UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creado por Ley Nº 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCAVELICA

TESIS

"DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN REAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE HUANCAVELICA"

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA
SANEAMIENTO Y MEDIO AMBIENTE

PRESENTADO POR:

Bach. AGUIRRE VERA, Cristel Kevin
Bach. CONTRERAS ESPINOZA, Ivette Keshia

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAVELICA – PERÚ
2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el Auditórium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 12 días del mes de diciembre del año 2019, a horas 10:30 a.m., se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los siguientes: **M.Sc. Marco Antonio LÓPEZ BARRANTES (PRESIDENTE), Mg. Jorge Luis ORTEGA VARGAS (SECRETARIO), M.Sc. Hugo Rubén LUJAN JERI (VOCAL),** designados con Resolución de Decano N° 073-2019-FCI-UNH, de fecha 17 de mayo del 2019, así mismo los miembros de Jurados Evaluadores han sido reestructurados con Resolución de Decano N°273-2019-FCI-UNH, de fecha 05 de diciembre del 2019 y con Resolución de Decano N° 285-2019-FCI-UNH de fecha 10 de diciembre del 2019 se ratifica al Asesor y Jurados evaluadores, a fin de proceder con la calificación de la sustentación del informe final de tesis titulado: "DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN REAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE HUANCAVELICA", presentado por los Bachilleres **Ivette Keshia CONTRERAS ESPINOZA y Cristel Kevin AGUIRRE VERA,** para optar el **Título Profesional de Ingeniero Civil**; en presencia del **M.Sc. Iván Arturo AYALA BIZARRO** como Asesor del presente trabajo de tesis. Finalizado la evaluación a horas 11:10 a.m; se invitó al público presente y a los sustentantes abandonar el recinto. Luego de una amplia deliberación por parte de los Jurados, se llegó al siguiente resultado:

Ivette Keshia CONTRERAS ESPINOZA

APROBADO [X] POR ...UNANIMIDAD.

DESAPROBADO [ ]

Cristel Kevin AGUIRRE VERA

APROBADO [X] POR ...UNANIMIDAD..

DESAPROBADO [ ]

En señal de conformidad, firmamos a continuación:

Presidente | Secretario | Vocal

V° B° Decano

“DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN REAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE HUANCAVELICA”

AUTORES

Bach. AGUIRRE VERA, CRISTEL KEVIN

Bach. CONTRERAS ESPINOZA, IVETTE KESHIA

ASESOR

M.Sc. Ing. IVÁN ARTURO AYALA BIZARRO

Dedicatorias

A Dios y Señor de Agonía, por ser mi fuente de fe: quien siento que me acompañe y levanta en cada tropiezo.

A mi madre Carmen Vera Candiotti, quien simplemente me hace llenar de orgullo por ser una mujer admirable y educarme con amor y firmeza.

A mis hermanos: Melissa y Cristhian por su apoyo incondicional en todo momento.

A mis sobrinos: Dulce, Adriana y Terry; quienes son mi mejor inspiración.

A los docentes de la Escuela Profesional Civil - Huancavelica por los conocimientos compartidos en nuestra formación profesional.

Cristel Kevin.

A Dios: por ser mi fiel compañero, bendecirme e iluminar mi camino.

A Señor de Agonía, quien es muy especial para mí, por ser siempre luz de esperanza que acompaña mí caminar.

A mis padres: Mauro y Victoria por ser pilar fundamental para la familia y porque estaré eternamente agradecida con ellos por todo el esfuerzo que hicieron para poder cumplir mis objetivos.

A mis hermanos: Lizeth, Lili, Gina y Paúl quienes son ejemplo a seguir, por sus enseñanzas y apoyo incondicional que día a día me brindan.

A los docentes de la Escuela Profesional de Civil por los conocimientos compartidos en nuestra formación profesional.

Ivette Keshia.

Agradecimientos

A Dios y Señor de Agonía, por permitirnos superar los obstáculos encontrados en el camino que día a día vivimos y por hacer posible esta culminación de tesis.

A nuestra casa superior de estudios la Universidad Nacional de Huancavelica y docentes de la Escuela Profesional de Civil - Huancavelica, por compartir sus conocimientos, experiencias y consejos, durante la ejecución de tesis.

A nuestros jurados; por la atención, información, consejos e inculcación de esfuerzo para poder culminar con satisfacción la presente tesis.

A nuestro asesor M.Sc. Ing. Iván Arturo Ayala Bizarro, por compartir su amplia experiencia académica, sus consejos y tiempo dedicado en el desarrollo del presente proyecto de investigación.

A la empresa prestadora de servicios EMAPA HUANCAVELICA S.A, por brindarnos información de calidad, por su apoyo y tiempo dedicado para obtener datos claves para el desarrollo del proyecto.

A nuestros padres, hermanos, amigos y compañeros; por compartir conocimientos, experiencias, alegrías y tristezas con nosotros.

A todas las personas antes mencionadas muchas gracias.

Los tesistas.

Índice

Dedicatorias vi
Agradecimientos vii
Índice viii
Índice de Tablas x
Índice de Figuras xii
Resumen xiv
Abstract xvi
Introducción xviii
CAPÍTULO I 20
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 20
1.1. Descripción del Problema 20
1.2. Formulación del Problema 21
1.2.1. Problema general 21
1.2.2. Problemas específicos 21
1.3. Objetivos: General y Específico 21
1.3.1. Objetivos generales 21
1.3.2. Objetivos específicos 21
1.4. Justificación 21
1.5. Limitaciones 22
CAPÍTULO II 23
MARCO TEÓRICO 23
2.1. Antecedentes 23
2.1.1. Antecedentes internacionales 23
2.1.2. Antecedentes Nacionales 26
2.1.3. Antecedentes locales: 34
2.2. Bases teóricas 34
2.3. Definición de términos 41
2.4. Hipótesis 42
2.4.1. Hipótesis general: 42
2.4.2. Hipótesis específicas: 42
2.5. Definición Operativa de variables 42
2.5.1. Definición operacional de la variable 42

2.5.2. Operacionalización de variables: 43
CAPÍTULO III 44
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 44
3.1. Ámbito de estudio 44
3.2. Tipo y nivel de investigación 44
3.2.1. Tipo de investigación 44
3.2.2. Nivel de investigación 44
3.3. Método de investigación 44
3.3.1. Método general: 44
3.3.2. Método específico: 45
3.4. Diseño de investigación 45
3.5. Población y muestra 45
3.5.1. Población 45
3.5.2. Muestra: 46
3.5.3. Muestreo: 46
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos: 47
3.6.1. Técnicas: 47
3.6.2. Instrumentos 48
3.7. Técnicas de procesamiento y Análisis de Datos 48
CAPÍTULO IV 49
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 49
4.1. Análisis de información 49
4.2. Discusión de resultados 96
CONCLUSIONES 103
RECOMENDACIONES 105
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 106
ANEXOS 110

Índice de Tablas

Tabla 1. Patrones teóricos de la FAC y FAP 39
Tabla 2. Cuadro de Operacionalización de variables 43
Tabla 3. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2004 49
Tabla 4. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2005 50
Tabla 5. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2006 52
Tabla 6. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2007 53
Tabla 7. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2008 55
Tabla 8. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2009 56
Tabla 9. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2010 58
Tabla 10. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2011 59
Tabla 11. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2012 61
Tabla 12. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2013 62
Tabla 13. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2014 64
Tabla 14. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2015 65
Tabla 15. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2016 67
Tabla 16. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2017 68
Tabla 17. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2018 70
Tabla 18. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica, periodo 2004 - 2018 71
Tabla 19. Media, desviación estándar y Coeficiente de variación para el consumo de agua potable total y por categorías 73
Tabla 20. 80
Tabla 21. Valores pronosticados para el consume de agua en la categoría doméstico en la ciudad de Huancavelica 90
Tabla 22. Dotación (Litros por habitante por día) de cada mes, Periodo Agosto 2018 a Julio 2019 94
Tabla 23. Dotación (Litros por habitante por día) de cada estación del año, Periodo agosto 2018 a julio 2019 95

Tabla 24. Dotación (Litros por habitante por día) de ciudad de Huancavelica, Periodo agosto 2018 a julio 2019 95

Índice de Figuras

Figura 1. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2004... 49
Figura 2. Consumo anual de agua potable total – Año 2004 50
Figura 3. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2005... 51
Figura 4. Consumo anual de agua potable total – Año 2005 51
Figura 5. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2006... 52
Figura 6. Consumo anual de agua potable total – Año 2006 53
Figura 7. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2007... 54
Figura 8. Consumo anual de agua potable total – Año 2007 54
Figura 9. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2008... 55
Figura 10. Consumo anual de agua potable total – Año 2008 56
Figura 11. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2009. 57
Figura 12. Consumo anual de agua potable total – Año 2009 57
Figura 13. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2010. 58
Figura 14. Consumo anual de agua potable total – Año 2010 59
Figura 15. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2011. 60
Figura 16. Consumo anual de agua potable total – Año 2011 60
Figura 17. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2012. 61
Figura 18. Consumo anual de agua potable total – Año 2012 62
Figura 19. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2013. 63
Figura 20. Consumo anual de agua potable total – Año 2013 63
Figura 21. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2014. 64
Figura 22. Consumo anual de agua potable total – Año 2014 65
Figura 23. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2015. 66
Figura 24. Consumo anual de agua potable total – Año 2015 66
Figura 25. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2016. 67
Figura 26. Consumo anual de agua potable total – Año 2016 68
Figura 27. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2017. 69
Figura 28. Consumo anual de agua potable total – Año 2017 69
Figura 29. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2018. 70
Figura 30. Consumo anual de agua potable total – Año 2018 71
Figura 31. Diagrama de dispersión para consumo de agua potable total periodo 2004 – 2018 72
Figura 32. Comportamiento de la serie del consumo de agua total en la ciudad de Huancavelica periodo 2004 – 2014..... 72
Figura 33. Promedio de consumo de agua total y por categorías en la ciudad de Huancavelica periodo 2004 – 2018..... 74
Figura 34. Coeficiente de variación para el consumo de agua potable total o por categorías en la ciudad de Huancavelica periodo 2004 – 2018 74
Figura 35. Distribución de consumo de agua total por cada mes..... 75
Figura 36. Comportamiento de la serie del consumo de agua total en la ciudad de Huancavelica periodo 2004 – 2014..... 76
Figura 37. Función de autocorrelación del consumo de agua total en la ciudad de Huancavelica periodo 2004 – 2014..... 76

Figura 38. Serie del consumo de agua total en la ciudad de Huancavelica periodo 2004 – 2014 en primeras diferencias 77
Figura 39. Función de autocorrelación del consumo de agua total en la ciudad de Huancavelica periodo 2004 – 2014 en primeras diferencias (DIFF) 78
Figura 40. Función de autocorrelación parcial del consumo de agua total en la ciudad de Huancavelica periodo 2004 – 2014 en primeras diferencias (DIFF) 78
Figura 41. Pronóstico del consumo de agua total en la ciudad de Huancavelica..... 80
Figura 42. Gráfico de secuencia del consumo de agua doméstica en la ciudad de Huancavelica..... 84
Figura 43. Función de autocorrelación del consumo de agua doméstica en la ciudad de Huancavelica..... 85
Figura 44. Gráfico de secuencia del consumo de agua doméstico en la ciudad de Huancavelica..... 86
Figura 45. Función de autocorrelación del consumo de agua doméstico en la ciudad de Huancavelica..... 86
Figura 46. Función de autocorrelación Simple del consumo de agua doméstica en la ciudad de Huancavelica 87
Figura 47. Función de autocorrelación del consumo de agua doméstica en la ciudad de Huancavelica. Modelo Arima (0,1,2)(0,0,2)(12) 88
Figura 48. Residuales del consumo de agua doméstica en la ciudad de Huancavelica. Modelo Arima (0,1,2)(0,0,2)(12) 89
Figura 49. Pronóstico del consumo de agua en la categoría Doméstico en la ciudad de Huancavelica. Modelo Arima (0,1,2)(0,0,2)(12) 90
Figura 50. Dotación (Litros por habitante por día) de cada mes, Periodo agosto 2018 a julio 2019 95

Resumen

La presente investigación titulada "*Determinación de la Dotación Real del Sistema de Agua Potable en la Ciudad de Huancavelica"*, tiene como objetivo determinar y analizar la dotación real del sistema de agua potable en la ciudad de Huancavelica. La ciudad de Huancavelica tiene una población de 50,000.00 habitantes aproximadamente y 10,680.00 usuarios activos del agua potable y alcantarillado según la fuente Empresa Prestadora de Servicios, el mismo que está ubicado en la cadena occidental y sierra central del Perú y pertenece a un clima frío. La metodología empleada es cuantitativa, siendo un tipo de investigación aplicada, de diseño no experimental. La muestra corresponde a 1296 datos provenientes del consumo de agua en metros cúbicos de cada vivienda ubicada en cada categoría de cada sector. Los resultados que se obtiene de la investigación, indican que la categoría que consumió más agua durante el periodo 2004 – 2018 fue la categoría doméstica, el mismo que tuvo un promedio de 1, 152,123 metros cúbicos, esto se debe al crecimiento poblacional de cada año. Por otro lado, la categoría que consumió menos agua fue la categoría social, cuyo promedio consumido fue de 11,903.47 metros cúbicos. Además, la mayor variabilidad de consumo de agua se encuentra en la categoría estatal, siendo la variación total igual al 21.6%. En la ciudad de Huancavelica, el consumo de agua tiene una tendencia creciente y para predecir el volumen de consumo de agua potable para el año 2030 se transformó por primeras diferencias, empleando el Modelo Arima igual a (0,1,1)(2,0,0)(12) para el total y para consumo doméstico un Modelo Arima (0,1,2)(0,0,2)(12). Por otro lado, se analizó mensualmente en la cual existe mayor variabilidad para los meses junio (6) y diciembre (12). Se tomó en cuenta para el cálculo de la dotación el consumo doméstico, teniendo valores que van desde 6.45 Lt/hab/día hasta 1460 Lt/hab/día, lo cual refleja una variación considerable a tener en cuenta. El valor promedio en la estación de primavera es de 109.44 Lt/hab/día, en la estación de verano es de 116.93 Lt/hab/día, en la de otoño es de 117.17 Lt/hab/día y en invierno es de 108.48 Lt/hab/día. Así mismo, se obtuvo la dotación mínima promedio igual

a 7.66 Lt/hab/día, la dotación máxima promedio es de 569.03 Lt/hab/día y la dotación real 113.01 Lt/hab/día.

