elementos externos de las viviendas (jardines y piscinas) (Morote Seguido, 2017).

- **Características de los hogares.** Estudios ponen en manifiesto que a mayor número de habitaciones, cuartos de baño y viviendas más antiguas, mayor es el consumo de agua (Morote Seguido, 2017). Otros estudios, mencionan que se produce un mayor consumo de agua conforme aumenta el tamaño de la parcela de la vivienda (Troy & Holloway, 2004). Otras de las características de los hogares también estudiadas son: el tipo de propiedad del hogar (propias o alquiladas) (Gardener & Stern, 1996) y la ubicación del hogar (Troy & Holloway, 2004). En este último estudio, se analizaron patrones de consumo de agua para los diferentes tipos de viviendas en la ciudad de Adelaida (Australia), y llegaron a la conclusión de que el consumo de agua varía entre los diferentes tipos de viviendas residenciales, y que el conocimiento de estos patrones de consumo a nivel local les permitía a los planificadores y administradores fomentar iniciativas específicas destinadas a reducir el consumo de agua y a planificar políticas ambientales.
- **Naturaleza urbana.** Relaciona los elementos externos de las viviendas donde los jardines y las piscinas cobran protagonismo. Estas variables inciden en el consumo de agua de forma directa, existe gran variedad de investigaciones respecto a estas variables, una de estas analizo en Australia como los jardines influyen en el incremento del consumo de agua, este autor llego a la conclusión de que el riego del jardín supone más de 50% del total del agua consumida en un hogar, y que la tipología del espacio ajardinado estaba influenciada por el coste del agua, el nivel educativo y cultural de los residentes (Hurd, 2006), otro de los estudios calculo el consumo medio por vivienda y día en distintas ciudades de EE.UU. y Canadá en el año 2000, el resultado fue de 1548 litros/viv/día, de los cuales, 874.5 litros son destinados a usos exteriores del hogar (el 56.45%) (Emrath, 2000).

2.2.3.1.5. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Principalmente se vinculan con la incidencia que pueden tener las temperaturas y las precipitaciones en el consumo de agua, en este sentido, de manera general, los autores que tienen como finalidad poner de manifiesto la repercusión de las temperaturas en el consumo hídrico, argumentan que a mayor temperatura, mayor es el consumo es el consumo de agua, mientras que los que vinculan el efecto de las precipitaciones, conforme estas son mayores, menor será el consumo (Morote Seguido, 2017).

2.2.4. CANTIDAD DE AGUA PARA USO DOMÉSTICO

Si bien la necesidad básica de agua incluye el agua que se usa en la higiene personal, no resulta significativo establecer una cantidad mínima ya que el volumen de agua que usen las viviendas dependerá de la accesibilidad, la que se determina principalmente por la distancia, el tiempo, la confiabilidad y los costos potenciales. La accesibilidad se puede categorizar en términos del nivel de servicio. El siguiente cuadro indica la cantidad de agua que se usa en los diferentes niveles de servicio. las cantidades estimadas de agua en cada nivel pueden ser menores si el abastecimiento de agua es intermitente, lo que incrementara el riesgo de que ingrese agua contaminada a los sistemas de abastecimiento de agua. Si el acceso es óptimo pero el abastecimiento es intermitente, la operación de los sistemas de saneamiento relacionados con el abastecimiento de agua podría verse afectada y generar mayores riesgos de salud (Howard & Bartram, 2003):

Tabla 8 Resumen de requisitos del nivel de servicio de agua para promover la salud.

Nivel de servicio	Medición del acceso	Necesidades atendidas	Nivel del efecto en la salud
Sin acceso (cantidad recolectada generalmente menor de 5 l/h/d)	Mas de 1000 m o 30 minutos de tiempo total de recolección	Consumo - no se puede garantizar Higiene - no es posible (a no ser que se practique en la fuente)	Muy alto
Acceso básico (la cantidad promedio no puede superar 20 l/h/d)	Entre 100 y 1000 m o de 5 a 20 minutos de tiempo total de recolección	Consumo - se debe asegurar Higiene - el lavado de manos y la higiene básica de la alimentación es posible; es difícil garantizar la lavandería y el baño a no ser que se practique en la fuente	Alto
Acceso intermedio (cantidad promedio de aproximadamente 50 l/h/d)	Agua abastecida a través de un grifo público (o dentro de 100 m o 5 minutos del tiempo total de recolección)	Consumo - asegurado Higiene - la higiene básica personal y de los alimentos está asegurada; se debe asegurar también la lavandería y el baño	Bajo
Acceso optimo (cantidad promedio de 100 l/h/d)	Agua abastecida de manera continua a través de varios grifos	Consumo – se atienden todas las necesidades Higiene – se deben atender todas las necesidades	Muy bajo

Fuente: (Howard & Bartram, 2003).

Las personas usan el agua para una amplia gama de actividades. Algunas de ellas son más importantes que otras, por ejemplo, tener unos pocos litros diarios de agua para beber es más importante que lavar ropa, pero las personas deben lavarla si se quieren prevenir enfermedades de la piel y cumplir con las necesidades fisiológicas. Cada uso adicional conlleva beneficios para la salud y de otro tipo, pero son menos urgentes. Esto se mide en litros por persona (per cápita) por día (OMS & OPS, 2009).

En la siguiente figura se muestra la jerarquía de las necesidades de agua:

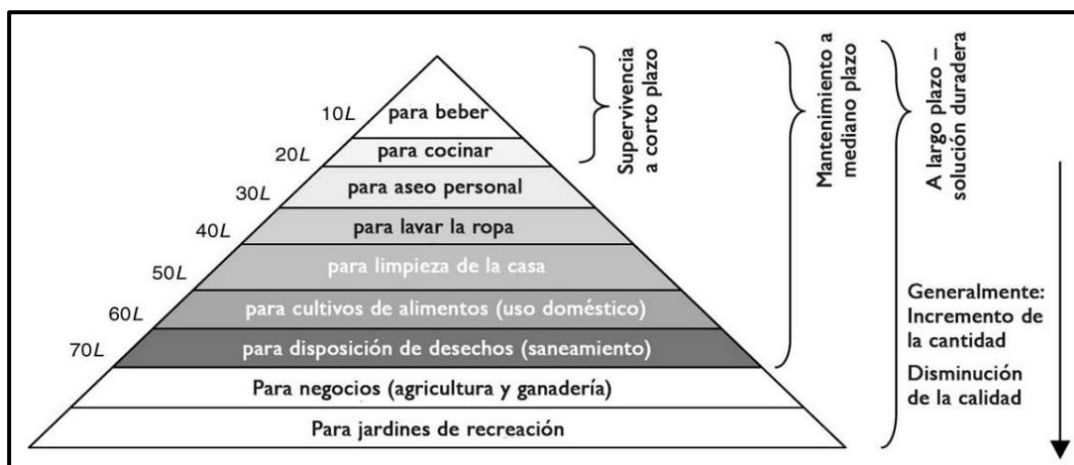


Figura 5 Jerarquía de las necesidades de agua.

Fuente. (OMS & OPS, 2009).

La organización mundial de la salud menciona que para establecer la cantidad que necesita cada individuo, se ha establecido cantidades estándar como guía, las cuales son:

- Individuos: cuota mínima de “supervivencia”: 7 litros diarios por persona (sostenible solo por unos pocos días)
 - Para beber: 3 a 4 litros diarios por persona
 - Para preparación de comida, limpieza: 2 a 3 litros diarios por persona
- Individuos: cuota a mediano plazo: 15 a 20 litros diarios por persona (sostenible por unos pocos meses)
 - Para beber: 3 a 4 litros diarios por persona
 - Para preparación de comida, limpieza: 2 a 3 litros diarios por persona
 - Para higiene personal: 6 a 7 litros diarios por persona
 - Para lavado de ropa: 4 a 6 litros diarios por persona

No toda el agua tiene que provenir de la misma fuente; se puede proveer a las personas con agua embotellada para beber y que usen una corriente de agua para lavar ropa. A medida que aumenta la demanda de agua, generalmente, se puede reducir la calidad que se requiere para cada uso. El agua para lavar el piso no tiene por qué tener la calidad de la de beber y la de regar los sembradíos de subsistencia puede tener una calidad

aún menor. Antes de que se pueda establecer la cantidad de agua, se deben tomar ciertas decisiones (OMS & OPS, 2009).

2.2.5. PÉRDIDAS DE AGUA

Las pérdidas se refieren al agua que se escapa por fugas en líneas de conducción, tanques, red de distribución y tomas domiciliarias (Conagua, 2018), así como también en el rebose no controlado en los reservorios y agua utilizada para limpieza de las unidades de la planta de tratamiento, entre otros (MEF, 2011).

Para su estimación, lo más recomendable es realizar un estudio de fugas, el cual debe incluir trabajos de campo. Lo más común es utilizar el valor que resulta de la división entre los valores de la facturación y la producción de agua potable, aunque este factor también abarca todo lo referente al agua no contabilizada, como pueden ser errores de macro y micro medición y tomas clandestinas.

Las pérdidas de agua dependen de factores tales como: la presión de trabajo en conductos, la calidad de la tubería y los accesorios, el proceso constructivo, el tipo de material, la antigüedad de los elementos del sistema y el mantenimiento preventivo y correctivo que se les practique a los elementos del sistema (Conagua, 2018).

Las pérdidas se estiman como porcentaje de la producción:

$$\text{Perdidas físicas} = \text{producción} \times \% \text{ de pérdidas}$$

Las experiencias en México indican que en el mediano o largo plazo se puede aspirar a valores de eficiencia de entre **25%** y **30%**, con un ritmo de valores promedio de disminución de 1% anual (Conagua, 2018).

En el 2006 el banco mundial estima que entre **40 - 50%** del agua producida en los países en vías de desarrollo es ANF (agua no facturada) (Kingdom, Liemberger, & Marin, 2006).

En el Perú, el ministerio de economía y finanzas, indica que el porcentaje de perdidas aceptado es del **30%** (Mef, 2015).

Estas pérdidas de agua consisten en perdidas reales y perdidas aparentes, las cuales se describen a continuación:

2.2.5.1. PÉRDIDAS FÍSICAS O REALES DE AGUA

Las pérdidas reales son volúmenes de agua perdidos dentro de un determinado periodo a través de todo tipo de fugas, estallidos y reboses. Las pérdidas reales se pueden clasificar de acuerdo a su ubicación dentro del sistema y su tamaño y al tiempo durante el cual fugan (GIZ & VAG, 2011).

Según su ubicación las pérdidas se clasifican en:

- **Fuga desde las troncales de transmisión y distribución.** Puede ocurrir en tuberías, uniones, válvulas y usualmente tiene tasas de flujo medianas a altas y tiempos de fuga de cortos a medianos.
- **Fuga desde conexiones de servicio** hasta el punto del medidor del cliente. A veces nos referimos a las conexiones de servicios como los puntos débiles de las redes de suministro de agua porque sus uniones y accesorios exhiben tasas de falla altas. Las fugas en las conexiones de servicio son difíciles de detectar debido a sus tasas de flujo comparativamente bajas y por lo tanto tienen tiempo de fuga largos.

- **Fuga y reboses de tanques de almacenamiento.** Estas están causadas por controles de nivel que son deficientes o están dañados. Además, puede ocurrir filtración de las paredes de concreto o de la construcción que no son herméticas. A menudo se subestiman las pérdidas de agua desde tanques y aunque son fáciles de detectar, la reparación a menudo es complicada y cara.

Según el tamaño y tiempo de la fuga las pérdidas se clasifican en:

- **Fugas reportadas o visibles.** Proviene principalmente de estallidos súbitos o rupturas de uniones en grandes troncales o tuberías de distribución. El agua que fuga aparecerá en la superficie dependiendo de la presión del agua y el tamaño de la fuga así como de las características del suelo y la superficie.
- **Fugas no reportadas u ocultas.** Estas por definición tienen caudales mayores a 250 l/h a 50 m de presión pero debido a las condiciones no favorables no aparecen en la superficie. La presencia de fugas ocultas se puede identificar analizando tendencias en el comportamiento del consumo de agua dentro de una zona definida de suministro de agua. Existe una amplia gama de instrumentos acústicos y no acústicos para detectar las fugas no reportadas.
- **Fugas de fondo.** Comprende pérdidas de agua con caudales menores a 250 l/h a 50 m de presión. Estas fugas muy pequeñas (filtración o goteo de uniones, válvulas o accesorios no herméticos) no se pueden detectar utilizando métodos de detección acústicos de fugas. Por lo tanto, se asume que muchas fugas de fondo nunca se detectan ni reparan sino que fugan hasta que se reemplaza eventualmente la parte defectuosa. Las fugas de fondo a menudo causan una buena parte de las pérdidas reales de agua debido a su gran número y el largo tiempo durante el que ocurren.

2.2.5.2. PÉRDIDAS DE AGUA APARENTE

Las pérdidas aparentes se clasifican de la siguiente manera:

- **Inexactitudes del medidor.** Las pérdidas de medición son frecuentemente la pérdida más común de las pérdidas aparentes. La experiencia muestra que un pequeño porcentaje de agua no se mide o se mide de manera incorrecta debido a errores de medición o a pérdidas crecientes en los medidores de agua. Esto afecta tanto a los medidores de los clientes como a los medidores de flujo de la empresa y puede estar causado por seleccionar medidores inconvenientes, medidores demasiado grandes, por una instalación no correcta y por la no calibración de los medidores, así como debido a un deterioro en el desempeño de muchos medidores a lo largo del tiempo.
- **Errores en el manejo de los datos.** El personal que lee medidores puede cometer errores de lectura del medidor. Se puede perder los datos del consumo o se los puede cambiar debido a errores sistemáticos en el procesamiento de datos y a los procedimientos de facturación. El consumo no medido (necesidades propias y abastecimiento gratuito para los bomberos, riego de áreas verdes, limpieza de calles, etc.) puede subestimarse mientras que se puede sobreestimar la producción no medida. Las tarifas planas pueden causar un consumo de agua doméstico excesivo que excede de lejos la cantidad presupuestada.
- **Consumo no autorizado.** La extracción de agua no autorizada representa una fuente considerable de pérdidas en muchos países y aparece de maneras muy diferentes, por ejemplo en las conexiones ilegales o en los medidores vandalizados o manipulados de los clientes o en los medidores que los clientes evitan, en la extracción ilegal del agua de las tuberías contra incendios así como en los

sobornos y corrupción a los empleados que leen los medidores u a otro personal de la empresa (GIZ & VAG, 2011).

Las pérdidas aparentes comprenden toda el agua que se entrega exitosamente al cliente pero que no se mide o registra con exactitud, lo que causa un error en la cantidad que consumen los clientes. En las redes de suministro de agua de agua sin medición consecuente de todo el sistema y con muchas conexiones ilegales, las pérdidas aparentes pueden representar cantidades significativas del agua. Las pérdidas aparentes están creando costos de producción sin generar ingreso para las empresas. Así, las pérdidas aparentes se pueden valorizar al costo de venta del agua y por lo tanto en muchos casos son las pérdidas más caras que pueda encontrar una empresa de agua. La reducción de las pérdidas aparentes de agua se puede lograr en muchos casos a costos relativamente bajos y por lo tanto es usualmente un buen punto de partida que devuelve rápidamente la inversión a la empresa de agua (Thornton, Sturm, & Kunkel, 2008).

2.2.5.3. DESPERDICIO

El desperdicio de agua no se cuenta como un componente de las pérdidas de agua en el balance hídrico de la IWA porque ocurre luego del punto de medición al cliente. No obstante, el desperdicio puede representar una proporción significativa del consumo medido o no medido: se puede desglosar en desperdicio deliberado, por ejemplo vandalismo o caños abiertos y en pérdidas en la vivienda causadas por una plomería defectuosa o por grifos que corren. Esto último se puede reducir significativamente reemplazando las tarifas planas subsidiadas con una política eficaz de medición de hogares que incentiva a reparar la plomería defectuosa (Farley, 2001).

2.2.6. DOTACIÓN DE AGUA

Es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual; sus unidades están en lts/hab/día.

La dotación media de una localidad se obtiene a partir de los consumos registrados por el organismo operador o de un estudio de demandas, dividiendo el consumo total, que incluye servicio doméstico, comercial, industrial y de servicios públicos, más las pérdidas físicas de agua, entre el número de habitantes de la localidad (Conagua, 2018)

La organización panamericana de la salud menciona valores de dotaciones para dos tipos de sistemas: sistema convencional y sistema no convencional (pozos equipados con bombas de mano o accionadas por energía eólica, captaciones de agua de lluvia), los cuales se muestran en la siguiente tabla (OPS, 2006):

Tabla 9 Dotaciones para poblaciones rurales en el Perú, según la Organización Panamericana de la Salud.

Zona	SISTEMA CONVENCIONAL		SISTEMA NO CONVENCIONAL
	RURAL	PEQUEÑAS CIUDADES	
Sierra	40	100	10 - 20
Costa	50		
Selva	60		

Nota: Los valores están expresados en lts/hab/día.

Fuente: Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2006).

El autor Agüero Pittman, menciona que considerando los factores que determinan la variación de la demanda de agua en las diferentes localidades rurales; se asignan las dotaciones en base al número de habitantes y las diferentes regiones del país, lo cual se muestra en las siguientes tablas (Aguero Pittman, 1997):

Tabla 10 Dotación por número de habitantes.

Población (habitantes)	Dotación (Its/hab/día)
Hasta 500	60
500-1000	60-80
1000-2000	80-100

Fuente: (Aguero Pittman, 1997).

Tabla 11. Dotación por región.

Región	Dotación (Its/hab/día)
Selva	70
Costa	60
Sierra	50

Fuente: (Aguero Pittman, 1997).

- **Dotación según el reglamento nacional de edificaciones (RNE).** 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, los valores indicados en las siguientes tablas:

Tabla 12 Dotación de agua según RNE /habilitaciones urbanas.

Ítem	Criterio	Clima templado	Clima frio	Clima cálido
1	Sistemas con conexiones	220	180	220
2	Lotes de área menor o igual a 90m ²	150	120	150
3	sistemas de abastecimiento por surtidores, camión cisterna o piletas publicas	30-50	30-50	30-50

Nota: Los valores están expresados en Its/hab/día.

