

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



**EVALUACIÓN DE LA DOTACIÓN DE AGUA POTABLE PARA  
SALCEDO-PUNO (2017).**

**TESIS**

**PRESENTADO POR:**

**ANCHAPURI MAMANI, LUIS ALFREDO**

**QUISPE NIETO, ALEX**

**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 POTABLE PARA SALCEDO-  
PUNO (2017).

**TESIS PRESENTADO POR:**

**ANCHAPURI MAMANI, LUIS ALFREDO**  
**QUISPE NIETO, ALEX**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**FECHA DE SUSTENTACION: JUEVES 31 DE MAYO DEL 2018**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**

**PRESIDENTE:**

  
Ing. GUILLERMO NESTOR FERNANDEZ SILA

**PRIMER MIEMBRO:**

  
Ing. WALTER HUGO LIPA CONDORI

**SEGUNDO MIEMBRO:**

  
D.Sc. HECTOR AROQUIPA VELASQUEZ

**DIRECTOR / ASESOR:**

  
Dr. SAMUEL HUAQUISTO CACERES

Tema : Abastecimiento de Agua

Área : Hidráulica

Línea de Investigación: Hidráulica y medio ambiente



**DEDICATORIA:**

El presente trabajo de tesis va dedicado a Dios, amistades, 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:**

En primera instancia agradecemos a Dios, por habernos acompañado a lo largo de nuestra carrera y habernos dado salud y fuerza para concluir nuestros estudios universitarios.

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

A los docentes, que me han acompañado durante el largo camino, brindándome 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.

A nuestros amigos, por haber sido parte importante y haber dejado huella en nuestras vidas, en especial a aquellos que nos brindaron apoyo y las palabras de aliento para continuar con la ejecución del presente proyecto, quedando momentos inolvidables en mi memoria.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	14
ABSTRACT .....	15
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2. OBJETIVOS.....	17
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	17
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
CAPÍTULO II. REVISION DE LITERATURA.....	19
2.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	19
2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL.....	19
2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL.....	21
2.2. MARCO TEORICO.....	23
2.2.1. ESTRATIFICACIÓN SOCIAL.....	23
2.2.1.1. ESTRATO SOCIAL.....	23
2.2.1.2. CLASIFICACIÓN SOCIAL.....	23
2.2.1.3. PERSPECTIVA SOCIOECONÓMICA:.....	24
A). NIVEL SOCIOECONÓMICO A.....	24
B). NIVEL SOCIOECONÓMICO B.....	24
C). NIVEL SOCIOECONÓMICO C.....	24
D). NIVEL SOCIOECONÓMICO D.....	24
E). NIVEL SOCIOECONÓMICO E.....	24
2.2.2. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.....	25
2.2.2.1. ESTACIONES EN EL PERÚ.....	25
2.2.2.2. CLIMA EN PUNO.....	25
2.2.3. MEDICIÓN DE LOS GASTOS DE AGUA POTABLE.....	26
2.2.3.1. MACROMEDICIÓN.....	26
2.2.3.2. MICROMEDICIÓN.....	28
2.2.3.3. BENEFICIOS DE LA MEDICIÓN DE CONSUMOS.....	29

A). BENEFICIOS TÉCNICOS DE LA MEDICIÓN DE CONSUMOS .....	29
B). BENEFICIOS FINANCIEROS .....	29
C). BENEFICIOS SOCIALES.....	30
2.2.4. DOTACIÓN.....	30
2.2.5. VARIACIONES PERIÓDICAS.....	32
2.2.5.1. CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL (QM). .....	33
2.2.5.2. CONSUMO MÁXIMO DIARIO (QMD) Y HORARIO (QMH).....	33
2.2.6. FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE. ....	34
2.2.6.1. TIPOS DE FUENTE.....	35
A). FUENTES SUBTERRÁNEAS .....	35
B). FUENTES SUPERFICIALES .....	35
C). AGUAS DE LLUVIA .....	36
2.2.7. OBRAS DE CONDUCCIÓN .....	36
2.2.7.1. DISEÑO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN. ....	36
A). CAUDAL DE DISEÑO.....	36
B). CARGA ESTÁTICA Y DINÁMICA .....	37
C). TUBERÍAS. ....	37
D). DIÁMETROS. ....	38
E). ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS .....	38
F). DIMENSIONAMIENTO .....	38
2.2.7.2. DISEÑO DE LÍNEA DE IMPULSIÓN. ....	39
A). CAUDAL DE DISEÑO.....	39
B). TUBERÍAS. ....	39
C). ALTURA DINÁMICA TOTAL (HT). ....	39
D). FENÓMENO DE GOLPE DE ARIETE.....	40
2.2.8. RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO.....	41
2.2.8.1. CONSIDERACIONES BÁSICAS. ....	41

A). CAPACIDAD DEL RESERVORIO. ....	41
B). CASETA DE VÁLVULAS. ....	42
2.2.9. REDES DE DISTRIBUCIÓN. ....	43
2.2.9.1. TIPOS DE RED. ....	44
A). SISTEMA ABIERTO O RAMIFICADO. ....	44
B). SISTEMA CERRADO. ....	44
2.2.10. CONEXIÓN DOMICILIARIA ....	45
2.3. MARCO CONCEPTUAL. ....	45
2.3.1. INFERENCIA ESTADÍSTICA. ....	45
2.3.2. MUESTREOS PSEUDOALEATORIOS. ....	46
2.3.3. INVESTIGACIÓN EX - POSTFACTO. ....	46
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS. ....	48
3.1. MATERIALES. ....	48
3.1.1.1. PARA TRABAJOS EN CAMPO: ....	48
3.1.2. PARA TRABAJOS EN GABINETE: ....	48
3.2. METODOLOGIA DE INVESTIGACION. ....	49
3.2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN ....	49
3.2.2. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN ....	49
3.2.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN. ....	49
3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN ....	49
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA ....	50
3.4.1. POBLACIÓN. ....	50
3.4.2. MUESTRA ....	51
3.4.3. MÉTODO DE MUESTRO Y RECOPIACIÓN DE DATOS. ....	52
3.4.3.1. MÉTODO DE MUESTREO. ....	52
3.4.3.2. RECOPIACIÓN DE DATOS ....	55
3.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS ....	60
3.5.1. DISTRIBUCIÓN DE CLASES Y FRECUENCIAS ....	60
3.5.2. EL RANGO. ....	61

3.5.3. NUMERO DE CLASES.....	61
3.5.4. AMPLITUD.....	61
3.5.5. MEDIA MUESTRAL.....	61
3.5.6. DESVIACIÓN TÍPICA MUESTRAL. ....	61
3.5.7. LA MEDIANA MUESTRAL.....	61
3.5.8. VARIANZA.....	62
3.5.9. COEFICIENTE DE VARIACIÓN.....	62
3.5.10. ESTIMACIÓN DE ZC. ....	62
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	63
4.1. RESULTADOS DE LA ENCUESTA .....	63
4.1.1. POBLACIÓN TOTAL. ....	63
4.1.1.1. FRECUENCIA.....	63
A). ESTADO DE LA VIVIENDA.....	63
B). MATERIAL DE CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA SEGÚN AL ESTRATO QUE PERTENECE .....	64
C). MATERIAL DE REVESTIMIENTO DE LA VIVIENDA EN CADA ESTRATO.....	64
4.1.2. EVALUACIÓN DE ESTRATOS.....	65
4.1.3. ESTRATO PREDOMINANTE.....	67
4.1.3.1. FRECUENCIA EN EL ESTRATO C .....	67
A). VIVIENDAS DESTINADAS.....	67
B). MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS.....	68
C). NUMERO DE NIVELES EN LAS VIVIENDAS.....	68
D). MATERIAL DE REVESTIMIENTO DE LAS VIVIENDAS.....	69
E). CONEXIÓN DE LOS SERVICIOS BÁSICOS.....	69
4.2. DOTACIÓN DE AGUA .....	69
4.2.1. DOTACIÓN DE AGUA POR MESES.....	70
4.2.1.1. CONSUMO DE AGUA PARA EL MES DE JULIO .....	70
HISTOGRAMA DEL MES DE JULIO.....	72



4.2.1.2. CONSUMO DE AGUA PARA EL MES DE AGOSTO 2016.....	73
4.2.1.3. CONSUMO DE AGUA PARA EL MES DE SETIEMBRE 2016.....	74
4.2.1.4. CONSUMO DE AGUA PARA EL MES DE OCTUBRE 2016.....	75
4.2.1.5. CONSUMO DE AGUA PARA EL MES DE NOVIEMBRE 2016.....	76
4.2.1.6. CONSUMO DE AGUA PARA EL MES DE DICIEMBRE 2016.....	77
4.2.2. CONSUMO DE AGUA PARA EL MES DE ENERO 2017.....	78
4.2.3. CONSUMO DE AGUA PARA EL MES DE FEBRERO 2017.....	79
4.2.1. CONSUMO DE AGUA PARA EL MES DE MARZO 2017.....	80
4.2.1. CONSUMO DE AGUA PARA EL MES DE ABRIL 2017.....	81
4.2.1. CONSUMO DE AGUA PARA EL MES DE MAYO 2017.....	82
4.2.1. CONSUMO DE AGUA PARA EL MES DE JUNIO 2017.....	83
4.2.2. MEDIA DE LA DOTACIÓN.....	84
4.2.2.1. HISTOGRAMA DE LA DOTACIÓN POR MESES.....	84
4.3. DOTACION POR ESTACIONES.....	86
4.4. VARIACIÓN DE CONSUMOS.....	88
4.4.1. COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIA.....	88
4.4.2. COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA (K2).....	91
4.5. DEMANDAS CRITICAS DE CONSUMO DE AGUA DURANTE EL DÍA.....	92
4.5.1. CONSUMOS EN DÍAS LABORABLES.....	93
4.5.2. CONSUMOS EN FINES DE SEMANA.....	95
CONCLUSIONES.....	96
RECOMENDACIONES.....	98
REFERENCIAS.....	99
ANEXOS.....	102

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Temperatura Y Precipitación En El Año En Puno. ....	25
Tabla 2 Dotación Por Número De Habitantes .....	31
Tabla 3 Dotación Por Regiones .....	31
Tabla 4 Viviendas Para La Muestra.....	54
Tabla 5 Frecuencia De La Población Encuestada.....	63
Tabla 6 Estado Ocupacional De La Vivienda.....	64
Tabla 7 Material De Construcción En La Vivienda Según Estratos .....	64
Tabla 8 Material De Construcción En La Vivienda Según Estratos .....	65
Tabla 9 Relación Entre Material De Construcción Y Revestimiento.....	65
Tabla 10 Nivel Socioeconómico .....	66
Tabla 11 Estado Ocupacional De La Vivienda En El Estrato C.....	67
Tabla 12 Uso De Viviendas En El Estrato C .....	67
Tabla 13 Material De Construcción De Las Viviendas En El Estrato C .....	68
Tabla 14 Número De Niveles En Las Viviendas Del Estrato C .....	68
Tabla 15 Material De Revestimiento En El Estrato C .....	69
Tabla 16 Datos Agrupados Del Mes De Julio 2016 .....	71
Tabla 17 Resumen Estadístico De La Muestra Mensual .....	84
Tabla 20 Dotación Por Estaciones Del Año .....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

figura 1 Ubicación De Los Macromedidores Y Micromedidores .....	26
Figura 2 Vistas De Un Macromedidor .....	27
Figura 3 Macromedidor Del Reservorio “ Parque Industrial R-850” .....	27
Figura 4 Micromedidores De Las Viviendas En Las Marcas Elster .....	28
Figura 5 Esquema De Las Variciones.....	33
Figura 6 Cargas Hidráulicas.....	37
Figura 7 Clases De Tuberías Admisibles.....	37
Figura 8 Sistema De Bombeo .....	40
Figura 9 Distribucion De Tuberías En La Caseta De Válvulas .....	43
Figura 10 Tipos De Red .....	44
Figura 11 Vista Panorámica De Salcedo .....	51
Figura 12 Plano Catastral Salcedo .....	50
Figura 13 Formato De Encuesta.....	56
Figura 14 Registro De Consumos Mensuales De Agua Por Vivienda .....	57
Figura 15 Formato De Control De Consumo De Agua Por Horas .....	58
Figura 16 Lectura Del Micromedidor En La Vivienda Código 11.....	59
Figura 17 Registro De Las Lecturas Horarias En El Software Excel.....	60
Figura 18 Histograma De Frecuencia De Cada Nivel Socioeconómico.....	66
Figura 19 Histograma De Datos Agrupados Del Mes De Julio.....	72
Figura 20 Histograma De Datos Agrupados Del Mes De Agosto.....	73
Figura 21 Histograma De Datos Agrupados Del Mes De Setiembre .....	74

Figura 22 Histograma De Datos Agrupados Del Mes De Octubre .....	75
Figura 23 Histograma De Datos Agrupados Del Mes De Noviembre .....	76
Figura 24 Histograma De Datos Agrupados Del Mes De Diciembre .....	77
Figura 25 Histograma De Datos Agrupados Del Mes De Enero.....	78
Figura 26 Histograma De Datos Agrupados Del Mes De Febrero.....	79
Figura 27 Histograma De Datos Agrupados Del Mes De Marzo.....	80
Figura 28 Histograma De Datos Agrupados Del Mes De Abril.....	81
Figura 29 Histograma De Datos Agrupados Del Mes De Mayo.....	82
Figura 30 Histograma De Datos Agrupados Del Mes De Junio.....	83
Figura 31 Histograma De Consumos De Agua Por Meses.....	85
Figura 32 Media Del Consumo De Agua (Dotación).....	85
Figura 33 Temperatura Durante El Año En Puno.....	86
Figura 34 Histograma De Dotación En Las Estaciones Del Año.....	87
Figura 35 Diagrama Mensual De Los Consumos Diarios .....	89
Figura 36 Coeficiente De Variación Diaria (K1).....	90
Figura 37 Consumo Horario Del Día De Mayor Consumo .....	91
Figura 38 Coeficiente De Variación Horaria (K2) .....	92
Figura 39 Gastos Horarios Durante El Día De La Primera Semana.....	93
Figura 40 Gastos Horarios Durante El Día De La Cuarta Semana.....	94
Figura 41 Gastos Horarios Durante El Día Del Primer Fin De Semana .....	95
Figura 42 Gastos Horarios Durante El Día Del Cuarto Fin De Semana .....	95

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

EMSA PUNO ( Empresa Municipal de Saneamiento Basico Puno) .....	14
PVC ( Policloruro de Vinilo) .....	18
EAAB ( Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá ) .....	20
RAS ( Reglamento Técnico del Sector de Agua. Potable y Saneamiento Básico ).....	24
NTC ( Norma Tecnica Colombiana ).....	24
RNE ( Reglamento Nacional de Edificaciones ) .....	30
OPS (Organización panamericana de la salud ).....	35
CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria ) .....	35

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación titulado: “Evaluación de la dotación de agua potable para Salcedo-Puno (2017)” pretende evaluar y determinar valores de la dotación, coeficientes de variación horaria y diaria de consumo de agua, así como los consumos críticos durante el día, mes y año, en la localidad de Salcedo – Puno, durante el año 2017, a fin de encontrar valores más reales a lo recomendado en el RNE y así garantizar la eficiencia en cuanto a demanda, en futuros proyectos de abastecimiento de agua, para poblaciones con características climatológicas similares a la zona en estudio, para ello se recabo información de los gastos mensuales de las viviendas durante el año 2017, de la empresa prestadora de servicios EMSA PUNO, para la estratificación socioeconómica se realizó una encuesta. De esta se determinó que el estrato predominante es el “Estrato C”, pues a este estrato pertenecen 474 viviendas de un total de 1246 viviendas destinadas al uso doméstico, que viene a ser el 38 % de la población total. En este estrato el ingreso económico familiar promedio por mes está en el rango de: S/. 1,992 a S/. 3,261. En el estrato predominante se determinó que la dotación es de 71.61 Lt./Hab./día. Donde también existe variación de consumos entre las estaciones del año, verano 73.04 Lt./Hab./día, otoño 69.67 Lt./Hab./día, invierno 70.81 Lt./Hab./día. Y primavera 72.93 Lt./Hab./día. Mientras que para evaluar los coeficientes de variación horaria y diaria se tomó una muestra pseudoaleatorio teniendo como análisis a 39 viviendas del “Estrato C”, resultando el coeficiente de variación diaria  $K1 = 1.244$ , el coeficiente de variación horaria  $K2 = 3.382$  en conclusión los valores de la dotación, coeficientes de variación horaria y diaria son distintas a la establecida en el RNE. Mientras que en el consumo de agua existe una variación entre las estaciones del año.

**Palabras Clave:** Consumo diario de agua, dotación, Salcedo.

## ABSTRACT

The present research project entitled "Evaluation of the drinking water supply for Salcedo-Puno (2017)" aims to evaluate and determine the values of the endowment, coefficients of hourly and daily variation of water consumption, as well as the critical consumptions during the day, month and year, in the town of Salcedo - Puno, during the year 2017. in order to find more real values than what is recommended in the RNE and thus guarantee efficiency in terms of demand, in future water supply projects, for populations with climatological characteristics similar to the area under study, for this information was collected from the monthly expenses of the houses during the year 2017, from the service provider EMSA PUNO, a survey was conducted for socioeconomic stratification. From the survey carried out, it was determined that the predominant stratum is "Stratum C", since 474 households from a total of 1246 homes destined for domestic use belong to this stratum, which amounts to 38% of the total population. In this stratum, the average family economic income per month is in the range of: S /. 1,992 to S /. 3,261. In the predominant stratum it was determined that the endowment is 71.61 Lt./Hab./day. Where there is also variation in consumption between the seasons of the year, summer 73.04 Lt./Hab./day, autumn 69.67 Lt./Hab./day, and winter 70.81 Lt./Hab./day. And spring 72.93 Lt./Hab./day. While to evaluate the coefficients of daily and hourly variation, a pseudorandom sample was taken, analyzing 39 households of "Stratum C", resulting in the daily variation coefficient  $K1 = 1.244$ , the coefficient of time variation  $K2 = 3.382$  in conclusion the values of the endowment, coefficients of hourly and daily variation are different from that established in the RNE. While in the consumption of water there is a variation between the seasons of the year.

**Key Words:** Daily water consumption, endowment, Salcedo.

## CAPÍTULO I.

### INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación está orientado en la búsqueda de valores reales de diseño, para la dotación, coeficientes de variación horaria y diaria, así como identificar los tiempos críticos de consumo de agua. Sabiendo que el único documento oficial en el Perú con respecto a saneamiento se encuentra en el Reglamento Nacional de Edificaciones, que en su apartado OS-010, donde establece valores para la dotación de agua potable según al clima. El consumo real de agua será dato cabal para realizar el predimensionamiento, de las diversas estructuras hidráulicas del proyecto de abastecimiento, así mismo los proyectos resultaran ser eficientes, económicos y estén a servicio en el tiempo provisto.

La investigación se realizó con una serie de recolección de datos por medio de entrevistas, solicitud de información de gastos mensuales de agua a la empresa prestadora de servicios EMSA PUNO, lecturas en micromedidores del consumo de agua diarias y horarias en las viviendas en estudio, 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 siete partes los cuales son:

Capítulo I Introducción. - en este capítulo se realizó la parte introductoria del proyecto, la justificación y los objetivos de la investigación.

Capítulo II Revisión De Literatura. - se hace referencia al fundamento teórico que hace posible la investigación, se podrá encontrar los antecedentes, marco teórico y el marco conceptual.

Capítulo III Materiales y Métodos. - en la sección se detallará la metodología empleada para llegar a los resultados de la investigación.



Capítulo IV Resultados y Discusión. - se presenta el resultado de manera numérica y grafica de los resultados.

Capítulo V Conclusión. - se determina de manera literal los resultados con respecto a los objetivos.

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.

## **1.1. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

En la actualidad no se tiene valores, para el diseño y predimensionamiento de estructuras, para un proyecto de abastecimiento de agua potable, que se ajusten a la realidad y más aún para poblaciones con características climatológicas similares a la de la región de Puno, la zona en estudio difiere con otras regiones consideradas como zonas frías.

Los valores de la dotación y las variaciones de consumo afectan directamente a la población, ya que el volumen con el que se abastece debe ser lo más ajustado a la realidad de modo que satisfaga eficientemente al requerimiento de sus necesidades.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo general.**

Evaluar el consumo diario de agua potable por habitante por día en la zona de Salcedo-Puno.

### **1.2.2. Objetivos específicos.**

- a) Determinar y analizar las variaciones de consumo de agua potable por estaciones del año.
- b) Analizar los coeficientes de variación de consumo para el diseño de los proyectos de abastecimiento de agua potable.

- c) Determinar y comparar las demandas críticas de consumo de agua durante el día.

## CAPÍTULO II.

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

##### 2.1.1. Antecedentes a nivel nacional.

**Título:** “Evaluación De La Dotación Per-Cápita Para El Abastecimiento De Agua Potable En La Población Concentrada Del Distrito De Vilavila – Lampa – Puno”

**Autores:** Jose Luis Tisnado Puma

**Universidad:** Universidad Nacional del Altiplano

**Lugar:** Puno – Perú

**Año:** 2014

##### **Conclusión:**

La evaluación de la dotación per cápita para la localidad de Vilavila es de 70 litros/hab./día y el consumo de agua en época de verano es de 52.77 l/hab./día y para la época de invierno de 47.45 l/hab./día; y el consumo medio para ambas épocas es de 50.11 l/hab./día. (Tisnado Puma, 2014)

Se plantea para el sistema de agua potable una captación tipo ladera, línea de conducción de 970.48 ml con diámetros de 2” y 3”, de tubería PVC de clase 7.5, dos cámaras rompen presión, un reservorio de 30m<sup>3</sup> y conexiones domiciliarias para 250 viviendas. (Tisnado Puma, 2014)

##### **Resumen:**

La tesis mencionada está orientada a determinar el valor de la dotación en el distrito de Vilavila provincia de Huancané región Puno, afin de buscar para la población en mención un valor que se ajuste a su realidad y costumbres de vida, lo

que conllevara a tener un sistema de abastecimiento económico y basto ante la demanda de consumo de la población beneficiaria en cualquier estación del año.

**Título:** “Determinación Del Coeficiente De Variación De La Demanda Diaria Y Horaria De Agua Potable De La Ciudad Del Cusco.”

**Autores:** Nicole Alessandra Wilson Gonzalez

**Para:** Optar El Título Profesional De Ingeniero Civil

**Universidad:** Universidad Andina Del Cusco

**Lugar:** Cusco – Perú

**Año:** 2016

**Conclusión:**

Se demostró la hipótesis: “Los valores de los coeficientes de variación de la demanda diaria y horaria establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones, no se ajustan a las condiciones reales de variación del consumo diario y horario de agua potable de la ciudad del Cusco.” ya que los resultados no fueron lo mismo indicándonos que es necesario siempre hacer la evaluación en campo según la población, consumos y condiciones de la zona para establecer parámetros de diseño. (Wilson, 2016)

No se demostró la sub hipótesis: “La variación horaria de agua en la Ciudad del Cusco, es menor al que se estable 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. (Wilson, 2016)

Se demostró la sub hipótesis: “La variación del consumo diario de agua en la Ciudad del Cusco, es menor al que se estable 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. (Wilson, 2016)

**Resumen:**

Para la tesis “Determinación Del Coeficiente De Variación De La Demanda Diaria Y Horaria De Agua Potable De La Ciudad Del Cusco.” Se hizo la lectura de los macromedidores establecidos en la salida de cada reservorio de abastecimiento de agua de la ciudad de cusco, obteniendo del desarrollo valores muy distintos a lo sugerido en el reglamento nacional de edificaciones.

**2.1.2. Antecedentes a nivel internacional.**

**Título:** “Evaluación Patrones De Consumo Y Caudales Máximos Instantáneos De Usuarios Residenciales De La Ciudad De Bogotá.”

**Autores:** Alex Javier Garzón Orduña

**Para:** Optar grado de Maestría en Ingeniería - Recursos Hidráulicos

**Universidad:** Universidad Nacional de Colombia

**Lugar:** Bogotá, Colombia

**Año:** 2014

**Conclusión:**

En función a los resultados obtenidos a partir de la información de encuestas de caracterización de usuario residenciales adelantados entre el 2009 y el 2010 por la Dirección de Ingeniería especializada de la EAAB en las zonas de prestación del servicio Número 2 a 5 de la Ciudad (La ciudad de Bogotá se encuentra dividida en las Zonas 1 a 5), se observa como el número de usuarios evaluados en las 4 zonas está comprendido entre 301 y 315 usuarios, e igualmente que el mayor número de usuarios caracterizados habitan viviendas tipo casa, por lo cual los resultados del presente estudio son representativos de usuarios residenciales tipo casa, y en menor medida de tipo apartamento. (Garzón Orduña, 2014)

El promedio de habitantes por vivienda para las 4 zonas está comprendido entre 5-6 habitantes, con un valor medio aceptable de 5.7 habitantes para el total de la muestra (representa el promedio de habitantes por vivienda con uso residencial en la ciudad de Bogotá). Igualmente existe un mayor número de habitantes para viviendas tipo casa que para tipo apartamento, con valores promedio de 6.1 habitantes y 3.4 habitantes respectivamente. (Garzón Orduña, 2014)

**Resumen:**

El proyecto antes mencionado se centra en estimar el consumo neto per cápita de agua en usuarios de tipo residencial de la ciudad de Bogotá, así como en la determinación de hábitos, características y patrones de consumo de la población, y una posterior comparación de caudales máximos en viviendas, y la comparación de los resultados obtenidos con los recomendados en cada caso por las Normas que rigen dichos temas en el territorio colombiano (RAS 2000 y NTC 1500).

**Título:** “Caracterización y estimación de consumos de agua de usuarios residenciales. Caso de estudio: Bogotá.”

**Autores:** Diana Cristina Bastidas Delgado

**Para:** Optar grado de magíster

**Universidad:** Universidad De Los Andes

**Lugar:** Bogotá, Colombia

**Año:** 2009

**Conclusión:**

Se ejecutó un trabajo de recolección de datos con micromedidores digitales instalados en una muestra de usuarios residenciales de la zona 1 de la ciudad de Bogotá – Colombia el fin de determinar curvas de patrón y perfil de consumo y

establecer el modelo de estimación de consumo de agua, objetivos desarrollados con el procesamiento de los datos obtenidos.