Finalmente, se concluye que la dotación real promedio estimada para la ciudad de Huancavelica, es decir, 113.01 Lt/hab/día, es mucho menor que se indica en la Norma OS.100 de las Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), el mismo que menciona la dotación igual a 180 Lt/hab/día para climas fríos, lo cual significa reducción de costos en el dimensionamiento de estructuras hidráulicas y obras de saneamiento y agua potable.

Palabras clave: agua potable, consumo real, demanda crítica, pronóstico del agua potable.

Abstract

The research entitled, "Determination of the Real Dotation of the Potable Water System in the Huancavelica city", has as objective to determine and analyze the actual endowment and prognosis of the drinking water system in the city of Huancavelica. The city of Huancavelica has a population of approximately 50,000.00 inhabitants and 10,680.00 users of drinking water and sewerage according to the source Companies Providing This Service, the same one that is located in the western chain and central saw range of Perú and belongs to a cold climate. The sample was extracted through Companies Providing This Service EMAPA Huancavelica SA (Anonymous Society), which corresponds to 1296 data from the consumption of water in cubic meters of each dwelling located in the various categories of each sector. The results obtained from the research indicate that the category that consumed more water during the period 2004-2018 was the domestic category, the same one that had an average of 1,152,123 cubic meters, this is due to the population growth of each year. On the other side, the category that consumed the least water was the social category, the average consumption of which was 11,903.47 cubic meters. In addition, the greatest variability in water consumption is in the state category, the total variation being equal to 21.6%. In the Huancavelica city, water consumption has a growing trend and to predict the volume of drinking water consumption by 2030, water consumption was transformed by first differences, using the ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) model for total consumption model (0,1,1) (2,0,0)(12) and for the domestic consumption the ARIMA model (0,1,2) (0,0,2)(12). On the other hand, water consumption was analyzed on a monthly basis in which there is greater variability for the months June - 6 and December - 12. It was taken into account for the calculation of the endowment the domestic consumption, having values ranging from 6.45 L/inhab/day until 1,460 L/inhab/day, which reflects a considerable variation to consider. The average value in the spring station is 109.44 L/inhab/day, in the summer station it is 116.93 L/inhab/day, in the autumn station it is 117.17 L/inhab/day and in the winter station it is 108.48 L/inhab/day. Also, the average

minimum endowment equal to 7.66 L/inhab/day was obtained, the average maximum endowment is of 569.03 L/inhab/day and the actual endowment 113.01 L/inhab/day. Finally, it is concluded that the estimated average actual endowment for the Huancavelica city, that is to say, 113.01 L/inhab/day, is much less than that indicated in the Norma OS.100 of the Basic Considerations of Sanitary Infrastructure Design of the RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), the same one that mentions the endowment equal to 180 L/inhab/day for cold climates, which means a reduction of costs in the dimensioning of hydraulic structures and sanitation and drinking water works.

Keywords: drinking water, real consumption, critical demand, forecasting drinking water.

Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo principal determinar y analizar como se viene realizando la dotación real del sistema de agua potable en la ciudad de Huancavelica, calculando así el volumen del consumo real del sistema, así como la demanda crítica.

En el Capítulo I; se planteó el problema de investigación, describiendo y formulando la pregunta de investigación, planteando el objetivo general y los objetivos específicos. En este capítulo también tenemos la justificación y las limitaciones de investigación.

En el Capítulo II; tenemos el marco teórico, presentando los antecedentes internacionales, nacionales y locales; así como bases teóricas, definición de términos, hipótesis y operacionalización de variables.

En el Capítulo III; tenemos la metodología de investigación, presentando el ámbito de estudio, el tipo y nivel de investigación, así como el método a utilizar. También tenemos el diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En el Capítulo IV; tenemos la presentación de resultados, donde analizamos la información y discutimos los resultados entre los cuales tenemos el consumo de agua en el año 2019, la predicción mediante el método ARIMA para el año 2030 y el cálculo de dotación. Así mismo se analizó que el consumo de agua tiene una tendencia creciente y para predecir el volumen de consumo de agua potable para el año 2030 se transformó por primeras diferencias, empleando el Modelo Arima igual a (0,1,1)(2,0,0)(12) para el total y para consumo doméstico un Modelo Arima (0,1,2)(0,0,2)(12). Por otro lado, se analizó mensualmente en la cual existe mayor variabilidad para los meses junio (6) y diciembre (12). Se tomó en cuenta para el cálculo de la dotación el consumo doméstico, teniendo valores que van desde 6.45 Lt/hab/día hasta 1460 Lt/hab/día, lo cual refleja una variación considerable a tener en cuenta.

Finalmente se concluye que la dotación real promedio estimada para la ciudad de Huancavelica, es decir, 113.01 Lt/hab/día, es mucho menor que se indica en la Norma OS.100 de las Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), el mismo que menciona la dotación igual a 180 Lt/hab/día para climas fríos, lo cual significa reducción de costos en el dimensionamiento de estructuras hidráulicas y obras de saneamiento y agua potable. Así mismo se menciona las recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

Según Garzon y Ortiz (2014), menciona que en el contexto internacional se desconoce los consumos reales de agua potable, uno de los casos es de los usuarios residenciales de la ciudad de Bogotá - Colombia, en la que las empresas prestadoras de servicio desconocen el modo como los usuarios demandan el servicio, el caudal neto entregado, su distribución en el tiempo y el rango de caudales en los que se consume la mayor parte del volumen. Los datos de dotación son obtenidos de las normas que rigen estos temas de territorio colombiano (RAS 2000 y NTC 1500), siendo estos datos los que se utilizan para el dimensionamiento de las estructuras hidráulicas generándose así los sub o sobredimensionamiento de estas, debido a que es información que no se acerca a la realidad, las cuales conllevan a inversiones de presupuesto innecesario.

Según *(*Condori & Asqui, *Evaluacion de la dotacion de agua para el proyecto: "Mejoramiento de Servicios de Agua y Sanemiento en la Comunidad de Kunurama del Distrito de Santa Rosa- Melgar-Puno", 2018)* para la elaboración de los proyectos de inversión, se toman valores de dotación estimadas en las guías emitidas por el ministerio de vivienda, RNE OS.0.10, dando esto como resultado elaboración de expedientes mal formulados debido a que las normas emitidas no se ajustan a la realidad, originando en algunos casos el sub o sobre dimensionamiento de estructuras hidráulicas.

Actualmente en la ciudad de Huancavelica no se cuenta con las dotaciones reales de consumo humano haciendo uso de un valor de dotación de 180 Lt/hab/día para zonas urbanas según la guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento, reglamento nacional de edificaciones y normas técnicas las cuales no consideran si este valor de la dotación se acerca a la realidad.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cómo se viene dando la dotación real del sistema de agua potable en la ciudad de Huancavelica?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo se viene dando el volumen de consumo real en la ciudad de Huancavelica?
- ¿Cómo se viene dando la demanda crítica real del sistema de agua potable en la ciudad de Huancavelica?

1.3. Objetivos: General y Específico

1.3.1. Objetivos generales

- Determinar cómo se viene dando la dotación real del sistema de agua potable en la ciudad de Huancavelica.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar cómo se viene dando el volumen de consumo real del sistema de agua potable en la ciudad de Huancavelica.
- Determinar cómo se viene dando la demanda crítica real del sistema de agua potable en la ciudad de Huancavelica.

1.4. Justificación

El presente proyecto se realiza porque se desconoce la dotación real de consumo humano en la ciudad de Huancavelica, esto conlleva a la elaboración de estudio de pre inversión e inversión y su posterior ejecución con el valor de la dotación según la guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento, reglamento nacional de edificaciones y normas técnicas la cual es 180 Lt/hab/día para poblaciones urbanas, obtener el valor real de la dotación de agua nos ayudará a evitar el sub o sobre dimensionamiento de las estructuras hidráulicas.

Así mismo en la actualidad no se cuenta con valores reales de consumo humano, con características climatológicas similares a la ciudad de Huancavelica.

Todo esto favorecerá a la población directa de la ciudad de Huancavelica, a la vez permitirá se realicen mayores investigaciones por parte de los entes interesados.

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo evaluar y determinar la dotación real para consumo humano y así poder realizar futuros proyectos de manera eficiente en zonas con características similares a la ciudad de Huancavelica.

1.5. Limitaciones

Esta investigación está limitada al cálculo de la dotación real y a la demanda crítica de la ciudad de Huancavelica, pudiendo aplicarse esta metodología en futuros estudios en otras ciudades con características similares a la ciudad antes mencionada.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1.Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Garzón & Ortiz (2014) realizó la investigación *"Determinación de consumos reales de agua potable para usuarios residenciales de la ciudad de Bogotá"* donde el tipo de investigación fue aplicada de diseño pre experimental en la cual se obtuvo las siguientes conclusiones:

- En relación al caudal de consumo promedio neto de un habitante en un día, se determinó como dicho caudal calculado en cada zona presenta valores muy estables y parecidos para los diferentes consumos promedios calculados, como también se observa como dichos valores presentan diferencias significativas entre una zona y otra, lo cual refleja la alta variabilidad espacial de los consumos de la población. Un valor promedio aceptable para toda la población es el obtenido al analizar la muestra unificada, donde se obtuvo valores de 123.88-125.24 L/hab-día, siendo un valor final aceptable el de 125 L/hab-día, al comparar estos valores con los recomendados por la Norma RAS 2000 para Bogotá (140 L/Hab-día), se concluyó que dicho valor recomendado por la Norma no es el más adecuado para la mayor parte de la ciudad, y que este valor podría reducirse a 125 L/hab-día, que representa un 12% menos de caudal.
- Se pudo determinar en qué rango de caudales se consume la mayor parte del agua, esta información se presenta mediante la curva patrón de consumos diarios, cuyo resultado muestra que la mayor cantidad de caudal consumido por un abonado ocurre entre los 120-750 L/hora (0.033L/s – 0.21L/s). Entre los 0 L/h y los 750 L/h se consume en promedio el 86.2% del caudal total demandado, esta información se presenta mediante el denominado patrón de consumos diarios para la ciudad de Bogotá.

Zambrano (2015), realizó el trabajo de graduación denominado "*Dotación de agua en los centros educativos en la ciudad de Guayaquil. Comparación con las normas nacionales y de otros países"* para obtener el título de Ingeniería Civil en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil siendo el tipo de investigación exploratoria y descriptiva, la investigación exploratoria se usó al no contar con investigaciones anteriores sobre el cuerpo del estudio y finalmente se llegó a las siguientes conclusiones:

- La mayoría de los consumos de agua de los colegios están por debajo de lo que indican las normas ecuatoriana, mexicana, peruana y chilena.
- Se demostró que los consumos de agua en los centros educativos si varían dependiendo de la categoría en las cuales fueron asignados, los colegios que están dentro de la categoría más confiables tuvieron consumos parecidos y muy cercanos a los consumos indicados por la norma ecuatoriana. El colegio que está dentro de la categoría medianamente confiable se observa que tiene un consumo muy alto, por otra parte el colegio que se investigó dentro de la categoría menos confiable tiene un consumo muy pequeño.
- Al compararse las mediciones realizadas en campo, están fueron menores que las históricas. probablemente se debió al muy corto lapso de muestreo en campo y a otros factores como la limpieza de la aulas, oficinas etc., al riego de áreas verdes, al uso de duchas en los colegios que cuentan con estas, lavado de canchas, uso de piscina.
- No se encontró ninguna norma ecuatoriana que indique el número de instalaciones sanitarias mínimas, con las que deberían contar los colegios en su infraestructura.