Fuente: Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento-2016, PNSU.

Tabla 13 Dotación de agua según Guía MEF - Ámbito Rural.

Ítem	Criterio	Costa	Sierra	Selva
1	Letrinas sin arrastre hidráulico	50-60	40-50	60-70
2	Letrinas con arrastre hidráulico	90	80	100

Nota: Los valores están expresados en lts/hab/día.

Fuente: Guía simplificada para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos – saneamiento básico en el ámbito rural, a nivel de perfil, MEF.

Sin embargo, en las comunidades de la puna ubicadas a alturas alrededor de 4000 m, la demanda de agua suele ser menor por el clima frío y las condiciones extremas de vida, y para estos casos particulares, es aceptable considerar una dotación de 30 a 40 l/hab/día (Marinof, 2001).

Para zonas rurales se recomienda considerar un consumo promedio diario de 40 lts/hab (Conagua, 2018), para la eliminación de excretas en letrinas con arrastre hidráulico.

2.2.7. VARIACIONES DE CONSUMO

En general, la finalidad de un sistema de abastecimiento de agua potable es suministrar agua a una comunidad en forma continua y con presión suficiente, a fin de satisfacer razones sanitarias, sociales, económicas y de confort (Arocha Ravelo, 1977)

Para suministrar eficientemente agua a la comunidad, es necesario que cada una de las partes que constituyen el sistema satisfaga las necesidades reales de la población; diseñando cada estructura de tal forma que las cifras de consumo y variaciones de las mismas, no desarticulen todo el sistema, sino que permitan un servicio de agua eficiente y continuo (Aguero Pittman, 1997).

Los consumos de agua de una localidad muestran variaciones estacionales, mensuales, diarias y horarias. Estas variaciones pueden expresarse en función del

consumo medio. Es bien sabido que en épocas de lluvia las comunidades demandan menores cantidades de agua del acueducto que en época de sequía. Asimismo, durante una semana cualquiera observamos que en forma cíclica, ocurren días de máximo consumo y días de mínimo consumo. Mas aún, si tomamos un día cualquiera, también resultara cierto que los consumos de agua presentarían variaciones hora a hora, mostrándose horas de máximo y horas de mínimo consumo (Arocha Ravelo, 1977).

2.2.7.1. CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL

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 y se determina con la siguiente ecuación:

$$Q_m = \frac{P_f \times \text{dotacion}(d)}{86400}$$

Donde:

Q_m: Consumo promedio diario (l/s)

P_f: Población futura (hab)

d: Dotación (lts/hab/día)

2.2.7.2. CONSUMO MÁXIMO DIARIO

Este consumo se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año.

El consumo máximo diario se considerará entre el 120% y el 150% del consumo promedio diario anual. El coeficiente recomendado y más utilizado es del 130% del consumo promedio diario anual (Aguero Pittman, 1997).

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de variaciones diarias de consumo:

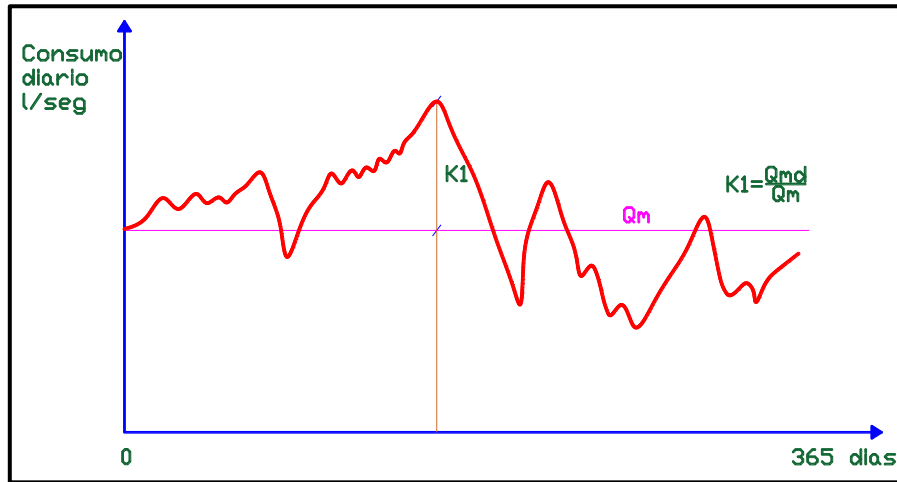


Figura 6 Ejemplo de variaciones diarias de consumo.
Fuente. (Aguero Pittman, 1997).

2.2.7.3. CONSUMO MÁXIMO HORARIO

Este consumo se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo.

El consumo máximo horario para poblaciones concentradas o cercanas a poblaciones urbanas, recomienda tomar valores no superiores al 150% del consumo promedio diario anual. El coeficiente recomendado y más utilizado es del 150% del consumo promedio diario anual (Aguero Pittman, 1997).

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de variaciones horarias de consumo:

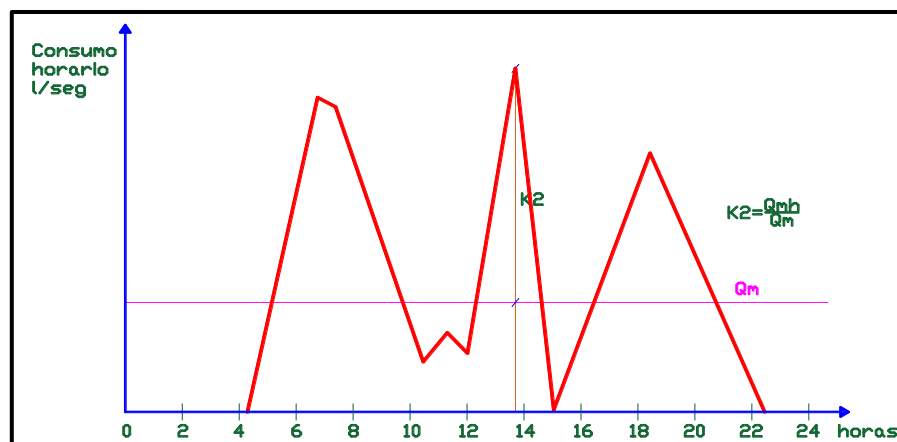


Figura 7 Ejemplo de variaciones horarias de consumo.
Fuente. (Aguero Pittman, 1997).

Según el reglamento nacional de edificaciones (RNE) en los abastecimientos por conexiones domiciliarias, los coeficientes de las variaciones de consumo, referidos al promedio diario anual de la demanda, deberán ser fijados en base al análisis de información estadística comprobada. De lo contrario se podrán considerar los siguientes coeficientes:

- Coeficiente máximo anual de la demanda diaria (K1): 1.3
- Coeficiente máximo anual de la demanda horaria (K2): 1.8 a 2.5

Según la guía simplificada para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos - saneamiento básico en el ámbito rural, a nivel de perfil, del ministerio de economía y finanzas, para los coeficientes de variación se tienen los siguientes valores recomendados:

- Coeficiente máximo anual de la demanda diaria (K1): 1.3
- Coeficiente máximo anual de la demanda horaria (K2): 2.0

2.2.8. PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE

Es la suma del consumo y las perdidas físicas de la producción que se requerirá:

$$Q_{producción} = \text{demanda de consumo} + PF$$

$$Q_{producción} = \frac{\text{demanda de consumo}}{1 - \%PF/100}$$

Donde:

$Q_{producción}$: Volumen de producción requerido

Demanda de consumo : Suma de demanda de todos los usuarios

PF : Pérdidas físicas

2.2.9. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Se define como sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, al conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro del agua mediante conexión domiciliaria, para un abastecimiento convencional cuyos componentes cumplan las normas de diseño del ministerio de vivienda construcción y saneamiento; así como aquellas modalidades que no se ajustan esta definición, como el abastecimiento mediante camiones cisterna u otras alternativas, se entenderán como servicios en condiciones especiales (MINSA, 2011).

2.2.9.1. OPCIONES TÉCNICAS EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Según el programa nacional de saneamiento rural, las opciones técnicas para abastecimiento de agua potable están definidas principalmente por la ubicación, el tipo y la calidad de la fuente de agua, las cuales se muestran en la siguiente tabla (PNSR, 2012):

Tabla 14 Opciones técnicas en sistemas de abastecimiento de agua potable.

Ubicación de la fuente	Tipos de fuente	Opción tecnológica
Sistemas por gravedad	Agua subterránea (manantiales)	Sistemas por gravedad sin tratamiento (SGST)
	Agua superficial (ríos, acequias, lagunas, etc.)	Sistemas por gravedad con tratamiento (SGCT)
Sistemas por bombeo	Agua subterránea (pozos)	Sistemas por bombeo sin tratamiento (SBST)
	Agua superficial (ríos, acequias, lagunas, etc.)	Sistemas por bombeo con tratamiento (SBCT)

Fuente: Guía de opciones técnicas para abastecimiento de agua potable y saneamiento para centros poblados rurales, PNSR.

A continuación, se describe cada una de las opciones técnicas mencionadas:

- **Sistema por gravedad sin tratamiento (SGST).** En este tipo de sistemas, la fuente está ubicada en una cota superior respecto a la ubicación de la población, con lo cual se logra que el agua captada se transporte a través de tuberías, usando solo la fuerza de la gravedad. Las fuentes de abastecimiento, pueden ser manantiales o galerías filtrantes. Por lo general, el agua proveniente de estas fuentes es de buena calidad y no requiere tratamiento complementario, únicamente desinfección. Este sistema consta de los siguientes componentes: captación, línea de conducción, estructuras de almacenamiento, línea de aducción, red de distribución y conexión domiciliaria.

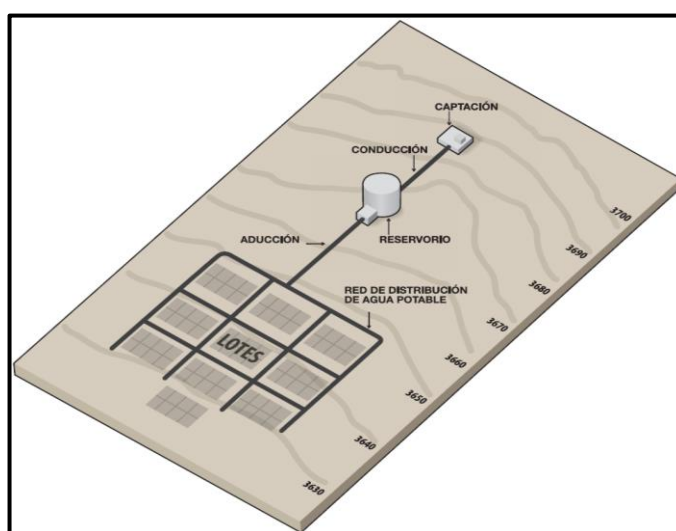


Figura 8 Sistema por gravedad sin tratamiento (SGST).

Fuente: (PNSR, 2012).

- **Sistema por gravedad con tratamiento (SGCT).** En este tipo de sistemas las fuentes de abastecimiento provienen de aguas superficiales captadas en canales, acequias, ríos, entre otros, requieren ser clarificadas y desinfectadas antes de su distribución. Cuando no hay necesidad de bombear el agua, los sistemas se denominan “por gravedad con tratamiento”. Las plantas de tratamiento de agua deben ser diseñadas en función de la calidad física, química, microbiológica y parasitológica del agua cruda. Estos sistemas tienen una operación compleja que los de gravedad sin tratamiento y requieren mantenimiento periódico para garantizar la buena calidad del agua. Al

instalar sistemas con tratamiento, es necesario crear las capacidades locales para la operación y mantenimiento, garantizando el resultado esperado. Estos sistemas constan de los siguientes componentes: captación, canal de derivación, línea de conducción, planta de tratamiento, estructura de almacenamiento, línea de aducción, red de distribución y conexión domiciliaria.

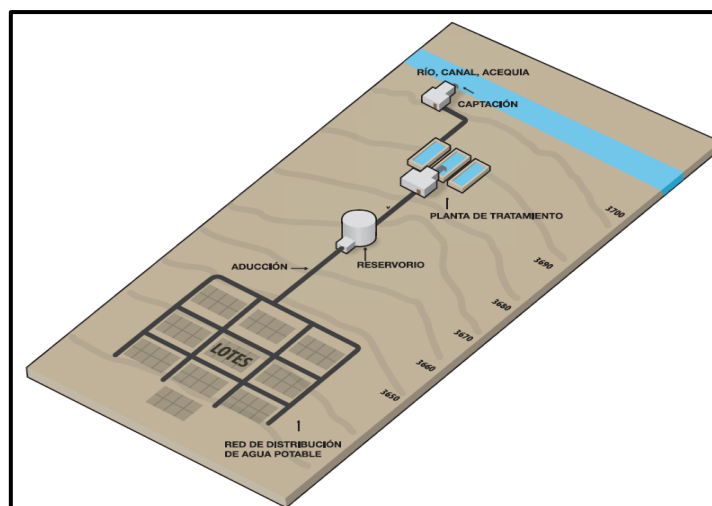


Figura 9 Sistema por gravedad con tratamiento (SGCT).
Fuente: (PNSR, 2012).

- **Sistemas por bombeo sin tratamiento (SBST).** En estos sistemas la fuente de agua se encuentra en una cota inferior respecto de la ubicación de la población, por lo que necesariamente se requiere de un equipo de bombeo para elevar el agua hasta una estructura de almacenamiento. Generalmente, la fuente de agua es de origen subterráneo. Estos sistemas constan de los siguientes componentes: captación (pozo), estaciones de bombeo, línea de impulsión, estructura de almacenamiento, líneas de aducción, red de distribución y conexión domiciliaria.

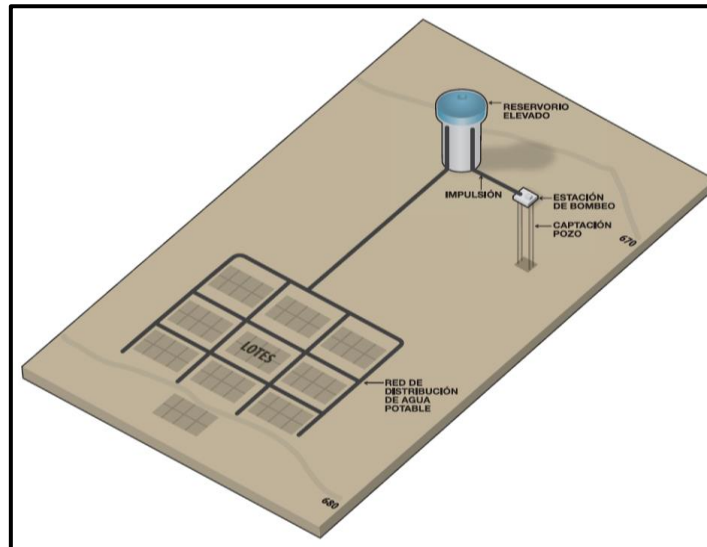


Figura 10 Sistema por bombeo sin tratamiento (SBST).
 Fuente: (PNSR, 2012).

- **Sistema por bombeo con tratamiento (SBCT).** Estos sistemas requieren de una planta de tratamiento para adecuar las características del agua a las normas de calidad de agua para consumo humano, y un sistema de bombeo para impulsar el agua hacia una estructura de almacenamiento. Estos sistemas constan de los siguientes componentes: captación, estación por bombeo, línea de impulsión, planta de tratamiento, estructura de almacenamiento, línea de aducción, red de distribución y conexión domiciliaria.

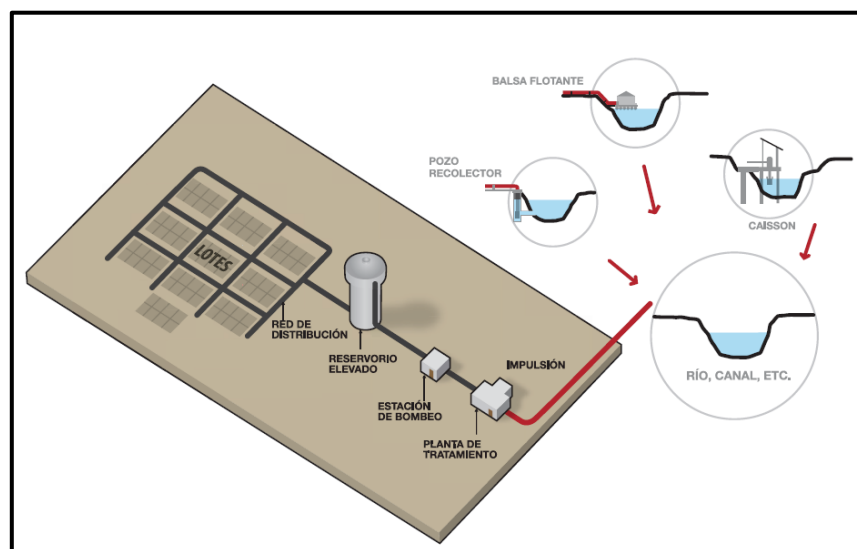


Figura 11 Sistema por bombeo con tratamiento (SBCT).
 Fuente: (PNSR, 2012).

2.2.10. PERIODO DE DISEÑO

En la determinación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema, intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente viable. Por lo tanto el periodo de diseño puede definirse como el tiempo en el cual el sistema será 100% eficiente (Aguero Pittman, 1997).

Los periodos de diseño están vinculados con los aspectos económicos y la vida útil de la infraestructura, siendo necesario considerar los flujos de efectivo del organismo operador que habrá de pagar por las obras y su operación, se debe tomar en cuenta que periodos de diseño muy grandes pueden implicar sobredimensionamientos y por ende sobre costos de inversión y de operación que pueden afectar el balance financiero. Considerando esto, se recomienda que las obras de captación y conducciones, como presas y acueductos, tengan un periodo de diseño entre 20 y 30 años de operación, mientras que en infraestructura como redes de agua potable y alcantarillado sean entre 10 y 20 años.