Los rangos de caudal estudiados para la determinación de los patrones de consumo deberían discretizarse mas, el rango 500 – 1500 l/h es un rango muy amplio, rangos más cortos podrían contribuir a un cálculo de Q3 más bajo. (Bastidas, 2009)

## **2.2. MARCO TEORICO**

### **2.2.1. Estratificación social.**

#### ***2.2.1.1. Estrato social.***

Es una de las dos formas básicas de estratificación social (clase y casta); por ello, podemos afirmar que una clase social es un grupo de individuos que comparten una característica en común que los vincula social o económicamente con otras más. En un sistema de clases, los diferentes estratos no están muy separados entre sí, si no que estos están en continuidad ya que se puede desplazar las personas de una clase a otra. (Rosas F. 2014, setiembre)

#### ***2.2.1.2. Clasificación social.***

Las clasificaciones presentadas a continuación son desde la perspectiva socioeconómica y la perspectiva de los estilos de vida, desarrollada por (Arellano).

### **2.2.1.3. Perspectiva socioeconómica:**

#### *A). Nivel socioeconómico A.*

Representa a los empresarios y altos ejecutivos, profesionales independientes o consultores. Tienen un ingreso mensual permanente.

#### *B). Nivel socioeconómico B.*

Representa a los trabajadores dependientes de rango intermedio en el sector privado en empresas medianas o pequeñas, profesionales independientes, funcionarios públicos o empleados no profesionales de rango intermedio en empresas privadas pequeñas o grandes. Tienen ingresos quincenales o mensuales.

#### *C). Nivel socioeconómico C.*

Trabajadores dependientes o independientes, presencia de empleados públicos, microempresarios y comerciantes, empleados no profesionales de rango intermedio u obreros especializados. Ingresos quincenales o mensuales.

#### *D). Nivel socioeconómico D.*

La mayoría son independientes, son pequeños comerciantes con un puesto, obreros especializados, empleados no profesionales de rango intermedio en empresas medianas o pequeñas o es chofer o transportista. Tiene ingresos diarios o semanales.

#### *E). Nivel socioeconómico E*

La mayoría son independientes, obreros especializados en construcción, comerciantes, vendedores ambulantes, servicio doméstico, chofer transportista, obreros no especializados o eventuales. Con ingresos diarios o semanales.



## 2.2.2. Condiciones climatológicas.

### 2.2.2.1. Estaciones en el Perú

Las fechas de inicio y fin de las estaciones en Perú son:

- Verano: del 22 de diciembre al 21 de marzo.
- Otoño: del 22 de marzo al 21 de junio.
- Invierno: del 22 de junio al 22 de septiembre.
- Primavera: del 23 de septiembre al 21 de diciembre. (PERE POZANCO, 2016)

### 2.2.2.2. Clima en Puno.

El clima aquí es un clima de tundra, lo que significa que las temperaturas son muy bajas durante todo el año. Este clima es considerado ET según la clasificación climática de Köppen-Geiger. La temperatura media anual en Puno se encuentra a 8.4 °C. Precipitaciones aquí promedios 696 mm. (Merkel, 2016)

**TABLA 1** TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN EN EL AÑO EN PUNO.

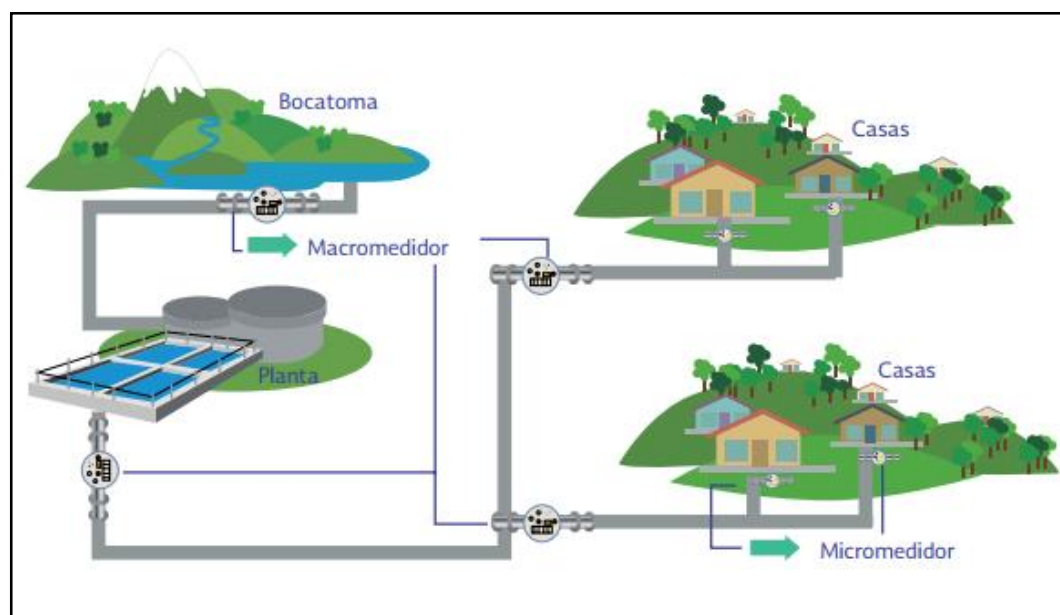
	Enero	Febre.	Marzo	Abril	Mayo	Juni o	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Novie.	Dicie.
<b>Temp. media (°C)</b>	9.7	9.6	9.2	8.7	7.5	6.1	5.9	6.9	8.2	9.5	9.8	9.7
<b>Temp. min. (°C)</b>	3.7	3.9	3.4	2.1	0.3	-2	-2.3	-1.4	0.6	1.8	2.4	3.3
<b>Temp. máx. (°C)</b>	15.8	15.3	15	15.3	14.7	14.3	14.2	15.3	15.9	17.2	17.2	16.2
<b>Temp. media (°F)</b>	49.5	49.3	48.6	47.7	45.5	43.0	42.6	44.4	46.8	49.1	49.6	49.5
<b>Temp. min. (°F)</b>	38.7	39.0	38.1	35.8	32.5	28.4	27.9	29.5	33.1	35.2	36.3	37.9
<b>Temp. máx. (°F)</b>	60.4	59.5	59.0	59.5	58.5	57.7	57.6	59.5	60.6	63.0	63.0	61.2
<b>Precip. (mm)</b>	150	145	124	42	11	3	3	8	28	33	50	99

Fuente: (Merkel, 2016)

### 2.2.3. Medición de los gastos de agua potable.

La manera de contabilizar en volumen el gasto de agua es por medio de un medidor de agua, contador de agua o hidrómetro, es un artefacto que permite contabilizar la cantidad de agua que pasa a través de él, teniendo como unidad de medida el metro cubico.

La micromedición aplica sólo para caudal en conductos a presión de agua potable fría, mientras que la macromedición aplica para caudal, nivel y presión, en conductos a presión y en flujos a superficie libre, para agua cruda, y agua potable, e incluso para agua residual y agua tratada. Hablando de flujo de agua potable fría en conductos a presión, la única diferencia entre los aparatos de medición para macro y micro sería su capacidad de alcance en la medición de volumen y su tamaño dimensional. (Comisión Nacional del Agua, 2015)



**FIGURA 1** UBICACIÓN DE LOS MACROMEDIDORES Y MICROMEDIDORES  
Fuente: (comisión nacional del agua, 2015)

#### 2.2.3.1. Macromedición.

El objetivo fundamental de los sistemas de macromedición es cuantificar y registrar los caudales y volúmenes de agua que se captan, potabilizan, conducen,

regulan, y distribuyen en los sistemas de abastecimiento, incluyendo la medición de presiones y niveles, con fines de administración de la producción y de control operacional de la infraestructura, así como de su planificación, diseño, construcción, y mantenimiento. (Comisión Nacional del Agua, 2015)



**FIGURA 2** VISTAS DE UN MACROMEDIDOR

FUENTE: disponible en <http://www.hidromundoec.com/medidores-agua-potable.php>



**FIGURA 3** MACROMEDIDOR DEL RESERVORIO “PARQUE INDUSTRIAL R-850”  
FUENTE: PROPIA

Las lecturas nos servirán para hacer un análisis:

- Caudales y volúmenes extraídos en las zonas de captación, y entregados en los diferentes sectores de distribución, comparando la disponibilidad con la demanda.
- Dotación per cápita real de los sistemas de abastecimiento y de sus diferentes zonas o sectores de distribución.

- Presiones y niveles en puntos significativos de la infraestructura de abastecimiento.
- Equilibrio de suministro y homogeneidad de presiones en las zonas de distribución.

### 2.2.3.2. Micromedición.

La micromedición forma parte del sistema integral de medición de consumos, tiene por objetivo determinar los derechos del servicio medido de agua potable a través del volumen consumido periódicamente por los usuarios que cuentan con una toma domiciliaria, esta información es fundamental para llevar un buen registro en el padrón de usuarios, conocer el histórico por mes sobre los consumos realizados por cada usuario y determinar cuál debe ser el cobro equitativo de acuerdo al volumen consumido en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) durante el periodo registrado.



**FIGURA 4** MICROMEDIDORES DE LAS VIVIENDAS EN LAS MARCAS ELSTER  
FUENTE: PROPIA

Con la micromedición se tiene la ventaja de tener el conocimiento de la cantidad de agua que se esté consumiendo, por cada tipo de usuario de acuerdo a la clasificación que este registrada en el padrón de usuarios, al mismo tiempo también permite realizar una mejor administración, operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento y distribución del agua, para que a su vez con esta información se pueda realizar un análisis, planeación y proyección de volúmenes, que permita

establecer una aproximación de los consumos hacia una demanda futura. (Comisión Nacional del Agua, 2015)

### **2.2.3.3. Beneficios de la medición de consumos.**

#### *A). Beneficios técnicos de la medición de consumos*

- Se induce al ahorro del agua que se consume y a la reducción de desperdicios.
- Control de consumos y equilibrio de presiones en la red de distribución, para mayor certidumbre del control operacional.
- Mejor administración del abastecimiento, su planeación y operación.
- La vida útil de la infraestructura de abastecimiento se conserva conforme a lo planificado y proyectado.
- Permite el balance de agua junto con la macromedición.
- Obtención de las demandas de los diferentes tipos de usuarios y sus consumos unitarios.
- Ayuda a prestar el servicio a un mayor número de usuarios con la misma cantidad de agua producida.
- Mejor gestión de las fuentes de abastecimiento.
- Los tanques de regulación recuperan su función, dejando de ser sólo unidades de paso.

#### *B). Beneficios financieros*

- Mayores ingresos por la medición y facturación del agua consumida.
- Se liberan volúmenes para la comercialización.
- Menores tiempo operación de estaciones bombeo que descargan en tanques de regulación, y por tanto reducción de costos.

- Los usuarios con medición de consumos cuidan que ningún vecino pueda tomar agua de su conexión domiciliaria.

### *C). Beneficios sociales*

- Cobro justo conforme al volumen consumido.
- El control de consumos y equilibrio de presiones permite atender a todos los usuarios Beneficios económicos.
- La reducción de consumos permite postergar inversiones en nuevas obras de captación y conducción.

### **2.2.4. Dotación.**

Se entiende por dotación como el consumo de agua que se le asigna a cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas. Se expresa en litros / habitante-día. El valor es independiente en cada proyecto, algunas organizaciones y autores sugieren valores para la dotación:

Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales gobierno del Perú.

Mientras no exista un estudio de consumo, podrá tomarse como valores guía, los valores que se indican en este punto, teniendo en cuenta la zona geográfica, clima, hábitos, costumbres y niveles de servicio a alcanzar:

- a) Costa: 50 – 60 lt/hab/día
- b) Sierra: 40 – 50 lt/hab/día
- c) Selva: 60 - 70 lt/hab/día

En el caso de adoptarse sistema de abastecimiento de agua potable a través de piletas públicas la dotación será de 20 - 40 l/h/d. De acuerdo a las características socioeconómicas, culturales, densidad poblacional, y condiciones técnicas que permitan en el futuro la implementación de un sistema de saneamiento a través de redes, se utilizaran dotaciones de hasta 100 lt/hab/día. (GOBIERNO DEL PERÚ, 2004)

Considerando los factores que determinan la variación de la demanda de consumo de agua en las diferentes localidades rurales; se asignan las dotaciones en base al número de habitantes y a las diferentes regiones del país. (Aguero Pittman, 1997)

Los cuadros que se muestran a continuación, según el libro “agua potable para poblaciones rurales” tienen por fuente al MINISTERIO DE SALUD.

**TABLA 2 DOTACIÓN POR NÚMERO DE HABITANTES**

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

Fuente: (Aguero Pittman, 1997)

**TABLA 3 DOTACIÓN POR REGIONES**

REGIÓN	DOTACIÓN (l/hab./día)
Selva	70
Costa	60
Sierra	50

Fuente: (Aguero Pittman, 1997)

Según el RNE se tiene:

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 justificará su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 I/hab/d, en clima frío y de 220 I/hab/d en clima templado y cálido.

Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m<sup>2</sup>, las dotaciones serán de 120 I/hab/d en clima frío y de 150 I/hab/d en clima templado y cálido.

Para sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión cisterna o piletas públicas, se considerará una dotación entre 30 y 50 I/hab/d respectivamente.

Para habitaciones de tipo industrial, deberá determinarse de acuerdo al uso en el proceso industrial, debidamente sustentado. (Gobierno del Perú, 2015)

El consumo es la parte del suministro de agua potable que generalmente utilizan los usuarios, sin considerar las pérdidas en el sistema. Se expresa en unidades de m<sup>3</sup> /d o l/d, o bien cuando se trata de consumo per cápita se utiliza l/hab/día. Los organismos operadores lo manejan regularmente en m<sup>3</sup> /toma/mes. (comisión nacional del agua, 2011)

#### **2.2.5. Variaciones periódicas.**

Para suministrar eficientemente agua, 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.



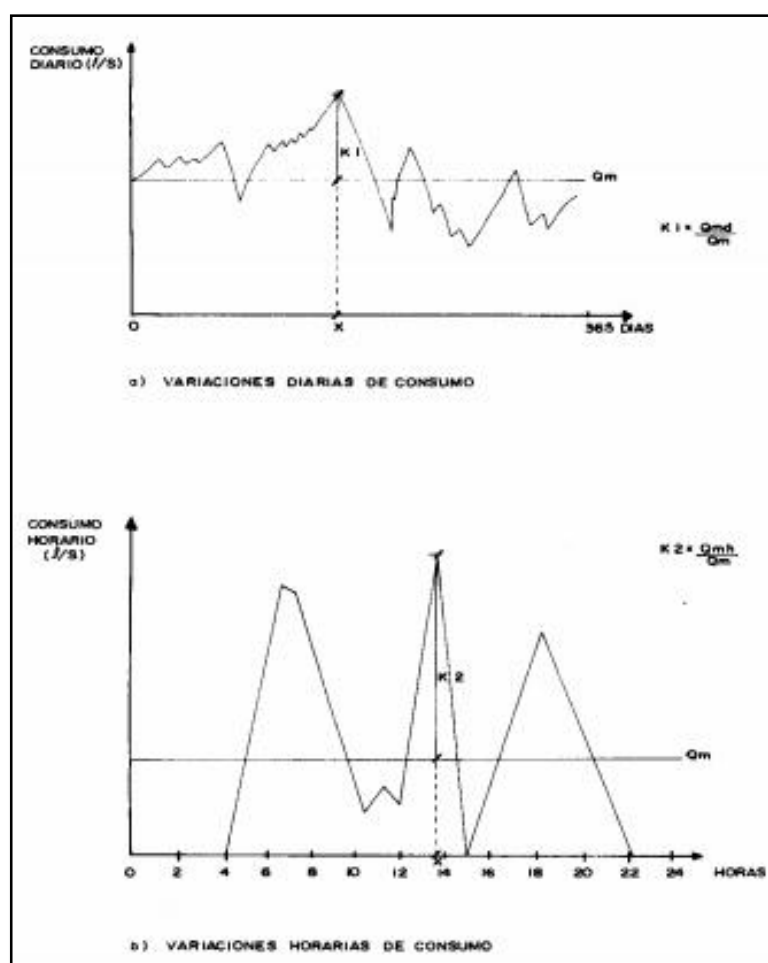
### 2.2.5.1. Consumo promedio diario anual ( $Q_m$ ).

El consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, expresada en litros por segundo (l/s).

### 2.2.5.2. Consumo máximo diario ( $Q_{md}$ ) y horario ( $Q_{mh}$ ).

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

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



**FIGURA 5** ESQUEMA DE LAS VARIACIONES  
FUENTE: (Aguero Pittman, 1997)

En el caso del consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ ) se considerará como el 100% del promedio diario ( $Q_m$ ). Para poblaciones concentradas o cercanas a poblaciones urbanas se recomienda tomar valores no superiores al 150%. Los coeficientes recomendados y más utilizados son del 130% para el consumo máximo diario ( $Q_{md}$ ) y del 150%, para el consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ ).

Consumo máximo diario ( $Q_{md}$ ), es el día de mayor consumo en una serie de registros observados durante un año.

$$Q_{md} = K1 \times Q_m.$$

Consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ ), Es la hora de máximo consumo del día de máximo consumo.

$$Q_{mh} = K2 \times Q_m.$$

#### **2.2.6. Fuentes de abastecimiento de agua potable.**

Las fuentes de abastecimiento de los proyectos de agua potable, deben ser lo suficientemente basto para abastecer de manera oportuna y constante a la población beneficiaria, en caso no se logre de manera directa se busca suplir por medio de estructuras de regulación.

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)

### *2.2.6.1. Tipos de fuente.*

Las fuentes de abastecimiento de agua pueden ser:

- subterráneas: manantiales, pozos, nacientes;
- superficiales: lagos, ríos, canales, etc.; y
- pluviales: aguas de lluvia.

#### *A). Fuentes subterráneas*

La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos, excavados y tubulares.

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

#### *B). Fuentes superficiales*

Las aguas superficiales están constituidas por los ríos, lagos, embalses, arroyos, etc. La calidad del agua superficial puede estar comprometida por contaminaciones provenientes de la descarga de desagües domésticos, residuos de actividades mineras o industriales, uso de defensivos agrícolas, presencia de animales, residuos sólidos, y otros.

En caso de la utilización de aguas superficiales para abastecimiento, además de conocer las características físico químicas y bacteriológicas de la fuente, será preciso definir el tratamiento requerido en caso que no atiendan a los requerimientos de calidad para consumo humano. (perez, n.d.)

### *C). Aguas de lluvia*

La captación de agua de lluvia se emplea en aquellos casos en los que no es posible obtener aguas superficiales y subterráneas de buena calidad y cuando el régimen de lluvias sea importante. Para ello se utilizan los techos de las casas o algunas superficies impermeables para captar el agua y conducirla a sistemas cuya capacidad depende del gasto requerido y del régimen pluviométrico. En la Figura 3.1 se muestra la captación del agua de lluvia mediante el techo de una vivienda. (Aguero Pittman, 1997)

#### **2.2.7. Obras de conducción**

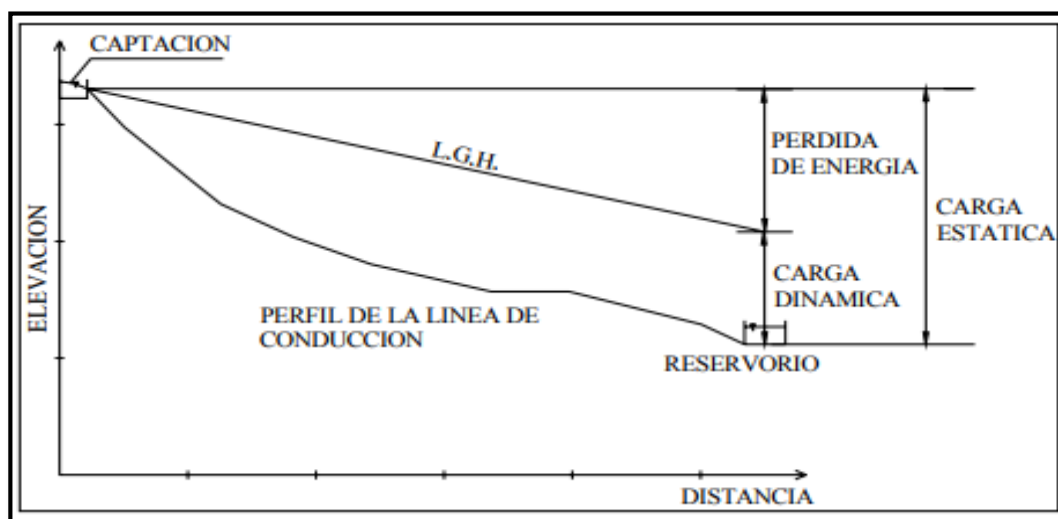
Estas serán diseñadas para conducir el caudal máximo diario y estará comprendida desde la captación hasta la planta de tratamiento o reservorio. En caso de sistemas donde no se disponga de reservorio, la línea de conducción se diseñará para el caudal máximo horario.

##### **2.2.7.1. Diseño de línea de conducción.**

###### *A). Caudal de diseño.*

Para el diseño de líneas de conducción se utiliza el caudal máximo diario para el período del diseño seleccionado.

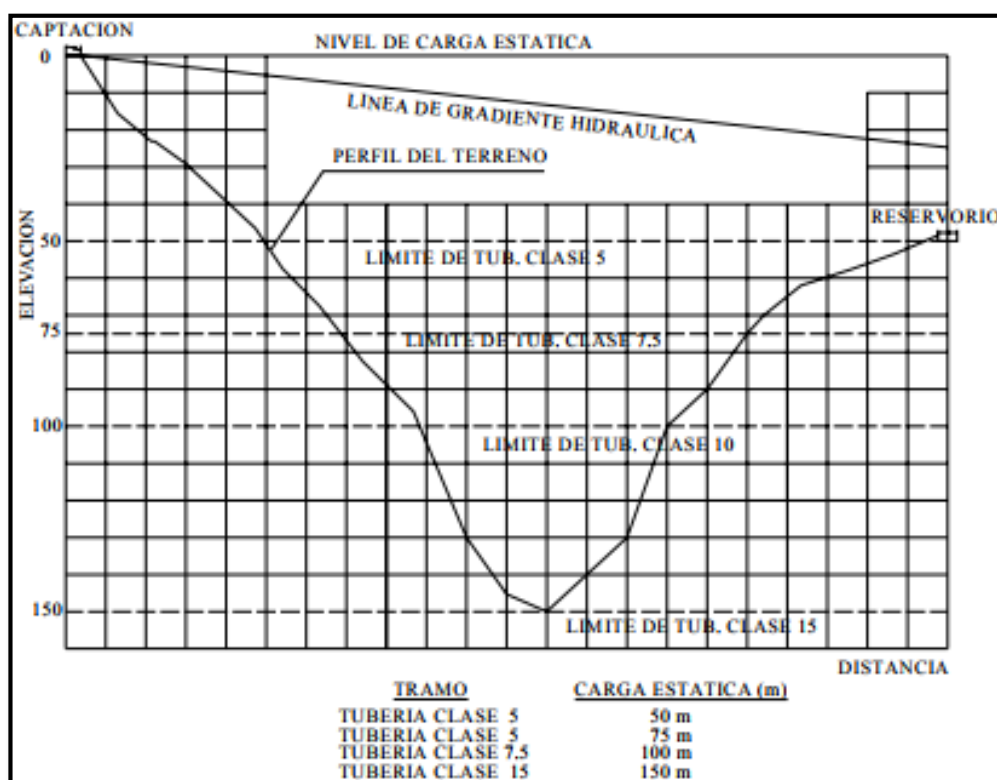
B). Carga estática y dinámica



**FIGURA 6** CARGAS HIDRÁULICAS  
FUENTE: (CEPIS/OPS, 2004)

C). Tuberías.

Para la selección de la clase de tubería se debe considerar los criterios que se indican en la figura.



**FIGURA 7** CLASES DE TUBERIAS ADMISIBLES  
FUENTE: (CEPIS/OPS, 2004)

*D). Diámetros.*

El diámetro se diseñará para velocidades mínima de 0,6 m/s y máxima de 3,0 m/s.

*E). Estructuras complementarias*

- Cámara de válvula de aire. - El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire automáticas (ventosas) o manuales.
- Cámara de válvula de purga. - Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada, provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías.
- Cámara rompe-presión. - Al existir fuerte desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar la tubería. En este caso se sugiere la instalación de cámaras rompe-presión cada 50 m de desnivel.  
(CEPIS/OPS, 2004)

*F). Dimensionamiento*

Para el dimensionamiento de la tubería, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- La Línea gradiente hidráulica (L. G. H.) La línea gradiente hidráulica estará siempre por encima del terreno. En los puntos críticos se podrá cambiar el diámetro para mejorar la pendiente.
- b) Pérdida de carga unitaria (hf) Para el propósito de diseño se consideran:

$$Q = 0.2785 * C * D^{2.63} * S^{0.54} \text{ Hazen y Williams}$$

- Presión En la línea de conducción, la presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua. Se determina mediante la ecuación de Bernoulli.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Hf$$

### 2.2.7.2. Diseño de línea de impulsión.

#### A). Caudal de diseño.

El caudal de una línea de impulsión será el correspondiente al consumo del máximo diario para el periodo de diseño.

$$\text{Caudal de bombeo} = Qb = Qmd \times 24 / N$$

- N = Número de Horas de Bombeo.
- Qmd = Caudal Máximo Diario.

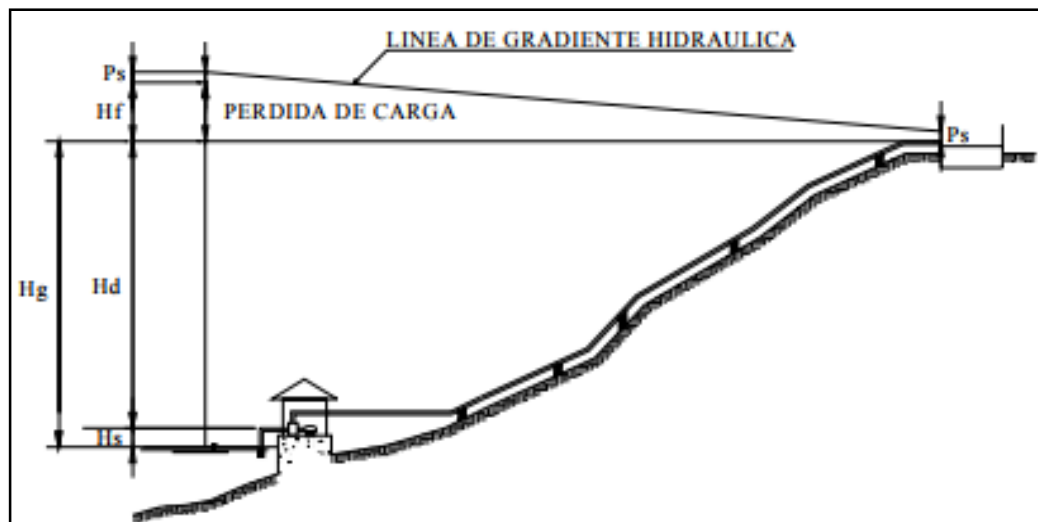
#### B). Tuberías.