Gallo (2010), realizó el proyecto previo a la obtención del título de tecnóloga en administración de proyectos de construcción denominado *"Dotación real de agua potable en los Hospitales: Eugenio Espejo, Enrique Garcés, Carlos Andrade Marín, Vozandes, Padre Carolo – Un canto a la vida y metropolitano de la ciudad de Quito"*, en la cual se obtuvo las siguientes conslusiones:

- La dotación real que reciben los hospitales en la ciudad de Quito son consumos variados como se mostró en esta investigación, lo más efectivo será que se regularice y se controle en el manejo de su dotación por parte de la empresa que se encarga de su distribución que es la EMAAP-Q, pero principalmente la SENAGUA.

(Gordon, 2009), realizó el proyecto previo a la obtención del título de tecnólogo en administracion de proyectos de construccion denominado "*Dotación real de agua potable en conjuntos habitacionales en la ciudad de Quito, sector norte, Carcelén*", *en* la cual se obtuvo las siguientes conslusiones:

- En general con respecto al paìs de Ecuador - Quito y referente a otros paises estamos en un nivel elevado de consumo de agua potable por personas al día y por área rentable al día.
- Se tiene presente tambien que el alto consumo de agua potable que se presenta en este sector es debido a la condicion de sus habitantes (media alta), porque esta es un variable que permite tener mayores recursos y por tanto accedera elementos que consumen agua potable como jacuzzi, lavadora, riego de jardines, lavado del auto y otros. Este factor economico incurre directamente en un consumo del liquido vital.
- En este estudio de comprobo ademas que el número de habitantes tiene un tendencia marcada, pues por vivienda existe un promedio de tres a cuatro habitantes, lo que muestra que a pesar de no haber

muchos mienbros en la familia el consumo es elevado en relación a sectores de mayor densidad demográfica.

(Calvo, 2010) El presente trabajo es una crónica de la evolución de los servicios que integran el ciclo urbano del agua (abastecimiento, alcantarillado y depuración) desde las perspectivas de nuestro régimen local y del derecho sanitario. El repaso arranca desde los orígenes del constitucionalismo hasta nuestros días, predominando la visión histórica, llegando a la siguiente conclusión:

- El estatuto municipal dio un paso más y fijó como dotación de agua 200 litros por habitante y día, aunque sólo para las poblaciones de más de 15.000 almas; para los municipios menores la dotación se reducía a 150 litros por habitante y día.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Conodri & Asqui (2018) realizó la investigación titulada *"Evaluación de la dotación de agua para el proyecto: Mejoramiento de servicios de agua y saneamiento en la Comunidad de Kunurana del Distrito de Santa Rosa – Melgar – Puno",* para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional del Altiplano, siendo el tipo de investigación de enfoque cuantitativo dentro del cual tiene un alcance decriptivo, utilizando para la población un total de 305 viviendas habitadas los cuales fueron obtenidos mediante empadronamiento en la zona y se trabajo con una muestra de 59 viviendas y finalmente llegaron a las siguientes conclusiones:

- El coeficiente de variación diaria se obtuvo mediante la división de la dotación del día de mayor consumo y la dotación promedio, por lo que K1 resulta de 1.543, lo que indica que la dotación máxima obtenida es de 154.34% de la dotación promedio.

Anchapuri & Quispe (2018), realizó la investigación titulada: *"Evaluación de la dotación de agua potable para Salcedo – Puno*

(2017)", para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional del Altiplano, siendo el tipo de investigación cualitativo y el nivel descriptivo correlacional, en la que se trabajo con una población de 2476 viviendas con servicio de agua potable, de las cuales 1950 cuentan con medidor de agua de las cuales se tomo una muestra de 474 viviendas, las cuales llevaron a las siguientes conclusiones:

- 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.

(Sullca, 2015), realizó la investigación titulada *"Estimación de la demanda de agua potable y determinación de la dotación óptima requerida en instituciones educativas públicas de nivel primario de la ciudad de Juliaca"* para obtener el título de Ingeniero Sanitario y Ambiental en la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, siendo el tipo de investigación no-experimental de nivel descriptivo, en la que se trabajó con una población de 54 Instituciones educativas llegando a las siguientes conclusiones:

- La dotación calculada que satisface la demanda de agua potable diaria en las instituciones educativas públicas de nivel primario de la ciudad de Juliaca es igual 6.02 L/persona/día la misma que puede aplicarse para el dimensionamiento de infraestructura sanitaria de otras instituciones de la localidad tratando de conservar los criterios que se optaron para el desarrollo de la presente investigación.
- El consumo real de agua potable diario que se hace en una institución educativa de la ciudad de Juliaca, no supera los 10 m3. En los casos de las instituciones estudiadas se obtuvieron valores diarios de consumo de agua de 4.60 m3 para la I.E.P. Jorge Chávez, 8.22 m3 para la I.E.P. Los Libertadores y 5.90 m3 para la I.E.P. María Auxiliadora.
- Tras evaluar el estado físico de las instalaciones sanitarias de las instituciones educativas, se constató que el I.E.P. Jorge Chávez presenta un estado de conservación de su infraestructura apropiado y que su nivel de gestión para la operación y mantenimiento de los mismos es eficiente. Esto puede relacionarse debido al tamaño de esta institución que a comparación de las otras dos es la más pequeña. La I.E.P. Los Libertadores tiene sus instalaciones sanitarias en mal estado incluida toda su infraestructura en general, esto conlleva a que se originen mayores desperdicios de agua y menor cuidado por parte la población que se sirve de sus servicios educativos. Esta institución resultó ser la que requiere con mayor urgencia medidas que estén direccionadas a la fomentación de la educación sanitaria, aseo y adecuado uso de los servicios sanitarios. También necesita intervención rápida en inversiones destinadas a mejorar su capacidad de servicio educativo que esta brinda. La I.E.P. María Auxiliadora tiene su infraestructura educativa en regular estado de conservación, si bien esta tiene regular antigüedad, la gestión realizada por los grupos que administran la institución como los directivos, la APAFA, etc. permiten que esta

se mantenga en condiciones adecuadas de conservación al igual que sus instalaciones interiores de agua y desagüe. Así, observamos que de las tres instituciones educativas, según el cuidado que tienen en su infraestructura sanitaria pueden ubicarse en el siguiente orden: 1) I.E.P. Jorge Chávez; 2) I.E.P. Los Libertadores & 3) I.E.P. María Auxiliadora.

(Castillo & Malaver, 2011) realizó la investigacion titulada *"Estimación de la dotación de agua potable en el A.H. Villa Maria Enace de Nuevo Chimbote, aplicando métodos estadisticos para fines de optimización"*, para optar el titulo profesional de Ingeniero Civil, en la Universidad Nacional del Santa, llegando a las siguientes conclusiones:

- El valor de la dotación actualmente usada en los diseños de sistemas de agua potable (220 Lt/hab/día) es elevado en comparación de la dotación estimada en éste proyecto, por ende se estaría sobredimensionando las redes de agua potable debido a que fueron diseñadas o están siendo diseñadas con valores que hasta duplican la dotación estimada mediante registros reales y cálculos estadísticos.
- Al tener consumos reales menores que los valores utilizados en los diseños de sistemas de agua potable, se concluye que se tendría un excedente de agua el cual se estaría desperdiciando, lo que podría evitarse si se lograra hacer estudios estadísticos de la dotación y el consumo de una población durante la etapa de diseño de un proyecto.
- En la investigación realizada se obtuvo una dotación de agua promedio diaria real por habitante que varía entre 97.62 Lt/hab/día y 109.56 Lt/hab/día con una confianza de 95%; siendo el promedio estándar de 103.59 Lt/Hab./día. Este valor representa el 49.8 % de la dotación de agua promedio diaria anual por habitante que

establece la Norma OS 100 para una zona cálida, similar a la zona de estudio

(Vasquez, 2018), realizó la investigacion titulada "*Diagnóstico del consumo y demanda de agua potable en el campus de la Unalm y propuestas de cobertura"* para optar el titulo de Ingeniero Agricola en la Universidad Nacional Agraria la Molina, llegando a las conclusiones:

- La UNALM tiene problemas con el abastecimiento de agua en todo el campus universitario. Las principales razones son: (a) deficiente infraestructura por el mal estado de los componentes del sistema de agua potable, (b) falta de operación y mantenimiento, (c) distribución de un agua de mala calidad y (d) limitada disponibilidad de agua en la fuente.
- En base a lo descrito en el párrafo anterior, se concluye que la cantidad de agua en la UNALM es deficiente, por esta razón, se plantean propuestas de mejoras viables para la universidad, relacionadas con el ahorro de agua, mejoras en el servicio y medidas innovadoras; estas incluyen: uso de aparatos ahorradores, cambio de redes; tratamiento de agua en la fuente o cambio de fuente; uso de urinarios secos para obtención de fertilizantes. Estas propuestas preliminares que ameritan estudios técnicos complementarios.
- En base a lo descrito en el párrafo anterior, se concluye que la cantidad de agua en la UNALM es deficiente, por esta razón, se plantean propuestas de mejoras viables para la universidad, relacionadas con el ahorro de agua, mejoras en el servicio y medidas innovadoras; estas incluyen: uso de aparatos ahorradores, cambio de redes; tratamiento de agua en la fuente o cambio de fuente; uso de urinarios secos para obtención de fertilizantes. Estas propuestas preliminares que ameritan estudios técnicos complementarios.

- En base a la evaluación de la calidad del agua de la fuente, se concluye la necesidad de instalar una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP). La tecnología a usarse es la Osmosis Inversa, la cual demandaría una inversión de $ 135,780.00. Esta medida, no solo mejorará la calidad del agua sino también integrará el sector 3 (usuarios que adquieren el agua mediante cisterna, compra de bidones de agua, ablandamiento de agua) con el sector 1 (usuarios que se abastecen del pozo Chino 2) y eliminaría los costos que se generan por compra de agua de otras fuentes en el sector.
- Estudios anteriores realizados en la UNALM han verificado la pérdida excesiva de agua en los equipos sanitarios instalados en el campus universitario, por ello, como medida de solución se plantea el uso obligatorio de equipos sanitarios y griferías ahorradores.

(Machado, 2018) realizó la investigacion titulada *"Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Santiago, Distrito de Chalaco, Morropon – Piura"* de la universidad nacional de Piura, llegando a las conclusiones:

- Se diseñó la red conducción con una longitud de 604.60 metros lineales y con un diámetro de 2 pulgadas, así como la red de aducción con una longitud de 475.5 metros lineales con un diámetro de 2 pulgadas.
- La red de distribución se diseñó teniendo una longitud de 732.94 metros lineales con un diámetro de 1 ½ pulgadas.

(Araujo Jamanca, 2018) Realizó la investigación titulada *"Cálculo de la dotación de agua para riego de áreas verdes en edificaciones, realizado en la Av. conf. int. este 190 lt 02 – Pedregal Alto, Distrito de Huaraz, Provincia de Huaraz, Ancash – 2017".* Esta investigación tuvo como finalidad calcular la dotación de agua real que se requiere para el riego en la ciudad de Huaráz en áreas verdes. Nos indica que el

Reglamento Nacional de Edificaciones indica cual debería ser la dotación a considerar para este caso, sin embargo, al igual que en esta investigación se piensa que puede variar debido a que en las diferentes regiones del pais existen diferentes tipos de climas y muchas variaciones de temperatura, por lo que el consumo de agua también es variable. La metodología empleada consiste en la obtención de datos metereológicos de la ciudad en cada uno de sus años críticos. Con esos datos se determina la evapotranspiración y luego el tiempo de riego. Se realiza un trabajo experimental donde se distribuyen tuberías en un jardin sembrado de 16 m2 con sus aspersores y un manómetro para calcular la presión en la entrada, así como un medidor para calcular el consumo de agua. En base al tiempo de riego se obtiene un volumen por cada dia de riego, tomándose la lectura durante 8 meses para obtener las cantidades máximas y mínimas de demanda de agua. Finalmente se calculó la dotación de agua por m2, la cual fue 4.875 L por m2 por día, llegadndo a la conclusión que este valor es mucho mayor al que propone el Reglamento Nacional de Edificaciones.