Los elementos de un sistema de agua potable y alcantarillado se proyectan con una capacidad prevista hasta el periodo de diseño. Rebasado el periodo de diseño, la obra continuara funcionando con una eficiencia cada vez menor, hasta agotar su vida útil (Conagua, 2018).

El programa nacional de saneamiento urbano, propone los siguientes periodos de diseño (PNSU, 2016):

Tabla 15 Periodos de diseño.

SISTEMA / COMPONENTE	PERIODO (Años)
Redes del sistema de agua potable y alcantarillado	20 años
Reservorios, plantas de tratamiento	entre 10 y 20 años
Sistemas a gravedad	20 años
Sistemas de bombeo	10 años
UBS (unidad básica de saneamiento) de material noble	10 años
UBS (unidad básica de saneamiento) de otro material	5 años

Fuente: Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento-2016, PNSU.

2.2.11. FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Las fuentes de agua constituyen el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad. En los sistemas de agua potable por gravedad, la fuente de agua debe estar ubicada en la parte alta de la población para que el agua fluya a través de tuberías, usando solo la fuerza de la gravedad. En los sistemas de agua potable por bombeo, la fuente de agua se encuentra localizada en elevaciones inferiores a las poblaciones de consumo, siendo necesario transportar el agua mediante sistemas de bombeo a reservorios de almacenamiento ubicados en elevaciones superiores al centro poblado (Aguero Pittman, 1997).

2.2.11.1. FUENTE SUPERFICIAL

Compuesta por el agua procedente de ríos, canales, acequias, lagos, presas, etc.

Estas fuentes, por lo general, presentan contaminación elevada, principalmente en los parámetros de turbidez, metales pesados y bacteriológicos. Para ser utilizada requiere de un tratamiento previo mediante sistemas de filtración lenta o rápida y, finalmente la desinfección.

2.2.11.2. FUENTE SUBTERRÁNEA

Conformada por las aguas que se encuentran en el subsuelo conformando los acuíferos, se pueden aprovechar mediante pozos en todos sus tipos, galerías filtrantes, manantiales.

El agua de esta fuente por lo general es de buena calidad, no presenta turbiedad ni contaminación bacteriológica, sin embargo previamente a su utilización es fundamental conocer las características del agua, para lo cual se requiere realizar los análisis físico-químicos y bacteriológicos correspondientes.

2.2.11.3. FUENTE PLUVIAL

Se refiere al agua de lluvia que se capta antes de llegar al suelo, por lo general, en los techos de las viviendas y se almacena en tanques.

El agua de esta fuente es de buena calidad, baja turbidez y escasa presencia de contaminación bacteriológica.

2.2.12. CALIDAD DE AGUA

El agua potable es aquella que al consumirla no daña el organismo del ser humano ni daña los materiales a ser usados en la construcción del sistema (Aguero Pittman, 1997).

Una fuente de agua para ser considerada como tal, necesariamente deberá cumplir con las características físicas, químicas, microbiológicas y parasitológicas establecidas en la norma vigente para los recursos hídricos.

El agua antes de ser utilizada, requiere un tratamiento y/o acondicionamiento y por lo general dependerá del tipo de fuente de la que proceda, a fin de que cumpla con las características físicas, químicas, microbiológicas y parasitológicas establecidas en la

norma de la calidad de agua para consumo humano vigente, la cual en el Perú es el “Reglamento De La Calidad Del Agua Para Consumo Humano”, aprobado por decreto supremo N° 031-2010-SA.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

Los materiales utilizados fueron:

Para trabajos en campo:

- Cámara fotográfica
- Tableros
- Encuestas
- Formatos de consumo de agua
- Flexómetro
- Lapiceros

Para trabajos en gabinete

- Software AutoCAD y office
- 02 computadoras personales
- 01 impresora
- Papel bond A4 y A1
- Útiles de escritorio
- Planos de lotización de la comunidad de Kunurana Bajo
- 01 USB
- Folder

3.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación realizada es de enfoque CUANTITATIVO dentro del cual tiene un alcance DESCRIPTIVO, cuyo diseño de investigación es del tipo NO EXPERIMENTAL.

Primeramente, es CUANTITATIVO porque usa la recolección de datos para tener resultados con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento (Hernandez R., 2016).

Este estudio dentro del proceso cuantitativo tendrá un alcance DESCRIPTIVO, ya que estos “buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (Hernandez R., 2016), ya que únicamente se recogió información acerca de los consumos de agua, así como los hábitos de consumo de esta población.

Llega a ser un diseño NO EXPERIMENTAL debido a que solo se va a evaluar una situación, comunidad, evento, fenómeno o contexto en un punto del tiempo (Hernandez R., 2016),

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO

3.3.1. POBLACIÓN

La población comprende en términos de espacio geográfico la comunidad de Kunurana Bajo, distrito de Santa Rosa, provincia de Melgar, departamento de Puno, con un total de 305 viviendas habitadas y de 5 habitantes por vivienda promedio, los cuales fueron obtenidos mediante empadronamiento en la zona.



Figura 12 Vista panorámica de la comunidad de Kunurana Bajo.
Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. MUESTRA

Para los objetivos planteados en la siguiente investigación se trabajó con una muestra de 59 viviendas, las cuales pertenecen al **nivel socioeconómico E**, debido a que la mayoría de los responsables de las viviendas son trabajadores independientes y que su ingreso promedio familiar es menor que S/. 730.00 mensuales. Esta muestra fue obtenida mediante la técnica de muestreo Pseudo-aleatorio, el cual considera la siguiente fórmula probabilística:

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

Donde:

- N (total número de viviendas) : 305
- Z (valor asociado al nivel de confianza) : 1.96
- p (probabilidad de éxito o proporción esperada) : 0.05
- q (probabilidad de fracaso) : 0.95
- E (error muestral) : 0.05

Con lo cual, reemplazando los datos anteriores, obtenemos: **n = 59 viviendas**, las cuales fueron encuestadas por parte de los investigadores a cada jefe de familia.

3.4. MÉTODO DE MUESTREO Y RECOLECCIÓN DE DATOS

El método utilizado para la recolección de datos de consumo de agua y caracterización de los hábitos de consumo en las viviendas, corresponde a la recopilación documental, se recolectaron datos de consumo de agua mediante el llenado de encuestas y formatos preestablecidos por parte de los responsables de las viviendas previamente capacitados. No fue necesario dividir el marco muestral en estratos debido a que la población tiene similares características de consumo de agua.

Para el cumplimiento del primer objetivo, previamente al primer día de la recolección de datos, se realizó una capacitación al responsable del hogar, explicándole de que se trataba la investigación y pidiendo su colaboración. Estas mediciones de las cantidades de agua consumida de cada familia, fueron mediante envases estándar como recipientes de 1gln y 5gln, las cuales fueron entregados a cada familia de la muestra.

Debido a que la población es rural, ésta no cuenta con una empresa prestadora de servicios (EPS) motivo por el cual no cuentan con medidores y que una parte de la población cuenta con conexión domiciliaria, el cual fue ejecutado en el año 2006, sin embargo, este sistema presenta deficiencias como falta de presión, suministro no constante y conexiones domiciliarias en mal estado, motivo por el cual se eligió el método propuesto en la presente investigación para la recolección de datos de consumos diarios de agua.

Dichas mediciones corresponden al consumo que realizaban durante todo el día a partir de horas accesibles para ellos, que rondaban desde las 4am de la mañana hasta las 7pm de la noche. Dichas cantidades fueron anotadas en los formatos preestablecidos como

se muestra en la siguiente figura. Luego se realizó un seguimiento del llenado de los formatos con visitas de 02 veces al mes durante el periodo de investigación. Dicha recopilación ha tenido un seguimiento de 04 meses consecutivos, empezando desde el 20 de abril del 2018 hasta el 20 de agosto del 2018. El cual fue en el periodo de épocas secas o de invierno.

Debido a que el clima de esta zona se divide en dos partes, en invierno (de abril a octubre) con bastante sol por las mañanas y frías por las ventiscas gélidas, y las intensas heladas por la madrugada, y la otra estación (noviembre a marzo) templadas con lluvias, nevadas, granizos acompañados de fuertes descargas eléctricas. Es por este motivo que se eligió los cuatro meses dentro del periodo de invierno debido a que, en el periodo de lluvias, las cantidades de agua consumida durante el día no reflejarían un valor real puesto que las lluvias también son utilizadas por la población y esto traería como consecuencia datos erróneos.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
FORMATO DE CONSUMO DE AGUA DIARIO

Numero de vivienda: 52
 Mes de registro: Abril - 2018

FECHA	DIA	TIPO DE RECIPIENTE	Nro RECIPIENTES
20/04/2018	Viernes	A (5 gln)	7
		B (1 gln)	—
21/04/2018	Sábado	A (5 gln)	6
		B (1 gln)	1 medio
22/04/2018	Domingo	A (5 gln)	5
		B (1 gln)	—
23/04/2018	Lunes	A (5 gln)	3 medio
		B (1 gln)	2 medio
24/04/2018	Martes	A (5 gln)	17
		B (1 gln)	—
25/04/2018	Miércoles	A (5 gln)	4 medio
		B (1 gln)	—
26/04/2018	Jueves	A (5 gln)	4 medio
		B (1 gln)	2
27/04/2018	Viernes	A (5 gln)	5
		B (1 gln)	—
28/04/2018	Sábado	A (5 gln)	6
		B (1 gln)	2 medio
29/04/2018	Domingo	A (5 gln)	3 medio
		B (1 gln)	—
30/04/2018	Lunes	A (5 gln)	4
		B (1 gln)	3 medio

Figura 13 Modelo de formato de llenado de consumo diario por vivienda.
Fuente: Elaboración propia.

Para el cumplimiento del segundo objetivo se trabajó con los datos obtenidos anteriormente en el objetivo uno, lo cual fue un trabajo netamente de gabinete, graficando curvas de variaciones diarias (K1) y así obteniendo el mayor valor durante el periodo de investigación.

Para el cumplimiento del tercer objetivo se realizaron encuestas con el fin de averiguar las características de consumo y uso del agua con las siguientes preguntas principales como: ¿Material predominante de la vivienda? ¿Cuántas personas habitan en esta vivienda? ¿De dónde se abastece de agua? ¿Cómo considera la calidad de agua que consume? ¿Cuánto es el ingreso promedio mensual en esta vivienda? ¿A qué distancia aproximadamente se ubica la fuente de donde extrae el agua para su consumo? ¿Cuánto paga por el servicio de agua potable al mes? ¿En qué actividades utiliza el agua? Estas son algunas interrogantes que se recolectaron para obtener datos e información sobre el

consumo de agua y las características de consumo de la población. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de las encuestas realizadas:

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
ENCUESTA SOBRE EL CONSUMO DE AGUA EN LA POBLACION DE KUNURANA BAJO

Responsable: *Dominga Olivia de Rivas* Numero de vivienda: *01*
Fecha: *22/01/18*

1. INFORMACION DEL RESPONSABLE DE LA VIVIENDA
1.1 NIVEL DE ESCOLARIDAD:
a) primaria b) secundaria c) técnico d) superior e) ninguno

2. INFORMACION DE LA VIVIENDA
2.1 ¿SU CASA ES?
a) Propia b) Alquilada c) Familiar d) Otro
2.2 ¿EXISTE ALGUNA ACTIVIDAD ECONOMICA EN LA VIVIENDA?
a) Tienda o negocio b) Nada c) Otro

3. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS
3.1 ¿CUANTAS PERSONAS HABITAN EN ESTA VIVIENDA?
a) menores de edad: *01* b) adultos: *02* c) adultos mayores:
3.2 ¿CUANTO ES EL INGRESO PROMEDIO MENSUAL EN ESTA VIVIENDA?
a) menos de S/.100 b) S/.100 - S/.300 c) S/.300 - S/.500 d) S/.500 - S/.700 e) más de S/.700
3.3 ¿CUAL ES LA ACTIVIDAD A LA QUE SE DEDICA?
a) agricultura b) ganadería c) minería d) construcción e) otro:

4. ASPECTOS SOBRE HABITOS DE CONSUMO DE AGUA
4.1 ¿DE DONDE SE ABASTECE DE AGUA?
a) manantial b) pozo público con bomba c) pozo artesano sin bomba d) pilleta pública e) agua de lluvia almacenada f) camión cisterna g) conexión domiciliar h) otro
4.2 ¿COMO CONSIDERA LA CALIDAD DE AGUA QUE CONSUME?
a) buena b) regular c) mala
4.3 ¿EL AGUA PRESENTA IMPUREZAS?
a) ninguna b) mucha c) poca
4.4 ¿A QUE DISTANCIA APROXIMADAMENTE SE UBICA LA FUENTE DE DONDE EXTRAE EL AGUA PARA SU CONSUMO?
a) menor a 20m b) entre 20m y 100m c) más de 100m
4.5 ¿CUANTOS VIAJES HACE AL DIA PARA ACARREAR AGUA?
a) entre 1 a 3 viajes b) entre 4 a 6 viajes c) más de 6 viajes

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
ENCUESTA SOBRE EL CONSUMO DE AGUA EN LA POBLACION DE KUNURANA BAJO

Responsable: _____ Numero de vivienda: *01*
Fecha: _____

4.6 ¿CUANTO TIEMPO LE TOMA AL DIA EL ACARREO DE AGUA?
a) menos de 10 min b) entre 10 min a 20 min c) entre 21 min a 30 min d) más de 30 min

4.7 ¿QUIENES SON LOS RESPONSABLES DEL ACARREO DE AGUA?
a) padre b) madre c) hijos d) otro:

4.8 ¿CUANTO PAGA POR EL SERVICIO DE AGUA POTABLE AL MES?
a) sin pago b) menos de S/. 5 c) entre S/. 5 a S/. 10 d) más de S/. 10

4.9 ¿POSEE LETRINA U OTRO SISTEMA DE DISPOSICION DE EXCRETAS?
a) si b) no

4.10 ¿EN QUE ACTIVIDADES UTILIZA EL AGUA?
a) preparación de alimentos b) actividades fisiológicas c) lavado de servicios d) lavado de ropas e) otro:

OBSERVACIONES _____

Figura 14 Modelo de encuesta realizada.
Fuente: Elaboración propia.

3.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

3.5.1. DISTRIBUCIÓN DE CLASES Y FRECUENCIA

Un conjunto de datos, ya sean procedentes de una población o de una muestra, después de recolectados, llegan al analista de datos de manera desordenadas, y que es labor del analista dar un ordenamiento a estos, de la forma que él como especialistas así lo considere.

Para el cálculo del consumo medio de agua potable en la zona de estudio, se utilizaron los postulados de (Garcia, 1998).

3.5.2. RANGO

No es más que la diferencia dada por el valor máximo menos el valor mínimo, o sea:

$$R = V. \max - V. \min$$

3.5.3. NÚMERO DE CLASE

Para saber un número aproximado de clases, donde serán agrupados x cantidad de datos. La fórmula que utilizará será la de “Sturges”

$$K = 1 + 3.3 * \log n$$

3.5.4. AMPLITUD

La amplitud de un intervalo es la diferencia entre el límite superior y el límite inferior. La amplitud(A) de los intervalos puede calcularse mediante la expresión:

$$\text{Amplitud} = \frac{\text{Rango}}{\text{n}^\circ \text{ de intervalos}}$$

3.5.5. MEDIA MUESTRAL

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

3.5.6. DESVIACIÓN TÍPICA MUESTRAL

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

3.5.7. MEDIANA MUESTRAL

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

Si n es par

3.5.8. VARIANZA

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

3.5.9. COEFICIENTE DE VARIACIÓN (PEARSON)

$$C.V = \frac{s}{\bar{x}} ; C.V = 100 \frac{s}{\bar{x}} \%$$

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DOTACIÓN DE AGUA

Para la determinación de la cantidad de agua consumida por habitante en el día (dotación) se determinó las dotaciones diarias de agua durante todos los días de estudio, que corresponden desde el día 20 de abril al día 20 de agosto del 2018.

- Primeramente, con los datos obtenidos de los formatos llenados por los pobladores (ver ANEXO 4), se prosiguió a convertirlos en cantidad de litros (ver ANEXO 5).
- Seguidamente estas cantidades diarias por vivienda, se transformó a dotaciones, dividiendo entre el número de habitantes de cada vivienda, el cual fue obtenido mediante encuestas (ver ANEXO 1).
- Luego se consideró realizar un descarte de datos alejados o que no muestran un valor real, lo cual consta de descartar dotaciones que están por debajo de los 7 lts/hab/día, ya que la OMS considera esta dotación como la mínima de supervivencia. Obteniéndose así gráficos de dispersión para todos los días de investigación el cual también se puede observar en el ANEXO 6:

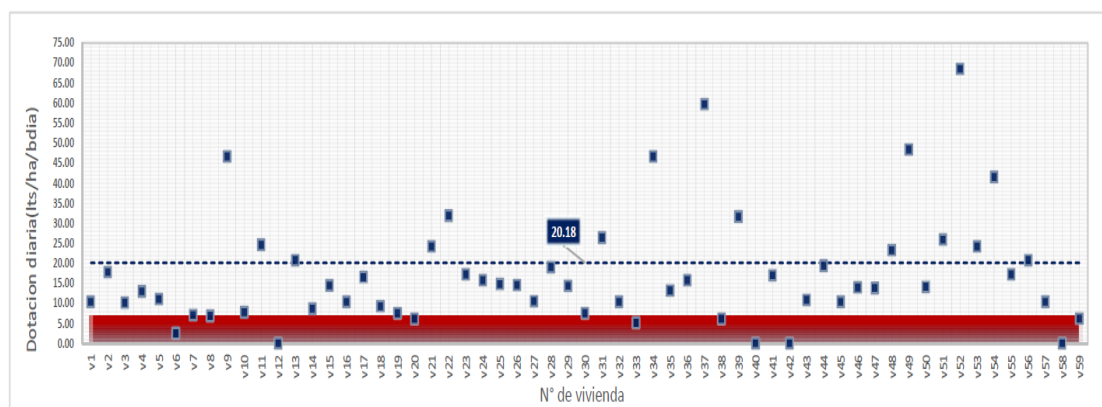


Figura 15 Gráfico de dispersión correspondiente al día miércoles, 01 de Agosto de 2018.
Fuente: Elaboración propia.