En forma similar a como se determinó para la línea de conducción por gravedad, habrá que determinar las clases de tubería capaces de soportar las presiones de servicio y contrarrestar el golpe de ariete.

#### C). Altura dinámica total (Ht).

El conjunto elevador (motor-bomba) deberá vencer la diferencia de nivel entre el pozo o galería filtrante del reservorio, más las pérdidas de carga en todo el trayecto (pérdida por fricción a lo largo de la tubería, pérdidas locales debidas a las piezas y accesorios) y adicionarle la presión de llegada.

$$Ht = Hg + Hftotal + Ps$$



**FIGURA 8** SISTEMA DE BOMBEO  
FUENTE: (CEPIS/OPS, 2004)

D). Fenómeno de golpe de ariete.

Las medidas para evitar el Golpe de Ariete son:

- Limitación de la velocidad en las tuberías.
- Cierre lento de válvulas y registros, construcción de piezas que no permitan la obstrucción muy rápida.
- Empleo de válvulas y dispositivos mecánicos especiales, válvulas de alivio.
- Utilización de tuberías que puedan soportar sobrepresiones ocasionadas por el golpe de ariete.
- Construcción de pozos de oscilación capaces de absorber los golpes, permitiendo la oscilación de agua. Esta solución es adoptada siempre que las condiciones topográficas sean favorables y las alturas geométricas pequeñas. Los pozos de oscilación deben ser localizados tan próximos como sea posible de la casa de máquinas.
- Instalación de cámaras de aire comprimidas que proporcionen el amortiguamiento de los golpes. El mantenimiento de estos dispositivos



requiere ciertos cuidados, para que se mantenga el aire comprimido en las cámaras. (CEPIS/OPS, 2004)

### **2.2.8. Reservorio de almacenamiento.**

Un sistema de abastecimiento de agua potable requerirá de un reservorio cuando el rendimiento admisible de la fuente sea menor que el gasto máximo horario (Qmh). En caso que el rendimiento de la fuente sea mayor que el Qmh no se considera el reservorio, y debe asegurarse que el diámetro de la línea de conducción sea suficiente para conducir el gasto máximo horario (Qmh), que permita cubrir los requerimientos de consumo de la población. (Aguero Pittman, 1997)

#### **2.2.8.1. Consideraciones básicas.**

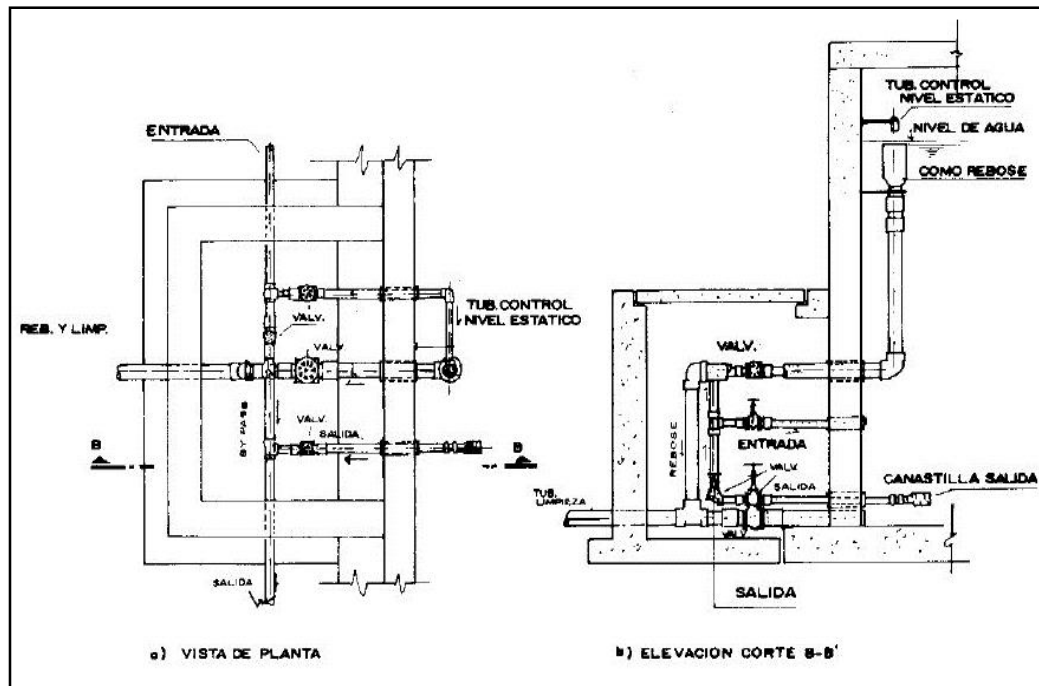
##### **A). Capacidad del reservorio.**

- Para determinar la capacidad del reservorio, es necesario considerar la compensación de las variaciones horarias, emergencia para incendios, previsión de reservas para cubrir daños e interrupciones en la línea de conducción y que el reservorio funcione como parte del sistema.
- Tipos de reservorio. - Los reservorios de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados y enterrados. Los elevados, que generalmente tienen forma esférica, cilíndrica y de paralelepípedo, son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc.; los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo; y los enterrados, de forma rectangular, son construidos por debajo de la superficie del suelo ELEVADO (cisternas).
- Ubicación del reservorio. - La ubicación está determinada principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener la presión en la red dentro de los límites de servicio, garantizando presiones mínimas en las viviendas más

elevadas y presiones máximas en las viviendas más bajas. (Aguero Pittman, 1997)

*B). Caseta de válvulas.*

- Tubería de llegada. - El diámetro está definido por la tubería de conducción, debiendo estar provista de una válvula compuerta de igual diámetro antes de la entrada al reservorio de almacenamiento; debe proveerse de un by - pass para atender situaciones de emergencia.
- Tubería de salida. - El diámetro de la tubería de salida será el correspondiente al diámetro de la línea de aducción, y deberá estar provista de una válvula compuerta que permita regular el abastecimiento de agua a la población.
- Tubería de limpia. - La tubería de limpia deberá tener un diámetro tal que facilite la limpieza del reservorio de almacenamiento en un periodo no mayor de 2 horas. Esta tubería será provista de una válvula compuerta.
- Tubería de rebose. - La tubería de rebose se conectará con descarga libre a la tubería de limpia y no se proveerá de válvula compuerta, permitiéndose la descarga de agua en cualquier momento.
- By – Pass. - Se instalará una tubería con una conexión directa entre la entrada y la salida, de manera que cuando se cierre la tubería de entrada al reservorio de almacenamiento, el caudal ingrese directamente a la línea de aducción. Esta constara de una válvula compuerta que permita el control del flujo de agua con fines de mantenimiento y limpieza del reservorio.

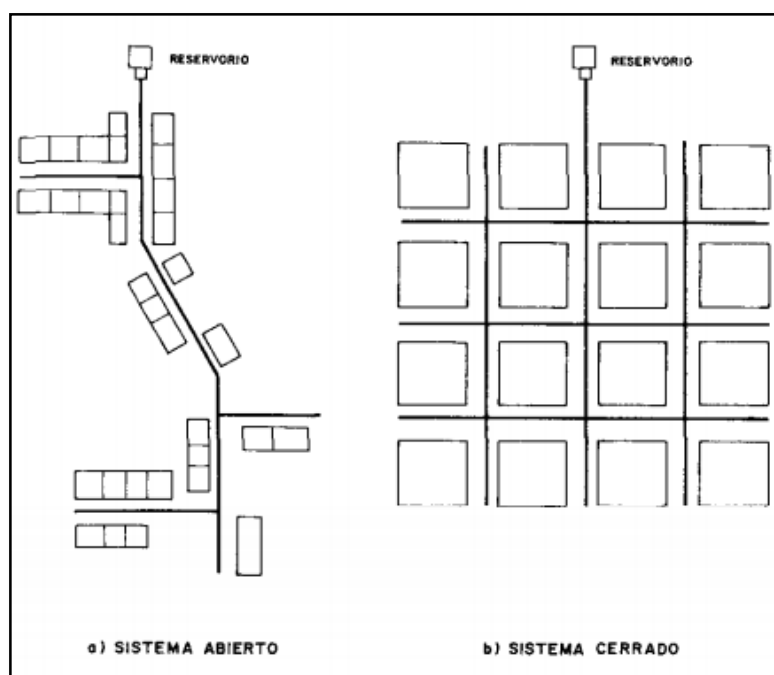


**FIGURA 9** DISTRIBUCION DE TUBERIAS EN LA CASETA DE VALVULAS  
FUENTE: <https://cumbresmaq.jimdo.com/proyectos/informacion-complementaria/>

### 2.2.9. Redes de distribución.

Para el diseño de la red de distribución es necesario definir la ubicación tentativa del reservorio de almacenamiento con la finalidad de suministrar el agua en cantidad y presión adecuada a todos los puntos de la red. Las cantidades de agua se han definido en base a las dotaciones y en el diseño se contempla las condiciones más desfavorables, para lo cual se analizaron las variaciones de consumo considerando en el diseño de la red el consumo máximo horario ( $Q_{rn}$ ). (Aguero Pittman, 1997)

### 2.2.9.1. Tipos de red.



**FIGURA 10 TIPOS DE RED**

FUENTE: <https://www.slideshare.net/queralescastillo/unidad-iii-redes-de-distribucion>

#### A). Sistema abierto o ramificado.

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

#### B). Sistema cerrado.

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red es el más conveniente y tratara de lograrse mediante la interconexión de tuberías, a fin de crear un circuito cerrado que permita un servicio más eficiente y permanente. En este sistema se eliminan los puntos muertos; si se tiene que realizar reparaciones en los tubos, el área que se queda sin agua se puede reducir a una cuadra, dependiendo de la ubicación de las válvulas. Otra ventaja es que es más económico, los tramos son alimentados por ambos extremos

consiguiéndose menores pérdidas de carga y por lo tanto menores diámetros; ofrece más seguridad en caso de incendios, ya que se podría cerrar las válvulas que se necesiten para llevar el agua hacia el lugar del siniestro. (CEPIS/OPS, 2004)

#### **2.2.10. Conexión domiciliaria**

La conexión domiciliaria comprende desde el empalme de la matriz hasta el punto de entrega al usuario, incluyendo la batea. La conexión domiciliaria deberá contar como mínimo los siguientes componentes:

- i. Accesorios de empalme de 15 mm, a la red de agua.
- ii. Caja con válvula de control.
- iii. Tubería de alimentación.
- iv. Válvula de interrupción.
- v. Batea con grifo.
- vi. Tubería de desagüe de 2" y pozo de drenaje. (GOBIERNO DEL PERÚ, 2004)

### **2.3. Marco conceptual.**

#### **2.3.1. Inferencia estadística**

La estadística descriptiva sirve para analizar los datos que obtenemos de una muestra. Los estadísticos muestrales obtenidos describen la muestra, pero nuestro objetivo es conocer la población, no a la muestra. Queremos generalizar el análisis a toda la población, es decir, pasar de los estadísticos muestrales a parámetros poblacionales estimados. Pero, ¿cómo sabemos que la muestra es realmente representativa de toda la población?

Desde la perspectiva positivista, la respuesta sería que el muestreo debe ser aleatorio y no sesgado para cumplir con la generalizabilidad, y el tamaño de muestra

suficientemente grande para garantizar la fiabilidad. La inferencia estadística es la herramienta estadística que valida dicha fiabilidad. (Hueso & Cascant, 2012)

### **2.3.2. Muestreos pseudoaleatorios.**

Hay ciertos muestreos que no se pueden considerar aleatorios, pero que sí pretenden, en cierta medida, ser representativos, por lo que denominaremos pseudoaleatorios se emplean muchas veces cuando no se dispone de marco mastral y es difícil de construir. Dentro de los pseudoaleatorios se pueden conseguir distintos niveles de aleatoriedad, O mejor dicho, la selección de muestra puede depender más o menos de la arbitrariedad del investigador o investigadora. (Hueso & Cascant, 2012)

### **2.3.3. Investigación ex - postfacto.**

Este tipo de investigación es apropiada para establecer posibles relaciones de causa-efecto observando que ciertos hechos han ocurrido y buscando en el pasado los factores que los hayan podido ocasionar. Se diferencia del verdadero experimento en que en éste la causa se introduce en un momento determinado y el efecto se viene a observar algún tiempo después.

Características:

- La principal característica de este tipo de investigación es que el investigador escoge uno o más efectos que le es dable observar y se retrotrae en el tiempo en busca de posibles causas, relaciones y su significado.
  - Es apropiado cuando por razones prácticas, económicas o éticas, no es posible realizar experimentos.
  - Proporcionar información útil sobre la naturaleza del problema: qué factores están asociados, bajo qué circunstancias, en qué secuencia aparecen.
- Actualmente las posibles relaciones causales que puedan determinarse por

estudios ex post facto, se benefician considerablemente de técnicas estadísticas tales como la correlación parcial y la regresión múltiple.

- La principal debilidad de este tipo de investigación consiste en que por falta de control sobre los factores supuestamente causales, no es posible establecer con un margen de seguridad aceptable, cuál es la causa (o causas). (sanchez, 2013)

## CAPÍTULO III.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. MATERIALES

Los materiales utilizados fueron:

##### *3.1.1.1. Para trabajos en campo:*

- Fichas de encuestas.
- Formatos de lecturas horarias del medidor de agua.
- Cámara fotográfica.
- Tablas de medición.
- Flexómetro.
- Wincha de 50 m.
- Motocicleta.
- Casacas identificadoras.
- Tableros (02).

##### *3.1.2. Para trabajos en gabinete:*

- Planos catastrales del centro poblado urbano de Salcedo.
- Software de AUTOCAD, IBM SPSS y Office.
- 2 computadoras personales.
- 1 impresora Hp L220.
- Papel bond A4 (blanco y colores).
- Datos de consumo de agua mensual por vivienda de la Zona 21 (EMSA Puno).
- Útiles de escritorio.



## **3.2. METODOLOGIA DE INVESTIGACION**

### **3.2.1. Tipo de investigación**

Cuantitativo.

Ya que la investigación se someterá al análisis e interpretación numérica de los datos de consumo por habitante, los cuales son parámetros cuantificables y medibles que pueden ser determinados utilizando herramientas, instrumentos y conocimientos de la ingeniería civil.

### **3.2.2. Nivel de la investigación**

Descriptivo – Correlacional.

Es descriptivo, ya que se observan los parámetros de abastecimiento de agua potable que son los consumos de agua potable, el consumo máximo diario y horario de la población en estudio.

Es correlacional, puesto que para dar solución a los problemas del proyecto de investigación se tiene que relacionar todos los parámetros y variables existentes.

### **3.2.3. Método de investigación**

Hipotético deductivo.

Esto debido a que mediante las observaciones y seguimiento al problema se plantea una teoría para formular la hipótesis y a su vez tener un razonamiento deductivo.

## **3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

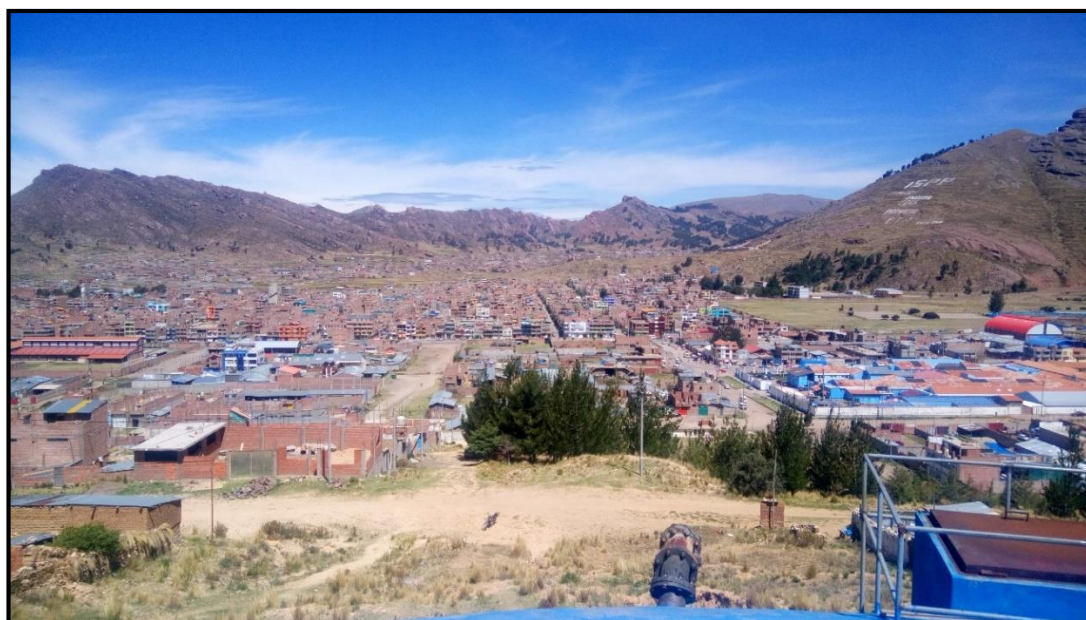
Ex – Postfacto.

Porque para el estudio de la presente investigación es necesario e indispensable utilizar datos reales recogidos durante los doce meses anteriores al inicio de la presente investigación, además de correlacionar varias variables para la determinación de los resultados.

### 3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

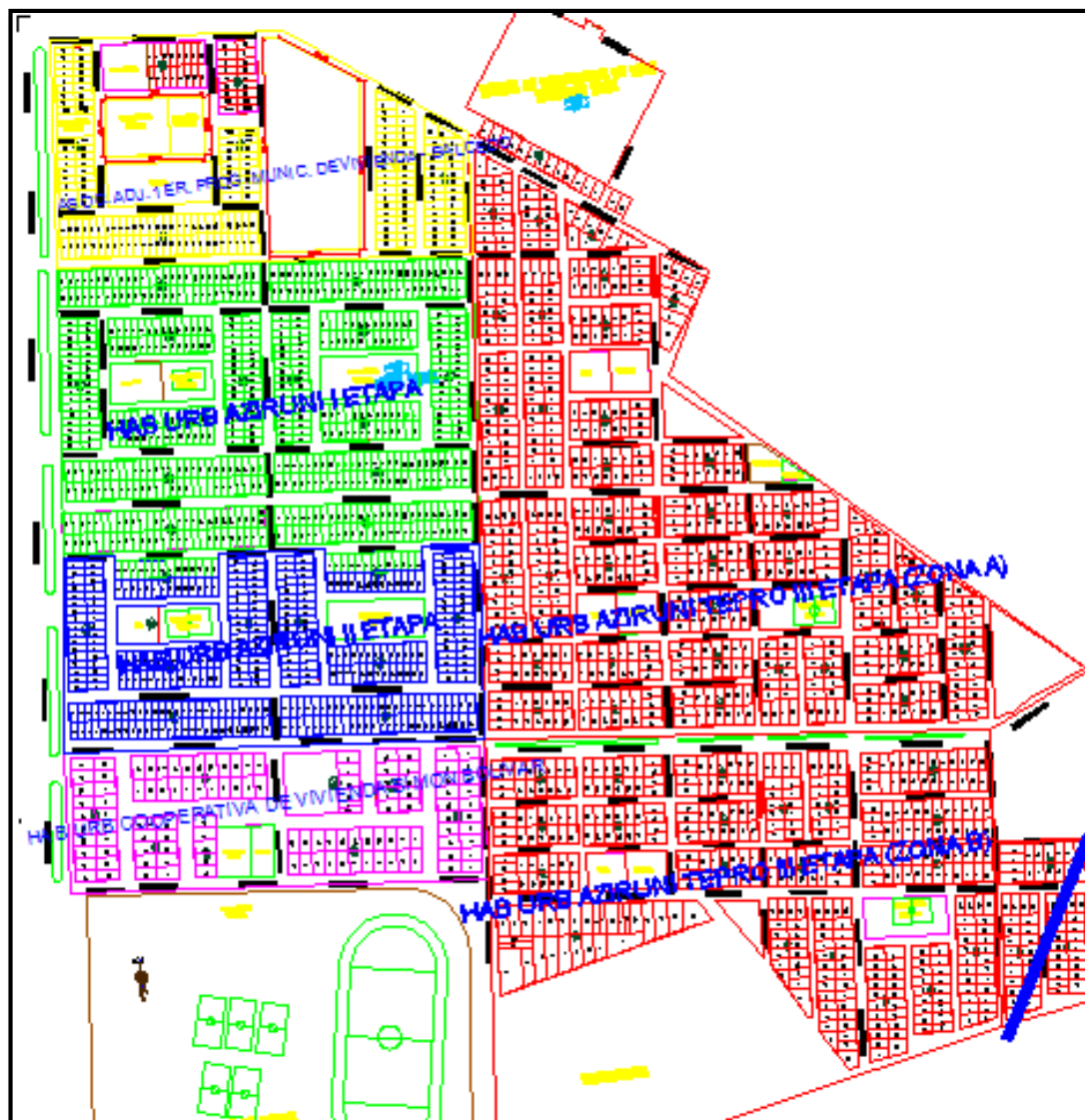
#### 3.4.1. Población.

El presente trabajo de investigación tuvo lugar en el departamento de Puno, Provincia de Puno, Distrito de Puno, Salcedo – Puno, con una población de 2476 viviendas con servicio de agua potable, de las cuales 1950 cuentan con su respectivo medidor de agua. Y una población de estudio de 1246 viviendas con características de consumo similares, excluyendo las viviendas de gastos bajos, se considera estas viviendas con moradores ausentes o temporales.



**FIGURA 11** VISTA PANORAMICA DE SALCEDO

FUENTE: toma fotográfica propia



**FIGURA 12** PLANO CATASTRAL SALCEDO  
FUENTE: MUNICIPALIDAD DE SALCEDO

### 3.4.2. Muestra

Para el objetivo general y el objetivo específico A se trabaja con una muestra de 474 viviendas, las cuales según la estratificación realizada pertenecen al “Estrato C”.

Para los objetivos específicos B y C se determina la muestra con la técnica de muestreo Pseudo-aleatorio, cabe resaltar que las muestras para estudiar los objetivos planteados en el proyecto de investigación son diferentes, esto debido a la muestra necesaria para estudiar las variables presentadas en el proyecto.

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

Dónde:

- n: Tamaño de muestra.
- N: Total de número de viviendas
- Z: Es el valor asociado al nivel de confianza. (Z=1.96)
- Pq: Varianza de la población  $p=q=0.5 = (0.5*0.5) = 0.25$
- E: Error muestral (0.15)

MARGEN DE ERROR MÁXIMO ADMITIDO **15.0%**

TAMAÑO DE LA POBLACIÓN **474 viviendas**

Tamaño para un nivel de confianza del 95% ..... 39

Tamaño para un nivel de confianza del 97% ..... 47

Tamaño para un nivel de confianza del 99% ..... 64

El error muestral adoptado es del 0.15 que viene a ser el 15% del margen de error, esto debido a que el tamaño de muestra para un error muestral del 0.05 es de 212 viviendas, mientras para un error muestral del 0.1 es de 80 viviendas. Estos tamaños de muestra no facilitan la toma de datos para la determinación de consumos horarios, asumiendo que la lectura del medidor de cada vivienda toma un intervalo de 1 a 2 minutos, por lo que, a cada investigador le toma un tiempo mínimo de 20 minutos para 20 viviendas, siendo esta la razón para tomar un tamaño de muestra de 39 viviendas.

### 3.4.3. Método de muestro y recopilación de datos.

#### 3.4.3.1. Método de muestreo

La población se dividió en 5 estratos, los cuales se determinaron por estratificación social debido a que la población en estudio es considerable, además

de que estas características de consumo de agua difieren según al estrato social al que correspondan por lo que fue necesario tomar muestras distintas para cada objetivo del proyecto.

Para la evaluación del consumo diario de agua potable por habitante por día se consideró la población que contaba con micromedidor en sus viviendas con un total de 1246 viviendas, para tener los resultados más precisos se decidió tomar la muestra a toda la población con las siguientes inclusiones y exclusiones, se consideró a toda vivienda residencial que tenga características de gasto similares, excluyendo los de consumo muy bajo debido a que estas son viviendas con moradores ausentes o residencia solo por algunos días del mes, también se excluyó las viviendas con características comerciales, obteniéndose una muestra de 474 viviendas, los datos sobre el consumo facturado mensual durante los doce meses anterior al inicio de la presente investigación se obtuvieron en la empresa prestadora de servicios EMSA-PUNO y los datos de cantidad de habitantes mediante la técnica de la encuesta.

Para el estudio de los coeficientes de variación de consumo se tuvo una población solo del estrato social predominante de la zona de estudio, los cuales tenían características similares de consumo y uso de agua potable. La población para el estudio de este caso son las viviendas que pertenecen al estrato social “C” con un total de 474 viviendas, para determinar la muestra se utilizó el método de muestreo probabilístico pseudo-aleatorio, donde se obtuvo una muestra representativa de 39 viviendas, cabe mencionar que para este cálculo del tamaño de la muestra se utilizó la inferencia estadística, pero la selección de la muestra se realizó por conveniencia y a criterio del investigador para tener las facilidades en la

obtención de las lecturas horarias del marcador del micromedidor en las viviendas seleccionadas.