(Tisnado Puma, 2014) presentan la siguiente investigación titulada *"Evaluación de la dotación per-cápita para el abastecimiento de agua potable en la población concentrada del Distrito de Vilavila – Lampa – Puno".* El objetivo principal de la investigación era evaluar la dotación que requiere dicha localidad para lo cual se estimo el consumo de agua en diferentes viviendas de la ciudad, teniendo en cuenta los factores que afectan al consumo de agua como lo son el socioeconómico, condiciones climáticas, númeto de habitantes por vivienda, tipo de comunidad, pérdidas y desperdicios en suministro de agua potable. Durante el proceso de selección de las muestras aleatorias se utilizó el marco muestral constituido por las viviendas basado en la cartografía de la localidad en la cual se seleccionaron 152 viviendas con un promedio de 5 personas por familia. El consumo se dio de la siguiente manera: durante los meses de diciembre – abril en promedio

es de 52.77 litros/ hab/día dándose el punto máximo en el mes de marzo con 56.07 Lt/hab/día y un mínimo para el mes de diciembre con 50.41 Lt/hab/día. Durante el invierno (mayo – noviembre) el promedio es de 47.45 Lt/hab/día y un máximo en el mes de mayo de 49.86 Lt/hab/día y un mínimo para el mes de julio de 44.72 Lt/hab/día. Finalmente se llegó a la conclusión que el consumo promedio para ambas épocas es de 50.11 Lt/hab/día y la dotación per cápita para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable se consideró un 40% del consumo total por pérdidas y desperdicios en el suministro de agua, para lo que se da una dotación final de 70 Lt/hab/día en la localidad de Vilavila.

(Wilson Gonzalez, 2016) presenta la tesis que lleva por título *"Determinación del coeficiente de variación de la demanda diaria y horaria de agua potable de la ciudad de Cusco".* Esta investigación ubicada en la ciudad del Cusco pretende identificar nuevos coeficientes de variación de demanda horaria y diaria de agua potable los cuales se ajusten con una mayor eficiencia al consumo diario de la población a comparación de los valores dados por el Reglamento Nacional de Edificaciones. Estos valores fueron calculados de acuerdo a los caudales de ingreso y salida, los cuales son proporcionados en las diferentes líneas de cada sistema de abastecimiento más grandes de la ciudad del Cusco los cuales abastecen a más de 80% de la demanda de la población, el sistema Piura y y el sistema Vilcanota. Se registran los horarios de ingresos y salidas de los caudales de cada reservorio, luego se toma en cuenta el mes más representativo de cada estación para el cálculo anual de los caudales anuales totales y con estos datos se evalua el consumo de agua. Los coeficientes de demanda diaria y horaria K1 y K2 fueron calculadas y de esa manera se obtuvo el valor real del consumo de acuerdo a las costumbres de la población. Los resultados fueron que para K1 se obtuvo un valor de 1.236 con una diferencia de 4.92% de variación respecto al establecido por el RNE que es 1.3 y un coeficiente de variación de la demanda horaria de agua potable K2 de

2.063 con una diferencia de 114. 61% de variación con el establecido por el RNE que es 1.8.

2.1.3. Antecedentes locales:

Hasta la actualidad no se cuenta con información similar.

2.2. Bases teóricas

Dotación de agua

Dotación es la demanda de agua de una población para cubrir sus necesidades, se obtiene por medio de un estudio en el cual están las necesidades de los demandantes: saciar la sed, lavar ropa (…), es decir la cantidad de agua que se le asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios en un día, considerando pérdidas **(Zambrano, 2015, pág. 10).**

Consumo de agua

Es función de una serie de factores inherentes a la propiedad localidad que se abastece y varía de una ciudad a otra, así como podrá variar de un sector de distribución a otro, en una misma ciudad.

Los principales factores que influyen el consumo de agua en una localidad pueden ser así resumidos: clima, nivel de vida de la población, costumbres de la población, sistema de provisión y cobranza (servicio médico o no), calidad del agua suministrada, costo del agua (tarifa), presión en la red de distribución, consumo comercial, consumo industrial, consumo público, perdidas en el sistema, existencia de red de alcantarillados y otros factores. **(Aguirre, 2015, pág. 2).**

Variaciones de consumo

En un sistema público de abastecimiento de agua, la cantidad de agua consumida varía continuamente en función del tiempo, de las condiciones climáticas, costumbres de la población, etc.

Hay meses en que el consumo de agua es mayor en los países tropicales como el Brasil, sobre todo en los meses de verano. Por otro lado, dentro de un mismo

mes, existen días en que la demanda de agua asume valores mayores sobre los demás.

Durante el día el caudal dado por una red pública varía continuamente. En las horas diurnas el caudal supera el valor medio, alcanzando valores máximos alrededor del mediodía. Durante el período nocturno el consumo decae, por debajo de la media, presentando valores mínimos en las primeras horas de la madrugada. (Aguirre, 2015, pág. 2)

Consumo promedio diario anual

Se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, expresada en litros por segundo y se determina con la siguiente ecuación:

$$Q_m = \frac{Hxdotación(d)}{86400}$$

Donde:

- Qm: Consumo promedio diario (l/s)
- H: Número de habitantes
- d: Dotación (Lt/hab/día) **(Condori & Asqui, 2018, pág. 64)**

Consumo máximo diario

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

El consumo máximo diario se considerará entre el 120% y el 150% del consumo promedio diario anual. El coeficiente recomendado y más utilizado es del 130% del consumo promedio diario anual **(Aguero, 1997, pág. 24)**

Volumen de consumo

El consumo de agua de una localidad es función del tipo de comunidad, de sus condiciones económicas y sociales, de las condiciones meteorológicas, de la calidad y cantidad del control mediante medidores de agua (Rozo, 2010)**.**

Pronóstico

Según Villareal (2016), afirma que todo pronóstico es considerado como una estimación cuantitativa o cualitativa de una o varias variables (factores), que componen un evento futuro, con base en información actual o del pasado. En palabras generales, un pronóstico permite reducir la incertidumbre acerca de lo que puede acontecer en un futuro proporcionando resultados no lejanos a la realidad, quienes a su vez nos permitirán tomar acciones o decisiones en cualquier rama de estudios.

Series de Tiempo

(Gonzalo, 2008) Al hablar de series de tiempo se menciona a un conjunto de observaciones sobre valores que toma una variable cuantitativa en los diferentes momentos en el tiempo, pudiéndose encontrar en su comportamiento, tendencia, un ciclo periódico, no tener una forma definida o aleatoria, y variaciones estacionales (anual, mensual, trimestral, etc.).

Las observaciones en el tiempo se denotan por:

$Y_1 + Y_2 + Y_3 + \cdots + Y_K$; Donde k es el número de observaciones

El autor menciona que una serie puede ser no estacionaria y estacionaria, siendo esta última la que debe ser constante en media y en varianza.

Tipos de Series

Serie no estacionaria: es aquella cuyas características de media, varianza y covarianza cambian a través del tiempo lo que dificulta su modelamiento. Sin embargo, en muchas ocasiones, si dicha serie es diferenciada una o más veces la serie resultante será estacionaria (procesos no estacionarios homogéneos).

Serie estacionaria: es aquella cuya media y varianza no cambian a través del tiempo y cuya covarianza sólo es función del rezago. Gracias a estas características podremos modelar el proceso subyacente a través de una ecuación con coeficientes fijos estimados a partir de los datos pasados.

Objetivos del Análisis de Series de Tiempo

En la construcción de los modelos ARIMA (p, d, q) se lleva de manera iterativa mediante un proceso en el que se puede distinguir cuatro etapas:

Identificación: Utilizando los datos ordenados cronológicamente se intentará sugerir un modelo ARIMA (p, d, q) que merezca la pena ser investigada. El objetivo es determinar los valores p, d y q que sean apropiados para reproducir la serie de tiempo. En esta etapa es posible identificar más de un modelo candidato que pueda describir la serie.

Estimación: Considerando el modelo apropiado para la serie de tiempo se realiza inferencia sobre los parámetros.

Validación: Se realizan contraste de diagnóstico para validar si el modelo seleccionado se ajusta a los datos, so no es así, escoger el próximo modelo candidato y repetir los pasos anteriores.

Predicción: Una vez seleccionado el mejor modelo candidato ARIMA (p, d, q) se pueden hacer pronósticos en términos probabilísticos de los valores futuros.

Componentes de una Serie de Tiempo

En una serie existen cuatro tipos básicos de variación, los cuales sobrepuestos o actuando en concierto, contribuyen a los cambios observados en un período de tiempo y dan a la serie su aspecto errático. Supondremos, además, que existe una relación multiplicativa entre estas cuatro componentes; es decir, cualquier valor de una serie es el producto de factores que se pueden atribuir a las cuatro componentes. Estas cuatro componentes son:

Tendencia: La tendencia secular o tendencia a largo plazo de una serie es por lo común el resultado de factores a largo plazo. En términos intuitivos, la tendencia de una serie de tiempo caracteriza el patrón gradual y consistente de las variaciones de la propia serie, que se consideran consecuencias de fuerzas persistentes que afectan el crecimiento o la reducción de la misma, tales como: cambios en la población, en las características demográficas de la misma, cambios en los ingresos, en la salud, en el nivel de educación y tecnología.

Variaciones Cíclicas: Con frecuencia las series de tiempo presentan secuencias alternas de puntos abajo y arriba de la línea de tendencia que duran más de un año, esta variación se mantiene después de que se han eliminado las variaciones o tendencias estacional e irregular.

Variaciones Estacionales: El componente de la serie de tiempo que representa la variabilidad en los datos debida a influencias de las estaciones, se llama componente estacional. Esta variación corresponde a los movimientos de la serie que recurren año tras año en los mismos meses (o en los mismos trimestres) del año poco más o menos con la misma intensidad.

Variaciones Irregulares: Esta se debe a factores a corto plazo, imprevisibles y no recurrentes que afectan a la serie de tiempo. Como este componente explica la variabilidad aleatoria de la serie, es impredecible, es decir, no se puede esperar predecir su impacto sobre la serie de tiempo.

Existen dos tipos de variación irregular:

Las variaciones que son provocadas por acontecimientos especiales, fácilmente identificables, como las elecciones, inundaciones, huelgas, terremotos.

Variaciones aleatorias o por casualidad, cuyas causas no se pueden señalar en forma exacta, pero que tienden a equilibrarse a la larga.

Modelos ARIMA metodología de Box-Jenkins

Un modelo ARIMA (0, d, 0) es una serie temporal que se convierte en un proceso puramente aleatorio después de diferenciarse **d** veces.

El modelo general es denominado también proceso autorregresivo integrado de medias móviles de orden p, d, q.

Para esta investigación, se utilizó la metodología de Box Jenkins, la cual es también llamada como ARIMA.

El objetivo de esta metodología es identificar y estimar modelos estadísticos que puedan ser interpretados como un generador de la muestra. Este modelo es utilizado para predecir, suponiéndose en las características de las series las cuales son constantes en el tiempo. Para esto, el modelo debe ser estacionario o estable (Rosales, 2008).

El modelo *Box-Jenkins ARIMA* viene representado por la siguiente ecuación:

$$Y_t = \emptyset_0 + \emptyset_1 y_{t-1} + L + \emptyset_p y_{t-p} + a_t - \emptyset_1 a_{t-1} - L - \emptyset_q a_{t-q}$$

Las etapas para la elaboración de un modelo ARIMA son las siguientes:

Identificación:

Se utilizan: FAC o FAP estimada.

Tabla 1. Patrones teóricos de la FAC y FAP

Tipo de Modelo	Patrón típico de la FAC	Patrón típico de la FAP
AR (p)	Decrecimiento rápido de tipo geométrico puro, geométrico con alternación de signos, sinusoidal o mezcla de ambos tipos.	Picos grandes en los p rezagos o corta abruptamente a partir del rezago p, es decir la FAP se anula luego del rezago p.
MA (q)	Picos grandes en los q rezagos o corta abruptamente a partir del rezago q, es decir la FAP se anula luego del rezago q.	Decrecimiento rápido de tipo exponencial y /o sinusoidal.
ARMA (p,q)	Decrecimiento exponencial	Decrecimiento exponencial

Fuente: Econometría 2008

Estimación:

Se usan: Mínimos cuadrados ordinarios lineales o no lineales.

Verificación:

Los coeficientes (estacionariedad, invertibilidad y significancia estadística), la bondad de ajuste (R^2 ajustado, AIC y SC) y los residuos (significancia conjunta y normalidad)

Modelos autorregresivos: AR (p)

El modelo autorregresivo finito de orden "p", AR (p) es una aproximación natural al modelo lineal general. Se obtiene un modelo finito truncando el modelo general. Para estudiar sus características, se tienen que estudiar los modelos autorregresivos de orden 1 y 2 (Casimiro & Pilar, 2009).

Un modelo autorregresivo AR describe una clase particular de proceso en que las observaciones de un momento dado son predecibles a partir de las observaciones previas más un término de error. Se denota como AR (q) o ARIMA (q, 0,0):

$$AR(p) = X_t = a_t - \phi_1 X_{t-1} - \phi_2 X_{t-2} - \phi_3 X_{t-3} - \cdots - \phi_p X_{t-p}$$

Procesos de medias móviles: MA (p)

El modelo de medias móviles de orden finito "q", es una aproximación natural al modelo lineal general. Se obtiene un modelo finito por el simple procedimiento de truncar el modelo de medias móviles de orden finito. Para definir las características, se deben estudiar los modelos de medias móviles de primer y segundo orden (Casimiro & Pilar, 2009).