Nota: De la figura anterior se ve que los datos que se encuentran en la franja roja son descartados debido a que son menores a 7 lts/hab/día y datos perdidos en el día.

- Por último, se efectuó la suma de las dotaciones de agua de todas las viviendas, dividida entre la cantidad de viviendas efectivas, que vendría a ser la cantidad total viviendas de la muestra restada por la cantidad de viviendas que no registraron consumo para ese día, calculándose mediante la siguiente ecuación:

$$\text{DOTACIÓN DIARIA} = \frac{D_{V1} + D_{V2} + D_{V3} + \dots + D_{V59}}{59 - \#viviendas\ descartadas}$$

Por lo que se obtienen las siguientes tablas de datos:

Tabla 16 Dotaciones diarias: meses de abril, mayo y junio del 2018.

FECHA	CONSUMO PROMEDIO POR HABITANTE	FECHA	CONSUMO PROMEDIO POR HABITANTE	FECHA	CONSUMO PROMEDIO POR HABITANTE
ABRIL DEL 2018		MAYO DEL 2018		JUNIO DEL 2018	
20/04/2018	21.93	01/05/2018	19.72	01/06/2018	20.88
21/04/2018	26.02	02/05/2018	20.70	02/06/2018	23.34
22/04/2018	31.34	03/05/2018	17.72	03/06/2018	34.49
23/04/2018	22.85	04/05/2018	19.47	04/06/2018	27.18
24/04/2018	23.40	05/05/2018	23.84	05/06/2018	26.61
25/04/2018	25.88	06/05/2018	27.72	06/06/2018	29.70
26/04/2018	22.69	07/05/2018	17.95	07/06/2018	26.01
27/04/2018	23.42	08/05/2018	20.15	08/06/2018	26.83
28/04/2018	27.55	09/05/2018	21.15	09/06/2018	29.87
29/04/2018	30.57	10/05/2018	16.37	10/06/2018	38.66
30/04/2018	24.34	11/05/2018	17.98	11/06/2018	21.38
		12/05/2018	23.48	12/06/2018	20.56
		13/05/2018	29.72	13/06/2018	23.60
		14/05/2018	28.03	14/06/2018	20.99
		15/05/2018	26.21	15/06/2018	19.78
		16/05/2018	28.26	16/06/2018	25.23
		17/05/2018	24.79	17/06/2018	36.13
		18/05/2018	25.10	18/06/2018	23.02
		19/05/2018	31.10	19/06/2018	22.14
		20/05/2018	36.34	20/06/2018	25.15
		21/05/2018	22.10	21/06/2018	22.61
		22/05/2018	20.12	22/06/2018	21.29
		23/05/2018	22.49	23/06/2018	25.95
		24/05/2018	18.35	24/06/2018	34.87
		25/05/2018	19.59	25/06/2018	22.22
		26/05/2018	25.59	26/06/2018	21.98
		27/05/2018	30.46	27/06/2018	24.06
		28/05/2018	20.57	28/06/2018	21.02
		29/05/2018	19.56	29/06/2018	20.50
		30/05/2018	20.58	30/06/2018	26.15
		31/05/2018	18.02		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17 Dotaciones diarias: meses de julio y agosto del 2018.

FECHA	CONSUMO PROMEDIO POR HABITANTE	FECHA	CONSUMO PROMEDIO POR HABITANTE
JULIO DEL 2018		AGOSTO DEL 2018	
01/07/2018	33.55	01/08/2018	20.18
02/07/2018	23.14	02/08/2018	18.04
03/07/2018	20.77	03/08/2018	20.24
04/07/2018	23.14	04/08/2018	27.14
05/07/2018	19.68	05/08/2018	32.74
06/07/2018	20.75	06/08/2018	27.52
07/07/2018	26.20	07/08/2018	26.60
08/07/2018	32.84	08/08/2018	28.06
09/07/2018	28.62	09/08/2018	24.97
10/07/2018	26.53	10/08/2018	26.90
11/07/2018	28.72	11/08/2018	33.98
12/07/2018	25.70	12/08/2018	38.68
13/07/2018	26.43	13/08/2018	22.32
14/07/2018	33.46	14/08/2018	20.12
15/07/2018	38.24	15/08/2018	20.68
16/07/2018	23.83	16/08/2018	17.92
17/07/2018	21.75	17/08/2018	20.14
18/07/2018	23.10	18/08/2018	28.02
19/07/2018	20.75	19/08/2018	33.08
20/07/2018	21.20	20/08/2018	28.82
21/07/2018	28.66		
22/07/2018	35.57		
23/07/2018	23.68		
24/07/2018	21.77		
25/07/2018	24.17		
26/07/2018	20.63		
27/07/2018	20.93		
28/07/2018	29.23		
29/07/2018	33.48		
30/07/2018	28.43		
31/07/2018	25.69		

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 18 Medidas de tendencia central para las dotaciones diarias.

N°	Válido(días)	123
	Perdidos(días)	0
Media		25,06
Mediana		23,84
Moda		16,37
Desviación Estándar		5,07
Varianza		25,71
Rango		22,31
Mínimo		16,37
Máximo		38,68

Fuente. Elaboración propia en el programa SPSS.

De lo datos se obtiene que el coeficiente de Pearson el 20.23%. Por lo que la media calculada de **25.06 lts/hab/día** es aceptable.

Debido a que la dotación de diseño debe considerar las pérdidas generadas en el sistema, el cual se considera un valor del 30%, por tanto, el valor anterior se modificará según las siguientes consideraciones:

$$Q_{producción} = \frac{\text{demanda de consumo}}{1 - \%PF/100}$$

Reemplazando los datos:

$$Q_{producción} = \frac{25.06}{1 - 30/100} = \mathbf{35.80 \text{ lts/hab/día}}$$

A esta dotación obtenida se aumentó la cantidad de agua necesaria para letrinas con arrastre hidráulico, el cual según recomendación del CONAGUA es de 40 lts/hab/día, por lo que se obtiene el siguiente resultado: **75.80 lts/hab/día**, el cual es la dotación de diseño.

4.1.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS

A. Planteamiento de la hipótesis

H₀: x < u “La dotación real para uso doméstico en la población de Kunurana Bajo es menor a 80 lts/hab/día con letrinas con arrastre hidráulico en la región sierra establecido por la guía simplificada para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de saneamiento básico en el ámbito rural”.

H₁: x = u “La dotación real para uso doméstico en la población de Kunurana Bajo es igual a 80 lts/hab/día con letrinas con arrastre hidráulico en la región sierra establecido por la guía simplificada para la identificación,

formulación y evaluación social de proyectos de saneamiento básico en el ámbito rural”.

B. Nivel de significancia de 5%

C. El estadístico de prueba que se utilizó para contrastar la hipótesis fue la dotación real para uso doméstico con 123 datos de consumos diarios de agua.

D. Determinación del punto crítico

$$Z_c = \frac{\bar{X} - u}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} = \frac{75.80 - 80}{\frac{5.07}{\sqrt{123}}} = -9.187$$

E. Decisión: debido a que $Z_c < -1.65$ (obtenido de tablas de probabilidad para un nivel de significancia de 5%), entonces se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

F. Interpretación: la dotación real para uso doméstico en la población de Kunurana Bajo es menor a 80 lts/hab/día con letrinas con arrastre hidráulico en la región sierra establecido por la guía simplificada para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de saneamiento básico en el ámbito rural.

4.2. COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIA K1

Para el cálculo del coeficiente de variación diaria (K1) se tomó en cuenta los datos registrados de las tablas 16 y 17 y se elaboraron los siguientes gráficos los cuales muestran las variaciones de las dotaciones diarias de todo el tiempo de investigación de la muestra.

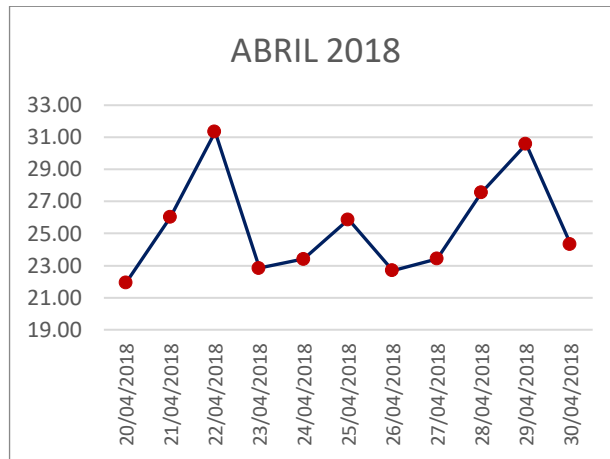


Figura 16 Variaciones de dotaciones diarias: mes de abril del 2018.

Fuente. Elaboración propia.

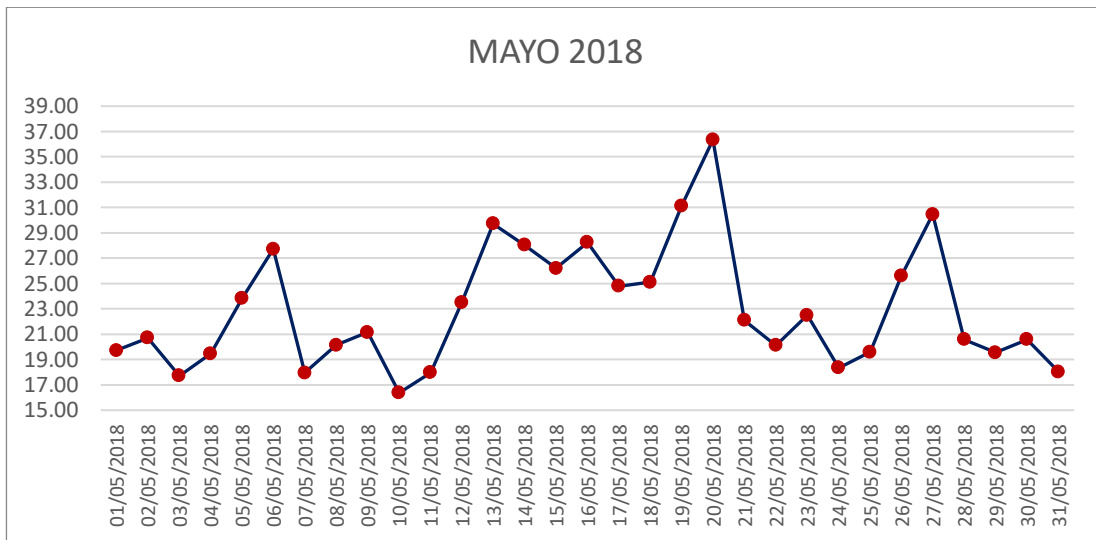


Figura 17 Variaciones de dotaciones diarias: mes de mayo del 2018.

Fuente. Elaboración propia.

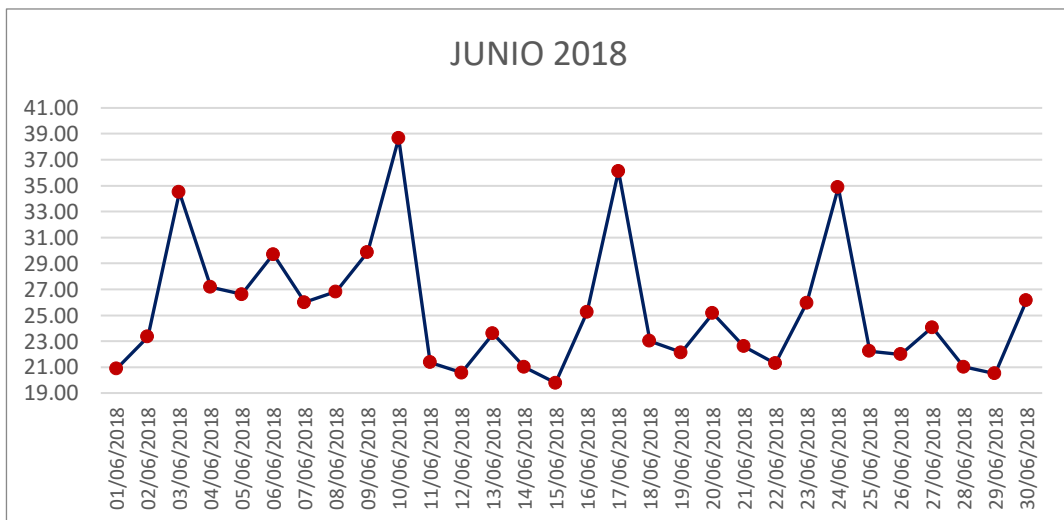


Figura 18 Variaciones de dotaciones diarias: mes de junio del 2018.

Fuente. Elaboración propia.

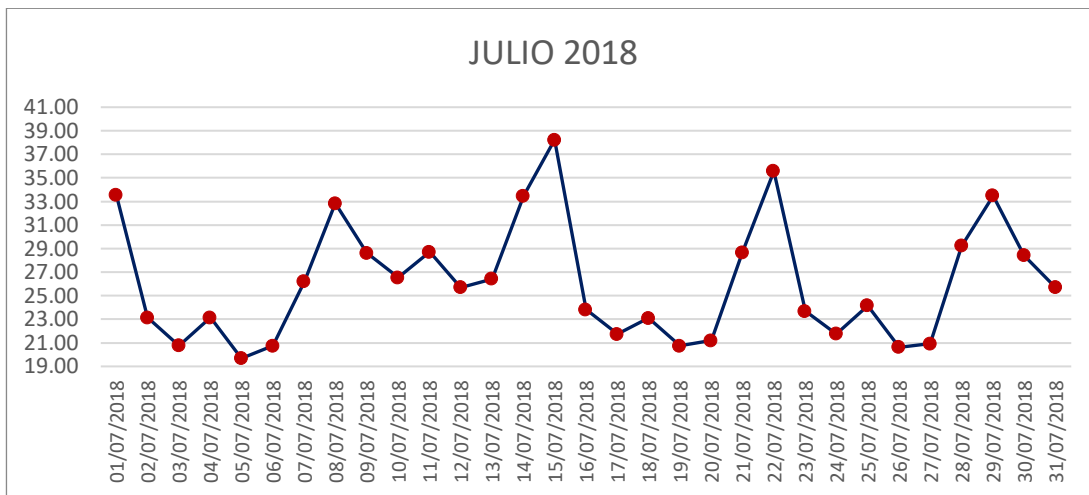


Figura 19 Variaciones de dotaciones diarias: mes de julio del 2018.
Fuente. Elaboración propia.

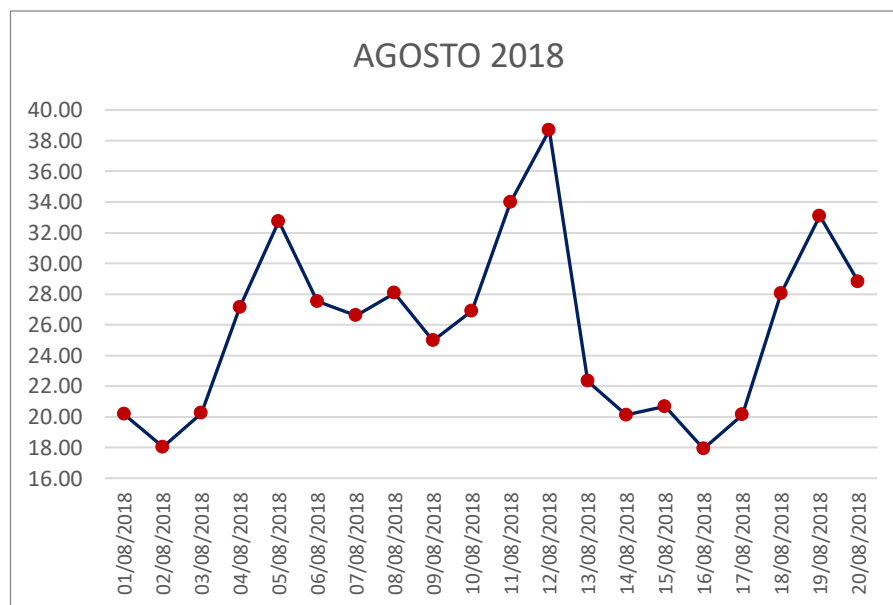


Figura 20 Variaciones de dotaciones diarias: mes de agosto del 2018.
Fuente. Elaboración propia.

Con los datos anteriores se aprecia que la dotación máxima es de **38.68 lts/hab/día** registrado el día domingo 12 de agosto del 2018 y la media de estos es de **25.06 lts/hab/día**, siendo estos datos los que utilizaremos para el cálculo del coeficiente K1.

Para el cálculo de este coeficiente se toma en referencia a la siguiente fórmula:

$$K1 = \frac{Q_{md}}{Q_p}$$

Donde:

Qmd: Caudal máximo diario, es nuestro caso se considera la dotación máxima el cual es 38.68lts/hab/día, debido a que los coeficientes utilizados para la transformación a unidades de caudal (lts/s) se simplifican al dividirlo por la dotación promedio.

Qp: Caudal promedio diario, en nuestro caso se considera la dotación promedio, el cual es= 25.06 lts/hab/día.

Reemplazando obtenemos que el valor de **K1** es:

$$K1 = \frac{Qmd}{Qp} = \frac{38.68}{25.06} = 1.543$$

Esto significa que la dotación máxima representa el 154.34% de la dotación promedio.