**TABLA 4 VIVIENDAS PARA LA MUESTRA**

<b>código</b>	<b>URBANIZACION</b>	<b>Dirección</b>	<b>Hab.</b>
1	Aziruni III etp. A	Mz. P Lt 02	5
2	Aziruni III etp. A	Mz. P Lt 03	4
3	Aziruni III etp. A	Mz. J Lt 07	4
4	Aziruni III etp. A	Mz. k Lt 11	2
5	Aziruni III etp. A	Mz. J Lt 01	4
6	Aziruni III etp. A	Mz. D Lt 10	3
7	Aziruni III etp. A	Mz. C' Lt 03	5
8	Aziruni III etp. A	Mz. H Lt 01	2
9	Aziruni III etp. A	Mz. F Lt 02	4
10	Aziruni III etp. A	Mz. G Lt 10	8
11	Aziruni III etp. A	Mz. G Lt 09	4
12	Aziruni III etp. A	Mz. Y Lt 26	5
13	Aziruni III etp. A	Mz. Y Lt 25	3
14	Aziruni I Etapa	Mz. 19 Lt 27	3
15	Aziruni I Etapa	Mz. 19 Lt 28	3
16	Aziruni II Etapa	Mz. A Lt 34	3
17	Aziruni II Etapa	Mz. A Lt 11	5
18	Aziruni II Etapa	Mz. A Lt 14	4
19	Aziruni III etp. A	Mz. P Lt 12	8
20	Aziruni III etp. A	Mz. I Lt 07	4
21	Aziruni III etp. A	Mz. L Lt 09	2
22	Aziruni III etp. B	Mz. P Lt 01	13
23	Aziruni II Etapa	Mz. C Lt 50	5
24	Aziruni II Etapa	Mz. C Lt 47	3
25	Aziruni II Etapa	Mz. B Lt 03	4
26	Aziruni II Etapa	Mz. B Lt 14-b	3
27	Aziruni II Etapa	Mz. B Lt 13	3
28	Aziruni II Etapa	Mz. B Lt 15	3
29	Aziruni II Etapa	Mz. B Lt 16	6
30	Aziruni II Etapa	Mz. J Lt 05	7

31	Aziruni II Etapa	Mz. J Lt 03	6
32	Aziruni I Etapa	Mz. 13 Lt 27	2
33	Aziruni I Etapa	Mz. 11 Lt 06	3
34	Aziruni I Etapa	Mz. 20 Lt 01	3
35	Aziruni I Etapa	Mz. 20 Lt 03	6
36	Aziruni I Etapa	Mz. 20 Lt 04	6
37	Aziruni I Etapa	Mz. 20 Lt 05	6
38	Aziruni II Etapa	Mz. I Lt 10	5
39	Aziruni II Etapa	Mz. I Lt 14	2

Fuente: elaboración propia

### 3.4.3.2. *Recopilación de datos*

En la ficha de la encuesta realizadas en los primeros días del plazo de ejecución del presente proyecto se realizaron recolecta de datos con las siguientes preguntas principales como; ¿Dirección de los participantes en la encuesta?, ¿Tipo de vivienda?, ¿Si la vivienda está ocupada?, ¿Material predominante de la vivienda?, ¿Numero de Niveles de la vivienda?, ¿De dónde proviene el agua que usa?, ¿Tipo de conexión del servicio higiénico?, ¿Cuántas personas residen en la vivienda?, ¿La edad de las personas residentes?, ¿Si tiene Medidor de Agua potable?, ¿Promedio mensual del ingreso económico familiar? Estas son algunas interrogantes que se recolectaron para obtener datos e información sobre el consumo de agua potable y el nivel socioeconómico de la zona en estudio, los cuales se presentan en los anexos.

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

**INVESTIGACION DE LA EVALUACION DE LA DOTACION DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE SALCEDO - PUNO**

ENTREVISTADOR(A): QUISPE NIETO, ALEX FECHA: 04/10/17

**1. DATOS DE LA ZONA DE ESTUDIO**

PAIS : PERU  
 DEPARTAMENTO : PUNO  
 PROVINCIA : PUNO  
 DISTRITO : PUNO  
 ZONA DE ESTUDIO : SALCEDO  
 ZONA (EMSA) : Z1

**2. DATOS DEL USUARIO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LA ZONA EN ESTUDIO**

URBANIZACION : AZIRUNI II etapa  
 MANZANA : B  
 LOSE : 02

**3. DATOS DE LA VIVIENDA**

**3.1. LA VIVIENDA ESTÁ:**

A. Ocupada  X

1. Con moradores presentes  X

2. Con moradores ausentes

B. Desocupada

3. Con uso temporal

4. Abandonada o cerrada

5. Otros

**3.2. TIPO DE VIVIENDA**

1. Vivienda Unifamiliar  X

2. Vivienda Multifamiliar

**3.3. MATERIAL DE CONSTRUCCION PREDOMINANTE**

1. Material Húble  X

2. Material Rústico

3. Misto

**3.4. NUMERO DE NIVELES DE LA VIVIENDA**

0  1

**3.5. REVESTIMIENTO DE LA VIVIENDA**

1. Concreto, cemento

2. Petrosos (acabados de piedra)

3. Adobe (revestimiento con tierra)

4. Otros  X

**4. EL AGUA QUE USA ESTA VIVIENDA PROVIENE PRINCIPALMENTE DE:**

A. RED PUBLICA  ✓

B. POZO

C. CAMION REPARTIDOR

D. RIO, VERTIENTE, CANAL, LAGO, ETC.

**5. EL SERVICIO HIGIENICO DE ESTA VIVIENDA ES O ESTÁ:**

A. CONECTADA A LA RED DE ALCANTARILLADO  ✓

B. SOBRE POZO NEGRO

C. SOBRE ASEQUIA O CANAL

D. NO TIENE SERVICIO HIGIENICO

**6. ¿CUANTAS PERSONAS RESIDEN EN ESTA VIVIENDA?**

0  4

**7. EDAD DE LAS PERSONAS RESIDENTES**

A. NIÑOS  01

B. JOVENES  02

C. ADULTOS  02

**8. TIENE MICRORENDIDOR DE AGUA POTABLE**

SI  X NO

**9. PROMEDIO MENSUAL DE INGRESO ECONOMICO FAMILIAR**

A. de S/5,126 a S/10,252

B. de S/3,250 a S/5,126

C. de S/1,374 a S/3,250

D. de S/1,007 a S/1,374  X

E. de S/0 a S/1,007

**FIGURA 13** FORMATO DE ENCUESTA  
 FUENTE: elaboración propia

Los datos de consumo por vivienda de la zona de estudio se recopiló con información brindada por la empresa prestadora de servicio de agua potable EMSA PUNO, los cuales fueron seleccionadas para la muestra representativa y procesadas para los cálculos de la dotación por habitante por día.





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**PROYECTO DE INVESTIGACION "EVALUACIÓN DE LA DOTACIÓN DE AGUA POTABLE PARA SALCEDO-PUNO 2 (2017)"**  
**REGISTRO DE CONSUMO POR VIVIENDA EN LA ZONA DE ESTUDIO**




Nombres	Direccion	lote	Usos	Medidor	CONSUMOS (M3) 2016					CONSUMOS (M3) 2017							
					JULIO	AGOST	SEPTIEM	OCTUB	NOV/DIC/IE	ENER	FEBR	MARZ	ABRIL	MAYC	JUNIC		
ATENCIO ENCINAS HUMBERTO	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-08 Lt-38	VIVIENDA	02069070	0	13	7	10	8	10	9	13	10	7	6	6	
ROQUE MENDOZA DINA GINA	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-09 Lt-24	VIVIENDA	8620693	8	8	9	10	11	6	9	8	6	15	9	9	
FORAQUITA YUJRA JOSE	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-15 Lt-11	VIVIENDA	A09M010335	9	9	9	11	18	21	20	31	20	15	17	20	
SUPO QUISPE JULIO BALBINO	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-11 Lt-32	VIVIENDA	8624429	13	14	12	16	15	16	14	14	13	18	14	14	
MENDOZA VILCA ALFONSO	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-15 Lt-27	VIVIENDA	E15M201446	6	7	5	7	6	8	9	10	12	6	11	9	
ZECENARRO MUELLES JORGE A.	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-19 Lt-44	VIVIENDA	E15M222658	21	17	23	24	20	20	22	22	16	14	23	14	
GUTIERREZ LARICO TIMOTEO	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-08 Lt-54	VIVIENDA	2-039021	13	13	12	11	7	7	12	8	10	8	11	11	
CASTILLO CONDORI MARIO	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-08 Lt-46	VIVIENDA	6923377	24	24	24	6	16	11	10	23	0	0	1	7	
CHIPOCO TAPIAJOSE ANTONIO	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-18 Lt-13	VIVIENDA	E15M201461	13	11	11	5	7	7	15	6	11	23	21	36	
YABAR CALAMULLO NELLY	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-09 Lt-02	VIVIENDA	2-069109	4	5	7	4	7	5	5	3	6	6	6	4	
CUARTE HUAYNA ARMANDO	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-08 Lt-32	VIVIENDA	02-069066	8	8	9	9	5	10	8	8	7	10	8	8	
AGUILAR CASTILLO EDILBURGO	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-11 Lt-19	VIVIENDA	E15M222802	13	13	13	13	12	16	20	10	12	9	13	11	
AROAPAZA QUISPE LANDO	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-18 Lt-25	VIVIENDA	8620235	18	11	13	12	13	13	13	11	9	15	14	14	
SOPO CENTTY EDGAR AMADOR	Urb AZIRUNI II ETAPA	Mz-H Lt-13	VIVIENDA	6924506	27	18	25	36	38	11	14	12	11	19	15	15	
VILCA CALLATA JULIO	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-11 Lt-25	VIVIENDA	8624436	7	9	14	19	15	15	13	12	8	12	11	11	
VELASQUEZ RODRIGUEZ EUSEBIA	URB AZIRUNI III ETAPA ZONA - A	Mz-X Lt-15	VIVIENDA	PU2417	13	11	10	11	14	13	15	27	15	23	18	17	
MUÑUICO INCACUTIPA LUIS C.	URB AZIRUNI III ETAPA ZONA - A	Mz-Z Lt-08	VIVIENDA	E15M222717	11	13	9	12	21	28	23	8	10	15	11	11	
JAHUIRA MEDINA ISABEL CRISTINA	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-15 Lt-12	CONSTRUCC	E15M201485	2	4	25	21	15	28	21	23	18	15	21	9	
PALOMINO PEDRAZA SAMUEL	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-20 Lt-15	VIVIENDA	2-069039	12	12	16	17	16	17	16	26	19	21	19	20	22
TITO LARICO MOISES	URB AZIRUNI III ETAPA ZONA - A	Mz-X Lt-16	VIVIENDA	8623660	3	14	9	10	9	15	17	19	18	29	5	8	
GONZALES ACHATA FLOR DE MARIA	Urb AZIRUNI II ETAPA	Mz-D Lt-40	VIVIENDA	2-068932	9	5	8	9	8	12	7	8	9	8	11	9	
BUSTINZA GUTIERREZ HONORIO RAUL	Urb AZIRUNI II ETAPA	Mz-D Lt-23	VIVIENDA	2-068921	13	24	18	23	14	14	19	21	0	9	21	16	
CATACORA CHURA FELIX	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-11 Lt-21	VIVIENDA	8624424	8	13	22	33	18	20	15	9	12	10	17	12	
LOPEZ PAZ MELTON PEREGRINO	URB AZIRUNI III ETAPA ZONA - B	Mz-M Lt-15	VIVIENDA	2-068625	10	11	11	11	10	15	12	8	10	7	10	5	
FLORES MAMANI JULIO WALTER	URB AZIRUNI III ETAPA ZONA - A	Mz-O Lt-07	VIVIENDA	E15M222750	25	14	4	3	3	1	2	2	1	2	3	5	
MAQUE GUERRA EDWIN DANTE	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-12 Lt-17	VIVIENDA	8624426	10	14	20	28	24	21	22	21	22	21	28	27	
BERNEDO ARIAS NATIVIDAD	URB AZIRUNI III ETAPA ZONA - A	Mz-Q Lt-09	VIVIENDA	E15M222773	12	32	13	49	34	31	24	12	17	18	20	20	
TORRES CASTILLO JOSE	URB AZIRUNI III ETAPA ZONA - A	Mz-T Lt-13	VIVIENDA	E15M222648	14	13	12	16	14	13	16	15	14	14	16	17	
ZEVA URVIOLA WUALDETRUIDIZ	URB AZIRUNI III ETAPA ZONA - B	Mz-N Lt-06	VIVIENDA	2-068628	8	11	13	12	9	12	11	12	9	10	14	13	
ZUÑIGA VIEYRA HUMBERTO ARMANDO	COP SIMON BOLIVAR-AZIRUNI	Mz-F Lt-05	VIVIENDA	E15M201383	29	33	25	32	29	29	38	30	34	33	35	31	
ARPASI CONDORI NARCISO	COP SIMON BOLIVAR-AZIRUNI	Mz-A Lt-03	VIVIENDA	2-068670	9	10	10	13	11	12	14	14	24	22	24	23	
GALINDO PACO LUZ	COP SIMON BOLIVAR-AZIRUNI	Mz-E Lt-16	VIVIENDA	2-040585	26	22	25	20	25	31	32	29	31	21	24	23	
CHOQUE PARRA GUIDO ERNESTO	URB AZIRUNI III ETAPA ZONA - A	Mz-X Lt-08	VIVIENDA	E10SC05606	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
VILLAS GUTIERREZ TERESA JUANA	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-12 Lt-28	VIVIENDA	199723	13	12	14	12	11	7	9	12	14	16	18	17	
VALERIANO VALDEZ TERESA	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-20 Lt-18	VIVIENDA	6926860	24	25	28	32	31	22	19	33	36	33	18	11	
GONZALES CUTIPA LEONIDAS	COP SIMON BOLIVAR-AZIRUNI	Mz-G Lt-04	VIVIENDA	E15M206618	22	21	14	37	16	11	35	25	27	14	18	32	
GUTIERREZ CUEVAS PERCY	Urb AZIRUNI II ETAPA	Mz-J Lt-19	VIVIENDA	2-069018	10	14	18	12	20	23	26	26	12	19	14	12	
CALIZAYA RAMOS JAVIER	URB AZIRUNI III ETAPA ZONA - A	Mz-C Lt-03	VIVIENDA	E15M201730	13	13	8	12	10	7	5	3	4	5	6	4	
AGUIRRE GAZZANI DE CARNO ROSA	URB AZIRUNI III ETAPA ZONA - B	Mz-D Lt-01	VIVIENDA	2-039032	9	10	9	2	10	5	11	0	0	0	0	0	
FIGUEROA ARI OLGA	URB AZIRUNI III ETAPA ZONA - B	Mz-E Lt-11	VIVIENDA	2-040568	21	29	16	30	25	25	28	24	26	23	24	23	
HUMPIRI ZAPANA PILAR SARAGOZA	URB AZIRUNI III ETAPA ZONA - B	Mz-I Lt-13	VIVIENDA	2-068596	4	5	5	6	5	4	5	6	3	9	9	12	
MONZON MARISCAL SONIA	URB AZIRUNI III ETAPA ZONA - B	Mz-N Lt-03	VIVIENDA	8618251	26	29	25	18	24	34	29	24	23	31	31	31	
MAMANI ORTEGA JOSE	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-11 Lt-22	VIVIENDA	8624430	6	12	19	26	25	19	19	13	16	14	11	11	
OSECA ZACARI VICENTE	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-13 Lt-29	VIVIENDA	E15M201457	14	17	13	16	15	22	19	12	15	13	18	13	
CATACORA FLORES ANDRES	Urb AZIRUNI II ETAPA	Mz-C Lt-03	VIVIENDA	2-068900	25	22	19	21	20	23	23	22	21	19	24	22	
MAMANI TISNADO PAUL	URB AZIRUNI III ETAPA ZONA - B	Mz-N Lt-04	VIVIENDA	2-068674	23	29	19	24	22	27	29	30	24	19	25	12	
MARCE CONDEMYTA TIBURCIA NATIVIDAD	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-17 Lt-49	VIVIENDA	E15M222878	20	16	13	10	12	12	23	15	11	11	14	11	
CASTRO CENTENO NALDY CELIA	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-10 Lt-02	VIVIENDA	02069092	14	22	37	35	22	26	26	22	26	22	26	21	
MARA JANCCO JULIA	COP SIMON BOLIVAR-AZIRUNI	Mz-H Lt-01	VIVIENDA	2-068718	21	17	19	27	25	22	23	17	20	16	17	18	
AGUILAR VELASQUEZ PAULINA ADELA	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-13 Lt-15	VIVIENDA	E15M223153	14	13	12	15	11	16	15	14	11	14	16	15	
LEON ALVAREZ CARLOS UBALDO	URB AZIRUNI III ETAPA ZONA - B	Mz-B Lt-25	VIVIENDA	8624482	18	22	18	18	15	18	19	15	13	20	15	14	
ASTETE CENTENO ALEJANDRO	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-09 Lt-28	VIVIENDA	8620696	20	20	16	14	14	20	19	32	16	15	22	22	
CONDORI TICONA BEATRIZ	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-08 Lt-14	VIVIENDA	E15M201341	5	6	6	7	6	9	8	9	7	8	8	8	
VILLANUEVA SANCHEZ ALEXANDER ALBINO	Urb AZIRUNI I ETAPA	Mz-17 Lt-04	VIVIENDA	2-069043	19	19	14	25	22	27	26	18	17	23	27	27	
CHURA YAPUCHURA CARMEN GRACIELA	COP SIMON BOLIVAR-AZIRUNI	Mz-E Lt-08	VIVIENDA	2-068883	13	14	15	15	13	10	13	13	30	23	22	11	
MERCADO PILCO TERESA BEATRIZ	URB AZIRUNI III ETAPA ZONA - A	Mz-Z Lt-01	VIVIENDA	E15M222698	0	0	6	0	37	39	40	32	35	33	31	31	
MAMANI HUICHI EDILBERTA	Urb AZIRUNI II ETAPA	Mz-C Lt-07	VIVIENDA	2-068966	22	21	20	22	19	17	22	21	18	25	25	17	
CUTIPA TARAZONA GLADYS	Urb AZIRUNI II ETAPA	Mz-I Lt-01	VIVIENDA	02068959	22	27	23	28	26	29	25	13	11	12	21	17	

**FIGURA 14** REGISTRO DE CONSUMOS MENSUALES DE AGUA POR VIVIENDA

FUENTE: elaboración propia con datos de EMSA PUNO

En esta primera etapa de la ejecución del proyecto también se observó y determino las viviendas que posteriormente serán tomadas en cuenta como objeto de estudio, para la obtención de los datos de consumo horario y diario de agua potable, a través de la lectura del medidor de agua potable instalada en cada vivienda.

En el formato de lecturas horarias y diarias se recolectaron datos reales e insitu de los consumos de agua potable por vivienda en cada hora, se tomaron lecturas del avance de los marcadores de los medidores para realizar el análisis de estos posteriormente en gabinete.



Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - UNI PUNO

**FORMATO DE CONTROL DE CONSUMO DE AGUA POR HORAS**

Nº	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

**FIGURA 15** FORMATO DE CONTROL DE CONSUMO DE AGUA POR HORAS  
Fuente: elaboración propia

Después de los trabajos mencionados anteriormente se procedió a tomar datos reales del micromedidor de las viviendas en muestra que representa a la zona en estudio para poder calcular las variaciones horarias del consumo de agua potable, además de las horas críticas del consumo de agua.



**FIGURA 16** LECTURA DEL MICROMEDIDOR EN LA VIVIENDA CODIGO 11.  
FUENTE: IMAGEN PROPIA

Una vez obtenido todos los datos de muestreo en campo se procedió con el análisis de los mismos en gabinete, probando las hipótesis planteadas en el orden correspondiente a los planteados en el proyecto de tesis.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL													
PROYECTO DE INVESTIGACION "EVALUACIÓN DE LA DOTACIÓN DE AGUA POTABLE PARA SALCEDO-PUNO (2017)"													
REGISTRO DE LECTURAS HORARIAS DE LOS HOGARES EN ESTUDIO													
DOMINGO 22 DE OCTUBRE DEL 2017													
CODIGO	URBANIZACION	DIRECCION	C/H/H	HORAS DE LECTURA HORARIA									
				5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	18:00
1	Aziruni III etp. A	Mz. P Lt 02	5	182.826	182.839	182.863	182.877	182.892	182.913	182.949	183.004	183.067	183.112
2	Aziruni III etp. A	Mz. P Lt 03	4	218.322	218.328	218.334	218.345	218.381	218.416	218.445	218.465	218.476	218.502
3	Aziruni III etp. A	Mz. J Lt 07	4	229.183	229.215	229.279	229.346	229.403	229.448	229.471	229.537	229.556	229.602
4	Aziruni III etp. A	Mz. k Lt 11	2	212.712	212.718	212.721	212.728	212.737	212.760	212.776	212.789	212.797	212.836
5	Aziruni III etp. A	Mz. J Lt 01	4	240.731	240.792	240.807	240.824	240.864	240.903	240.944	240.974	240.999	241.039
6	Aziruni III etp. A	Mz. D Lt 10	3	50.934	50.951	50.959	50.970	50.998	51.030	51.061	51.084	51.100	51.137
7	Aziruni III etp. A	Mz. C' Lt 03	5	140.861	140.898	140.931	140.958	140.968	140.980	140.980	140.995	141.034	141.082
8	Aziruni III etp. A	Mz. H Lt 01	2	249.875	249.883	249.886	249.890	249.917	249.943	249.963	249.976	249.983	250.009
9	Aziruni III etp. A	Mz. F Lt 02	4	216.595	216.622	216.717	216.744	216.758	216.760	216.809	216.829	216.840	216.878
10	Aziruni III etp. A	Mz. G Lt 10	8	297.089	297.199	297.400	297.633	297.796	297.910	297.989	298.195	298.272	298.382
11	Aziruni III etp. A	Mz. G Lt 09	4	382.717	382.717	382.722	382.770	382.852	382.932	382.993	383.039	383.073	383.106
12	Aziruni III etp. A	Mz. Y Lt 26	5	296.581	296.642	296.754	296.824	296.840	296.844	296.918	296.949	296.969	297.011
13	Aziruni III etp. A	Mz. Y Lt 25	3	371.555	371.560	371.578	371.599	371.654	371.695	371.708	371.715	371.716	371.741
14	Aziruni I Etapa	Mz. 19 Lt 27	3	163.666	163.709	163.790	163.837	163.849	163.853	163.903	163.925	163.938	163.978
15	Aziruni I Etapa	Mz. 19 Lt 28	3	97.373	97.403	97.419	97.440	97.486	97.535	97.584	97.622	97.652	97.688
16	Aziruni II Etapa	Mz. A Lt 34	3	91.025	91.036	91.037	91.042	91.055	91.082	91.132	91.179	91.229	91.279
17	Aziruni II Etapa	Mz. A Lt 11	5	104.229	104.243	104.285	104.339	104.439	104.508	104.529	104.547	104.563	104.591
18	Aziruni II Etapa	Mz. A Lt 14	4	1439.036	1439.053	1439.097	1439.161	1439.277	1439.359	1439.381	1439.402	1439.403	1439.428
19	Aziruni III etp. A	Mz. P Lt 12	8	574.083	574.108	574.111	574.113	574.144	574.264	574.415	574.566	574.728	574.809
20	Aziruni III etp. A	Mz. I Lt 07	4	240.464	240.532	240.617	240.702	240.730	240.732	240.760	240.814	240.846	240.894
21	Aziruni III etp. A	Mz. L Lt 09	2	213.821	213.835	213.868	213.877	213.877	213.877	213.899	213.906	213.908	213.950
22	Aziruni III etp. B	Mz. P Lt 01	13	2680.455	2680.461	2680.467	2680.572	2680.833	2681.065	2681.204	2681.383	2681.536	2681.732
23	Aziruni II Etapa	Mz. C Lt 50	5	300.264	300.288	300.310	300.322	300.361	300.400	300.447	300.487	300.517	300.550
24	Aziruni II Etapa	Mz. C Lt 47	3	245.476	245.495	245.523	245.549	245.589	245.618	245.640	245.655	245.667	245.708
25	Aziruni II Etapa	Mz. B Lt 03	4	175.907	175.951	175.995	176.038	176.050	176.067	176.083	176.137	176.148	176.190
26	Aziruni II Etapa	Mz. B Lt 14-b	3	213.070	213.078	213.082	213.084	213.103	213.126	213.150	213.163	213.174	213.206
27	Aziruni II Etapa	Mz. B Lt 13	3	504.697	504.714	504.722	504.734	504.762	504.795	504.828	504.852	504.873	504.910
28	Aziruni II Etapa	Mz. B Lt 15	3	1235.621	1235.676	1235.723	1235.768	1235.779	1235.793	1235.814	1235.853	1235.880	1235.925
29	Aziruni II Etapa	Mz. B Lt 16	6	156.000	156.014	156.018	156.020	156.047	156.160	156.301	156.433	156.587	156.680
30	Aziruni II Etapa	Mz. J Lt 05	7	276.987	277.021	277.101	277.182	277.243	277.292	277.348	277.391	277.430	277.496
31	Aziruni II Etapa	Mz. J Lt 03	6	266.526	266.579	266.651	266.722	266.810	266.872	266.924	266.971	267.015	267.067
32	Aziruni I Etapa	Mz. 13 Lt 27	2	65.126	65.138	65.152	65.152	65.179	65.206	65.236	65.257	65.271	65.299
33	Aziruni I Etapa	Mz. 11 Lt 06	3	43.922	43.936	43.946	43.958	43.986	44.016	44.050	44.072	44.091	44.124
34	Aziruni I Etapa	Mz. 20 Lt 01	3	276.558	276.558	276.558	276.580	276.628	276.675	276.713	276.743	276.760	276.788
35	Aziruni I Etapa	Mz. 20 Lt 03	6	1701.921	1702.010	1702.076	1702.155	1702.198	1702.222	1702.285	1702.331	1702.397	
36	Aziruni I Etapa	Mz. 20 Lt 04	6	1876.918	1876.959	1876.998	1877.027	1877.092	1877.163	1877.243	1877.314	1877.367	1877.422
37	Aziruni I Etapa	Mz. 20 Lt 05	6	2326.391	2326.478	2326.573	2326.675	2326.714	2326.723	2326.754	2326.816	2326.852	2326.905
38	Aziruni II Etapa	Mz. I Lt 10	5	611.913	611.913	611.932	612.014	612.152	612.282	612.375	612.463	612.524	612.549
39	Aziruni II Etapa	Mz. I Lt 14	2	1028.917	1028.935	1028.960	1028.974	1028.974	1028.974	1028.975	1028.988	1028.993	1029.045

FIGURA 17 REGISTRO DE LAS LECTURAS HORARIAS EN EL SOFTWARE EXCEL

Fuente: elaboración propia, los datos en la totalidad de sus días y horas serán presentadas en anexos

### 3.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

#### 3.5.1. Distribución de Clases y Frecuencias

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, C. (1998)

**3.5.2. El 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. Numero de clases.**

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:

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

**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.**

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

**3.5.7. La mediana muestral**

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

Si n es par.

**3.5.8. Varianza.**

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

**3.5.9. Coeficiente de Variación.**

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

**3.5.10. Estimación de  $Z_c$ .**

$$Z_c = \frac{X_1 + X_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

## CAPÍTULO IV.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. RESULTADOS DE LA ENCUESTA

##### 4.1.1. Población total.

##### 4.1.1.1. Frecuencia

La tabla 5 muestra que la población encuestada es de 1246 viviendas, en las cuales uno de sus integrantes respondió de manera correcta con las siete preguntas planteadas, dejando en su efecto 0 datos perdidos para todas las preguntas. Esto debido a que con anterioridad los investigadores hicieron un filtro, afín de aminorar errores.

**TABLA 5 FRECUENCIA DE LA POBLACIÓN ENCUESTADA**

	¿La vivienda está ocupada o desocupada?	¿De qué tipo es su vivienda?	¿Material de construcción de su vivienda?	¿Qué revestimiento o tiene su vivienda?	¿El agua de su consumo proviene de?	¿El SS HH de esta vivienda está?	¿Cuenta con micromedidor de agua?
<b>Válido</b>	1246	1246	1246	1246	1246	1246	1246
<b>Perdidos</b>	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia con el software SPSS

##### A). Estado de la vivienda

A los encuestados se les hizo la pregunta de si: ¿la vivienda era ocupada de manera permanente, con moradores presentes? O ¿la vivienda es de uso temporal?. La respuesta recogida es la mostrada en la tabla 5, con moradores presentes un total de 1213 viviendas representando un 97.4 % del total y 33 viviendas con uso temporal, haciendo el 2.6 % del total de viviendas encuestadas. Lo que significa que un porcentaje muy mínimo suele usar su vivienda ocasionalmente o por temporadas.