Un modelo de medias móviles describe una serie temporal estacionaria. En este el valor actual se puede predecir a partir de la componente aleatoria de este momento y en menor medida de impulsos aleatorios anteriores. Este modelo MA (q), denotado también por la expresión ARIMA (0,0, q) viene dado por la expresión:

$$MA(q) = X_t = a_t - v_1 a_{t-1} - v_2 a_{t-2} - \cdots - v_q a_{t-q}$$

Prueba de Shapiro Wilks

La prueba de Shapiro Wilks plantea una hipótesis nula, en la cual una muestra proviene de una distribución normal. Por ejemplo, si se elige un nivel de significancia de 5% y tenemos hipótesis alternativa se sostiene que la distribución no es normal.

Contraste de Dickey Fuller

Esta prueba debe ser completada incluyendo: Suficientes retardos y elementos deterministas tales como tendencia, dummies estacionales, entre otros.

Los valores críticos de este contraste pueden ser alterados con la inclusión de elementos deterministas.

En el caso de raíces estacionales, la prueba de Dickey Fuller puede detectar la presencia de no estacionariedad si se incluyen los retardos suficientes. Asi mismo, se debe guiar por la información que proporciona la inspección de gráficos y correlogramas así como pruebas Dickey Fuller Estándar.

2.3.Definición de términos

a. **Agua.** Compuesto de hidrógeno y oxígeno en estado líquido siendo su fórmula H2O.

   Es un medio de proliferación de varios microorganismos como bacterias, virus y otros, representado un riesgo para la salud pública si no se trata de una manera adecuada.

b. **Carga de diseño.** Relación entre caudal y concentración de un parámetro específico que se usa para dimensionar un proceso del tratamiento.

c. **Caudal.** Cantidad de un líquido que fluye de modo natural o no natural en un determinado lugar y por una unidad de tiempo.

d. **Caudal máximo horario.** Caudal a la hora de máxima descarga.

e. **Caudal medio.** Promedio de los caudales diarios en un periodo determinado.

f. **Caudal pico.** Caudal máximo en un intervalo dado.

g. **Consumo de agua.** Es el volumen de agua utilizado por habitante en un día para satisfacer sus necesidades. Se expresa por lo general en Litros por habitante por día. (L/hab. x día) y se obtiene de las mediciones en el medidor de la conexión domiciliaria**.**

h. **Demanda de agua.** Es la cantidad de agua potable, que se cuantifica como volumen de agua que los habitantes están dispuestos a consumir.

i. **Dotación de agua.** Es la cantidad de agua promedio diaria anual por habitante, la cual se fija en base a estudios de consumo técnicamente justificados

j. **Sistema de agua potable.** Conjunto de estructuras e instalaciones usadas para recepcionar, almacenar, conducir y tratar el agua captada de la fuente. También comprende el tratamiento, almacenamiento**,** conducción y distribución del agua tratada.

2.4.Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general:

La dotación real del sistema de agua potable en la ciudad de Huancavelica no corresponde a la dotación establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.4.2. Hipótesis específicas:

- El volumen de consumo real del sistema de agua potable en la ciudad de Huancavelica no corresponde al valor establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones.
- El valor de la demanda crítica real del sistema de agua potable en la ciudad de Huancavelica no corresponde al valor establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.5.Definición Operativa de variables

- Variable I: Dotación de agua
- Variable II: Sistema de agua potable

2.5.1. Definición operacional de la variable

Para obtener información de las dos variables, dotación de agua y sistema de agua potable, se aplicará la técnica de análisis documental, observación, encuestas y entrevistas, como instrumento unidades de almacenaje, lista de cotejo y ficha de registro de datos los cuales serán medidos mediante el uso del programa Rstudios.

2.5.2. Operacionalización de variables:

Tabla 2. Cuadro de Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador
Variable 01: dotación real	Dotación es la demanda de agua de una población para cubrir sus necesidades, se obtiene por medio de un estudio en el cual están las necesidades de los demandantes: saciar la sed, lavar ropa (…), es decir la cantidad de agua que se le asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios en un día, considerando pérdidas (Zambrano, 2015, pág. 10).	Serie de estrategias y características que ayudan a determinar la dotación de agua.	Volumen de consumo	Agua Caudal Consumo de agua Dotación de agua
			Demandas críticas	Demanda de agua Caudal pico Caudal máximo horar Caudal medio

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.Ámbito de estudio

El ámbito de estudio es la ciudad Huancavelica y la investigación fue realizada en el año 2019. Contamos con una base de datos que va desde el periodo 2004 hasta 2018.

3.2.Tipo y nivel de investigación

3.2.1. Tipo de investigación

Consideramos el tipo de investigación aplicada según (Behar, 2008, pág. 20), Se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren. Busca confrontar la teoría con la realidad.

3.2.2. Nivel de investigación

Consideramos para el proyecto el nivel descriptivo, según (Hernandes, Fernandez, & Baptista, 2006, pág. 60) estos diseños describen las relaciones existentes entre dos o más variables en determinado momento.

3.3.Método de investigación

3.3.1. Método general:

Consideramos el método científico según (Arias, 2006, pág. 18), es el conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se emplean para formular y resolver problemas de investigación mediante la prueba o verificación de hipótesis, aun cuando este método no es el único camino para la obtención del conocimiento científico, surge como vía flexible utilizada por la mayoría de las ciencias fácticas en la actualidad. Prácticamente, se le considera como el método general de la ciencia.

3.3.2. Método específico:

Consideramos el método no experimental, (Pimienta & De la Orden, 2011, pág. 57), pueda denominarse como tal, debe manipularse al menos una variable independiente, y constatarse los efectos de esta manipulación en la variable dependiente en el estudio de un fenómeno dado. El control riguroso de otras variables no implicadas explícitamente en el estudio, Se trata de controlar con la máxima precisión las variaciones de la variable.

3.4. Diseño de investigación

Según el proyecto de tesis tiene un diseño de investigación descriptivo, como dice (Lopez, 2011, pág. 132), se diseñó se caracteriza por el otorgamiento de individuos en forma aleatoria.

M -------- O

M: Es la muestra en quien se realiza el estudio.

O: Información relevante o de interés recogida.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Según (O<seda, Ramirez, Gave, & Gonzales, 2011, págs. 142-143), en una investigación la población está dada por el conjunto de sujetos al que puede ser generalizado los resultados del trabajo lo cual es de suma importancia ya que existen dos tipos de población los cuales son: población objetivo porque involucra a todos los individuos a los cuales se les generalizara los resultados y la población accesible está constituida por todos los individuos que tiene acceso el investigador.

En esta investigación la población es la ciudad de Huancavelica.

3.5.2. Muestra:

Según (Tamayo, 2003, pág. 48), la muestra es considerada como un subconjunto de individuos de la población que facilita estudiar de forma generalizada, las cuales pueden ser elegidas de forma aleatoria y al azar, recalcándose que se hace un poco complicado estudiar con toda la población para ello se emplean métodos para realizar la elección correcta con la cual se trabajara.

En esta investigación la muestra será probabilístico o aleatorio simple.

Si se conoce el tamaño de la población:

$$n = \frac{S^2}{\frac{\varepsilon^2}{Z^2} + \frac{S^2}{N}}$$

N= Tamaño de la población.

n= Tamaño necesario de la muestra.

Z= Margen de confiabilidad o número de unidades de desviación estándar en la distribución normal que producirá un nivel deseado de confianza.

S= Desviación estándar de la población conocida o estimada a partir de anteriores estudios o de una prueba piloto.

E= Error o diferencia máxima entre la media muestral y la media de la población que se está dispuesto a aceptar con un nivel de confianza que se ha definido.

3.5.3. Muestreo:

Según (Gomez B. 2012, pág. 34), afirma que: El muestreo es un instrumento de gran validez en la investigación, es el medio a través del cual el investigador, selecciona las unidades representativas para obtener los datos que le permitirán obtener información acerca de la

población a investigar, dividir la población en subconjuntos cuyos elementos posean características comunes.

En esta investigación el muestreo será estratificado.

3.6.Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

3.6.1. Técnicas:

Análisis documental y análisis de contenido: Es una técnica que se encarga de conocer la documentación sobre el problema a investigar para ello utiliza el análisis de contenido referentes a temas similares ya estudiados de analizar documentos del cual lo que desea analizar son las ideas expresadas, el significado de las palabras, tema o frase que se quiere cuantificar, (Palacios, Romero, & Ñaupas, 2016, págs. 317-319).

Observación: Es una técnica de investigación, que se refiere primordialmente a la percepción visual, con ello se puede decir que se utiliza para indicar cualquier forma de percepción a usar y con ello registrando algunas respuestas, pero se tiene que tener en cuenta si es una respuesta o un dato; ya que una respuesta es una acción y el producto de la respuesta es el dato. (Gomez S. , 2012, págs. 60-61).

Encuestas: Se define la encuesta como una técnica que pretende obtener información que suministra un grupo o muestra de sujetos acerca de sí mismos, o en relación con un tema en particular. (Arias, 2012, pág. 72)

Entrevistas: Es una técnica muy desarrollado por los investigadores. Es una manera de recolectar y almacenar datos. Por ello cada ficha contiene un conjunto de datos de las variable los cuales están dirigidos al mismo tema, ello le da unidad y valor

propio. (Hernández, Fernández, & Baptista, Metodología de Investigación 5ta Edición, 2010).

3.6.2. Instrumentos

Unidades de almacenaje: Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información. (Arias, 2012, pág. 68)

Lista de cotejo: Es el instrumento por el cual se podrá obtener la información precisa del momento exacto durante las sesiones didácticas que se establecerán. Este instrumento permitirá determinar los cambios que se realizaron en el pre prueba y post prueba (Carrasco, 2006, pág. 281).

Ficha de registro de datos: Es un instrumento que permitirá registrar por escrito tanto los datos de identificación como las ideas y críticas que se puedan observar, asimismo ayudan a registrar los datos más significativos el cual se utilizará para recopilar información sobre el proyecto de investigación en función al objeto de estudio, (Hernández, Fernández, & Baptista, Metodología de Investigación, 2010).

3.7. Técnicas de procesamiento y Análisis de Datos

El procesamiento de los datos se realizará haciendo uso del paquete estadístico Rstudios, MS Excel versión 2015, AutoCAD versión 2015, AutoCAD civil 3D versión 2015, apoyado en la utilización de estadísticos descriptivas obteniendo tablas y gráficos ilustrativos con el fin de obtener respuestas a los objetivos planteados en la investigación.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1.Análisis de información

Tabla 3. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2004

Meses	Categoría (m3)					Total
	Doméstico	Social	Comercial	Estatal	Industrial	
Enero	67,283		11,382	18,278	0	96,943
Febrero	65,422		10,662	15,231	40	91,355
Marzo	65,018		10,608	14,508	46	90,180
Abril	66,343		11,572	14,838	40	92,793
Mayo	66,328		10,721	15,511	40	92,600
Junio	69,784		12,120	17,484	40	99,428
Julio	67,155		11,045	14,352	40	92,592
Agosto	66,797		10,577	14,465	40	91,879
Setiembre	66,289		13,987	17,601	56	97,933
Octubre	66,675		13,534	16,922	40	97,171
Noviembre	65,994		12,542	15,776	40	94,352
Diciembre	68,133		13,296	18,210	40	99,679
TOTAL	**801,221**	**0**	**142,046**	**193,176**	**462**	**1,136,905**