El siguiente gráfico se muestra como referencia (el mismo se muestra en el ANEXO 7), el cual indica las variaciones diarias de la dotación durante todo el periodo de investigación:

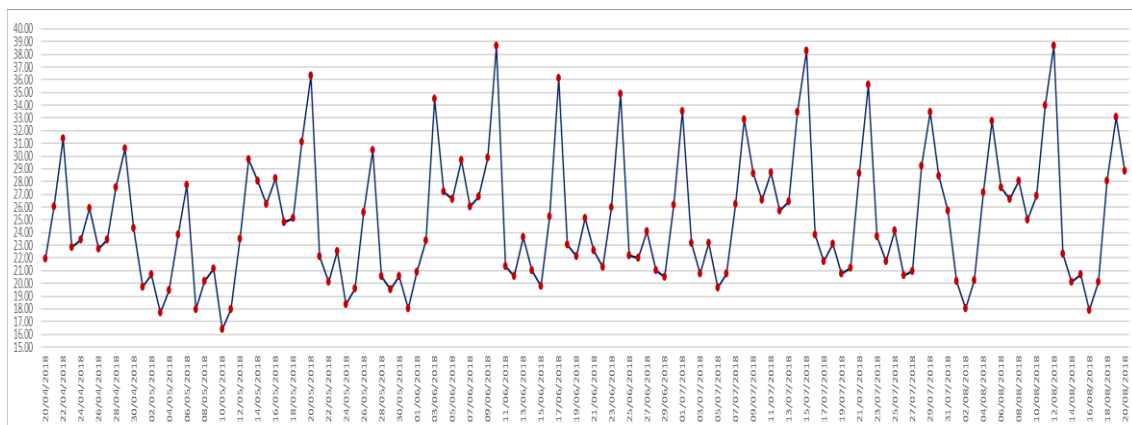


Figura 21 Variaciones diarias de dotaciones durante todo el periodo de investigación.
Fuente. Elaboración propia.

4.3. CARACTERIZACIÓN DE HÁBITOS DE CONSUMO DE LA POBLACIÓN

4.3.1. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS EFECTUADAS

La siguiente tabla muestra que la población encuestada es de 59 viviendas, en las cuales uno de sus integrantes respondió de manera correcta las preguntas planteadas, dejando en su efecto 0 datos perdidos para todas las preguntas. Esto debido a que con anterioridad los investigadores hicieron un filtro, con el fin de reducir los errores.

Tabla 19 Frecuencia de la población encuestada.

	Nivel de escolaridad	¿Su casa es?	Actividad económica en la vivienda	Material predominante de la vivienda	¿Posee energía eléctrica?	Número de habitantes
válidos	59	59	59	59	59	59
perdidos	0	0	0	0	0	0

	¿Cuánto es el ingreso promedio mensual?	Actividad económica a la que se dedica	Fuente de abastecimiento de agua	¿Cómo considera la calidad del agua que consume?	¿El agua presenta impurezas?	Distancia a la fuente abastecimiento
válidos	59	59	59	59	59	59
perdidos	0	0	0	0	0	0

	viajes al día para acarrear agua	Tiempo de acarreo de agua	Responsable de acarreo del agua	Precio de agua al mes	Sistema de disposición de excretas	Usos del agua
válidos	59	59	59	59	59	59
perdidos	0	0	0	0	0	0

Fuente. Elaboración propia.

A. NIVEL DE ESCOLARIDAD

En el siguiente gráfico se muestra los resultados obtenidos sobre el nivel de escolaridad de los responsables de las viviendas encuestadas, en donde se aprecia que 28

personas (47.46%) tienen estudios primarios, lo cual representa la mayor parte de la muestra.

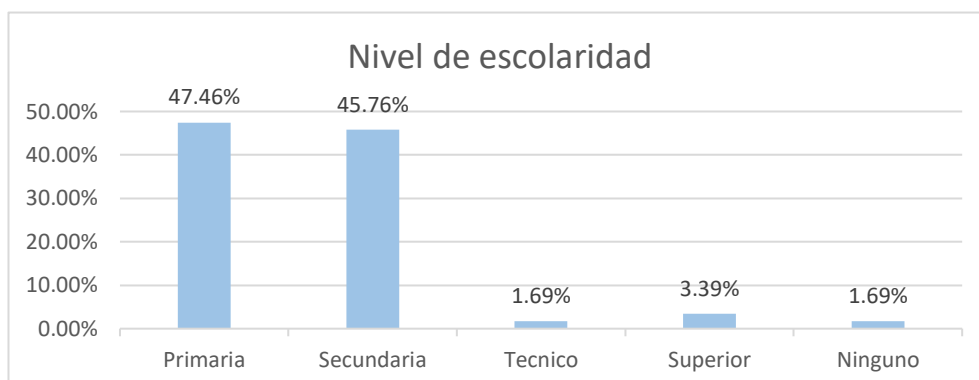


Figura 22 Nivel de escolaridad de los representantes de las viviendas encuestadas.
Fuente. Elaboración propia.

B. PROPIEDAD DE LA VIVIENDA

En este ítem se preguntó al responsable de la vivienda si la vivienda ocupada es propia, alquilada o de un familiar. En el siguiente gráfico se ve que la mayor parte de la población habita en vivienda propia el cual representa el 89.83% de la muestra.

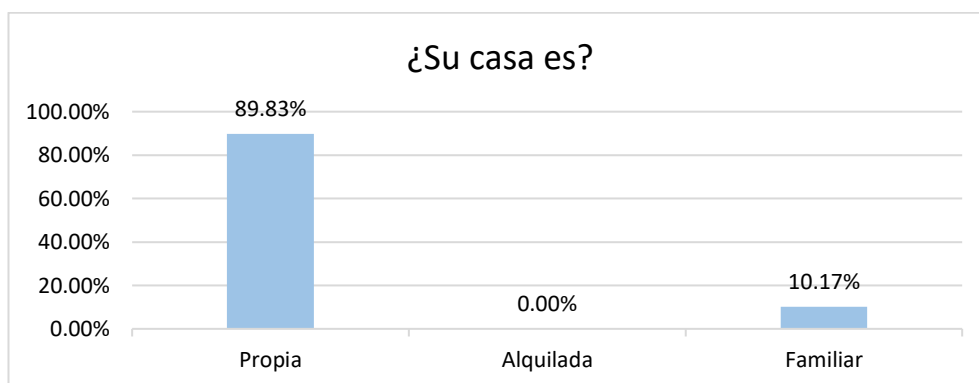


Figura 23 Tipo de vivienda en donde habita el responsable de la familia.
Fuente. Elaboración propia.

C. ACTIVIDAD ECONÓMICA EN LA VIVIENDA

En este ítem se preguntó al responsable de la vivienda si en la vivienda existe alguna actividad económica, como alguna tienda o negocio. En el siguiente gráfico se ve

que la mayor parte de la población no tiene en su vivienda algún negocio, esto representa que la población analizada usa su vivienda con el fin netamente doméstico.

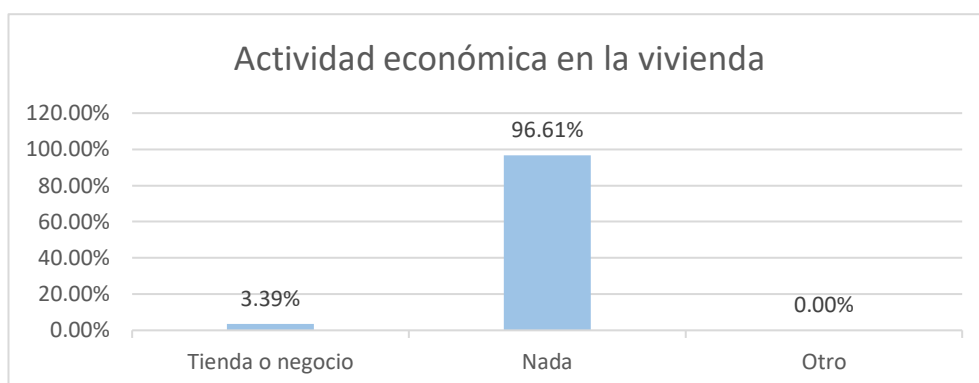


Figura 24 Actividad económica en la vivienda.

Fuente. Elaboración propia.

D. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA VIVIENDA

En este ítem se preguntó al responsable de la vivienda el material predominante de la vivienda, en donde se vio que toda la población tiene viviendas hechas de adobe.

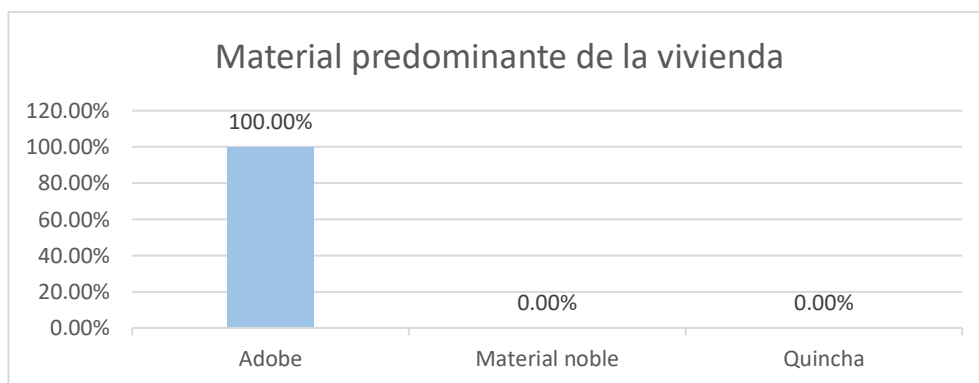


Figura 25 Material que predomina en la construcción de la vivienda de los encuestados.

Fuente. Elaboración propia.

E. ENERGÍA ELÉCTRICA

En este ítem se preguntó al responsable de la vivienda si su vivienda posee energía eléctrica. En el siguiente gráfico se ve los resultados sobre este ítem, en donde se ve que solo el 76.27% poseen energía eléctrica, habiendo así viviendas que no cuentan con este

servicio, esto demuestra que en la población de Kunurana Bajo existen una buena parte de viviendas que no poseen los servicios básicos.

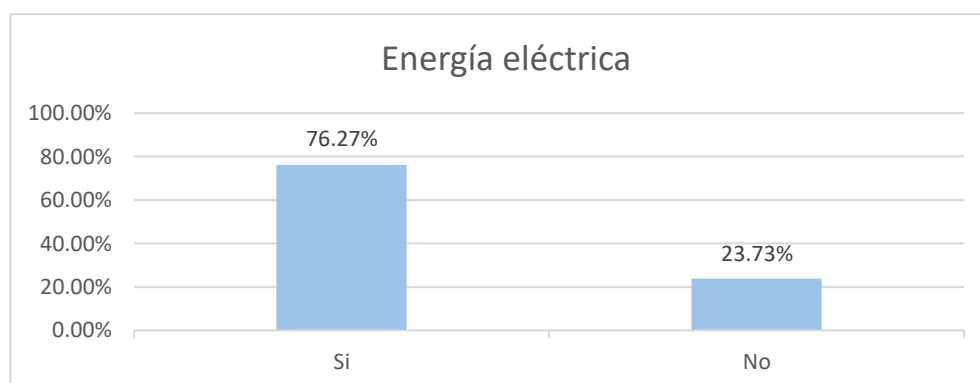


Figura 26 Energía eléctrica de las viviendas encuestadas.

Fuente. Elaboración propia.

F. NÚMERO DE HABITANTES

En este ítem se preguntó al responsable de la vivienda sobre el número de habitantes en la vivienda entre menores de edad, adultos y adultos mayores de edad. En el siguiente gráfico se ve los resultados sobre este ítem, en donde se ve que la mayor parte de los habitantes son adultos (56.30%) y que habitan una minoría de adultos mayores.

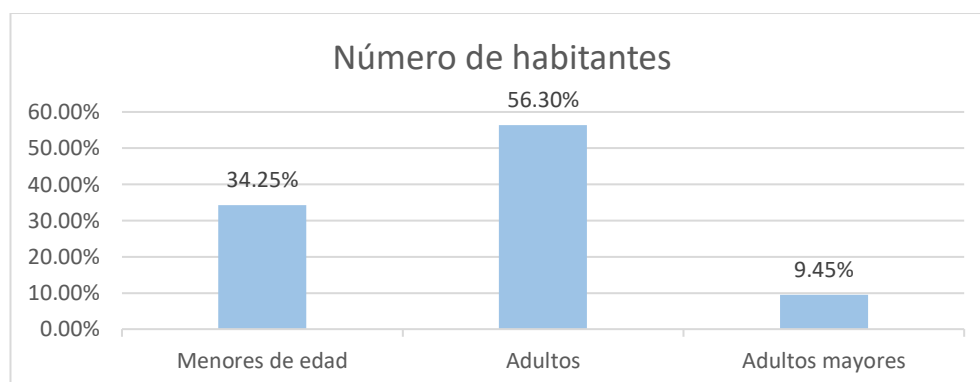


Figura 27 Número de habitantes de la muestra.

Fuente. Elaboración propia.

G. INGRESO PROMEDIO MENSUAL

En este ítem se preguntó al responsable de la vivienda sobre la cantidad de sus ingresos mensuales. En el siguiente gráfico se ve los resultados sobre este ítem, en donde

se ve que el 49.15% obtienen ingresos mensuales entre S/.100.00 a S/.300.00, lo cual demuestra los escasos recursos económicos en las poblaciones rurales.

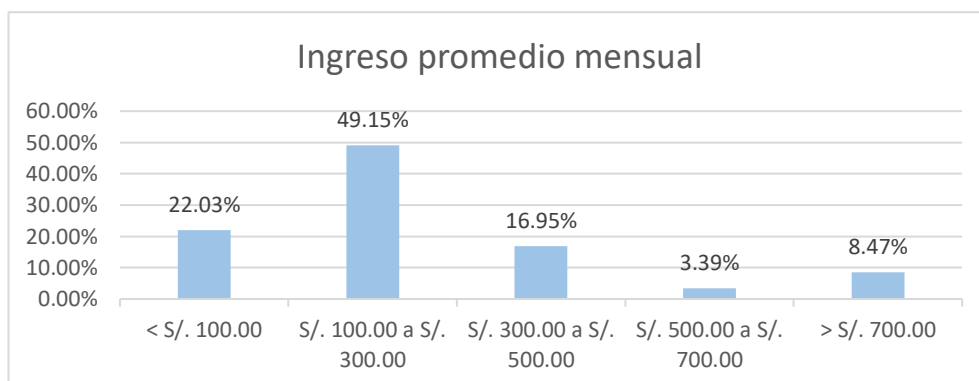


Figura 28 Ingreso promedio mensual de las viviendas encuestadas.

Fuente. Elaboración propia.

H. ACTIVIDAD ECONÓMICA

En este ítem se preguntó al responsable de la vivienda sobre la actividad económica a la que se dedica. En el siguiente gráfico se ve los resultados sobre este ítem, en donde se aprecia que la mayor parte de la población se dedica a la ganadería (84.75%) habiendo así viviendas que se dedican a dos actividades como la agricultura y ganadería, motivo por el cual la suma de los porcentajes es mayor al 100%.



Figura 29 Actividad económica a la que se dedican los responsables de las viviendas de la muestra.

Fuente. Elaboración propia.

I. FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

En este ítem se preguntó al responsable de la vivienda sobre el tipo de la fuente de agua de donde se abastecen los integrantes de la vivienda. En el siguiente gráfico se ve los resultados sobre este ítem, en donde se ve que la mayor parte de la población se abastece de ríos (49.15%), habiendo algunos que se abastecen de ríos y manantiales, motivo por el cual la suma de porcentajes es mayor al 100%.

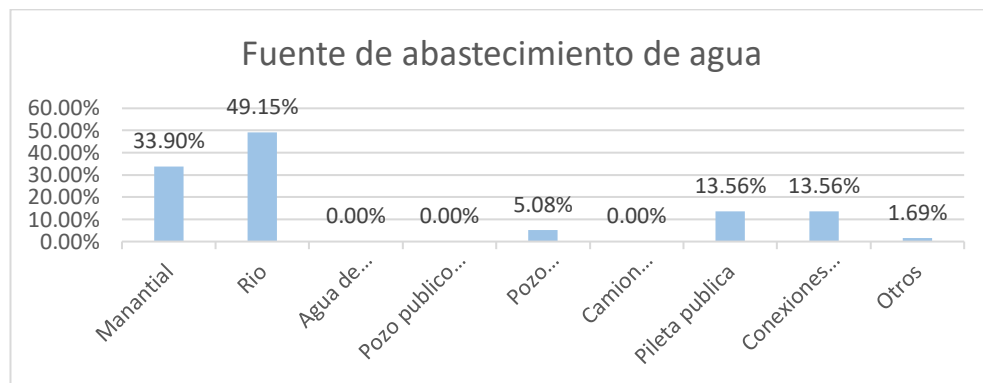


Figura 30 Fuente de abastecimiento de agua de donde se abastece la muestra. *Fuente. Elaboración propia.*

J. CALIDAD DEL AGUA CONSUMIDA

En este ítem se preguntó al responsable de la vivienda sobre como considera la calidad de agua que consume en donde se planteó tres opciones como se muestra en el gráfico, el cual también indica que la mayor parte de la muestra (52.54%) indica que el agua consumida es de calidad regular.

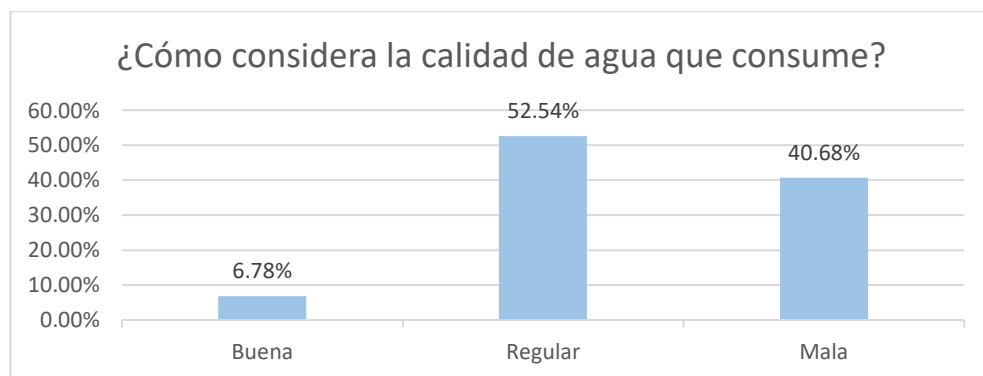


Figura 31 Apreciación de la calidad de agua consumida de la muestra. *Fuente. Elaboración propia.*

K. IMPUREZAS EN EL AGUA CONSUMIDA

En este ítem se preguntó al responsable de la vivienda sobre si el agua consumida presenta impurezas en donde se planteó tres opciones, como se muestra en el gráfico, el cual también indica la apreciación de los pobladores sobre las impurezas en el agua consumida, donde la mayor parte (62.71%) indica que el agua posee pocas impurezas.