**TABLA 6 ESTADO OCUPACIONAL DE LA VIVIENDA**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>con moradores presentes</b>	1213	97,4	97,4	97,4
<b>Válido con uso temporal</b>	33	2,6	2,6	100,0
<b>Total</b>	1246	100,0	100,0	

Fuente: elaboración propia con el software SPSS

*B). Material de construcción de la vivienda según al estrato que pertenece*

En la tabla 7 claramente se puede observar que el material de construcción predominante, es el material noble en los cinco estratos, seguido por material rustico con apenas 6 viviendas y por ultimo solo con una vivienda, la construcción con material mixto, es decir una combinación de los dos materiales antes mencionada.

**TABLA 7 MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN LA VIVIENDA SEGÚN ESTRATOS**

	Material de construcción de su vivienda?			Total
	material noble	material rustico	mixto	
<b>nivel socioeconómico A</b>	101	1	0	102
<b>nivel socioeconómico B</b>	219	2	0	221
<b>ESTRATO SOCIAL nivel socioeconómico C</b>	473	1	0	474
<b>nivel socioeconómico D</b>	289	1	1	291
<b>nivel socioeconómico E</b>	157	1	0	158
<b>Total</b>	1239	6	1	1246

Fuente: elaboración propia con el software SPSS

*C). Material de revestimiento de la vivienda en cada estrato*

Una de las preguntas en la encuesta era sobre el material de revestimiento de las viviendas, resultando ser el material cemento-concreto el de mayor tendencia entre las viviendas encuestadas y sobresaliendo en el estrato C, con 336 viviendas revestidas con el material antes mencionado. Como se detalla en la tabla 8.



**TABLA 8 MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN LA VIVIENDA SEGÚN ESTRATOS**

		¿Qué revestimiento tiene su vivienda?				Total
		concreto, cemento	pétreos	adobe	otros (ladrillo)	
<b>ESTRATO SOCIAL</b>	nivel socioeconómico A	55	43	0	4	102
	nivel socioeconómico B	135	33	0	53	221
	nivel socioeconómico C	336	21	0	117	474
	nivel socioeconómico D	131	1	0	159	291
	nivel socioeconómico E	66	1	1	90	158
<b>Total</b>		723	99	1	423	1246

Fuente: elaboración propia con el software SPSS

Se realiza un cuadro comparativo entre el material de construcción y revestimiento de la vivienda, resultando ser la combinación de mayor tendencia material noble revestido con cemento-concreto, mientras en segundo plano se tiene material noble revestido con material pétreo, comparando la tabla 7 con la tabla 8, se puede determinar que esta combinación es predominada por el estrato B con 43 viviendas.

Todo análisis y combinación se puede realizar a partir de las tablas 7 y 8.

**TABLA 9 RELACIÓN ENTRE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN Y REVESTIMIENTO**

		Que revestimiento tiene su vivienda?				Total
		concreto, cemento	pétreos	adobe	otros (ladrillo)	
¿ de qué material de construcción es su vivienda?	material noble	718	99	1	421	1239
	material rustico	5	0	0	1	6
	mixto	0	0	0	1	1
<b>Total</b>		723	99	1	423	1246

Fuente: elaboración propia con el software SPSS

#### 4.1.2. Evaluación de estratos

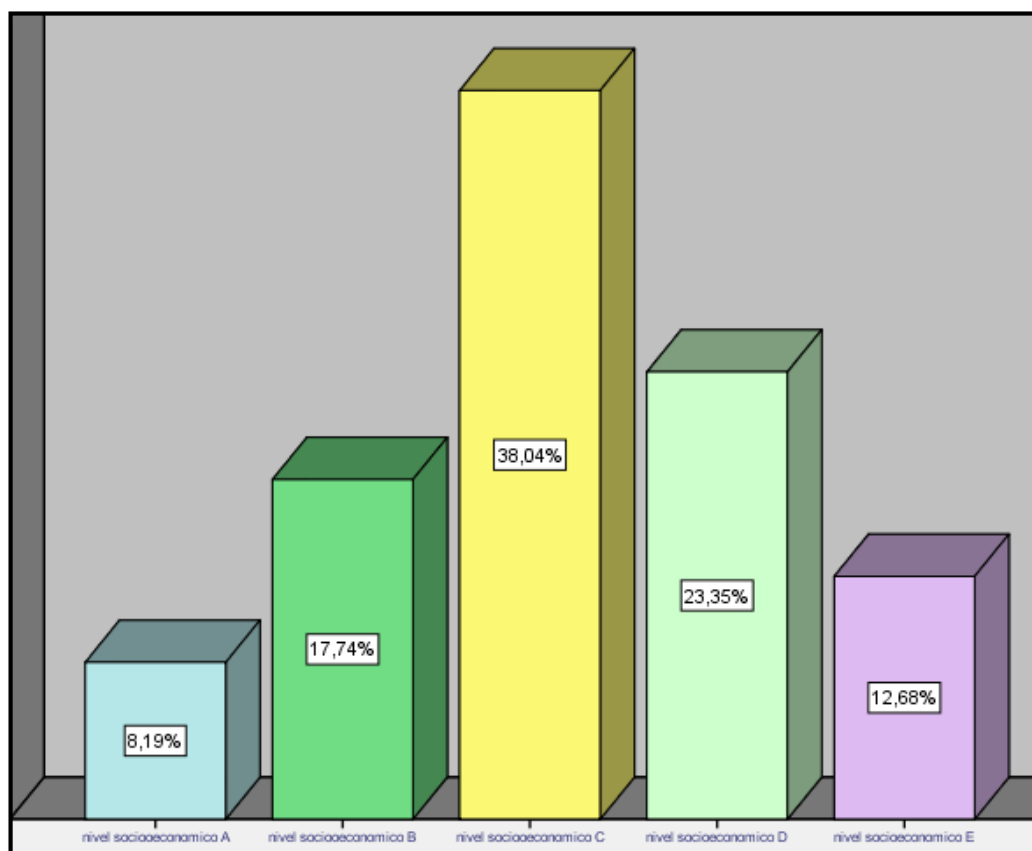
La encuesta realizada sirve para conocer el estrato predominante, el estrato identificado servirá como población de análisis, para conseguir los objetivos planteados, determinándose que el estrato predominante será el del nivel

socioeconómico C, hogares donde el ingreso económico promedio mensual está en el rango de S/. 1,992 a S/. 3,261. Grupo que representa el 38 % del total de la población encuestada.

**TABLA 10 NIVEL SOCIOECONÓMICO**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
nivel socioeconómico A	102	8,2	8,2	8,2
nivel socioeconómico B	221	17,7	17,7	25,9
nivel socioeconómico C	474	38,0	38,0	64,0
nivel socioeconómico D	291	23,4	23,4	87,3
nivel socioeconómico E	158	12,7	12,7	100,0
<b>Total</b>	<b>1246</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: elaboración propia con el software SPSS



**FIGURA 18 HISTOGRAMA DE FRECUENCIA DE CADA NIVEL SOCIOECONÓMICO**  
FUENTE: elaboración propia con el software SPSS

### 4.1.3. Estrato Predominante.

El estrato sobre el cual se trabaja la investigación, será en el nivel socioeconómico C, por presentar el mayor porcentaje de hogares, con el 38 % de la población en estudio.

En este estrato se determinará el consumo de agua, por habitante, por día, así mismo las variaciones de consumo tanto horarias, diarias y por estaciones.

#### 4.1.3.1. Frecuencia en el estrato C

En el estrato socioeconómico C, el número total de viviendas o familias es de 474. De los cuales solo 10 de estas no son habitadas durante todo año, es decir son viviendas de uso temporal.

**TABLA 11 ESTADO OCUPACIONAL DE LA VIVIENDA EN EL ESTRATO C**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>con moradores presentes</b>	464	97,9	97,9	97,9
<b>Válido con uso temporal</b>	10	2,1	2,1	100,0
<b>Total</b>	474	100,0	100,0	

Fuente: elaboración propia con el software SPSS

#### A). Viviendas destinadas.

La mayoría de las viviendas del estrato C están destinadas al uso doméstico familiar.

**TABLA 12 USO DE VIVIENDAS EN EL ESTRATO C**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Unifamiliar</b>	448	94,5	94,5	94,5
<b>Válido Multifamiliar</b>	26	5,5	5,5	100,0
<b>Total</b>	474	100,0	100,0	

Fuente: elaboración propia con el software SPSS

*B). Material de construcción de las viviendas*

En la tabla 13 muestra los materiales de construcción que presentan las viviendas, del que se puede concluir, que las viviendas del estrato socioeconómico C, casi en su totalidad son construidas de material noble.

**TABLA 13 MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS EN EL ESTRATO C**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válido</b>				
material noble	473	99,8	99,8	99,8
material rustico	1	,2	,2	100,0
<b>Total</b>	<b>474</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: elaboración propia con el software SPSS

*C). Numero de niveles en las viviendas*

El número de niveles predominante en el estrato socioeconómico C, son los hogares de dos niveles con un porcentaje de 56. 8 % de las 474 viviendas del estrato C.

**TABLA 14 NÚMERO DE NIVELES EN LAS VIVIENDAS DEL ESTRATO C**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>N° de niveles</b>				
1	95	20,0	20,0	20,0
2	269	56,8	56,8	76,8
3	101	21,3	21,3	98,1
4	9	1,9	1,9	100,0
<b>Total</b>	<b>474</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: elaboración propia con el software SPSS

#### D). *Material de revestimiento de las viviendas*

El material predominante es el cemento-concreto con un 70.9 % seguido por otros (ladrillo), este representa a las viviendas de construcción con material noble sin acabado alguno. Siendo el 24.7 % del total de 474 viviendas.

**TABLA 15 MATERIAL DE REVESTIMIENTO EN EL ESTRATO C**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>concreto, cemento</b>	336	70,9	70,9	70,9
<b>Pétreos</b>	21	4,4	4,4	75,3
<b>Material otros (ladrillo)</b>	117	24,7	24,7	100,0
<b>Total</b>	474	100,0	100,0	

Fuente: elaboración propia con el software SPSS

#### E). *Conexión de los servicios básicos.*

Los servicios básicos tanto de agua y alcantarillado en un 100 % están conectados a la red pública, administrada por la empresa prestadora de servicios EMSA PUNO. Concluyéndose que las 474 viviendas encuestadas prestan de los servicios de la empresa antes mencionada.

## 4.2. DOTACIÓN DE AGUA

Para la determinación de la dotación, se empezará por evaluar los consumos por meses, determinándose el promedio mensual de consumo de agua potable en litros por habitante por día.

#### 4.2.1. Dotación de agua por meses

##### 4.2.1.1. Consumo de agua para el mes de julio

#### El Rango

No es más que la diferencia dada por el valor máximo menos el valor mínimo tras la formula resulta esto:

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

$$R = 193.55 - 5.38$$

$$R = 188.17$$

#### Numero De Clases

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

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

$$K = 1 + 3.3 * \text{Log}(461)$$

$$K = 9.79 \cong 10$$

#### 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:

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

$$A = \frac{188.17}{10}$$

$$A = 18.817 \cong 18.82$$

$$R = K * A = 188.2$$

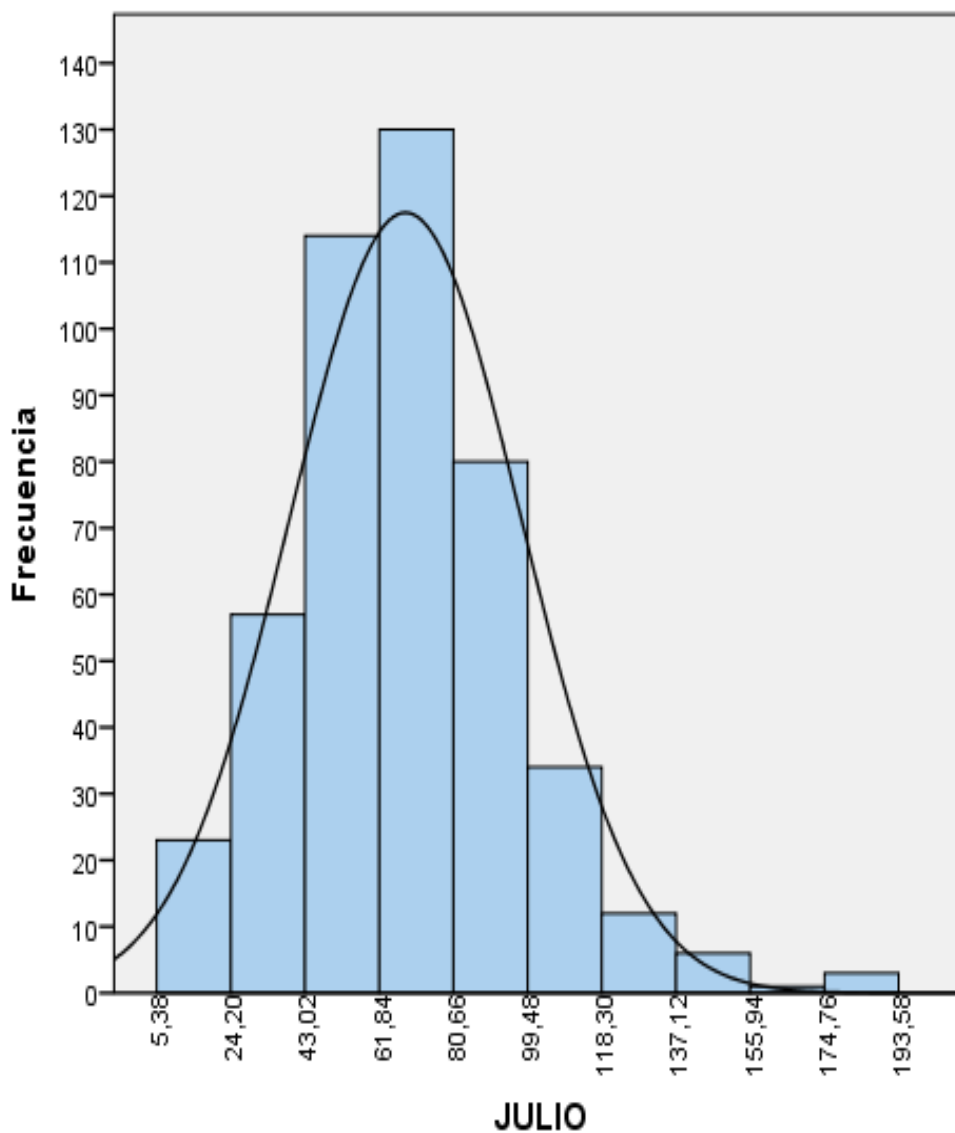
**TABLA 16 DATOS AGRUPADOS DEL MES DE JULIO 2016**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	<b>5,38 - 24,20</b>	24	5,1	5,2	5,2
	<b>24,21 - 43,02</b>	47	12,0	12,4	17,6
	<b>43,03 - 61,84</b>	104	24,1	24,7	42,3
	<b>61,85 - 80,66</b>	130	27,4	28,2	70,5
	<b>80,67 - 99,48</b>	95	16,9	17,4	87,9
<b>Rangos</b>	<b>99,49 - 118,30</b>	75	7,2	7,4	95,2
	<b>118,31 - 137,12</b>	12	2,5	2,6	97,8
	<b>137,13 - 155,94</b>	6	1,3	1,3	99,1
	<b>155,95 - 174,76</b>	1	,2	,2	99,3
	<b>174,77 - 193,55</b>	3	,6	,7	100,0
	<b>Total</b>	461	97,3	100,0	
<b>Perdidos</b>	<b>0</b>	13	2,7		
	<b>Total</b>	474	100,0		

Fuente: elaboración propia con el software SPSS

Histograma del mes de julio

La clase modal se encuentra en el intervalo número 4, cuyo intervalo es de **61.85 – 80.66**. En dicho intervalo la frecuencia es de 130 viviendas haciendo un porcentaje de 27.4 % del total de datos válidos para el análisis.



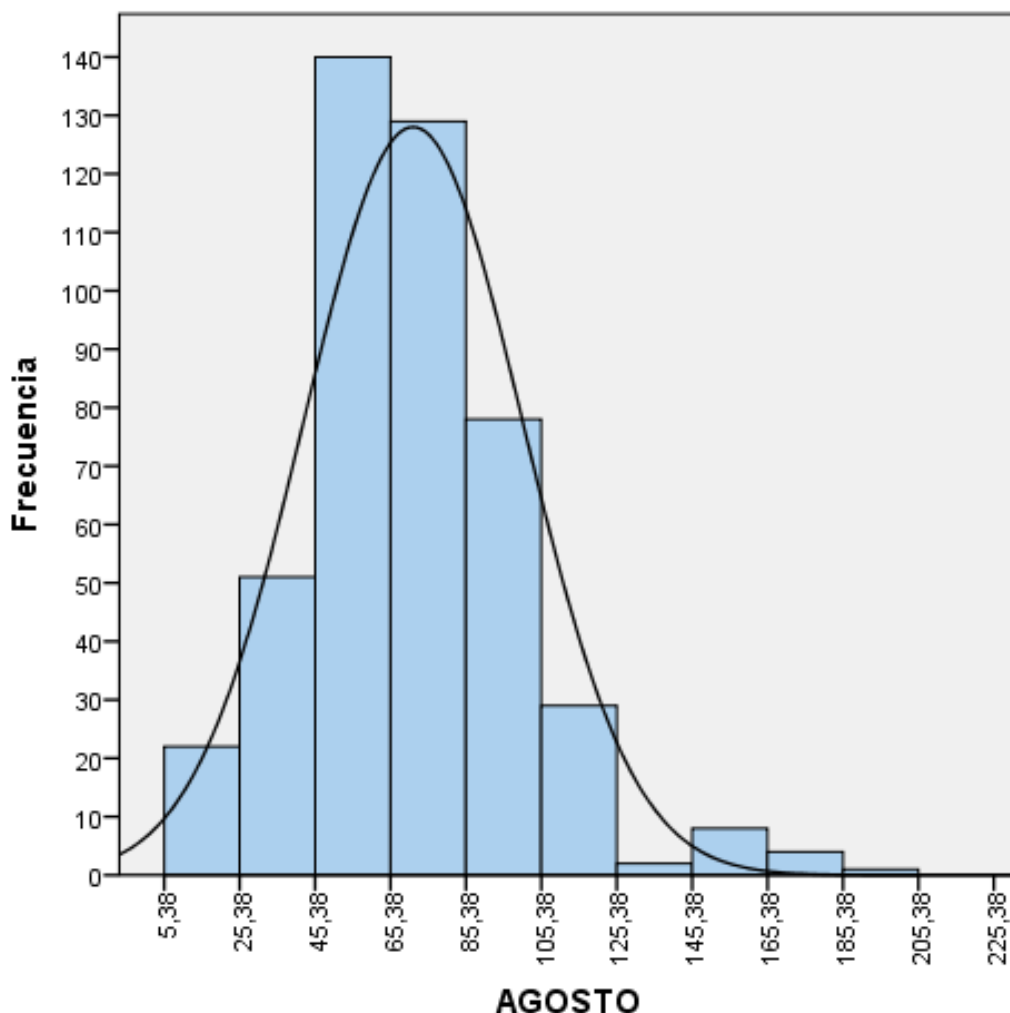
**FIGURA 19** HISTOGRAMA DE DATOS AGRUPADOS DEL MES DE JULIO  
 FUENTE: elaboración propia con el software SPSS



**4.2.1.2. Consumo de agua para el mes de agosto 2016**

Para el mes de agosto del 2016 se tiene 08 muestras perdidas, por estar su lectura en 0 m<sup>3</sup> y mayor a 225 m<sup>3</sup>. Quedando como muestra valida 466 muestras, la muestra valida serán agrupadas en 10 clases o intervalos, con una amplitud de 20 unidades. En donde la clase modal se encuentra en la clase número 3, la que está comprendida entre los límites de clase inferior y superior: **45.38 Lt. /Hab./día** – **65.38 Lt. /Hab./día** respectivamente.

Resultando del análisis un promedio o media del consumo de agua en litros por habitante durante el día **71.37 Lt. /Hab./día**.



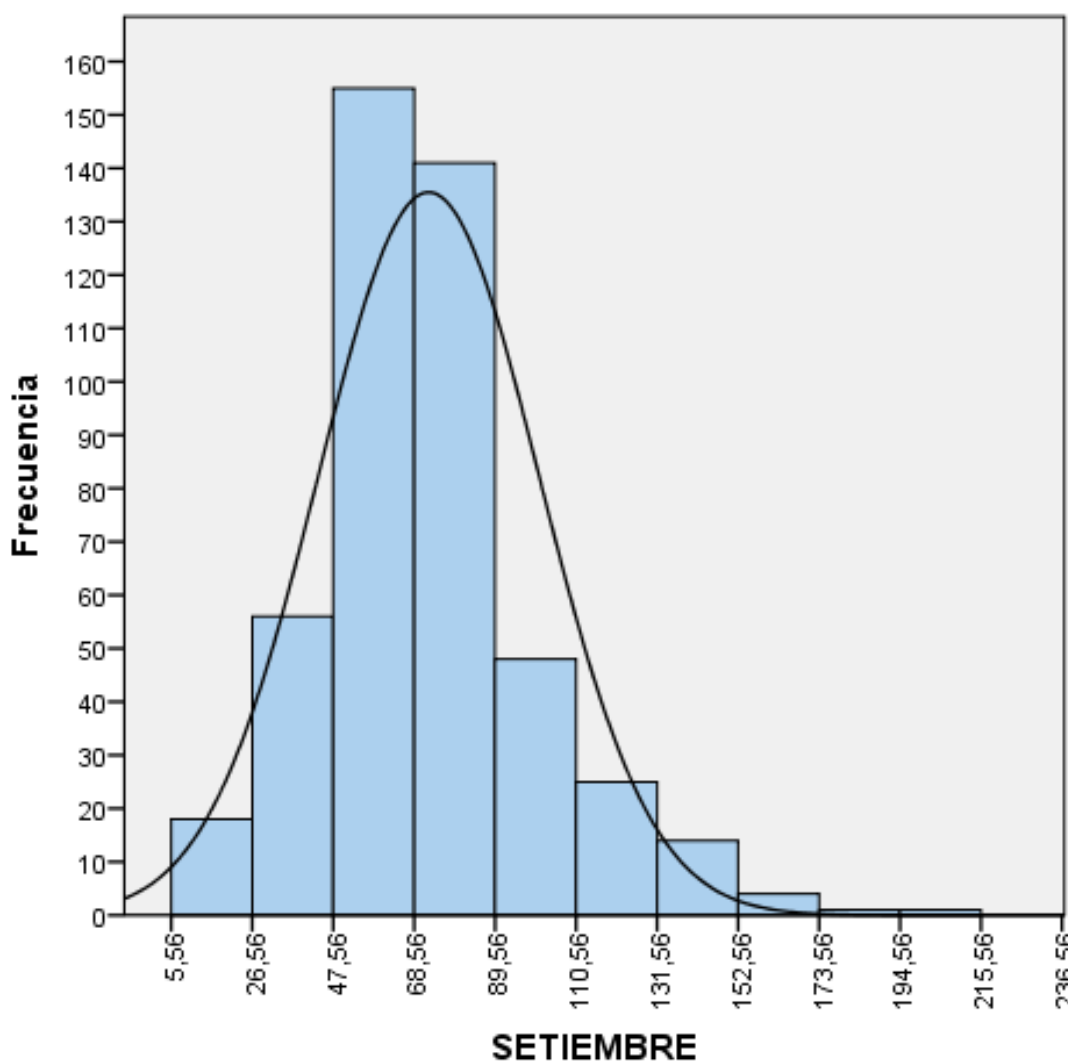
**FIGURA 20** HISTOGRAMA DE DATOS AGRUPADOS DEL MES DE AGOSTO  
Fuente: elaboración propia con el software SPSS

**4.2.1.3. Consumo de agua para el mes de setiembre 2016**

El número de clases o intervalos a los que se agruparán los datos a 10, con una amplitud de 21 unidades. Donde la clase modal será la 3 donde los límites de clase van de **47.26 Lt. /Hab./día - 58.26 Lt. /Hab./día**.

Se desestimó a 10 muestras como datos perdidos por estar su lectura en 0 m<sup>3</sup> o mayor a 225 m<sup>3</sup>. Quedando como muestra valida 466 muestras.

La media de dotación para el mes de setiembre resulta **72.31 Lt. /Hab./día**.

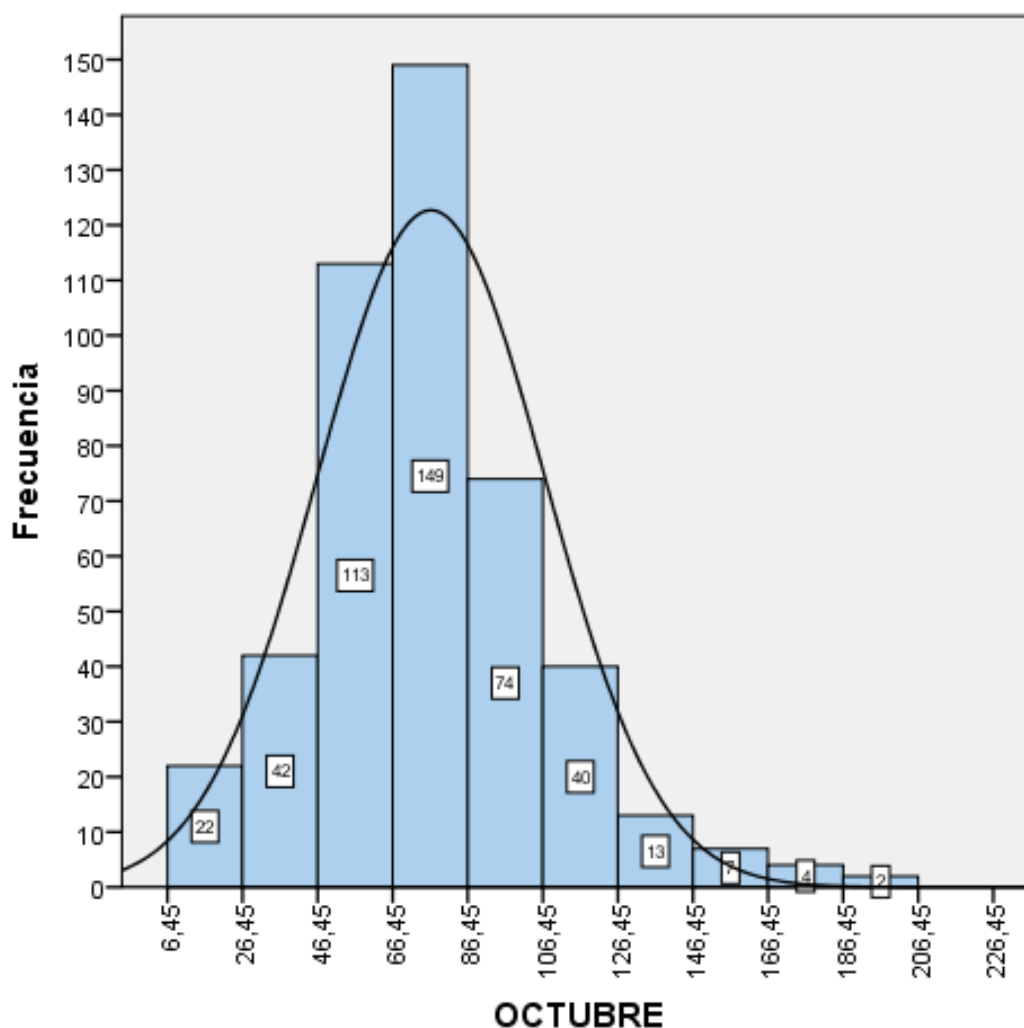


**FIGURA 21 HISTOGRAMA DE DATOS AGRUPADOS DEL MES DE SETIEMBRE**  
 Fuente: elaboración propia con el software SPSS

4.2.1.4. Consumo de agua para el mes de octubre 2016

Para el mes de octubre los datos se agruparán en 10 clases, con una amplitud de 20 unidades, la clase predominante es la numero 4 la que tiene límites de clase inferior y superior de **66.45 Lt. /Hab./día. - 86.45 Lt. /Hab./día.** Respectivamente con una frecuencia de 149 muestras.