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

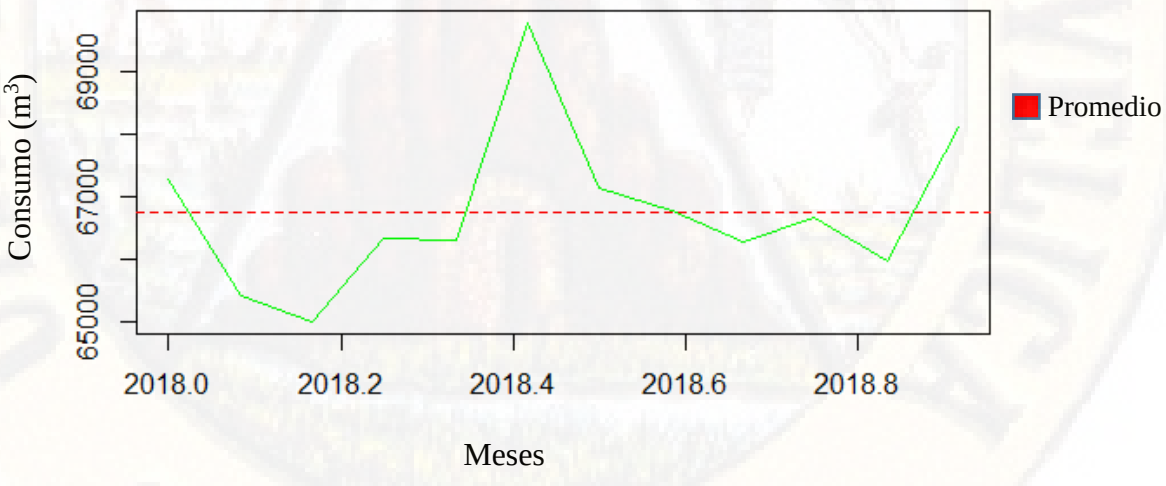


Figura 1. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2004

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

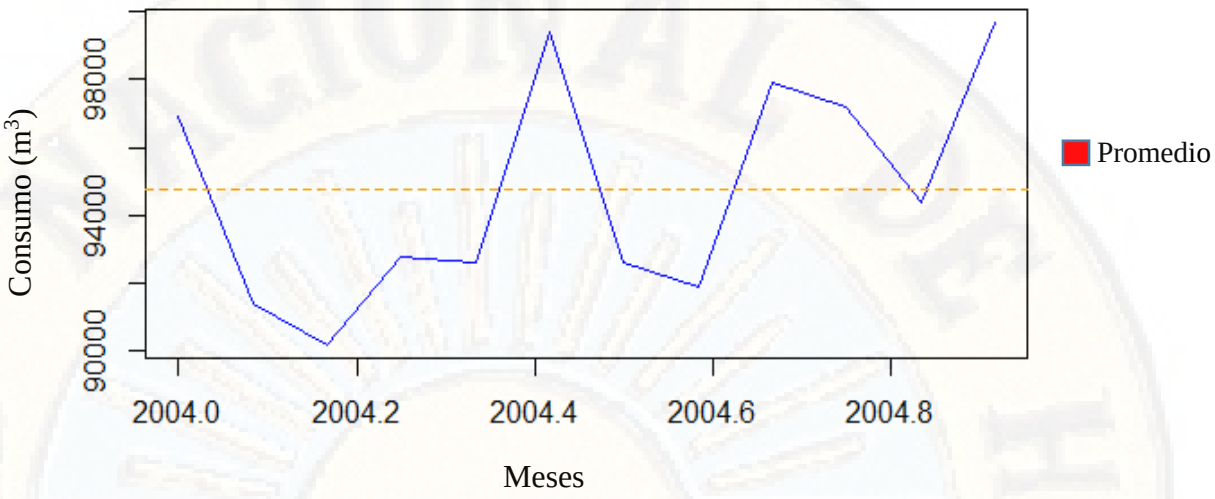


Figura 2. Consumo anual de agua potable total – Año 2004

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

En la tabla 3 y en las figuras 1 y 2 podemos observar el consumo de agua a lo largo del año 2004, donde podemos observar que el consumo de agua es variado, alcanzando el punto más alto en el mes de junio y el punto más bajo en el mes de marzo para la categoría doméstico y los meses de marzo y junio para los consumos más bajos y altos respectivamente. En la figura 1 se un consumo promedio de 94.742 m3 y en la figura 2 se tiene un consumo promedio de 94.742 m3.

Tabla 4. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2005

Meses	Categoría (m3)					Total
	Doméstico	Social	Comercial	Estatal	Industrial	
Enero	67,497		13,235	14,491	100	95,323
Febrero	65,439		12,656	11,988	49	90,132
Marzo	65,412		12,789	12,922	40	91,163
Abril	68,531		13,965	14,046	344	96,886
Mayo	71,923		15,755	14,477	340	102,495
Junio	68,603		13,905	14,226	448	97,182
Julio	70,695		14,807	16,083	410	101,995
Agosto	69,902		14,969	14,881	528	100,280
Setiembre	71,508		14,924	16,190	490	103,112
Octubre	70,708		14,724	15,899	535	101,866
Noviembre	69,890		14,309	14,972	377	99,548
Diciembre	70,700		13,667	15,599	386	100,352
TOTAL	**830,808**	**0**	**169,705**	**175,774**	**4,047**	**1,180,334**

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

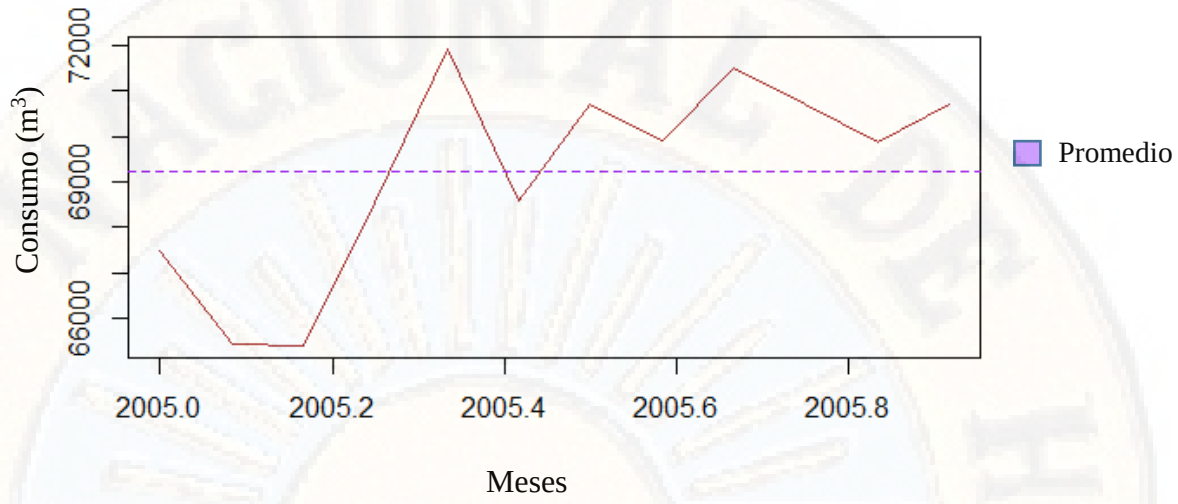


Figura 3. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2005

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

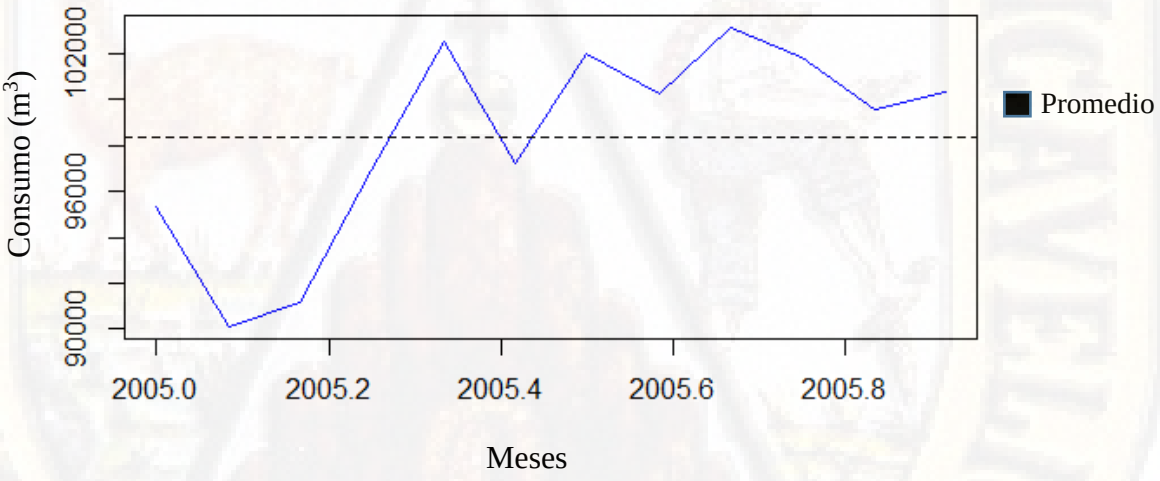


Figura 4. Consumo anual de agua potable total – Año 2005

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

En la tabla 4 y en las figuras 3 y 4 podemos observar el consumo de agua a lo largo del año 2005, donde podemos observar que el consumo de agua es variado, alcanzando el punto más alto en el mes de mayo y el punto más bajo en el mes de marzo para la categoría doméstico y los meses de febrero y mayo para los consumos

más bajos y altos respectivamente. En la figura 3 se un consumo promedio de 69.234 m3 y en la figura 4 se tiene un consumo promedio de 98.361 m3.

Tabla 5. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2006

Meses	Categoría (m3)					Total
	Doméstico	Social	Comercial	Estatal	Industrial	
Enero	74,221		15,862	14,882	471	105,436
Febrero	72,204		14,058	13,221	447	99,930
Marzo	68,232		12,945	12,211	392	93,780
Abril	73,905		15,409	15,086	364	104,764
Mayo	73,459		13,121	15,917	439	102,936
Junio	76,686		14,679	18,578	505	110,448
Julio	72,717		13,434	16,403	282	102,836
Agosto	74,583		13,718	16,171	314	104,786
Setiembre	77,346		14,402	17,333	396	109,477
Octubre	74,859		13,535	16,732	318	105,444
Noviembre	77,772		15,279	17,030	330	110,411
Diciembre	75,611		14,093	16,747	316	106,767
TOTAL	**891,595**	**0**	**170,535**	**190,311**	**4,574**	**1,257,015**

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

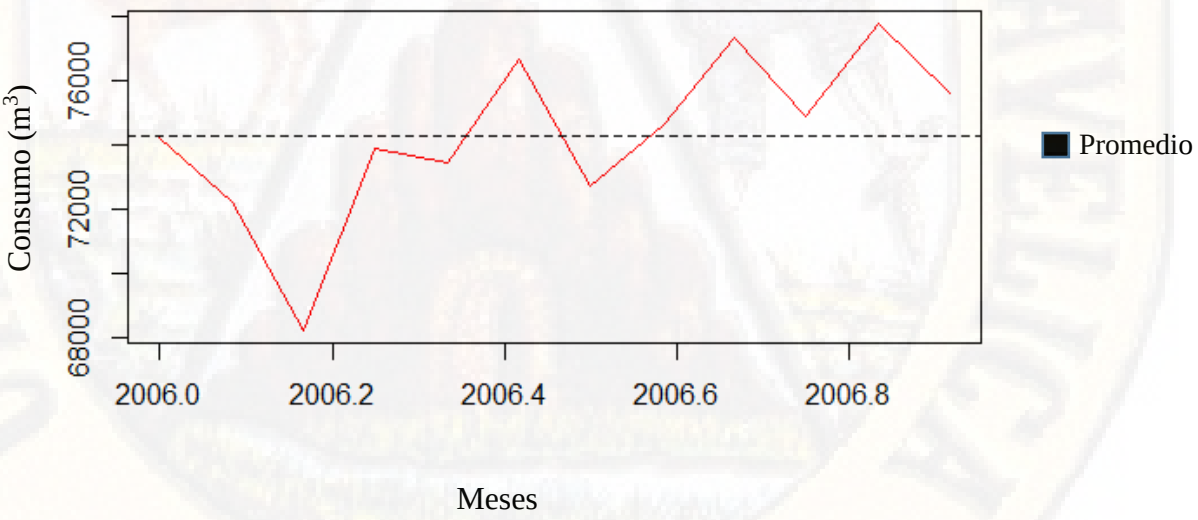


Figura 5. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2006

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

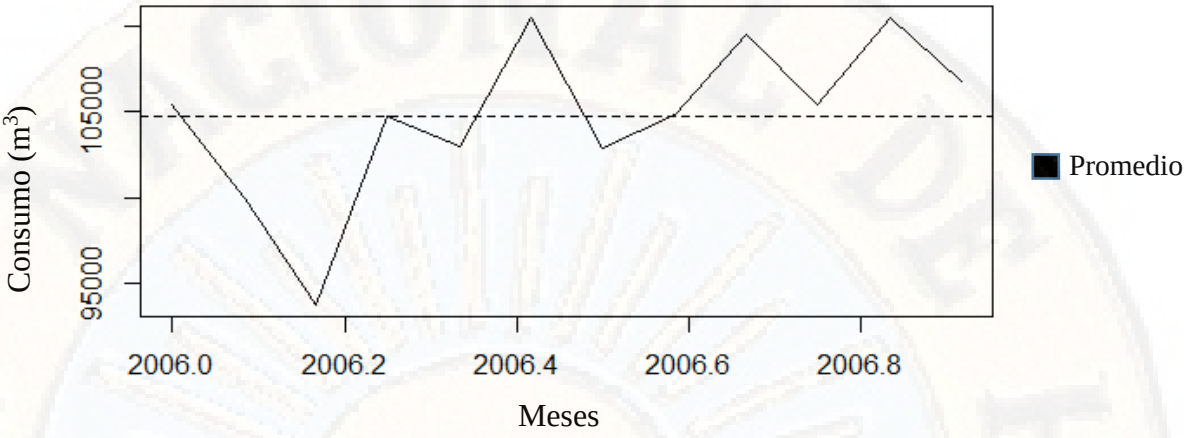


Figura 6. Consumo anual de agua potable total – Año 2006

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

En la tabla 5 y en las figuras 5 y 6 podemos observar el consumo de agua a lo largo del año 2006, donde podemos observar que el consumo de agua es variado, alcanzando el punto más alto en el mes de noviembre y el punto más bajo en el mes de marzo para la categoría doméstico y los meses de marzo y junio para los consumos más bajos y altos respectivamente. En la figura 5 se un consumo promedio de 74.3 m3 y en la figura 6 se tiene un consumo promedio de 104.751 m3.