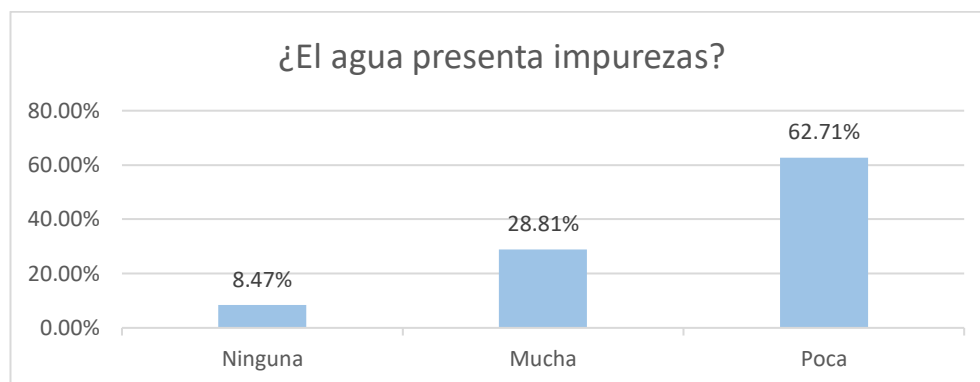


Figura 32 Apreciación de la muestra respecto a la cantidad de impurezas presentadas en el agua consumida.

Fuente. Elaboración propia.

L. DISTANCIA A LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO

En este ítem se preguntó al responsable de la vivienda sobre la distancia que existe entre la fuente de abastecimiento hacia la vivienda en donde debido a las múltiples respuestas estas se agruparon 3 opciones como en el siguiente gráfico, el cual también nos indica que la mayor parte de la muestra (50.85%) posee sus viviendas de 20m a 100m de la fuente abastecimiento.

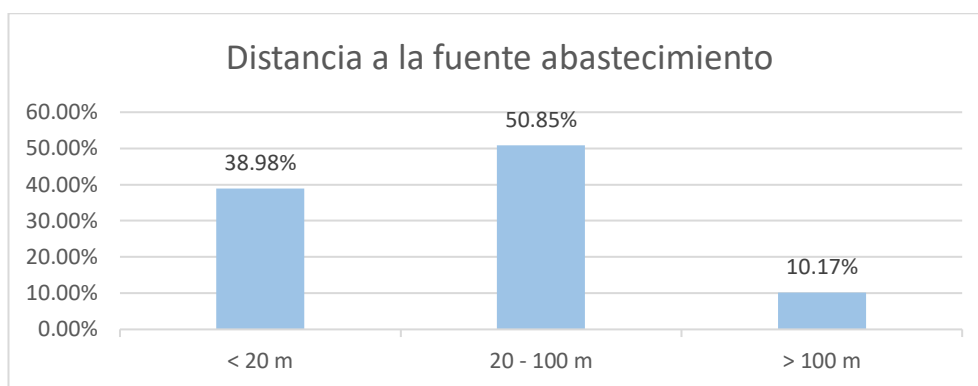


Figura 33 Distancia a la fuente de agua de donde se abastece las viviendas de la muestra.

Fuente. Elaboración propia.

M. VIAJES AL DIA PARA ACARREAR AGUA

En este ítem se preguntó al responsable de la vivienda sobre los números de viajes que realizan generalmente al día para acarrear agua y así satisfacer las necesidades diarias de los integrantes de las viviendas en donde debido a las múltiples respuestas estas se agruparon 3 opciones las cuales son entre 1 a 3 viajes, entre 4 a 6 viajes y mayores a 6. En el siguiente gráfico se ve los resultados sobre este ítem, en donde se ve que una gran parte (44.07%) de los pobladores realizan entre 1 a 3 viajes al día y otra gran parte (42.37%) realizan entre 4 a 6 viajes al día.

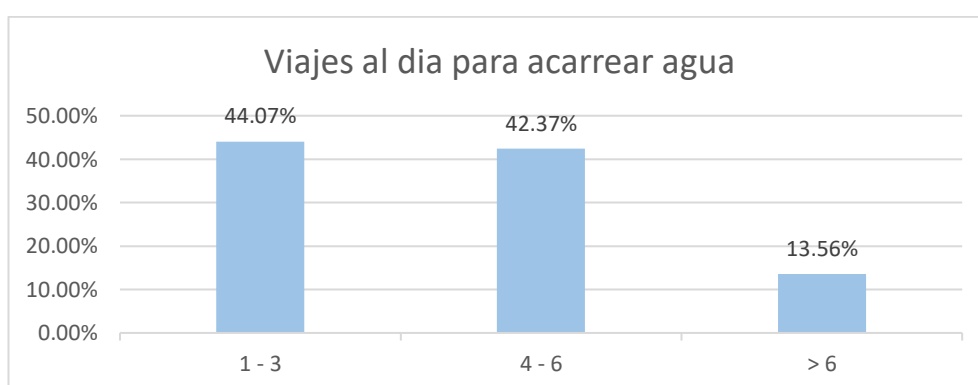


Figura 34 Viajes al día generalmente realizados por las viviendas de la muestra, para acarrear agua.

Fuente. Elaboración propia.

N. TIEMPO DE ACARREO DE AGUA

En este ítem se preguntó al responsable de la vivienda sobre el tiempo que le toma al día para acarrear agua y así satisfacer las necesidades diarias de los integrantes de las viviendas en donde debido a las múltiples respuestas estas se agruparon 5 opciones las cuales son menores a 10 minutos, entre 10 a 20 minutos, entre 21 a 30 minutos, entre 31 a 60 minutos y más de 60 minutos. En el siguiente gráfico se ve los resultados sobre este ítem, en donde se ve que la mayor parte de la muestra toman entre 10 min a 20 min al día para acarrear agua.

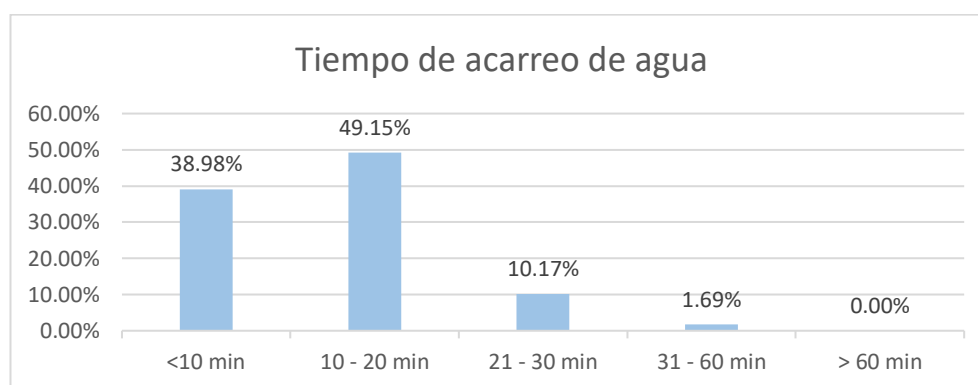


Figura 35 Tiempo generalmente usado en el día para el acarreo de agua de las viviendas de la muestra.

Fuente. Elaboración propia.

O. RESPONSABLE DEL ACARREO DE AGUA

En este ítem se preguntó al responsable de la vivienda sobre los responsables del acarreo de agua, se plantearon 4 alternativas, estas son: padre, madre, hijos y otros. En el siguiente gráfico se ve los resultados sobre este ítem, en donde se ve que la mayor parte lo realizan los padres las madres y los hijos. Estos porcentajes no suman 100% debido a que se obtuvieron respuestas con más de una alternativa.

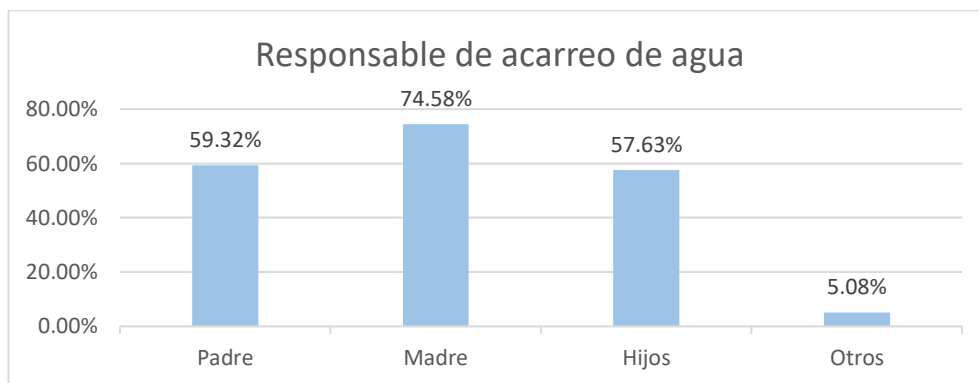


Figura 36 Responsables del acarreo de agua de la muestra.
Fuente. Elaboración propia.

P. PRECIO DE AGUA AL MES

En este ítem se preguntó al responsable de la vivienda sobre al pago que realizan al mes del agua consumida, se plantearon 4 alternativas, estas son: sin pago, menos de S/5.00, entre S/5.00 y S/10.00, entre S/10.00 y S/20.00. En el siguiente gráfico se ve los resultados sobre este ítem, en donde se ve que en su totalidad de la muestra realizan un pago menor a S/. 5.00, esto debido a que todos los pobladores realizan un pago anual entre S/10.00 a S/20.00 según acuerdo.

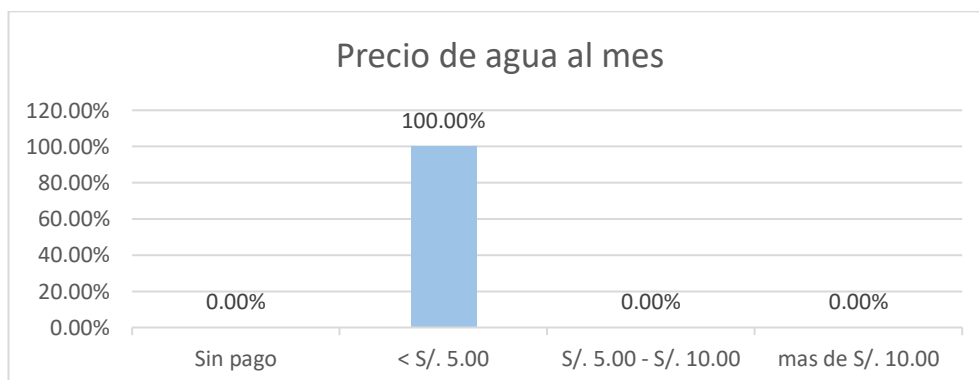


Figura 37 Precio de agua pagado al mes por las viviendas de la muestra.
Fuente. Elaboración propia.

Q. SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE EXCRETAS

En este ítem se preguntó al responsable de la vivienda si contaba con algún sistema de disposición de excretas. En el siguiente gráfico se ve los resultados sobre este ítem, en

donde se ve que el 52.54% de las viviendas poseen letrinas sin arrastre hidráulico y el 47.46% de la población no cuenta con estos.

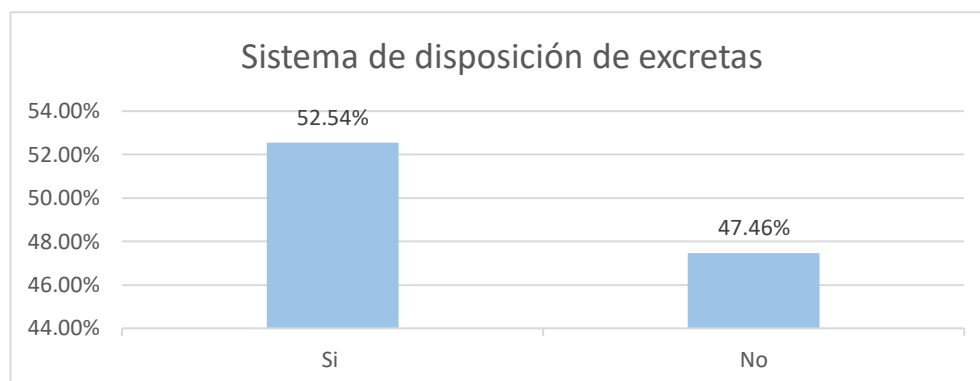


Figura 38 Viviendas de la muestra que cuentan con algún sistema de disposición de excretas.

Fuente. Elaboración propia.

R. USOS DEL AGUA

En este ítem se preguntó al responsable de la vivienda sobre los usos que le da al agua, se plantearon diferentes respuestas las cuales fueron: preparación de alimentos, aseo personal, actividades fisiológicas, lavado de ropa, lavado de servicios y otros. En el siguiente gráfico se ve los resultados sobre este ítem, en donde se ve que en su totalidad las viviendas utilizan el agua para necesidades básicas y un 18.64% lo utilizan para otras actividades entre riego y limpieza. Estos porcentajes no suman 100% debido a que se obtuvieron respuestas con más de una alternativa.

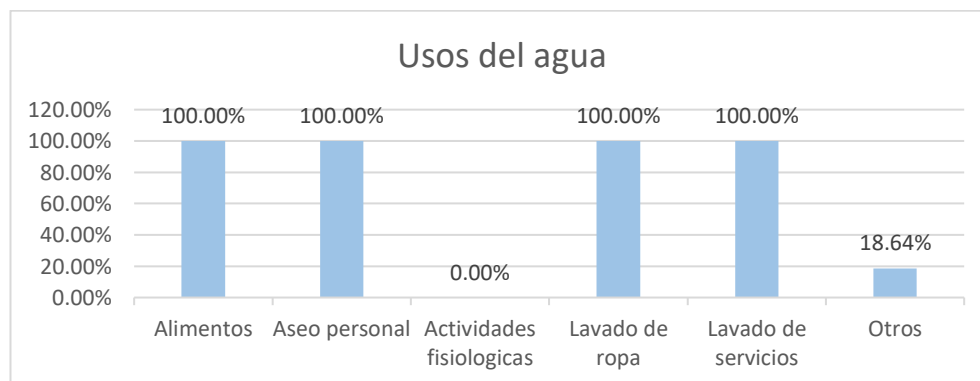


Figura 39 Usos del agua por las viviendas de la muestra.

Fuente. Elaboración propia.

Estos resultados son resumidos en el ANEXO 02, el cual muestra los resultados por vivienda.

4.3.2. DETERMINACIÓN DE LOS MESES DE MÁXIMO Y MÍNIMO

CONSUMO

Para la determinación de los meses de máximo y mínimo consumo se procesó los datos obtenidos en campo de la siguiente manera:

- 1.- Se sumo los volúmenes de agua de toda la vivienda en el mes correspondiente
- 2.- Luego se divide entre la cantidad de habitantes y este resultado entre la cantidad de días efectivos, los cuales resta los días en los que hubo omisión de datos y/o fueron descartados.

En la siguiente tabla se muestra un ejemplo del procedimiento realizado para el cálculo de las dotaciones promedio por meses:

Tabla 20 Ejemplo de cálculo de dotaciones promedio mensuales.

TABLA DE VOLÚMENES TOTALES POR VIVIENDA (lts)								
MES	DÍAS TOTALES	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7
ABRIL	11	886.05	1501.44	1809.83	1682.39	823.70	800.62	462.37
MAYO	31	1822.55	3836.55	4689.70	4594.62	1503.38	1160.98	1263.69
JUNIO	30	1651.70	4184.88	5125.69	4642.30	1481.40	1372.62	1296.03
JULIO	31	1980.40	4041.12	4301.56	4756.34	2150.14	1682.66	1427.63
AGOSTO	20	1034.92	3130.76	2790.70	3165.32	1129.20	1054.55	593.28
NÚMERO DE HABITANTES		3	8	10	8	3	3	2
DÍAS EFECTIVOS	ABRIL	11	11	11	11	10	10	10
	MAYO	23	31	30	30	22	18	27
	JUNIO	23	28	29	30	23	19	25
	JULIO	27	31	30	31	30	25	28
	AGOSTO	15	20	17	20	18	12	11

Fuente: Elaboración propia.

Los datos en la siguiente tabla son datos de dotación promedio al mes por vivienda, los cuales se agruparon y se obtuvieron las tablas y gráficos de frecuencias:

Tabla 21 Valores de dotaciones promedio del mes por vivienda.

TABLA FINAL DE DATOS PARA EL PROGRAMA SPSS (lts/hab/día)								
MES	N° VIVIENDA	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7
ABRIL		26.85	17.06	16.45	19.12	24.96	24.26	21.02
MAYO		26.41	20.85	20.39	24.97	21.79	16.83	27.47
JUNIO		23.94	22.74	22.29	25.23	21.47	19.89	28.17
JULIO		24.45	18.71	15.93	22.02	26.54	20.77	26.44
AGOSTO		23.00	26.09	18.60	26.38	25.09	23.43	19.78

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.1. DATOS DE INGRESO PARA EL PROGRAMA SPSS

Los datos que se muestran en los cuadros siguientes se utilizaron para realizar las tablas de frecuencia y sus respectivos histogramas en el programa IMB SPSS 25.

A. RANGO

Es el resultado de restar el valor máximo y el valor mínimo de un grupo de datos.

$$R = V. \max - V. \min$$

B. NUMERO DE CLASE

Para saber un número aproximado de clases, donde serán agrupados x cantidad de datos. La fórmula que utilizará será la de “Sturges”:

$$K=1+3.3 * \log n$$

C. AMPLITUD

La amplitud de un intervalo es la diferencia entre el límite superior y el límite inferior. La amplitud(A) de los intervalos puede calcularse mediante la expresión:

$$\text{Amplitud} = \frac{\text{Rango}}{\text{n° de intervalos}}$$

Tabla 22 Datos para el programa SPSS.