Resultando del análisis un promedio o media del consumo de agua en litros por habitante durante el día **76.63 Lt. /Hab./día.**

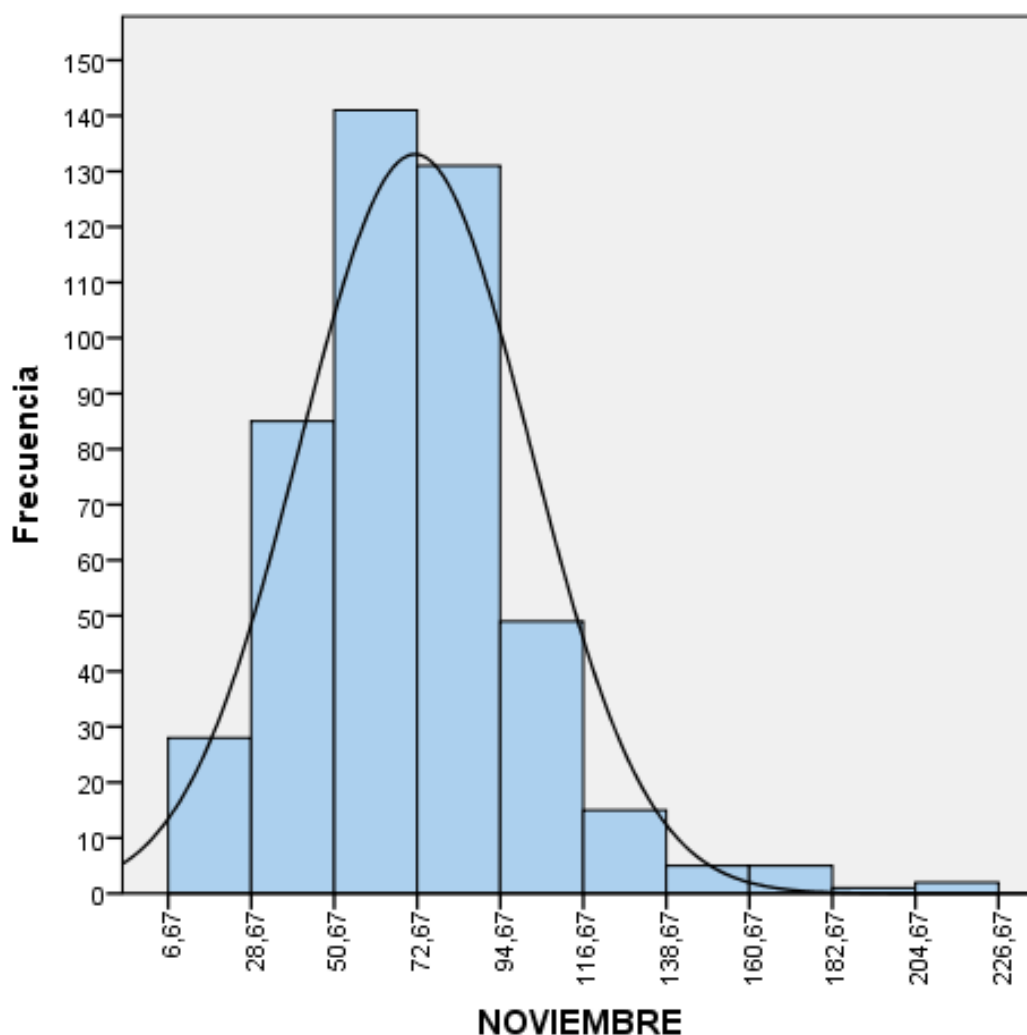


**FIGURA 22 HISTOGRAMA DE DATOS AGRUPADOS DEL MES DE OCTUBRE**  
 Fuente: elaboración propia con el software SPSS

**4.2.1.5. Consumo de agua para el mes de noviembre 2016**

Para el mes de noviembre los datos se agruparán en 10 clases, con una amplitud de 22 unidades, la clase predominante es la numero 3 la que tiene límites de clase inferior y superior de **50.67 Lt. /Hab./día. – 72.67 Lt. /Hab./día.** Respectivamente.

Resultando del análisis un promedio o media del consumo de agua en litros por habitante durante el día de **72.07 Lt. /Hab./día.**

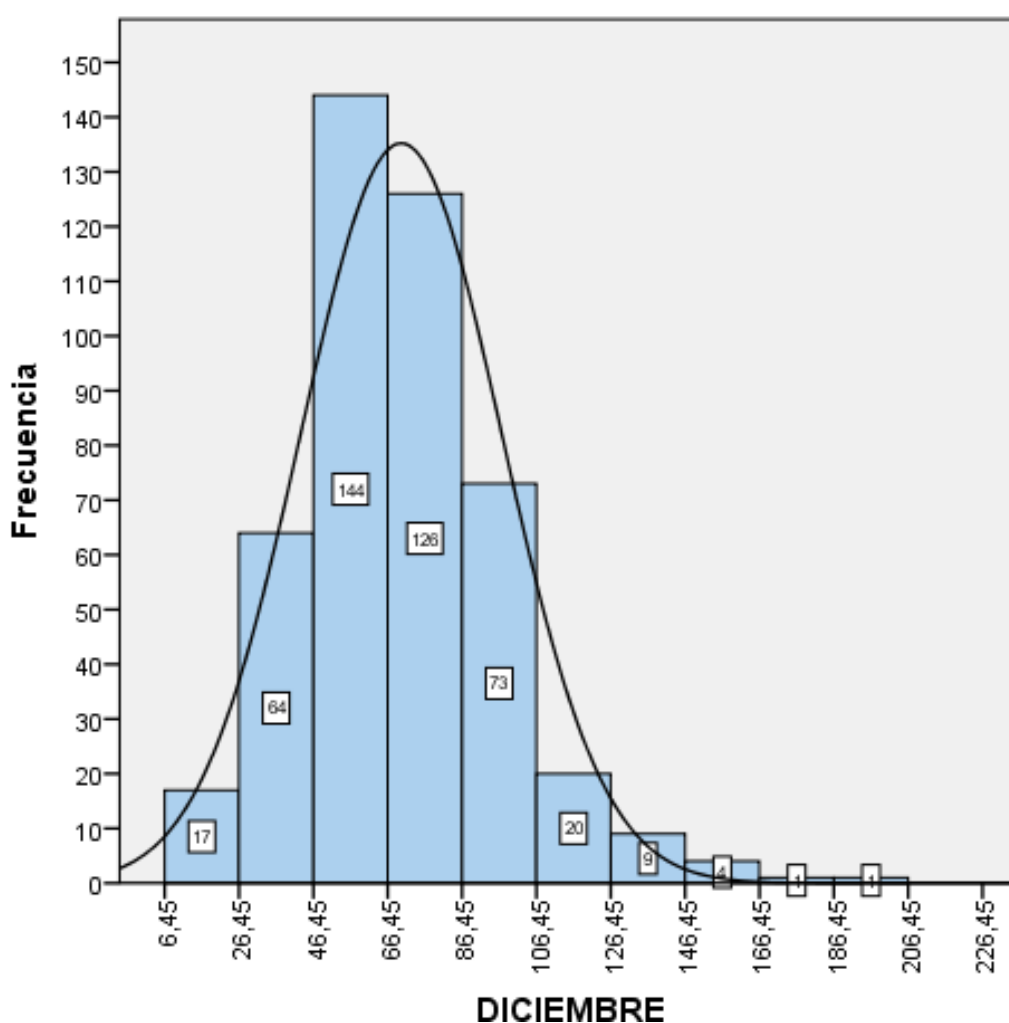


**FIGURA 23** HISTOGRAMA DE DATOS AGRUPADOS DEL MES DE NOVIEMBRE  
 Fuente: elaboración propia con el software SPSS

4.2.1.6. Consumo de agua para el mes de diciembre 2016

Los datos se agruparán en 10 clases, con una amplitud de 20 unidades. En el cual la clase modal predomina con 144 datos en su rango. El cual se encuentra entre los límites de clase inferior y límite de clase superior **46.45 Lt. /Hab./día. – 66.45 Lt. /Hab./día.** Respectivamente.

Resultando del análisis un promedio o media del consumo de agua en litros por habitante durante el día **70.07 Lt. /Hab./día.**

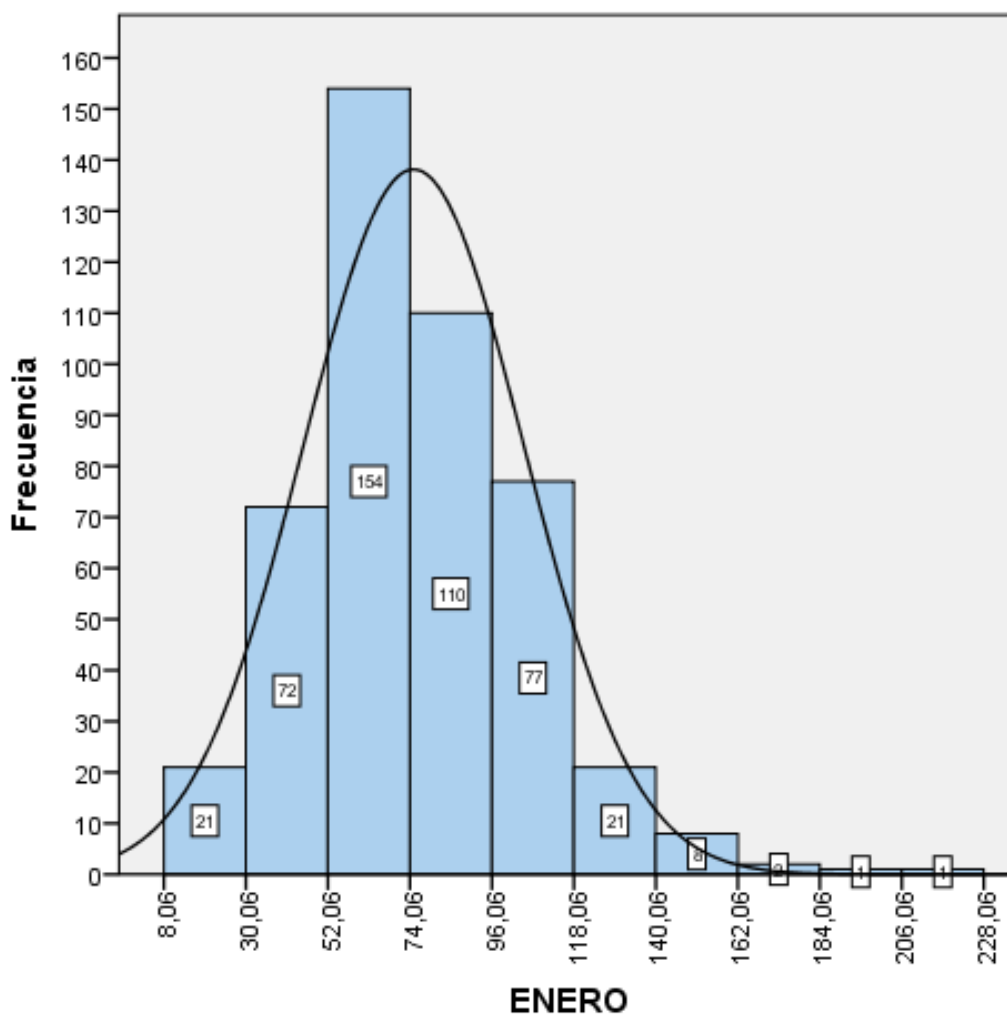


**FIGURA 24** HISTOGRAMA DE DATOS AGRUPADOS DEL MES DE DICIEMBRE  
Fuente: elaboración propia con el software SPSS

#### 4.2.2. Consumo de agua para el mes de enero 2017

Se tiene para el mes de enero 15 muestras pérdidas, por estar su lectura en 0 lt/hab/día y mayores a 225 lt/hab/día. Quedando como muestra valida 459 muestras que serán agrupadas en 10 clases o intervalos, con una amplitud de 22 unidades. En donde la clase modal cuenta con 154 viviendas, las que se encuentra en la clase número 3 que está comprendida entre los límites de clase inferior y superior **52.06 Lt. /Hab./día – 74.06 Lt. /Hab./día** respectivamente.

Resultando del análisis un promedio o media del consumo de agua en litros por habitante durante el día **75.06 Lt. /Hab./día**.

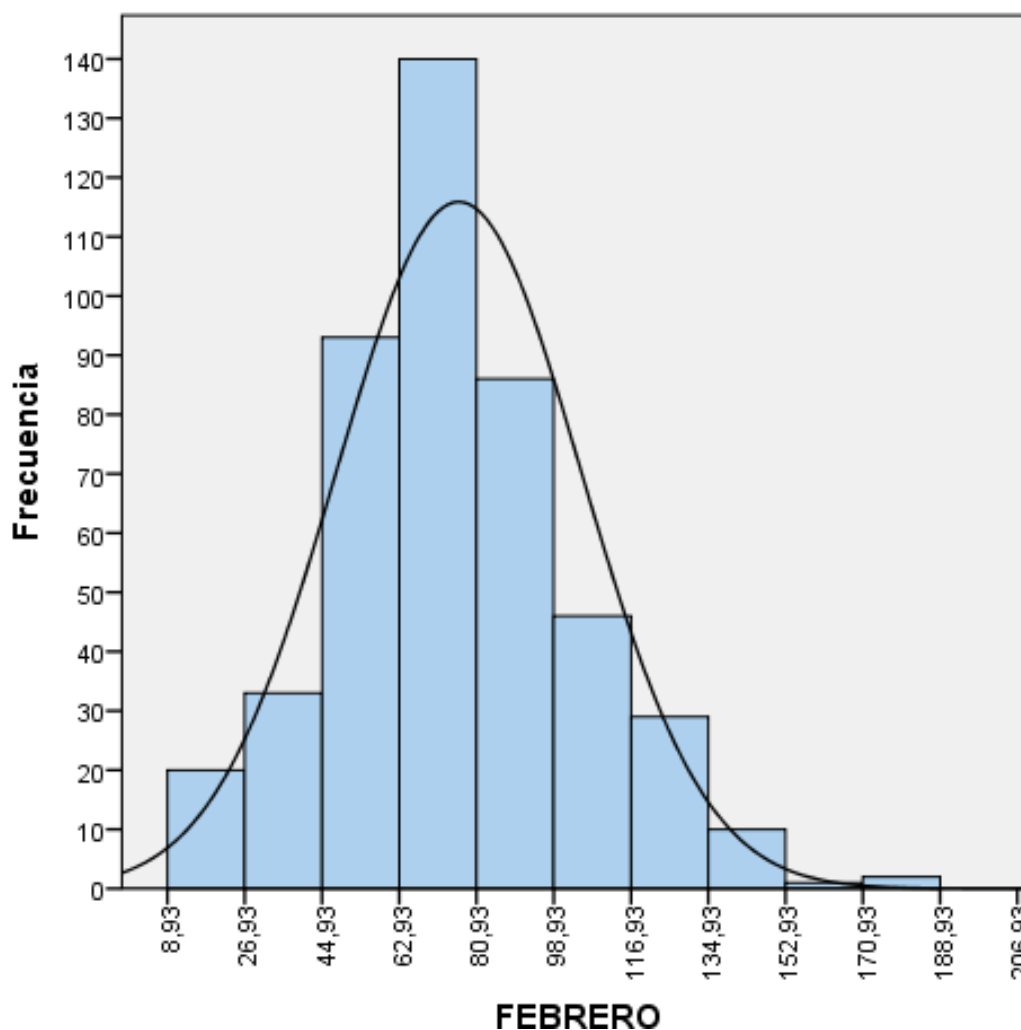


**FIGURA 25** HISTOGRAMA DE DATOS AGRUPADOS DEL MES DE ENERO  
Fuente: elaboración propia con el software SPSS

#### 4.2.3. Consumo de agua para el mes de febrero 2017

Para el mes de febrero se tiene 13 muestras perdidas, debido a que las facturaciones están en 0 lt/hab/día y mayores a 225 lt/hab/día. Quedando como muestra valida 461 muestras que serán agrupadas en 10 clases o intervalos, con una amplitud de 18 unidades. En donde la clase modal se encuentra en la clase número 4 que está comprendida entre los límites de clase inferior y superior **62.93 Lt. /Hab./día – 80.93 Lt. /Hab./día** respectivamente.

Resultando del análisis un promedio o media del consumo de agua en litros por habitante durante el día **76.80 Lt. /Hab./día**.

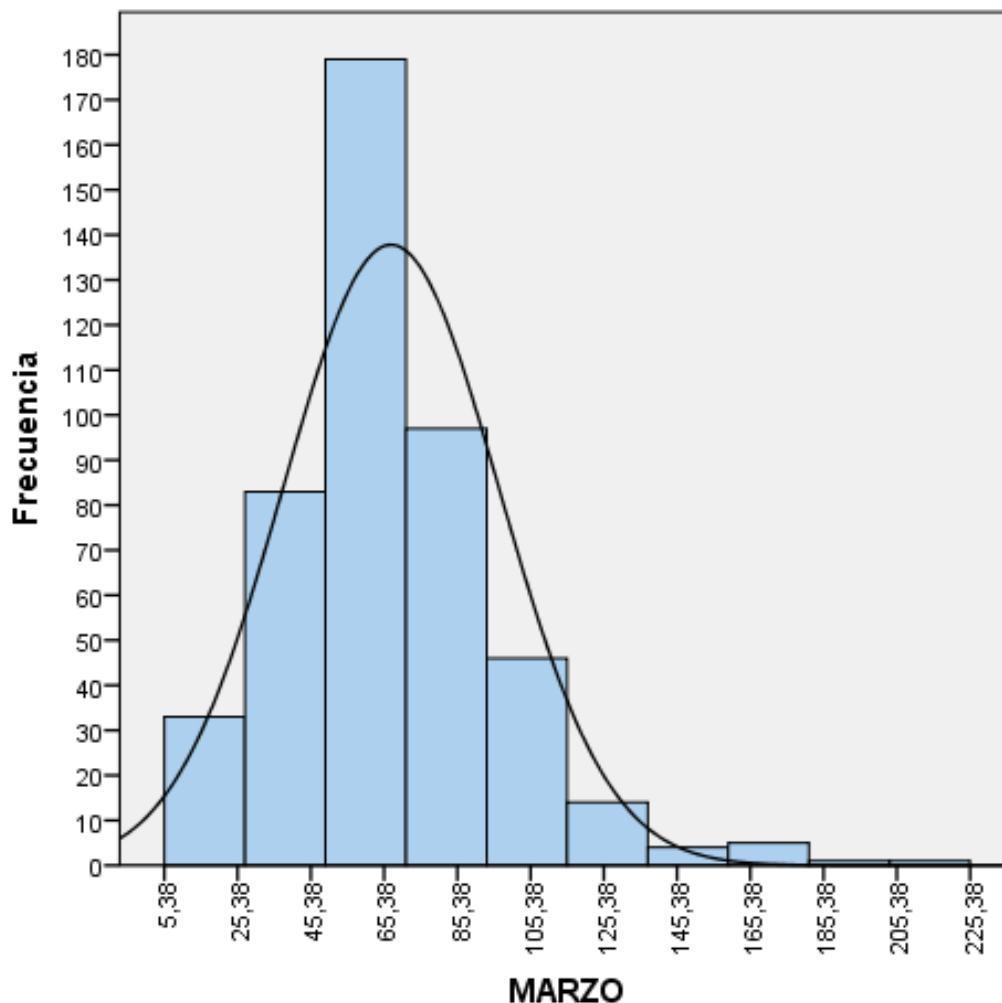


**FIGURA 26** HISTOGRAMA DE DATOS AGRUPADOS DEL MES DE FEBRERO  
Fuente: elaboración propia con el software SPSS

**4.2.1. Consumo de agua para el mes de marzo 2017**

Para el mes de marzo del 2017, se tiene 10 muestras perdidas por estar su lectura en 0 lt/hab/día. y mayor a 225 lt/hab/día. Quedando como muestra valida 464 muestras que serán agrupadas en 8 clases o intervalos, con una amplitud de 21 unidades. En donde la clase modal se encuentra en la clase número 3 que está comprendida entre los límites de clase inferior y superior **46.38 Lt. /Hab./día – 67.38 Lt. /Hab./día** respectivamente.

Resultando del análisis un promedio o media del consumo de agua en litros por habitante durante el día **67.25 Lt. /Hab./día.**



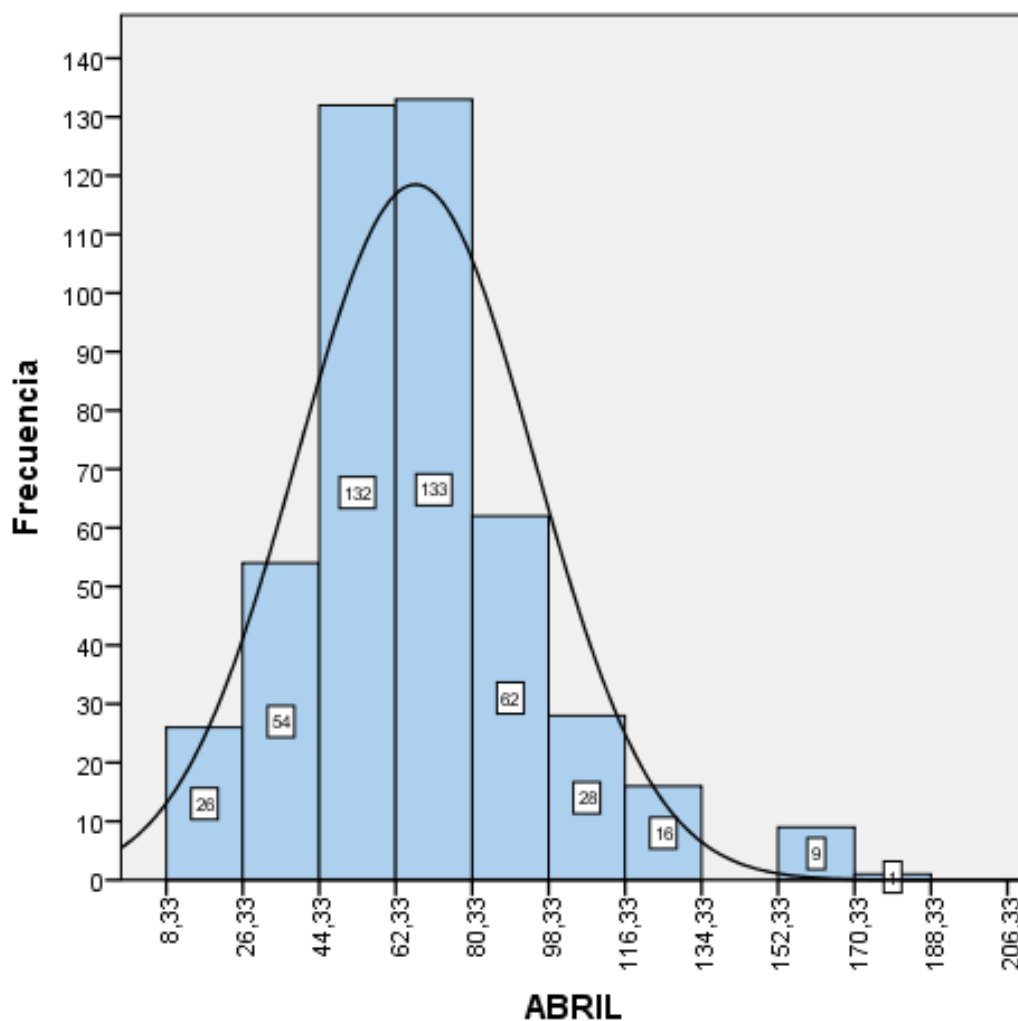
**FIGURA 27 HISTOGRAMA DE DATOS AGRUPADOS DEL MES DE MARZO**  
Fuente: elaboración propia con el software SPSS



#### 4.2.1. Consumo de agua para el mes de abril 2017

Se tiene para el mes de abril, 13 muestras perdidas por estar su lectura en 0 lt/hab/día y mayor a 245 lt/hab/día Quedando como muestra valida 461 muestras, las que serán agrupadas en 10 clases o intervalos, con una amplitud de 18 unidades. En donde la clase modal cuenta con 133 viviendas, donde la clase número 4 está comprendida entre los límites de clase inferior y superior **62.33 Lt. /Hab./día – 80.33 Lt. /Hab./día** respectivamente.

Resultando del análisis un promedio o media del consumo de agua en litros por habitante durante el día de **66.98 Lt. /Hab./día**.