Tabla 6. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2007

Meses	Categoría (m3)					Total
	Doméstico	Social	Comercial	Estatal	Industrial	
Enero	77,079	93	14,531	14,746	260	106,709
Febrero	75,368	83	14,769	13,995	283	104,498
Marzo	74,346	59	13,994	13,912	260	102,571
Abril	77,552	71	14,928	15,693	298	108,542
Mayo	79,691	108	15,138	17,409	353	112,699
Junio	87,564	62	42,457	19,294	393	149,770
Julio	84,753	61	16,194	31,967	372	133,347
Agosto	82,068	61	15,449	20,275	438	118,291
Setiembre	85,716	155	18,194	21,586	366	126,017
Octubre	77,462	335	15,790	18,674	413	112,674
Noviembre	83,632	182	17,565	19,253	503	121,135
Diciembre	88,023	493	17,899	22,420	401	129,236
TOTAL	**973,254**	**1,763**	**216,908**	**229,224**	**4,340**	**1,425,489**

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

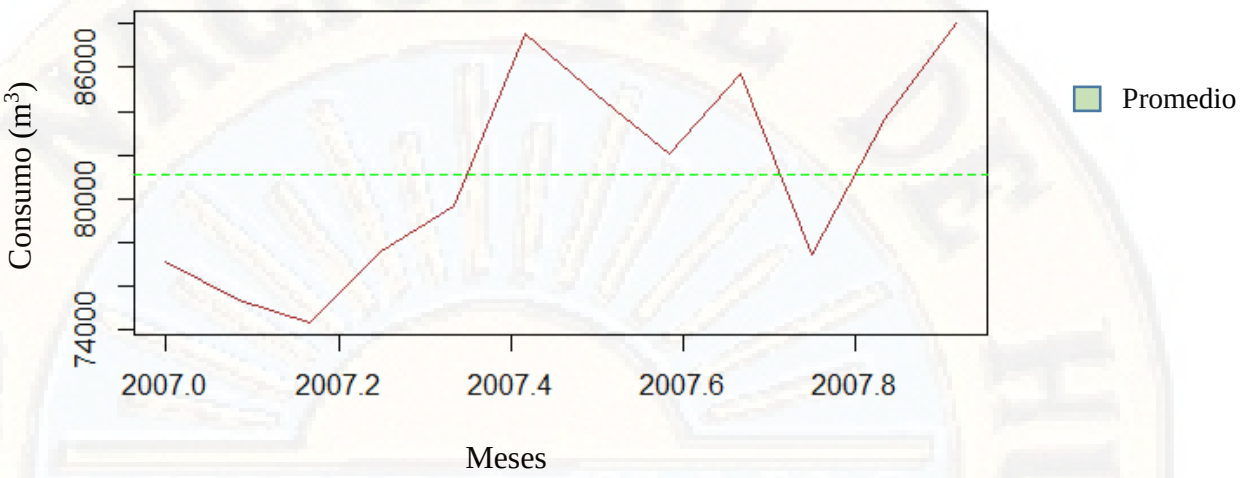


Figura 7. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2007

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

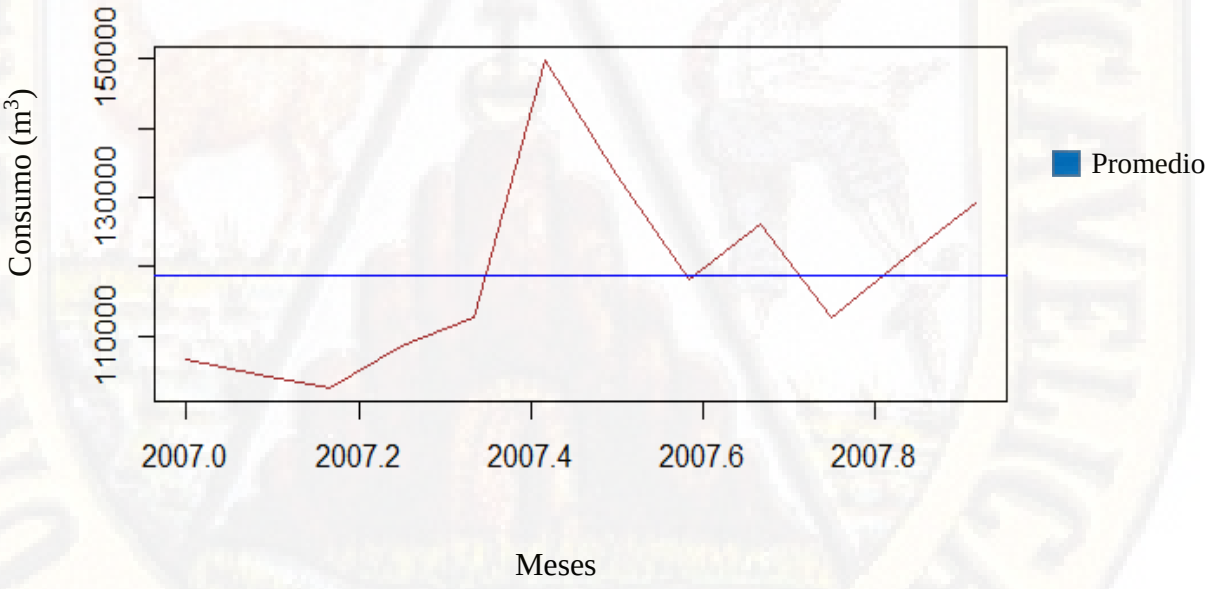


Figura 8. Consumo anual de agua potable total – Año 2007

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

En la tabla 6 y en las figuras 7 y 8 podemos observar el consumo de agua a lo largo del año 2007, donde podemos observar que el consumo de agua es variado, alcanzando el punto más alto en el mes de junio y el punto más bajo en el mes de marzo para la categoría doméstico y los meses de marzo y junio para los consumos

más bajos y altos respectivamente. En la figura 7 se un consumo promedio de 81.105 m3 y en la figura 8 se tiene un consumo promedio de 118.791 m3.

Tabla 7. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2008

Meses	Categoría (m3)					Total
	Doméstico	Social	Comercial	Estatal	Industrial	
Enero	81,076	164	16,048	19,012	427	116,727
Febrero	81,947	235	16,490	19,524	281	118,477
Marzo	84,301	181	16,891	18,278	362	120,013
Abril	83,940	248	17,725	20,097	331	122,341
Mayo	87,852	329	17,047	22,327	364	127,919
Junio	89,162	333	16,170	22,001	354	128,020
Julio	89,556	303	17,520	23,578	304	131,261
Agosto	91,691	285	16,847	21,269	218	130,310
Setiembre	89,896	384	15,750	23,246	168	129,444
Octubre	90,878	146	16,919	22,490	269	130,702
Noviembre	89,986	169	17,101	21,854	120	129,230
Diciembre	89,355	415	16,198	21,248	350	127,566
TOTAL	**1,049,640**	**3,192**	**200,706**	**254,924**	**3,548**	**1,512,010**

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

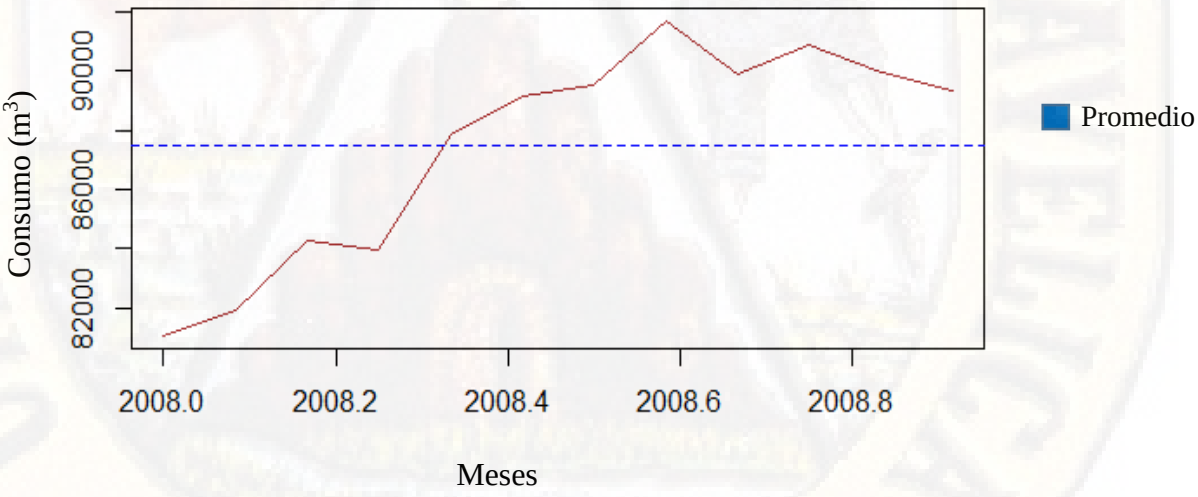


Figura 9. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2008

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

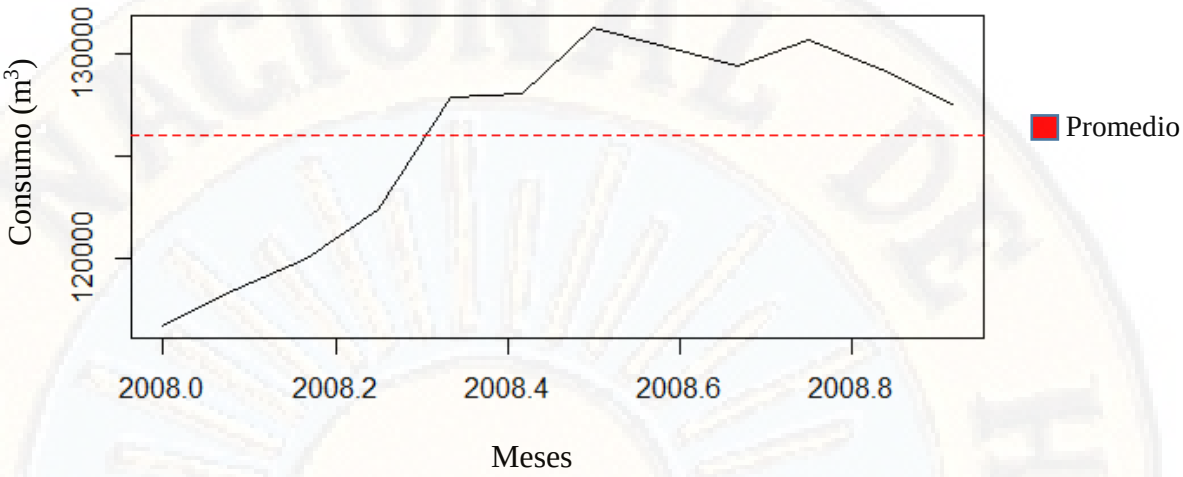


Figura 10. Consumo anual de agua potable total – Año 2008

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

En la tabla 7 y en las figuras 9 y 10 podemos observar el consumo de agua a lo largo del año 2008, donde podemos observar que el consumo de agua es variado, alcanzando el punto más alto en el mes de agosto y el punto más bajo en el mes de enero para la categoría doméstico y los meses de enero y julio para los consumos más bajos y altos respectivamente. En la figura 9 se un consumo promedio de 87.470 m3 y en la figura 10 se tiene un consumo promedio de 126.001 m^3.