DATOS PARA SPSS				
ABRIL	MAX	35.21		
	MIN	16.45		
	Rango	18.75		
	número de clase	6.84	≈	7.00
	amplitud	2.68		
MAYO	MAX	40.06		
	MIN	16.83		
	Rango	23.24		
	número de clase	6.84	≈	7.00
	amplitud	3.32		
JUNIO	MAX	41.83		
	MIN	19.89		
	Rango	21.94		
	número de clase	6.84	≈	7.00
	amplitud	3.13		
JULIO	MAX	44.28		
	MIN	15.93		
	Rango	28.35		
	número de clase	6.84	≈	7.00
	amplitud	4.05		
AGOSTO	MAX	42.01		
	MIN	18.60		
	Rango	23.41		
	número de clase	6.84	≈	7.00
	amplitud	3.34		

Fuente. Elaboración propia.

4.3.2.2. DOTACIÓN PROMEDIO MENSUAL PARA EL MES DE ABRIL

Para el mes de abril se realizó el proceso con las 59 viviendas que representan el **100.00%** de la muestra, debido a que no se cuentan con datos mensuales perdidos. Dicha muestra se agrupó en 7 intervalos de clase, con una amplitud de **2.68 unidades**.

La clase modal predominante se encuentra en el intervalo de clase **número 3**, cuyo intervalo es de **21,82 - 24,49**. En dicho intervalo se encuentran un total de **16 viviendas**, lo que representa el 27.12% del total de datos tomados.

Resultando una media de dotación para el presente mes de: **24.63 lts/hab/día**.

Tabla 23 Tabla de frecuencias de datos para el mes de abril 2018.

Intervalo de clase	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
16,45 - 19,13	7	11,9	11,9	11,9
19,14 - 21,81	9	15,3	15,3	27,1
21,82 - 24,49	16	27,1	27,1	54,2
24,50 - 27,17	8	13,6	13,6	67,8
27,18 - 29,85	12	20,3	20,3	88,1
29,86 - 32,53	5	8,5	8,5	96,6
32,54 - 35,36	2	3,4	3,4	100,0
Total	59	100,0	100,0	

Fuente. Elaboración propia en el programa SPSS.

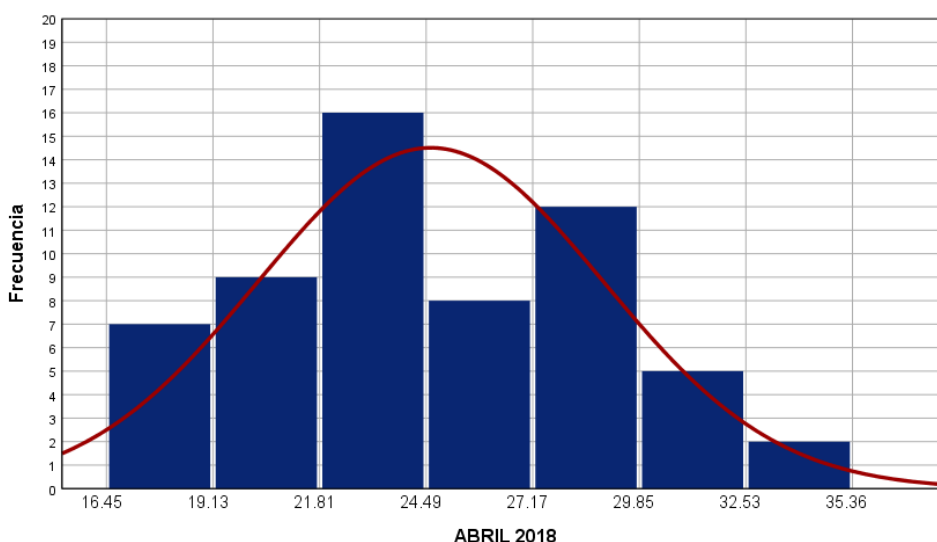


Figura 40 Histograma de frecuencias de datos para el mes de abril 2018.

Fuente. Elaboración propia en el programa SPSS.

4.3.2.3. DOTACIÓN PROMEDIO MENSUAL PARA EL MES DE MAYO

Para el mes de mayo se realizó el proceso con las 59 viviendas que representan el **100.00%** de la muestra, debido a que no se cuentan con datos mensuales perdidos. Dicha muestra se agrupó en 7 intervalos de clase, con una amplitud de **3.32 unidades**.

La clase modal predominante se encuentra en el intervalo de clase **número 5**, cuyo intervalo es de **30,11 - 33,42**. En dicho intervalo se encuentran un total de **14 viviendas**, lo que representa el 23.73% del total de datos tomados.

Resultando una media de dotación para el presente mes de: **28.90 lts/hab/día**.

Tabla 24 Tabla de frecuencias de datos para el mes de mayo 2018.

Intervalo de frecuencia	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
16,83 - 20,15	1	1,7	1,7	1,7
20,16 - 23,46	9	15,3	15,3	16,9
23,47 - 26,78	11	18,6	18,6	35,6
26,79 - 30,10	13	22,0	22,0	57,6
30,11 - 33,42	14	23,7	23,7	81,4
33,43 - 36,74	6	10,2	10,2	91,5
36,75 - 40,14	5	8,5	8,5	100,0
Total	59	100,0	100,0	

Fuente. Elaboración propia en el programa SPSS.

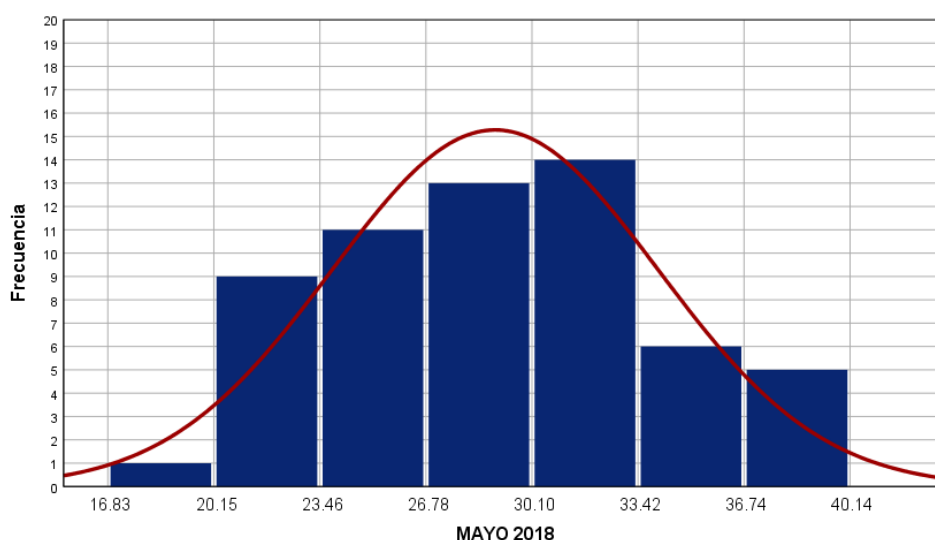


Figura 41 Histograma de frecuencias de datos para el mes de mayo 2018.

Fuente. Elaboración propia en el programa SPSS.

4.3.2.4. DOTACIÓN PROMEDIO MENSUAL PARA EL MES DE JUNIO

Para el mes de junio se realizó el proceso con las 59 viviendas que representan el **100.00%** de la muestra, debido a que no se cuentan con datos mensuales perdidos. Dicha muestra se agrupó en 7 intervalos de clase, con una amplitud de **3.13 unidades**.

La clase modal predominante se encuentra en el intervalo de clase **número 4**, cuyo intervalo es de **29,31 - 32,43**. En dicho intervalo se encuentran un total de **13 viviendas**, lo que representa el 22.03% del total de datos tomados.

Resultando una media de dotación para el presente mes de: **30.49 lts/hab/día**.

Tabla 25 Tabla de frecuencias de datos para el mes de junio 2018.

Intervalo de frecuencia	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
19,89 - 23,03	6	10,2	10,2	10,2
23,04 - 26,16	9	15,3	15,3	25,4
26,17 - 29,30	9	15,3	15,3	40,7
29,31 - 32,43	13	22,0	22,0	62,7
32,44 - 35,56	10	16,9	16,9	79,7
35,57 - 38,70	8	13,6	13,6	93,2
38,71 - 41,83	4	6,8	6,8	100,0
Total	59	100,0	100,0	

Fuente. Elaboración propia en el programa SPSS.

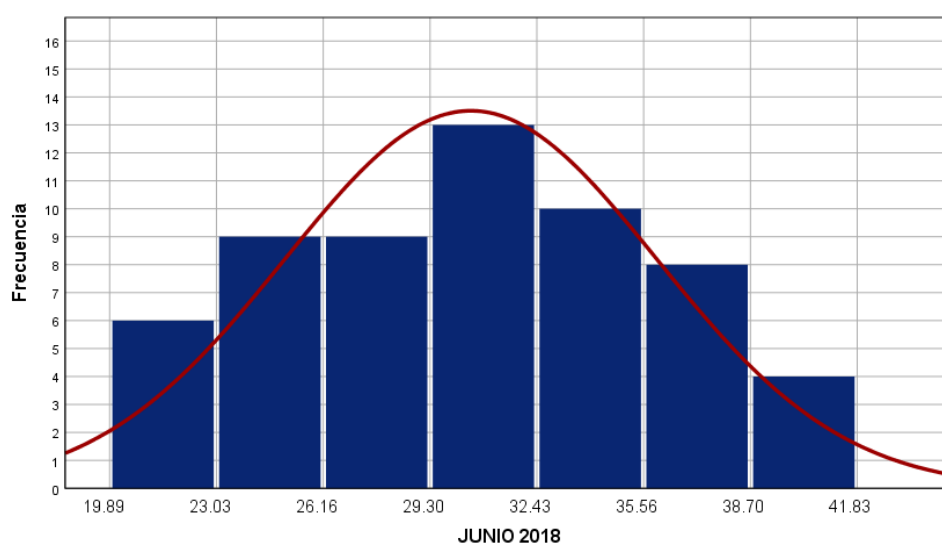


Figura 42 Histograma de frecuencias de datos para el mes de junio 2018.

Fuente. Elaboración propia en el programa SPSS.

4.3.2.5. DOTACIÓN PROMEDIO MENSUAL PARA EL MES DE JULIO

Para el mes de julio se realizó el proceso con las 59 viviendas que representan el **100.00%** de la muestra, debido a que no se cuentan con datos mensuales perdidos. Dicha muestra se agrupó en 7 intervalos de clase, con una amplitud de **4.05 unidades**.

La clase modal predominante se encuentra en el intervalo de clase **número 4**, cuyo intervalo es de **28,09 – 32,13**. En dicho intervalo se encuentran un total de **21 viviendas**, lo que representa el **35,59%** del total de datos tomados.

Resultando una media de dotación para el presente mes de: **29.04 lts/hab/día**.

Tabla 26 Tabla de frecuencias de datos para el mes de julio 2018.

Intervalo de frecuencia	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
15,93 - 19,98	3	5,1	5,1	5,1
19,99 - 24,03	7	11,9	11,9	16,9
24,04 - 28,08	12	20,3	20,3	37,3
28,09 - 32,13	21	35,6	35,6	72,9
32,14 - 36,18	13	22,0	22,0	94,9
36,19 - 40,23	1	1,7	1,7	96,6
40,24 - 44,28	2	3,4	3,4	100,0
Total	59	100,0	100,0	

Fuente. Elaboración propia en el programa SPSS.

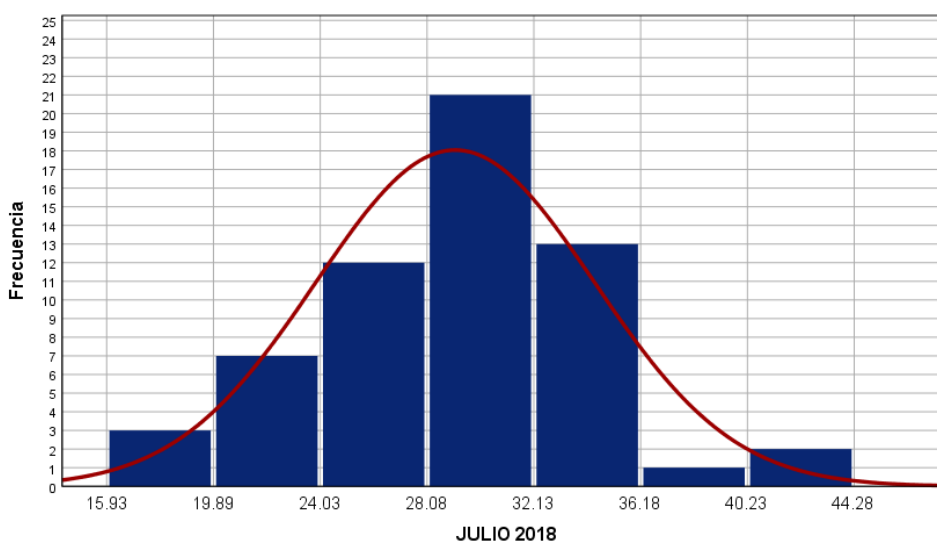


Figura 43 Histograma de frecuencias de datos para el mes de julio 2018.

Fuente. Elaboración propia en el programa SPSS.

4.3.2.6. DOTACIÓN PROMEDIO MENSUAL PARA EL MES DE AGOSTO

Para el mes de agosto se realizó el proceso con las 59 viviendas que representan el **100.00%** de la muestra, debido a que no se cuentan con datos mensuales perdidos. Dicha muestra se agrupó en 7 intervalos de clase, con una amplitud de **3.34 unidades**.

La clase modal predominante se encuentra en el intervalo de clase **número 5**, cuyo intervalo es de **31,99 - 35,32**. En dicho intervalo se encuentran un total de **20 viviendas**, lo que representa el **33,90%** del total de datos tomados.

Resultando una media de dotación para el presente mes de: **30.52 lts/hab/día**.

Tabla 27 Tabla de frecuencias de datos para el mes de agosto 2018.

Intervalo de clase	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
18,60 - 21,95	5	8,5	8,5	8,5
21,96 - 25,29	4	6,8	6,8	15,3
25,30 - 28,64	14	23,7	23,7	39,0
28,65 - 31,98	8	13,6	13,6	52,5
31,99 - 35,32	20	33,9	33,9	86,4
35,33 - 38,67	4	6,8	6,8	93,2
38,68 - 42,01	4	6,8	6,8	100,0
Total	59	100,0	100,0	

Fuente. Elaboración propia en el programa SPSS.

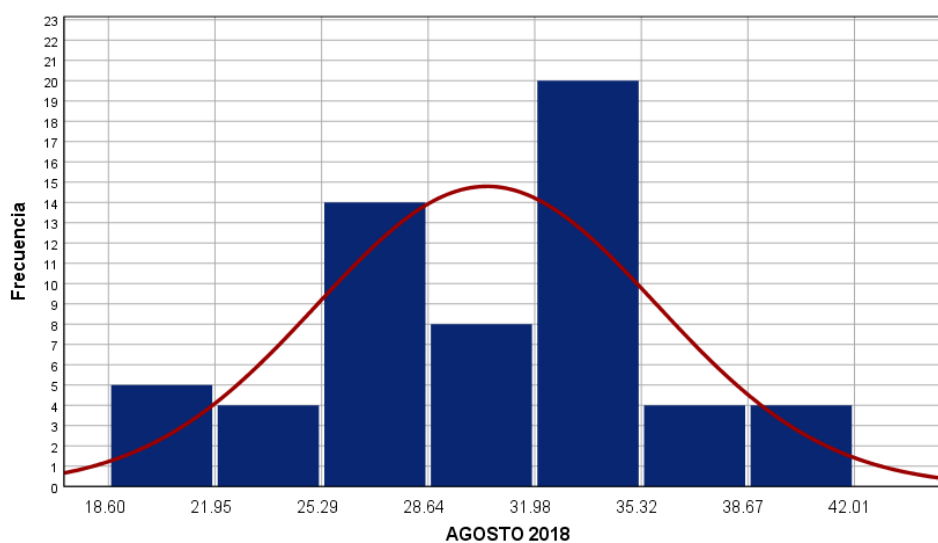


Figura 44 Histograma de frecuencias de datos para el mes de agosto 2018.

Fuente. Elaboración propia en el programa SPSS.

4.3.2.7. RESUMEN DE DOTACIONES PROMEDIOS MENSUALES Y

MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL

Se resume en la siguiente tabla, las tendencias centrales de cada uno de los cinco meses que conforman el año, los cuales son abril, mayo, junio, julio y agosto.

Tabla 28 Medidas de Tendencia central para todos los meses de estudio.

Medidas de tendencia central		ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
N°	Válido	59	59	59	59	59
	Perdidos	0	0	0	0	0
Media		24,63	28,90	30,49	29,04	30,52
Mediana		24,28	28,97	30,06	29,66	31,27
Moda		16,45	16,83	19,89	15,93	18,60
Desviación Estándar		4,25	5,16	5,31	5,54	5,30
Varianza		18,03	26,66	28,24	30,69	28,07
Rango		18,75	23,24	21,94	28,35	23,41
Mínimo		16,45	16,83	19,89	15,93	18,60
Máximo		35,21	40,06	41,83	44,28	42,01

Fuente. Elaboración propia en el programa SPSS.

De la anterior tabla se realiza el siguiente gráfico, el cual resume que existen dos meses en el cual las dotaciones promedio mensuales son altos con respecto a los demás meses, estos son los meses de **junio** y **agosto** con dotaciones de **30.49 lts /hab/día** y **30.52 lts /hab/día** respectivamente. Mientras el mes con la menor dotación promedio mensual es el mes de abril donde el valor de la dotación es **24.63 lts /hab/día**.