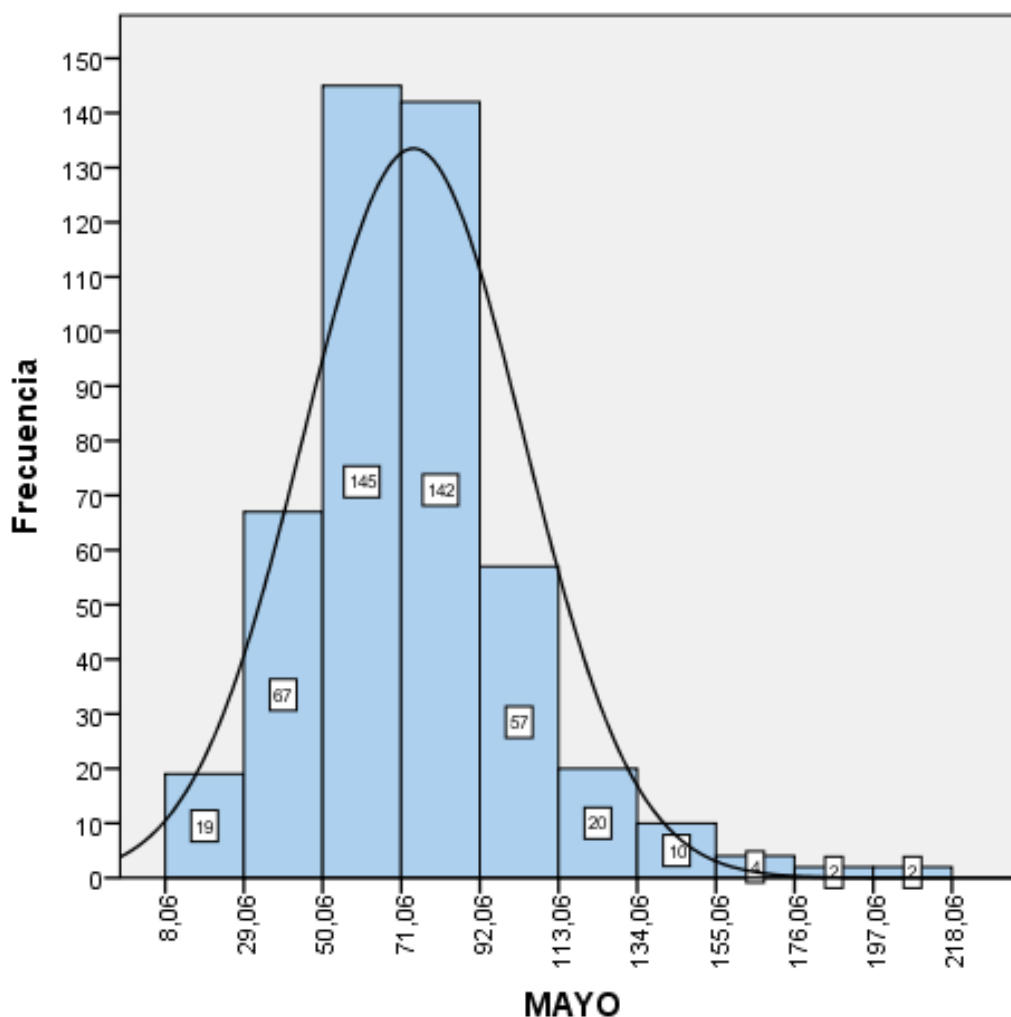


**FIGURA 28** HISTOGRAMA DE DATOS AGRUPADOS DEL MES DE ABRIL  
 Fuente: elaboración propia con el software SPSS

### 4.2.1. Consumo de agua para el mes de mayo 2017

Se tiene para el mes de mayo, 06 muestras pérdidas por estar su lectura en 0 lt/hab/día y mayor a 245 lt/hab/día. Quedando como muestra valida 468 muestras que serán agrupadas en 10 clases o intervalos, con una amplitud de 21 unidades. En la clase modal se encuentran 145 viviendas, pertenecientes a la clase número 3 que está comprendida entre los límites de clase inferior y superior **50.06 Lt. /Hab./día – 71.06 Lt. /Hab./día** respectivamente.

Resultando del análisis un promedio o media del consumo de agua en litros por habitante durante el día **74.32 Lt. /Hab./día**.

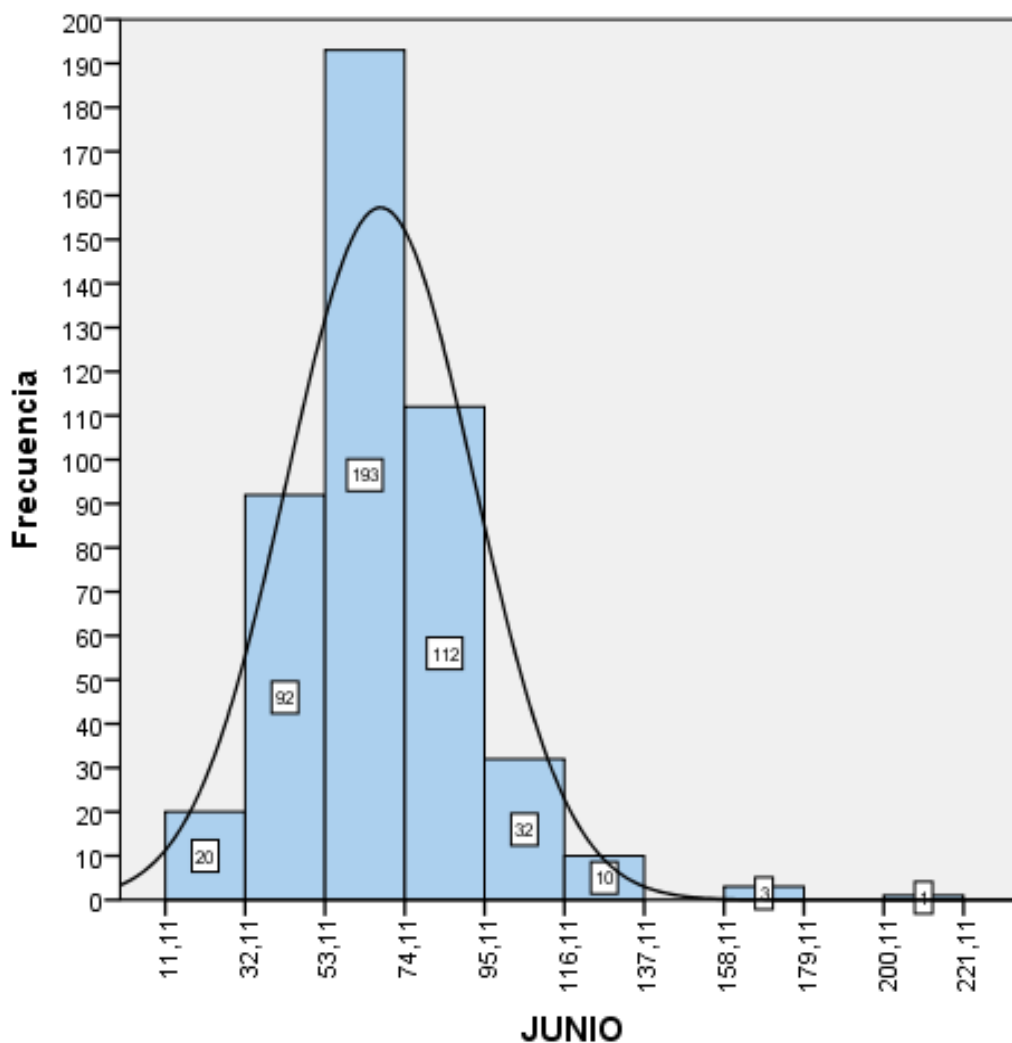


**FIGURA 29** HISTOGRAMA DE DATOS AGRUPADOS DEL MES DE MAYO  
Fuente: elaboración propia con el software SPSS

### 4.2.1. Consumo de agua para el mes de junio 2017

Se tiene para el mes de enero, 11 muestras perdidas por estar su lectura en 0 lt/hab/día y mayor a 245 lt/hab/día. Quedando como muestra valida 463 muestras que serán agrupadas en 10 clases o intervalos, con una amplitud de 21 unidades. En la clase modal se encuentran 193 viviendas, pertenecientes a la clase número 3 que está comprendida entre los límites de clase inferior y superior **53.11 Lt. /Hab./día – 74.11 Lt. /Hab./día** respectivamente.

Resultando del análisis un promedio o media del consumo de agua en litros por habitante durante el día **67.73 Lt. /Hab./día**.



**FIGURA 30** HISTOGRAMA DE DATOS AGRUPADOS DEL MES DE JUNIO  
Fuente: elaboración propia con el software SPSS

#### 4.2.2. Media de la dotación

Se resume en la tabla número 19, las tendencias centrales de cada uno de los doce meses que conforman el año, del año 2016 se tiene los meses de julio, agosto, setiembre, octubre, noviembre y diciembre, mientras del 2017 se tiene los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio.

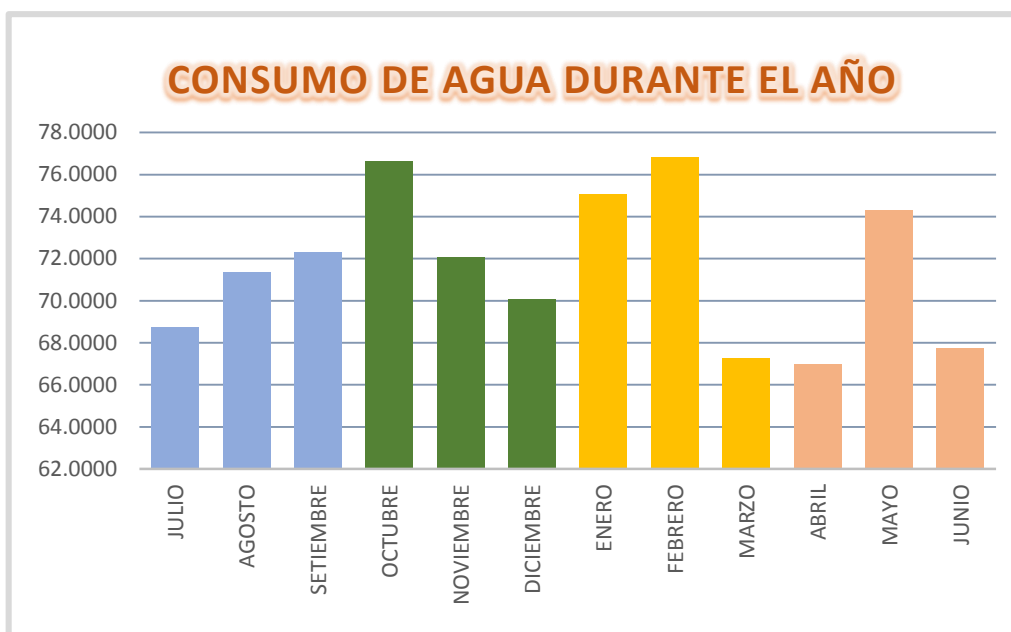
**TABLA 17 RESUMEN ESTADÍSTICO DE LA MUESTRA MENSUAL**

	JULIO	AGOSTO	SETIEM.	OCTU.	NOVI.	DICIE.	ENERO	FEBR.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
<b>Válido</b>	461	466	464	466	463	459	467	461	464	461	468	463
<b>N</b>												
<b>Perdidos</b>	13	8	10	8	11	15	7	13	10	13	6	11
<b>Media</b>	68.74	71.37	72.31	76.63	72.07	70.07	75.06	76.80	67.25	66.98	74.32	67.73
<b>Mediana</b>	64.52	69.89	72.22	75.27	66.67	69.12	72.58	75.00	64.52	66.67	72.58	66.67
<b>Moda</b>	64.52	64.52	66.67	96.77	66.67	64.52	64.52	71.43	64.52	66.67	64.52	66.67
<b>Desviación estándar</b>	28.86	29.04	28.69	30.30	30.54	27.08	29.66	28.56	29.55	27.94	29.37	24.66
<b>Varianza</b>	833.14	843.30	822.86	918.06	932.42	733.36	879.97	815.75	873.03	780.54	862.35	608.22
<b>Rango</b>	188.17	188.17	205.56	187.10	207.62	193.55	211.29	169.64	209.68	175.00	201.61	202.22
<b>Mínimo</b>	5.38	5.38	5.56	6.45	6.67	6.45	8.06	8.93	5.38	8.33	8.06	11.11
<b>Máximo</b>	193.55	193.55	211.11	193.55	214.29	200.00	219.35	178.57	215.05	183.33	209.68	213.33

Fuente: elaboración propia con el software SPSS

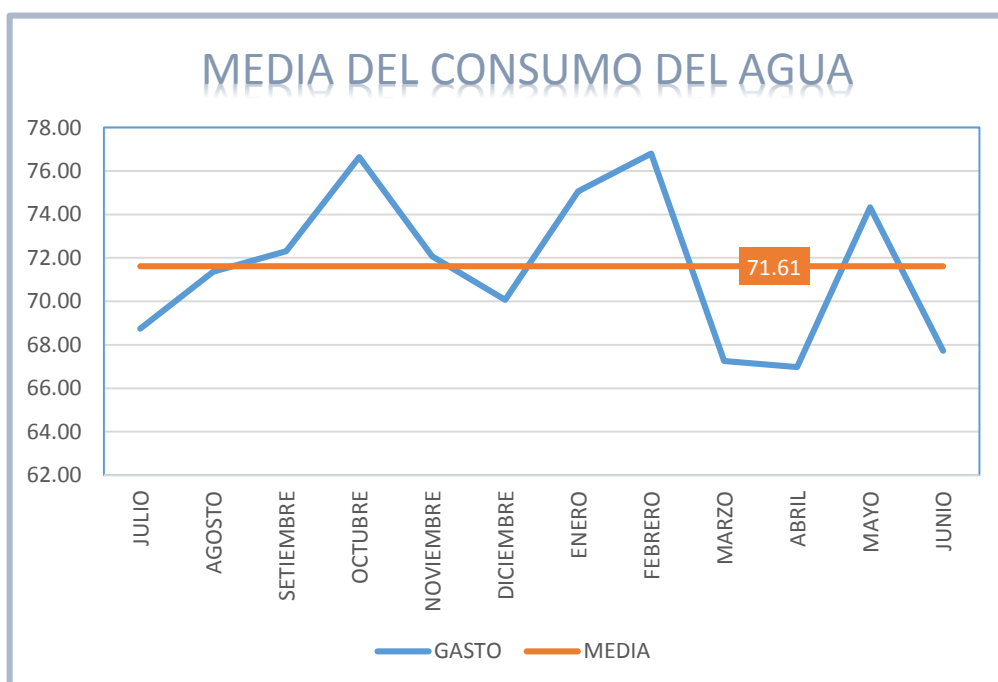
##### 4.2.2.1. Histograma de la dotación por meses

De la figura 31 se resume que existe dos meses en el cual el consumo de agua por habitante es alto con respecto a los demás meses, estos son los meses de febrero y octubre con dotaciones de **76.80 Lt. /Hab./día** y **76.63 Lt. /Hab./día** respectivamente. Mientras el mes de consumo inferior a los demás meses, es el mes de abril donde el valor de la dotación es **66.98 Lt. /Hab./día**.



**FIGURA 31** HISTOGRAMA DE CONSUMOS DE AGUA POR MESES  
Fuente: elaboración propia

Luego de realizar la estratificación social y determinándose que en la zona de salcedo predomina las familias que pertenecen al estrato socioeconómico C, sobre los cuales se realizó el análisis concluyendo que la **dotación es de 71.61 Lt./Hab./día**

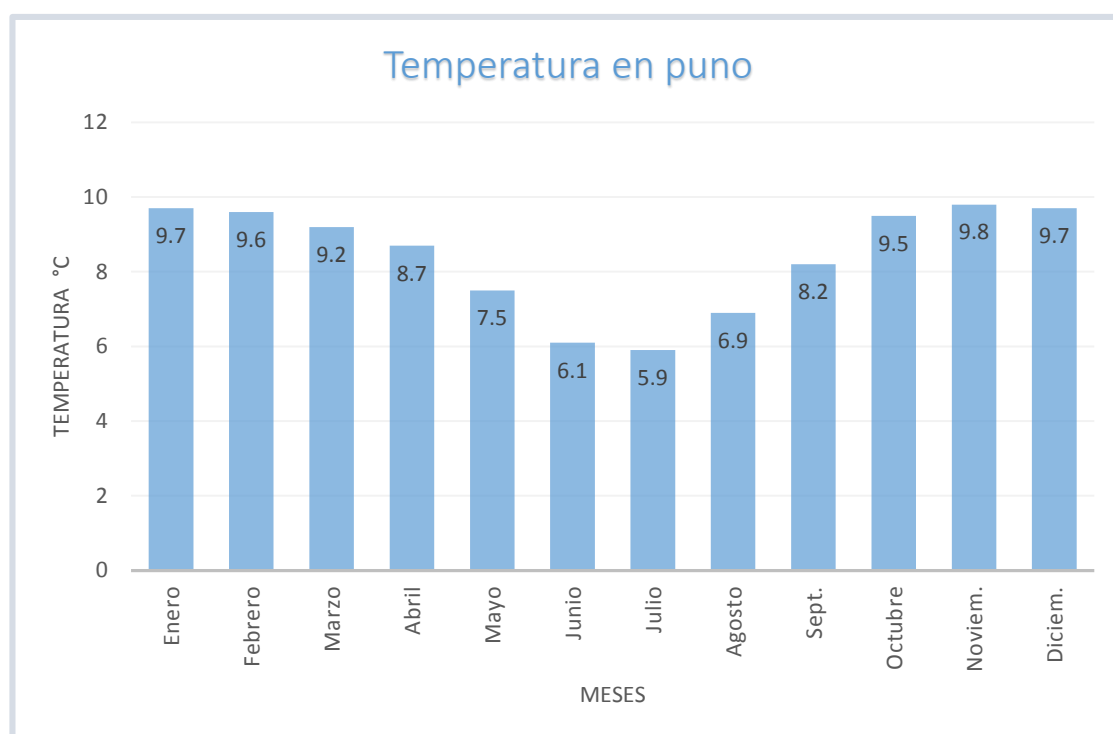


**FIGURA 32** MEDIA DEL CONSUMO DE AGUA (DOTACIÓN)  
Fuente: elaboración propia

### 4.3. DOTACION POR ESTACIONES

Las estaciones en el Perú son:

- Verano: del 22 de diciembre al 21 de marzo.
- Otoño: del 22 de marzo al 21 de junio.
- Invierno: del 22 de julio al 22 de septiembre.
- Primavera: del 23 de septiembre al 21 de diciembre



**FIGURA 33** TEMPERATURA DURANTE EL AÑO EN PUNO

Fuente: elaboración propia con información de la tabla 1

Las temperaturas durante verano y primavera siempre están por encima del promedio oscilando entre los 9.5 °C mientras que en otoño empieza a descender la temperatura siendo los meses de junio y julio los meses más críticos en cuanto a la temperatura registrando 6.1°C y 5.9°C respectivamente, en invierno se nota una ligera alza.

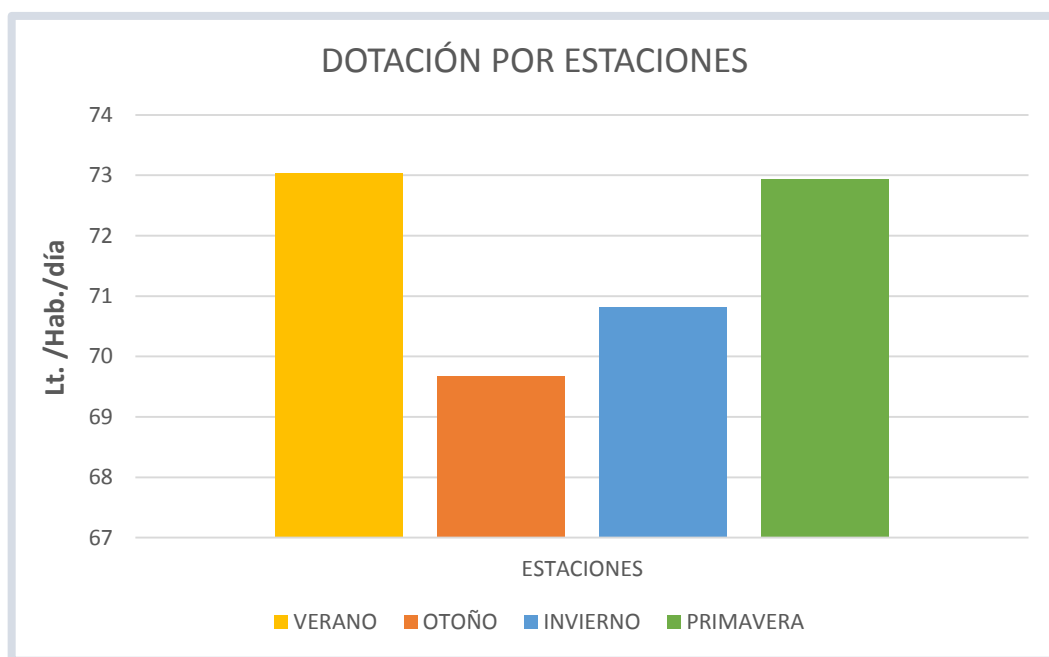
**TABLA 18 DOTACIÓN POR ESTACIONES DEL AÑO**

ESTACION	VERANO			OTOÑO			INVIERNO		PRIMAVERA			
MESES	ENERO	FEBR.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SETIEM.	OCTU.	NOVIEM.	DICIEM.
consumo de agua por meses (lt/día)	75.06	76.80	67.25	66.98	74.32	67.73	68.74	71.37	72.31	76.63	72.07	70.07
consumo de agua por estaciones (lt/día)	73.04			69.67			70.81		72.93			

Fuente: elaboración propia con el software SPSS

Durante las cuatro estaciones del año, existe una variación de consumo entre cada una de ellas:

- Verano con una dotación de **73.04 Lt. /Hab./día**
- otoño con una dotación de **69.67 Lt. /Hab./día**
- invierno con una dotación **70.81 Lt. /Hab./día**
- primavera con una dotación de **72.93 Lt. /Hab./día**



**FIGURA 34 HISTOGRAMA DE DOTACIÓN EN LAS ESTACIONES DEL AÑO**

Fuente: elaboración propia

#### 4.4. VARIACIÓN DE CONSUMOS

Los coeficientes de variación de consumo tanto diaria como horaria, serán evaluados con las lecturas de los micromedidores durante el mes de octubre. El mes de octubre es uno de los meses con mayor consumo de agua potable apenas ligeramente superada por el mes de febrero, la diferencia en el promedio de las dotaciones entre estos meses es apenas **0.17 Lt. /Hab./día**.

##### 4.4.1. Coeficiente de variación diaria

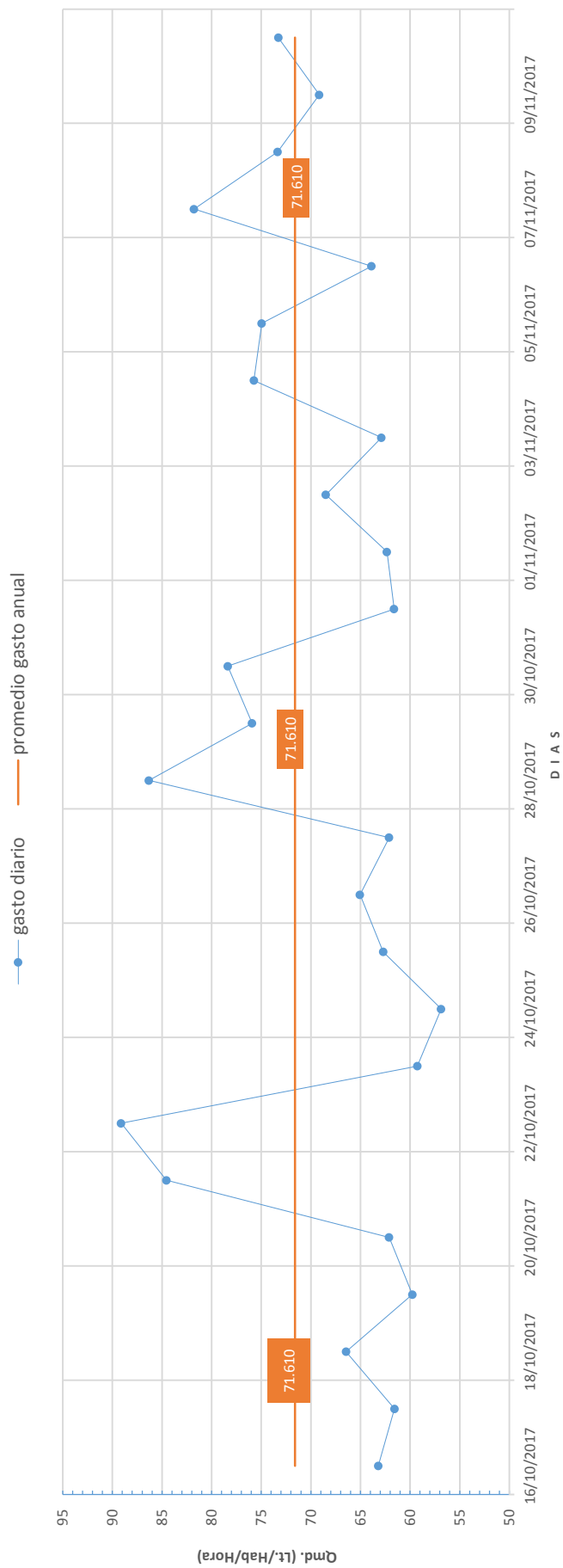
Para la evaluación del coeficiente de variación diaria se tomaron lecturas de los micromedidores de las 39 viviendas en muestreo, siendo la fecha de inicio el 12 de octubre del 2017, para la fecha indicada aún se tenía inconvenientes en cuanto a la cantidad de muestras y la costumbre de realizar lecturas horariamente, razón por la cual la fecha oficial de inicio para el análisis se fijó el día 16 de octubre del 2017 hasta el 13 de noviembre del mismo año.

En el grafico “**DIAGRAMA MENSUAL DE LOS CONSUMOS DIARIOS**” se muestra la variación del consumo de los días del mes en análisis, junto al promedio anual de consumo.



Se identifica que los días de mayor consumo de agua son los fines de semana entre sábado y domingo, donde la mayoría de las familias concentran en sus hogares para tener un espacio familiar de confraternización, además de realizar lavandería, tintorería y entre otras actividades que demandan el uso de agua.

### GASTOS DIARIOS



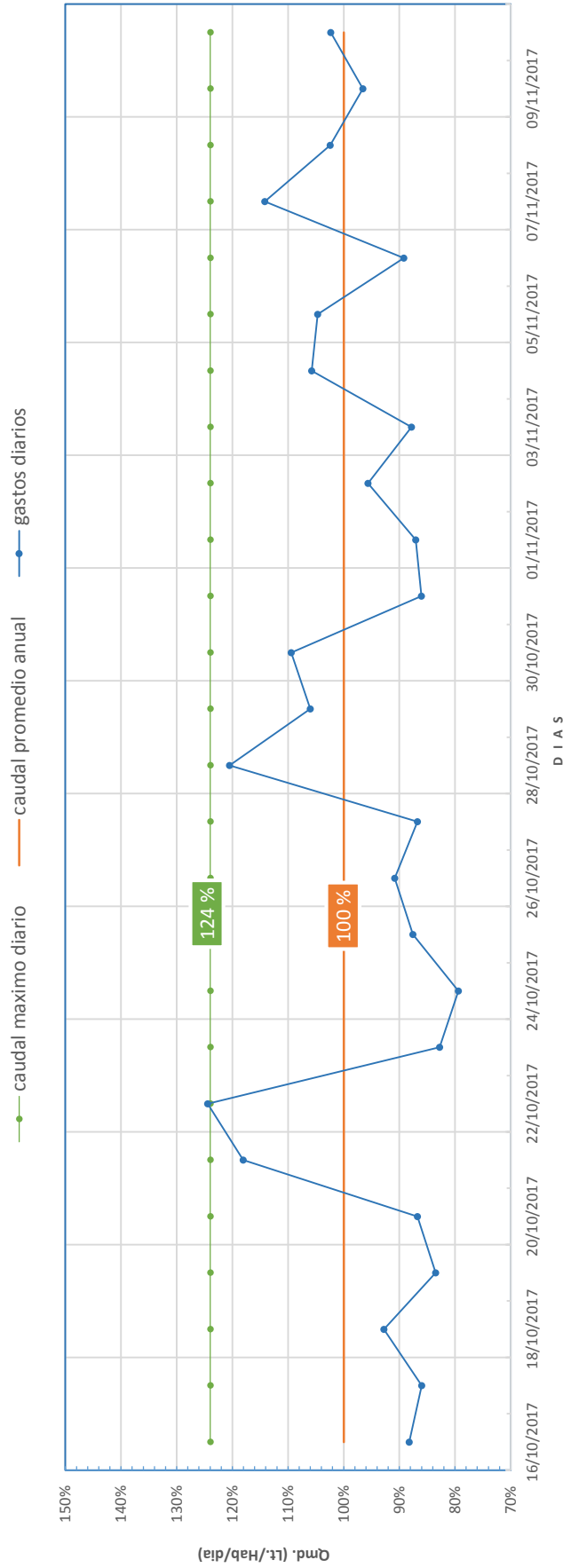
**FIGURA 35** DIAGRAMA MENSUAL DE LOS CONSUMOS DIARIOS

Fuente: elaboración propia.

Se determina el coeficiente de variación diaria (K1), luego de identificar el día de mayor consumo que viene a ser el día domingo 22 de octubre del 2017. Con un caudal máximo promedio del día de 89.120 Lt. /Hab/día que es el 124 % con respecto al promedio diario anual.

$$K1 = \frac{124\%}{100\%}; \quad K1 = 1.244$$

### COEFICIENTE DE VARIACION DIARIA (K1)



**FIGURA 36 COEFICIENTE DE VARIACION DIARIA (K1)**

Fuente: elaboración propia

#### 4.4.2. Coeficiente de variación horaria (K2)

Para el análisis del coeficiente de variación horaria (K2), se evaluará las horas de consumo del día de mayor consumo es decir del día 22 de octubre del 2017.

#### CONSUMOS HORARIOS POR HABITANTE

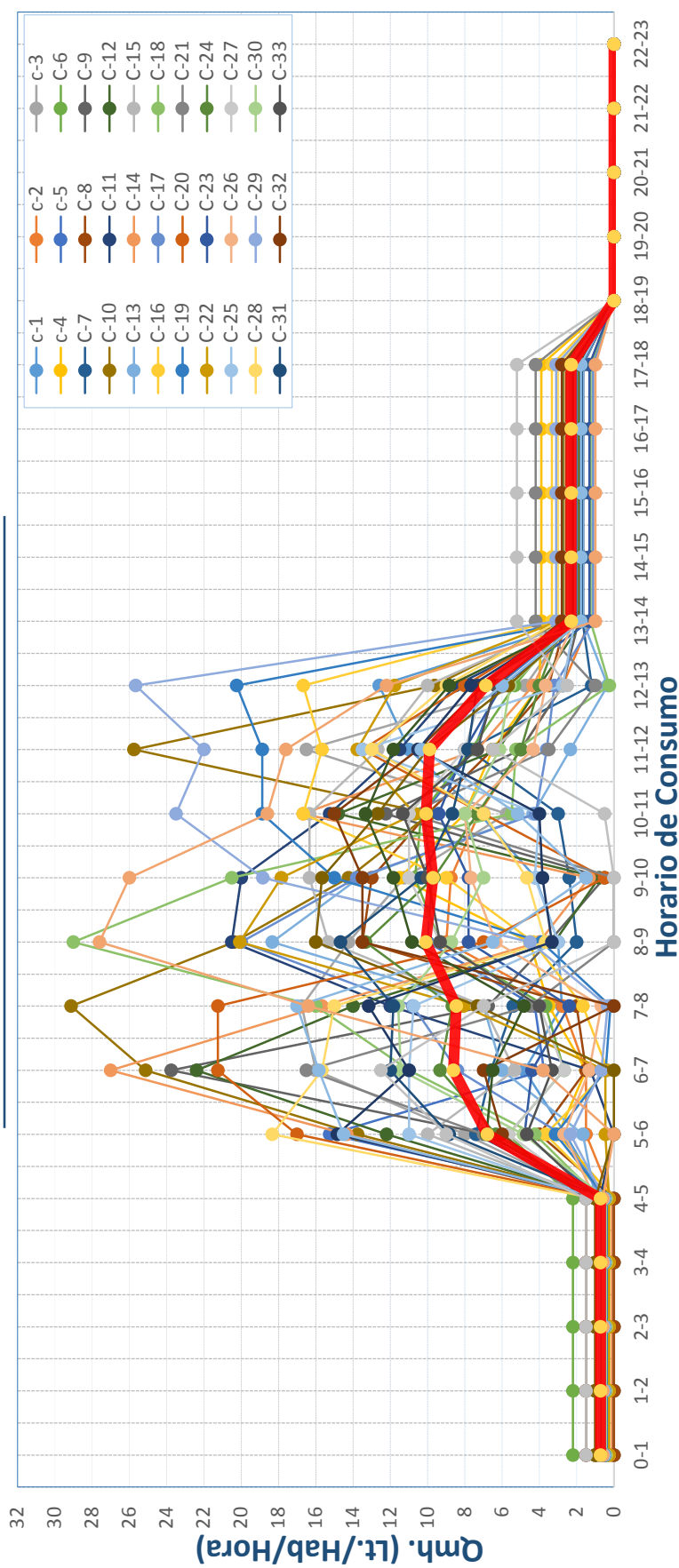


FIGURA 37 CONSUMO HORARIO DEL DÍA DE MAYOR CONSUMO

Fuente: elaboración propia

El coeficiente de variación horaria en el día de mayor consumo (22 de octubre del 2017), se determinó tras observar que el consumo concentra en las horas de 8:00 AM a 9:00 AM registrando un gasto promedio horario de 10.091 Lt. /Hab/día, con cifras ligeramente inferiores se encuentra el consumo de 10:00 AM a 11:00 AM con 10.070 Lt. /Hab/día.

$$K2 = \frac{338.21\%}{100\%}; \quad K2 = 3.38$$

El alto valor del coeficiente es el resultado de las pocas horas de servicio que presta la empresa prestadora de servicios EMSA PUNO, sumado a ella la alta concentración de los hogares en su vivienda por ser un día cívico patriótico CENSOS 2017.

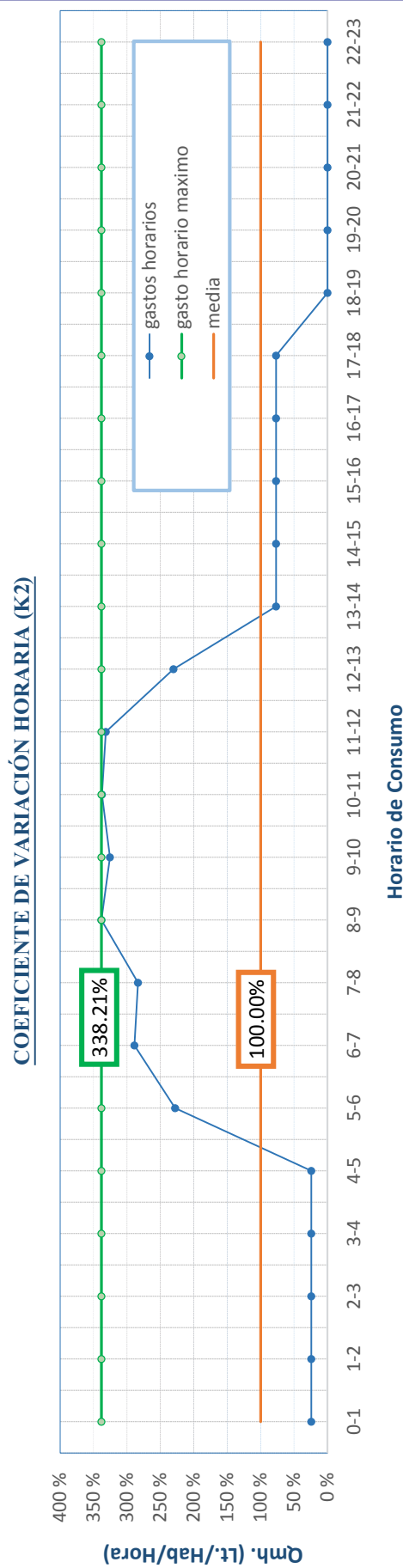


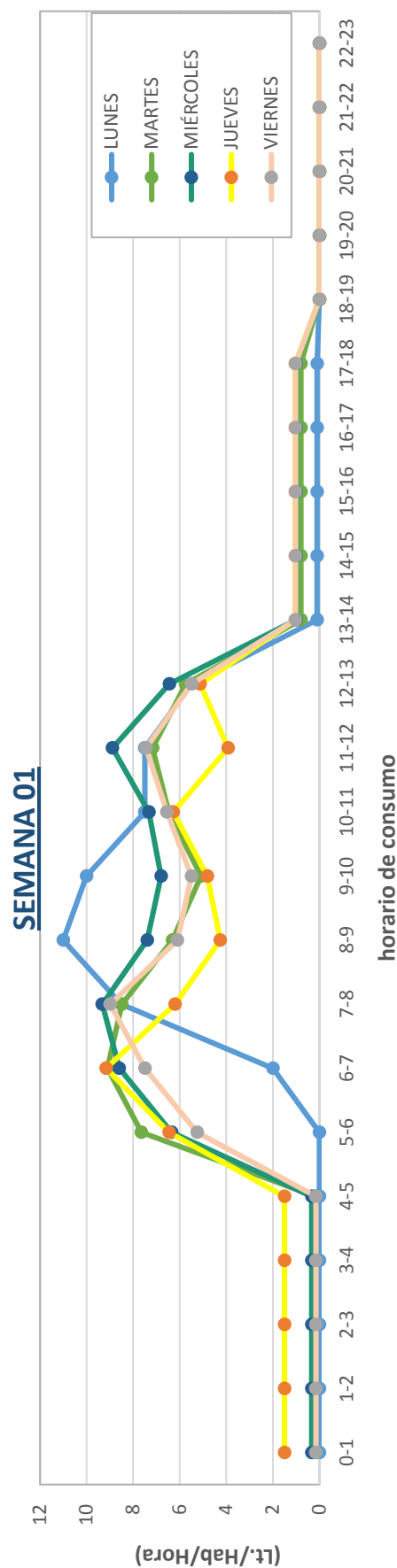
FIGURA 38 COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA (K2)  
Fuente: elaboración propia

#### 4.5. DEMANDAS CRITICAS DE CONSUMO DE AGUA DURANTE EL DÍA.

#### 4.5.1. Consumos en días laborables.

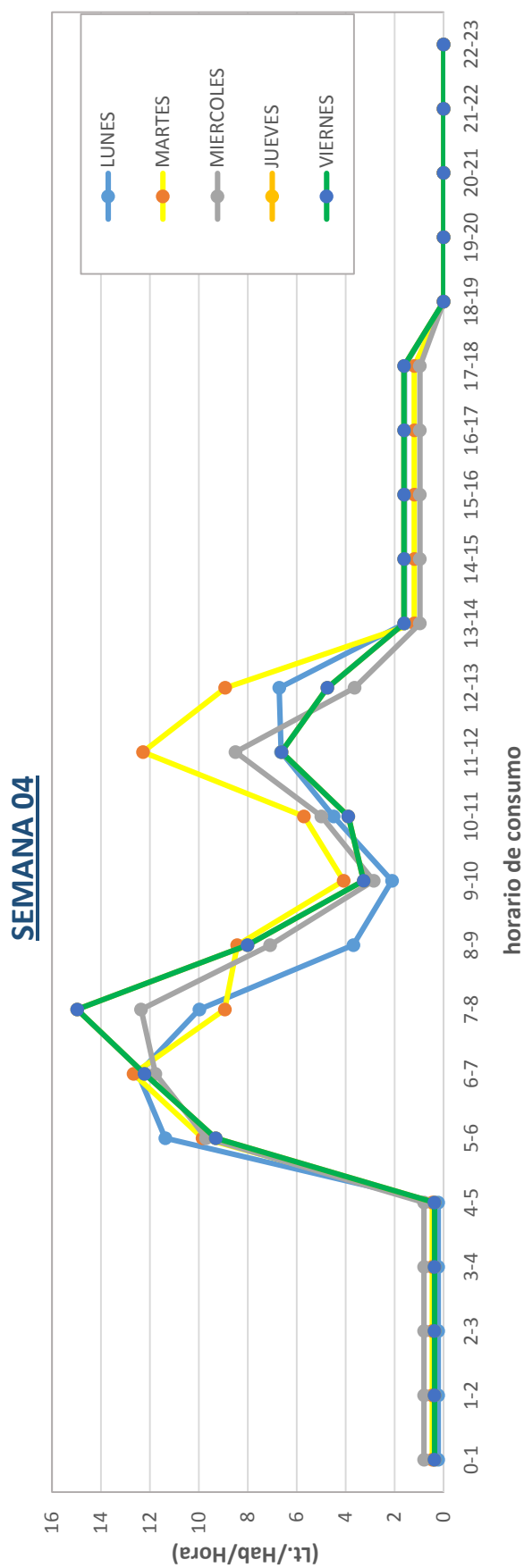
El consumo de agua potable durante la semana lunes, martes, miércoles, jueves y viernes enmarca dos horarios de mayor consumo por la mañana variando entre las horas 7:00 a 9:00 y por el medio día entre las horas de 11:00 a 13:00.

En la semana 01 del recojo de datos se observa que el consumo está enmarcado durante las 5:00 a 18:00 horas en el que evidencias dos horarios de mayor consumo, por la mañana y uno por el medio día. Mientras en el lapso de 9:00 AM a 11:00 AM el consumo de agua sufre un ligero disminuyo.



**FIGURA 39** GASTOS HORARIOS DURANTE EL DÍA DE LA PRIMERA SEMANA  
Fuente: elaboración propia.

La semana 04 en comparación a la semana 01 se muestra más enmarcada en evidenciar los dos horarios de mayor consumo por la mañana desde las 7:00 AM a 9:00 AM y en menor cantidad, pero aun considerable desde las 11:00 AM a 1:00 PM. Mientras los horarios de consumos bajos o no críticos están el horario de 9:00 AM a 12:00 PM y el del 2:00 PM a 6:00 PM. Esto sin considerar las horas que no se encuentren entre las 5:00 AM y 6:00 PM



**FIGURA 40 GASTOS HORARIOS DURANTE EL DÍA DE LA CUARTA SEMANA**

Fuente: elaboración propia

### 4.5.2. Consumos en fines de semana

Los grafos de los gastos del fin de semana 01 y 04 muestran una tendencia de consumo casi uniforme durante el día, donde con tan sola una ligera ventaja se encuentra el horario de 8:00 AM a 10:00 AM, el consumo con respecto a los días normales aumenta y el incremento también afecta al horario de 2:00 PM a 6:00 PM.

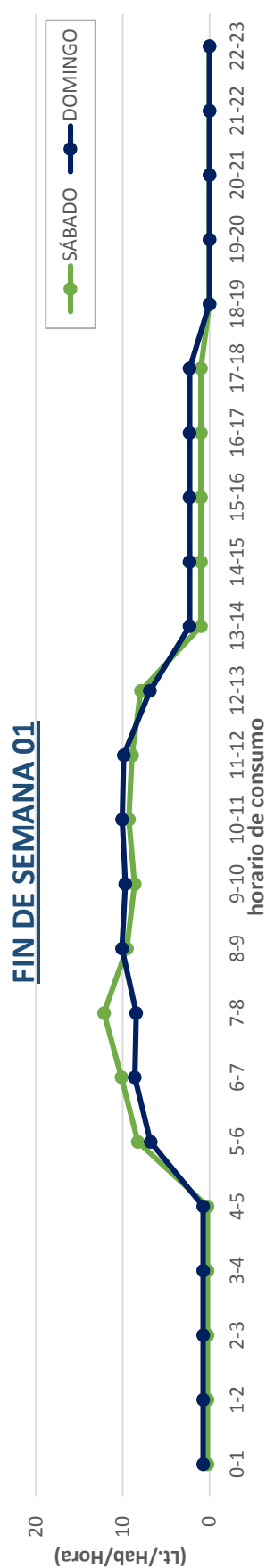


FIGURA 41 GASTOS HORARIOS DURANTE EL DÍA DEL PRIMER FIN DE SEMANA  
Fuente: elaboración propia

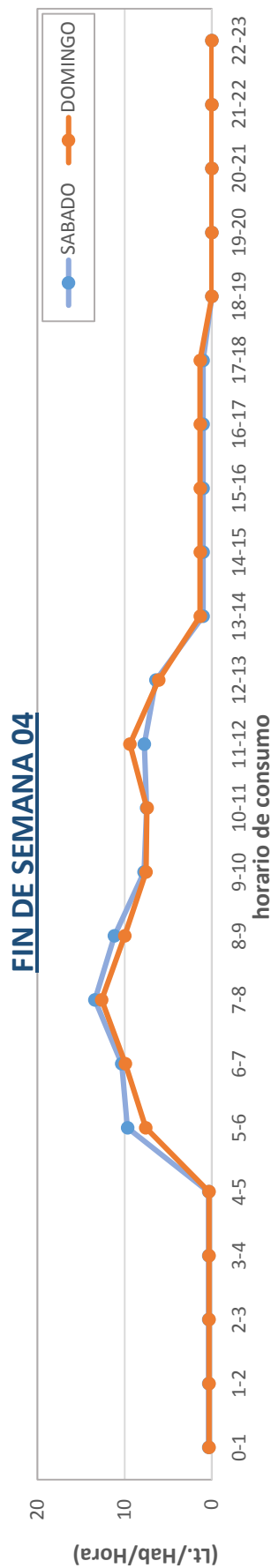


FIGURA 42 GASTOS HORARIOS DURANTE EL DÍA DEL CUARTO FIN DE SEMANA  
Fuente: elaboración propia

## CONCLUSIONES

- Para la evaluación de la dotación en la zona de Salcedo - Puno, se tuvo una población en análisis de 1246 viviendas destinadas al uso doméstico, en donde el estrato predominante fue el nivel socioeconómico “C” con un total de 474 viviendas que viene a ser el 38.04%, obteniéndose en ella la dotación de 71.61 lt/hab/día, distinto a lo recomendando en el Reglamento Nacional de Edificaciones que en su apartado OS. 100 “Consideraciones Básicas Del Diseño De Infraestructura Sanitaria” sugiere un valor de 180 lt/hab/d para climas fríos.
- El consumo de agua de los habitantes en la zona de Salcedo – Puno, durante las estaciones del año registra una variación debido a los cambios climatológicos en cuanto al clima y las precipitaciones que se registraron durante el año, resultando la estación de verano como la estación donde los habitantes de la zona de salcedo hicieron uso del agua en mayor cantidad, esto debido a un registro alto en la temperatura con respecto a las demás estaciones y la presencia de actividades festivas como la fiesta patronal de la Virgen de Candelaria, con una ligera desventaja se encuentra en el segundo lugar la estación de la Primavera debido a la alta temperatura que se registra durante los meses de esta estación y la presencia de fechas festivas como la navidad y el aniversario de puno. Las estaciones de invierno y otoño registran un consumo en menor cantidad, ocupando el tercer y cuarto lugar respectivamente esto justificándose con la baja temperatura que se registran en estos meses.



- Los coeficientes de variación diaria y horaria representadas con la simbología de  $K1$  y  $K2$  respectivamente, se determinaron de las lecturas horarias realizadas desde el 16 de octubre al 10 de setiembre del año 2017 en 39 viviendas del estrato social “C”, del muestreo resulto el día 22 de octubre ser el día de mayor demanda de agua potable, resultando  $K1 = 1.244$  y el análisis del coeficiente  $K2 = 3.382$ . valores distintos a lo recomendando en el Reglamento Nacional de Edificaciones que en su apartado OS. 100 “Consideraciones Básicas Del Diseño De Infraestructura Sanitaria” en el que se sugiere  $K1 = 1.3$  y  $K2 = 1.8$  a  $2.5$ .
- Las variaciones de consumo durante el día muestran dos tipos de comportamiento, uno durante la semana y el otro cada fin de semana, durante la semana existen dos horarios de consumo crítico de agua, por la mañana de 7:00 AM a 9:00 AM que es el más crítico y uno al medio día que es un poco menos voluminoso que está comprendido entre las horas de 11:00 AM a 1:00 PM. Mientras los fines de semana incrementan el nivel de gasto con respecto al consumo a lo registrado durante la semana, debido a que una gran mayoría de habitantes tiene mayor estadía por estos días. El gasto es muy equilibrado y parejo durante el día, concentrando en mayor volumen entre las horas 9:00 AM a 1:00 PM.

## RECOMENDACIONES

- En la investigación se presenta una serie de aspectos que podrían de ser de mucha utilidad en un futuro, para emprender investigaciones relacionadas con la zona de estudio, saneamiento de agua y culturas de vida en la zona de salcedo –Puno o el fortalecimiento de esta misma investigación.
- Se recomienda usar los valores calculados en la investigación para futuras investigaciones y proyectos de inversión relacionadas al sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de puno y/o ciudades con características climatológicas y culturales similares, buscando tener proyectos de inversión más eficientes y económicos.
- Se recomienda usar los coeficientes de las variaciones de consumo diario y horario determinados en la investigación para el diseño y predimensionamiento de las estructuras hidráulicas en un sistema de abastecimiento de agua potable.
- Se recomienda realizar estudios relacionados con las costumbres de re-uso de agua de la población e identificar las actividades que generan gastos en exceso del agua potable, pues estos pueden ser el futuro para cimentar las bases de nuevas estrategias de educación y promoción de políticas públicas que ayuden a la gestión, uso integral y racional del recurso hídrico.

## REFERENCIAS

- Aguero Pittman, R. (1997). *Agua potable para poblacion rurales*. (tarea grafica educativa, Ed.). Lima. Retrieved from [http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua\\_potable/agua\\_potable4](http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable4)
- Bastidas, D. C. (2009). *Caracterización y estimación de consumos de agua de usuarios residenciales. caso de estudio: Bogotá. Universidad De Los Andes Facultad De Ingeniería Departamento De Ingeniería Civil Y Ambiental*. Retrieved from [https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&cad=rja&uact=8&ved=0CEoQFjAGahUKEwj49Knnn\\_7IAhXDOCYKHf2eDa0&url=http://oab2014.colnodo.apc.org/apc-aa-files/57c59a889ca266ee6533c26f970cb14a/Caracterizaci%F3nconsumo\\_aguausuarios.pdf&us](https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&cad=rja&uact=8&ved=0CEoQFjAGahUKEwj49Knnn_7IAhXDOCYKHf2eDa0&url=http://oab2014.colnodo.apc.org/apc-aa-files/57c59a889ca266ee6533c26f970cb14a/Caracterizaci%F3nconsumo_aguausuarios.pdf&us)
- CEPIS/OPS. (2004). GUÍA DE DISEÑO PARA LÍNEAS DE CONDUCCIÓN E IMPULSIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA RURAL Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/e105-04disenoimpuls.pdf>
- comisión nacional del agua. (2011). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Datos Básicos Para Proyectos de*. Retrieved from [www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx)
- Comisión Nacional del Agua. (2015). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Sistemas de Medición del Agua*. Retrieved from [www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx)

- Garzón Orduña, A. J. (2014). *Evaluación patrones de consumo y caudales máximos instantáneos de usuarios residenciales de la ciudad de Bogotá*. Universidad Nacional de Colombia. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/46260/>
- Gobierno del Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones OS – 100 (2015). Retrieved from <http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/Título II Habilitaciones Urbanas/26 OS.100 CONSIDERACIONES BASICAS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA>
- GOBIERNO DEL PERÚ. (2004). PARAMETROS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE AGUA Y SANEAMIENTO PARA CENTROS POBLADOS RURALES. Retrieved from [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/instrumentos\\_metod/saneamiento/\\_3\\_Parametros\\_de\\_dise\\_de\\_infraestructura\\_de\\_agua\\_y\\_saneamiento\\_CC\\_PP\\_rurales.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/_3_Parametros_de_dise_de_infraestructura_de_agua_y_saneamiento_CC_PP_rurales.pdf)
- Hueso, A., & Cascant, J. (2012). *Metodología y técnicas cuantitativas de investigación* (1st ed.). Retrieved from [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17004/Metodolog%EDa y t%E9cnicas cuantitativas de investigaci%F3n\\_6060.pdf?sequence=3](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17004/Metodolog%EDa y t%E9cnicas cuantitativas de investigaci%F3n_6060.pdf?sequence=3)
- Merkel, A. (2016). Clima Cuzco: Temperatura, Climograma y Tabla climática para Cuzco - Climate-Data.org. Retrieved January 15, 2018, from <https://es.climate-data.org/location/1013/>
- PERE POZANCO, L. (2016). El tiempo en Perú, clima y temperatura en Perú - 101Viajes.com. Retrieved January 15, 2018, from <https://www.101viajes.com/peru/tiempo-peru>

perez, leonardo. (n.d.). Fuentes de agua y métodos de aforo. Retrieved December 11, 2017, from <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-2sas.htm>

sanchez, carlos. (2013). Aprender a Investigar. Retrieved from <https://sites.google.com/site/cefim/investigación“expostfacto”>

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 UNA.* Universidad nacional del altiplano. Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/>

Wilson, N. (2016). *“DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LA DEMANDA DIARIA Y HORARIA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DEL CUSCO.”* UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1: ENCUESTAS**

**ANEXO 2: REGISTRO DE CONSUMO MENSUAL DE AGUA (DATOS  
DE EMSA - PUNO)**

**ANEXO 3: PLANOS**

**ANEXO 4: REGISTRO DE CONSUMO HORARIO**

**ANEXO 5: PANEL FOTOGRÁFICO**