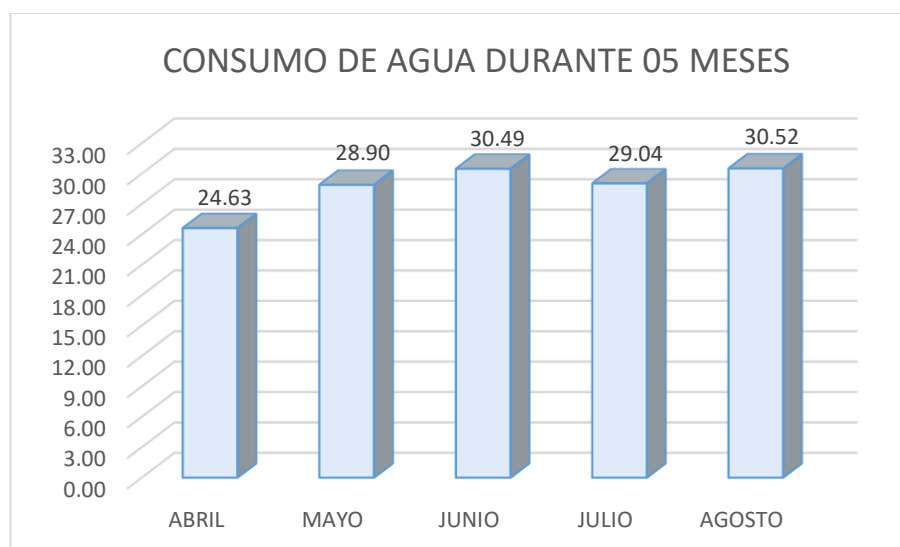


Figura 45 Diagrama de barras de dotaciones promedio por mes.

Fuente. Elaboración propia.

Nótese que los valores aquí mostrados representan la dotación promedio del mes, los cuales se calcularon para conocer una de las características de consumo de agua de la

población durante los meses de investigación, el cual es conocer los meses de máximo y mínimo demandas.

4.4. DISCUSIÓN Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS

4.4.1. DOTACIÓN DE AGUA

El resultado obtenido de 35.80 lts/hab/día (sin arrastre hidráulico), como se pudo apreciar es un valor obtenido a partir de mediciones diarias de agua consumida por una vivienda. Este valor representa el 89.5% del valor proporcionado por la guía MEF – ámbito rural, el cual es 40 lts/hab/día. Esta comparación con la guía MEF y con otros autores se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 29 Comparación de la dotación calculada, con otros autores – sistemas sin arrastre hidráulico.

PRESENTE INVESTIGACIÓN	Dotación (+ 30% de perdidas)	35.8	lts/hab/día
GUÍA MEF	Sierra - Dotación (Letrinas sin Arrastre Hidráulico)	40-50	lts/hab/día
FONDO PERÚ ALEMANIA	Agua potable domiciliaria	50	lts/hab/día
AGÜERO PITTMAN - MINISTERIO DE SALUD	sierra	50	lts/hab/día

Fuente. Elaboración propia.

De la anterior tabla se aprecia que el valor obtenido en esta investigación es menor a lo mencionado por otros autores. Lo cual indicaría menores dimensiones para las estructuras de abastecimiento de agua y un aprovechamiento responsable del recurso hídrico.

En cambio, si el sistema se plantea con sistemas de disposición de excretas con arrastre hidráulico, se tomará la dotación de diseño de **75.80 lts/hab/día**, el cual es menor al valor de la dotación propuesto por la guía MEF – ámbito rural, el cual es de **80.00 lts/hab/día**.

4.4.2. COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIO (K1)

Este valor fue obtenido a partir de los datos anteriores, en donde se obtuvo el valor de $K1=1.543$. En la siguiente tabla se muestra la comparación del valor obtenido en esta investigación con valores propuestos por otros autores:

Tabla 30 Comparación de coeficiente de variación diaria (K1) calculada, con otros autores.

PRESENTE INVESTIGACIÓN	K1	1.543
GUÍA MEF	K1	1.3
FONDO PERÚ ALEMANIA	K1	1.3
AGÜERO PITTMAN - MINISTERIO DE SALUD	K1	1.3

Fuente. Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- Para la evaluación de la dotación en la comunidad de Kunurana Bajo, se tuvo una población de 305 viviendas, de las cuales se tomó una muestra de 59 viviendas para el análisis, las cuales son destinadas exclusivamente al uso doméstico, obteniéndose de ella el consumo per cápita de **25.06 lts/hab/día** y una dotación (que incluye las pérdidas del sistema del 30%) de **35.80 lts/hab/día**, el cual representa a la dotación de diseño para sistemas de disposición de excretas sin arrastre hidráulico, debido a que la población analizada no cuenta con letrinas con arrastre hidráulico. Esta dotación obtenida resulta menor a los valores indicados por la guía MEF – ámbito rural, el cual es usado para la elaboración de expedientes técnicos para saneamiento rural y menciona una dotación para sistemas de disposición de excretas sin arrastre hidráulico de entre **40 a 50 lts/hab/día**. Sin embargo, para sistemas de disposición de excretas con arrastre hidráulico el valor anterior se incrementa en 40 lts/hab/día (recomendado por el CONAGUA), obteniéndose así 75.80 lts/hab/día. Debido a que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, el valor de 75.80 lts/hab/día resulta menor a 80 lts/hab/día recomendado por la guía MEF – ámbito rural, para sistemas de disposición de excretas con arrastre hidráulico (proyectado en el expediente técnico del proyecto).
- El coeficiente de variación diaria se obtuvo mediante la división de la dotación del día de mayor consumo y la dotación promedio, por lo que K_1 resulta de 1.543, lo que indica que la dotación máxima obtenida es de 154.34% de la dotación promedio.

- Para caracterizar los hábitos de consumo se tuvieron en cuenta los resultados de las encuestas realizadas a la población, entre los resultados más influyentes en el consumo de agua de la población se tiene:
 - Respecto a los responsables de las viviendas se obtuvo que el 47.46% tienen estudios primarios, el cual representa a la mayor parte de la muestra y de los cuales 89.83% habitan en viviendas propias, mientras que el resto habitan en viviendas de algún familiar. Asimismo se obtuvo que la mayor parte de las viviendas ocupadas por estos (96.61%) no están siendo utilizadas con fin económico. Esto nos demuestra que estas viviendas son usadas con el fin netamente doméstico.
 - Respecto a la vivienda se obtuvo también que todas las viviendas encuestadas están construidas con adobe y que la mayor parte de la población (49.15%) percibe entre S/. 100.00 a S/. 300.00, lo cual nos demuestra los escasos recursos económicos de la población analizada y lo ubica a la población en el último nivel socioeconómico el cual es el E.
 - Otro factor que influye directamente en el consumo de agua es al número de habitantes, lo cual mediante las encuestas se obtuvo que en la muestra existen **254** habitantes entre menores de edad, adultos y adultos mayores, de lo cual la mayor parte de los habitantes (56.30%) son adultos y la menor parte (9.45%) son adultos mayores. También se obtuvo que la mayor parte de la población (84.75%) se dedica a la ganadería, lo cual es propio de una población rural.
 - Respecto al consumo de agua se obtuvo que la mayor parte de la población consume generalmente de ríos y manantiales, así mismo una pequeña

cantidad de viviendas se abastecen de conexiones domiciliarias y piletas públicas, también se obtuvo que la calidad de agua consumida según los habitantes en su mayoría lo percibe de calidad regular con pocas impurezas. También se obtuvo que la distancia de cada vivienda hacia la fuente de abastecimiento en la mayoría está entre 20 y 100 m, lo cual nos demuestra que existen varias fuentes de abastecimiento entre manantiales y ríos en su mayoría.

- Se obtuvo que toda la población utiliza el agua para fines netamente básicos como es alimentación, aseo, lavado de servicios y de ropa y otros como el riego de plantas y limpieza de pisos, mas no utilizan para actividades fisiológicas debido a que sus sistemas de disposición de excretas no son con arrastre hidráulico.
- Se obtuvo también que toda la población realiza un pago anual entre S/10.00 a S/20.00 según acuerdo de la población.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar conjuntamente encuestas a las viviendas seleccionadas para obtener datos como número de habitantes, fuentes de abastecimiento, usos del agua y otros factores resaltantes que influyan o sean determinantes para el consumo de agua.
- La dotación obtenida puede ser de mucha utilidad para futuros proyectos e investigaciones en poblaciones cercanas o con características similares a la zona de estudio.
- Debido a que los componentes (dimensiones) de un sistema de abastecimiento de agua dependen de la dotación, se recomienda realizar investigaciones similares a la presente, para determinar la dotación de diseño requerido realmente por la población, para así no caer en sobre o sub dimensionamientos y así tener proyectos de inversión más eficientes y económicas.
- Se recomienda realizar investigaciones similares con un periodo más largo de medición y observación del consumo diario de las viviendas, con el fin de obtener con mayor certeza la variación por estaciones del consumo y el valor de la dotación.
- Si durante la recolección de datos diarios se obtuviera datos incoherentes o alejados de la realidad se recomienda optar por el descarte de estas a fin de obtener una mejor estimación de la dotación de agua.
- Se recomienda conocer el idioma de la población a investigar o ubicar a un guía que conozca el idioma y la zona, a fin de no tener dificultades en la obtención de la información necesitada.

REFERENCIAS

- Agthe, D. E., & Billings, R. B. (2002). Water price influence on apartment complex water use. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 128/5, 366-369.
- Aguero Pittman, R. (1997). *Agua potable para poblaciones rurales*. Lima, Peru: asociación servicios educativos rurales (SER).
- Aitken, C., Duncan, H., & Mc Marthon, T. A. (1991). A cross-sectional regression analysis of residential water demand in Melbourne, Australia. *Applied Geography*, 11, 157-165.
- Anchapuri M., L. A., & Quispe N., A. (2017). *Evaluación de la dotación de agua potable para Salcedo - Puno*. Tesis de pregrado, Puno, Peru.
- Arbués, F., & Barberán, F. (2005). Análisis y diseño de la tasa que grava el consumo doméstico de agua. El caso de la ciudad de Zaragoza. *XII Encuentro De Economía Pública*. Palma de Mallorca.
- Arce, A. (2014). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/vxxkp5wb1-lp/niveles-socioeconomicos-nse/>
- Arocha Ravelo, S. (1977). *Abastecimiento de agua*. Caracas, Venezuela: Ediciones Vega S.R.L.
- Askew, L. E., & Mc Guirk, P. M. (2004). Watering the suburbs: distinction, conformity and the suburban garden. *Australian Geographer*, 35, 17-37.
- Bastidas Delgado, D. C. (2009). *Caracterización y estimación de consumos de agua 54 de usuarios residenciales, caso de estudio: Bogotá*. Tesis de Pregrado, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.

- CONAGUA. (2012). *Estimación de los factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en Mexico*. Mexico: Centro de Investigación y Docencia Económicas, A.C.
- Conagua. (2018). *Datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado*. Obtenido del Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: <http://www.mapasconagua.net/previ.aspx?nm=SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>
- Emrath, P. (2000). Residential water use. *Housing Economics*, 48, 6-10.
- Farley, M. (2001). *Leakage Management and Control*. WHO.
- Garcia, C. (1998). *Estadística" descriptiva y probabilidades*. Lima.
- García, S., & Reynaud, A. (2003). Estimating the benefits of efficient water pricing in France. *Journal of Resource and Energy Economics*, 26, 1-25.
- Gardener, G. T., & Stern, P. C. (1996). *Environmental problems and human behavior (1ªed.)*. Boston: Allyn and Bacon.
- Garzón Orduña, A. J. (2014). *Evaluación patrones de consumo y caudales máximos instantáneos de usuarios residenciales de la ciudad de Bogotá*. Tesis de Posgrado, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Gaudin, S., Griffin, R. C., & Sickles, R. C. (2001). Demand specification for municipal water management: evaluation of the Stone-Geary form. *Land Economics*, 399-422.
- Gilg, A., & Barr, S. (2006). Behavioral attitudes towards water saving? Evidence from a study of environmental actions. *Ecological Economics*, 57, 400-414.

- GIZ, D., & VAG, A. (2011). *Guía para la reducción de las pérdidas de agua - un enfoque en la gestión de la presión*. Dörte Ziegler (GIZ).
- Granada Carbajal, L. (2011). *Estimación del consumo básico de agua potable en Colombia*. Tesis de Pregrado, Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia.
- Gregory, G. D., & Di Leo, M. (2003). Repeated behavior and environmental psychology: the role of personal involvement and habit formation in explaining water consumption. *Journal of Applied Social Psychology*, 33, 1261-1296.
- Harlan, S. L., Yabiku, S. T., Larsen, L., & Brazel, A. J. (2009). Household water consumption in an arid city: Affluence, affordance and attitudes. *Society and Natural Resources* 22/8, 691-709.
- Hernandez R., F. C. (2016). *Metodología de la investigación*. Mexico.
- Howard, G., & Bartram, J. (2003). *Domestic Water Quantity, Service Level and Health*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- Hurd, B. H. (2006). Water conservation and residential landscape: household preferences, household choices. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 31, 21-32.
- INEI, I. (2018). *Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico*. Lima, Perú.
- INEI., I. (2018). *Encuesta nacional de programas presupuestales 2011 - 2017*. Lima, Perú.
- Jorgensen, B., Graymore, M., & O'toole, K. (2009). Household water use behavior: An integrated model, 91. *Journal of Environmental Management*, 227-236.

- Kingdom, B., Liemberger, R., & Marin, P. (2006). *The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries*. Washington, Estados Unidos: World Bank.
- Marinof, N. (2001). *Abastecimiento de agua por gravedad para poblaciones rurales dispersas, experiencias con nuevas tecnologías, el caso de Poccontay y Orconmarca*. Lima, Perú.
- MEF. (2011). *Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos Saneamiento Básico en el Ámbito Rural, a Nivel de Perfil*. Lima, Perú: Ministerio de Economía y Finanzas.
- Mef. (2015). *Identificación, formulación y evaluación de proyectos de saneamiento - Políticas del sector saneamiento (plan nacional de saneamiento)*. Lima, Perú: Ministerio de economía y finanzas.
- MINSA, M. (2011). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano*. Lima, Perú.
- Mitchell, J. (2001). Urban sprawl. *National Geographic*, 200, 48-56.
- Morote Seguido, Á. F. (2017). Factores que inciden en el consumo de agua doméstico. Estudio a partir de un análisis bibliométrico. *Estudios Geográficos*, Vol. LXXVIII, 282, 257-281.
- Nauges, C., & Reynaud, A. (2001). Estimation de la demande domestique d'eau potable en France. *Revue économique*, 52, 167-185.
- Nauges, C., & Thomas, A. (2000). Privately-operated water utilities, municipal price negotiation and estimation of residential water demand: The case of France. *Land Economics*, 68-85.

- Ojeda De La Cruz, A., Quintana Pacheco, J., & García Arvizu, F. (2016). Un estudio del consumo de agua residencial urbana: El Caso de Hermosillo, Sonora. *Bitácora Urbano Territorial*, 111-119. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.15446/bitacora.v26n1.43134>
- OMS, & OPS. (2009). *Cantidad mínima de agua necesaria para uso doméstico*.
- OPS, O. (2006). *Criterios básicos para la implementación de sistemas de agua y saneamiento en los ámbitos rural y de pequeñas ciudades*. Lima, Perú.
- PNSR. (2012). *Guía de opciones técnicas para abastecimiento de agua potable y saneamiento para centros poblados del ámbito rural*. Lima, Perú: Programa Nacional de Saneamiento Rural.
- PNSR, P. (2013). *MÓDULO 1, la comunidad y los proyectos de agua y saneamiento*. Lima, Peru.
- PNSU. (2016). *Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento*. Lima, Peru: Unidad de Estudios.
- Proshansky, H. M., Fabian, A. K., & Kaminoff, R. (1983). Place identity: Physical world socialization of the self. *Journal of Environment Psychology*, 3, 57-83.
- Randolph, B., & Troy, P. (2008). Attitudes to conservation and water consumption. *Environmental Science and Policy*, 11/5, 441-455.
- Renwick, M., & Archibald, S. (1998). Demand side management policies for residential water use: who bears the conservation burden? *Land Economics*, 74, 343-359.
- Rojas Rubio, H. A. (2018). *Universidad Nacional de Santa - Investigaciones*. Obtenido de <https://www.uns.edu.pe/recursos/investigaciones/85.pdf>

- Rojas, F. (2015). *Metodología de la investigación científica*. Puno.
- Thornton, J., Sturm, R., & Kunkel, G. (2008). *Water Loss Control*. McGraw-Hill.
- Tisnado Puma, J. L. (2014). *Evaluación de la dotación per-cápita para el abastecimiento de agua potable en la población concentrada del distrito de Vilavila – Lampa – Puno*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Del Altiplano, Puno, Peru.
- Troy , P., Holloway, D., & Randolph, A. (2005). Water use and the built environment: Patterns of water consumption in Sydney, City Futures Research, Report nº1, Kensington, City Futures Research Centre. *Faculty of Built Environment, UNSW*.
- Troy, P., & Holloway, D. (2004). The use of residential water consumption as an urban planning tool: a pilot study in Adelaide. *Journal of Environmental Planning and Management*, 47, 97-114.
- Velásquez Trujillo, J. S. (2009). *Estimación de la demanda de agua urbana residencial: factores que la afectan, conservación del recurso y planteamiento metodológico desde el ordenamiento territorial y las medidas de conservación*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Medellin, Colombia.
- Wilson Gonzales , N. A. (2016). *Determinación del coeficiente de variación de la demanda diaria y horaria de agua potable de la ciudad del Cusco*. Tesis de Pregrado, Universidad Andina del Cusco, Cusco, Peru.
- Worthington, A., & Hoffman, M. (2006). A State of The Art Review of Residential Water Demand Modelling. *Facultad of Commerce, University of Wollongong*.

ANEXOS

ANEXO 01: ENCUESTAS

ANEXO 02: RESUMEN DE ENCUESTAS

ANEXO 03: CONSUMOS DIARIOS POR VIVIENDA

ANEXO 04: RESUMEN DE CONSUMOS DIARIOS EN
RECIPIENTES/VIVIENDA

ANEXO 05: RESUMEN DE CONSUMOS DIARIOS EN LITROS/VIVIENDA

ANEXO 06: GRÁFICOS DE DISPERSIÓN DE DATOS DE CONSUMOS
DIARIOS DE AGUA

ANEXO 07: CURVAS DE DOTACIONES DIARIAS

ANEXO 08: PANEL FOTOGRÁFICO

ANEXO 09: PLANOS