Tabla 8. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2009

Meses	Categoría (m3)					Total
	Doméstico	Social	Comercial	Estatal	Industrial	
Enero	95,516	111	17,926	526	23,439	137,518
Febrero	86,350	54	14,803	398	18,792	120,397
Marzo	83,810	71	14,803	455	19,852	118,991
Abril	86,657	86	15,492	683	20,882	123,800
Mayo	91,644	108	16,575	1,326	21,915	131,568
Junio	92,188	78	15,598	2,026	24,117	134,007
Julio	91,669	101	16,366	867	23,820	132,823
Agosto	97,230	98	17,307	899	24,201	139,735
Setiembre	91,514	89	15,834	702	22,369	130,508
Octubre	93,432	114	16,675	719	23,197	134,137
Noviembre	97,086	96	16,940	833	24,338	139,293
Diciembre	90,895	103	17,492	701	22,636	131,827
TOTAL	**1,097,991**	**1,109**	**195,811**	**10,135**	**269,558**	**1,574,604**

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

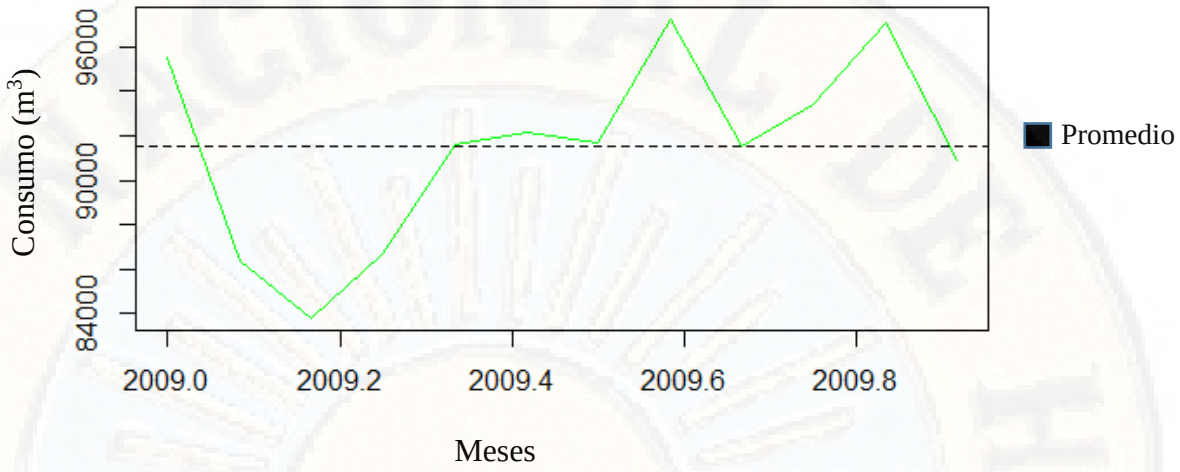


Figura 11. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2009

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

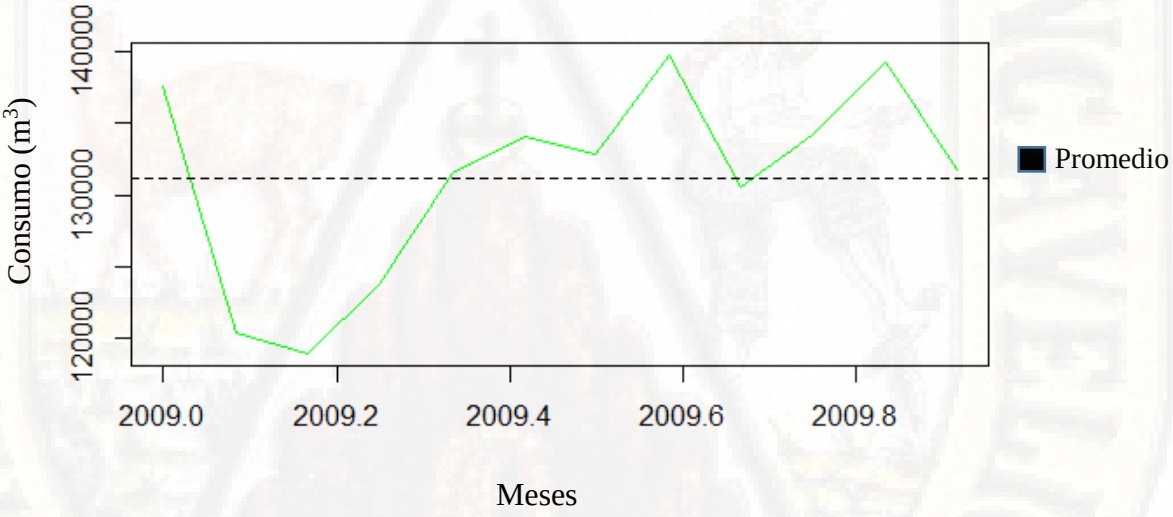


Figura 12. Consumo anual de agua potable total – Año 2009

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

En la tabla 8 y en las figuras 11 y 12 podemos observar el consumo de agua a lo largo del año 2009, donde podemos observar que el consumo de agua es variado, alcanzando el punto más alto en el mes de agosto y el punto más bajo en el mes de marzo para la categoría doméstico y los meses de marzo y agosto para los consumos

más bajos y altos respectivamente. En la figura 11 se un consumo promedio de 91.499 m3 y en la figura 12 se tiene un consumo promedio de 131.217 m^3.

Tabla 9. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2010

Meses	Categoría (m3)					Total
	Doméstico	Social	Comercial	Estatal	Industrial	
Enero	97,177	100	19,256	340	24,369	141,242
Febrero	90,661	88	16,763	274	22,606	130,392
Marzo	86,349	74	17,909	416	26,108	130,856
Abril	90,632	148	19,213	539	29,180	139,712
Mayo	97,225	146	21,315	662	30,141	149,489
Junio	90,151	118	19,131	583	29,367	139,350
Julio	91,548	101	19,171	436	31,405	142,661
Agosto	95,284	114	20,588	540	32,882	149,408
Setiembre	95,885	133	22,269	634	30,245	149,166
Octubre	97,589	138	21,532	318	29,257	148,834
Noviembre	96,312	133	20,912	731	30,105	148,193
Diciembre	88,155	132	18,360	1,017	28,547	136,211
TOTAL	**1,116,968**	**1,425**	**236,419**	**6,490**	**344,212**	**1,705,514**

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

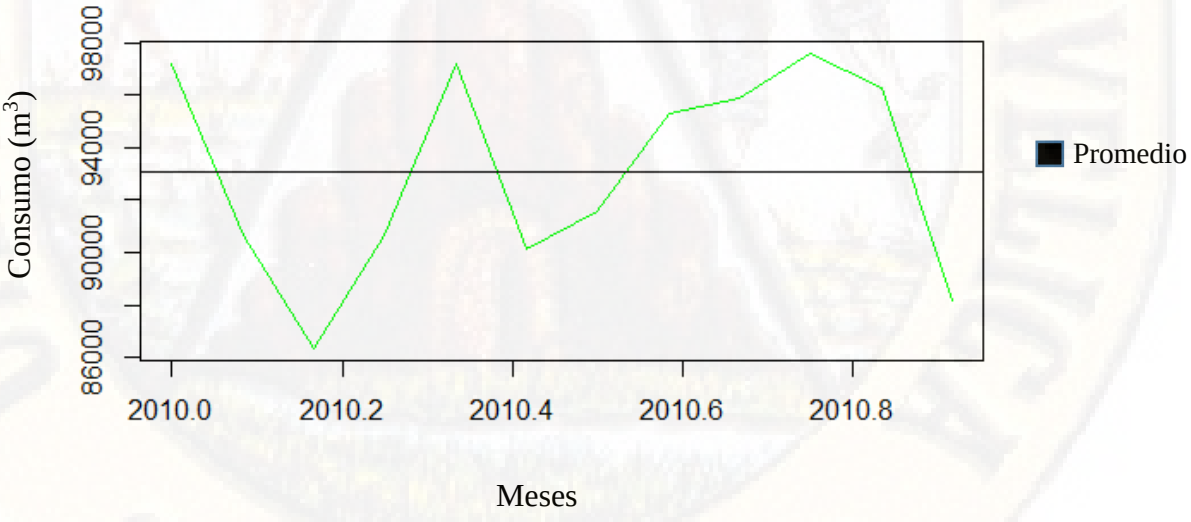


Figura 13. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2010

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

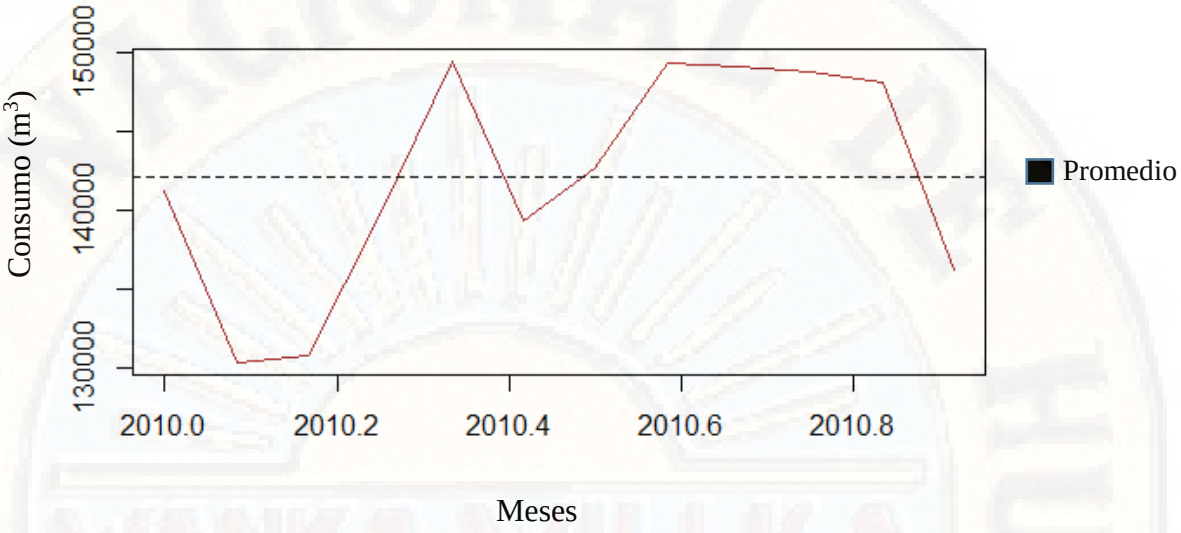


Figura 14. Consumo anual de agua potable total – Año 2010

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

En la tabla 9 y en las figuras 13 y 14 podemos observar el consumo de agua a lo largo del año 2010, donde podemos observar que el consumo de agua es variado, alcanzando el punto más alto en el mes de mayo y el punto más bajo en el mes de marzo para la categoría doméstico y los meses de febrero y agosto para los consumos más bajos y altos respectivamente. En la figura 13 se un consumo promedio de 93.081 m3 y en la figura 14 se tiene un consumo promedio de 142.116 m3.

Tabla 10. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2011

Meses	Categoría (m3)					Total
	Doméstico	Social	Comercial	Estatal	Industrial	
Enero	102,314	158	23,096	1,055	31,570	158,193
Febrero	90,189	92	21,055	1,110	30,780	143,226
Marzo	87,095	104	19,683	873	27,998	135,753
Abril	92,231	141	22,496	1,303	32,971	149,142
Mayo	96,220	142	22,565	777	31,080	150,784
Junio	90,286	119	21,102	964	29,332	141,803
Julio	99,002	124	21,853	1,574	30,668	153,221
Agosto	94,195	1,892	21,042	925	33,095	151,149
Setiembre	99,536	2,783	21,971	412	34,467	159,169
Octubre	95,775	2,892	21,899	375	34,584	155,525
Noviembre	101,065	1,755	23,242	332	39,073	165,467

Diciembre	94,058	1,223	18,775	330	30,219	144,605
TOTAL	**1,141,966**	**11,425**	**258,779**	**10,030**	**385,837**	**1,808,037**

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

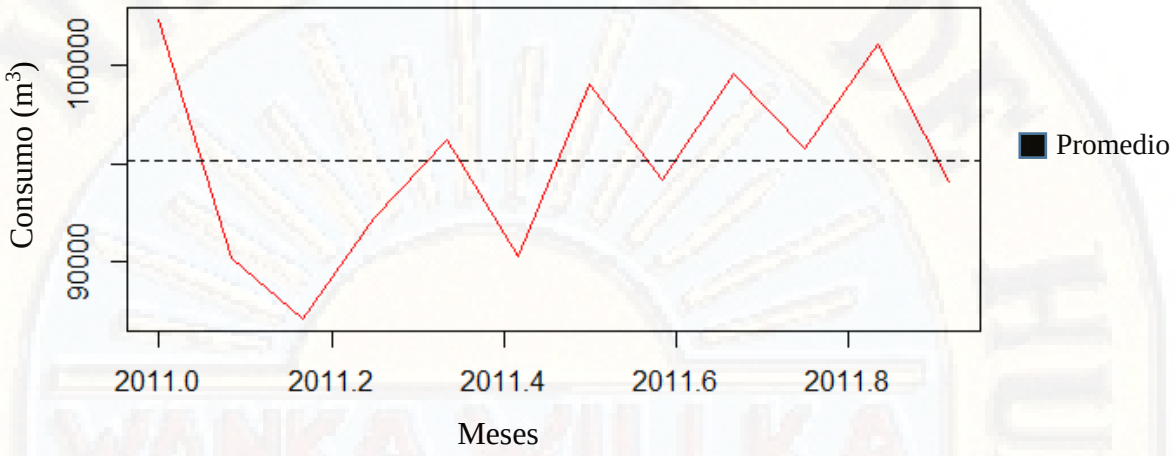


Figura 15. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2011

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

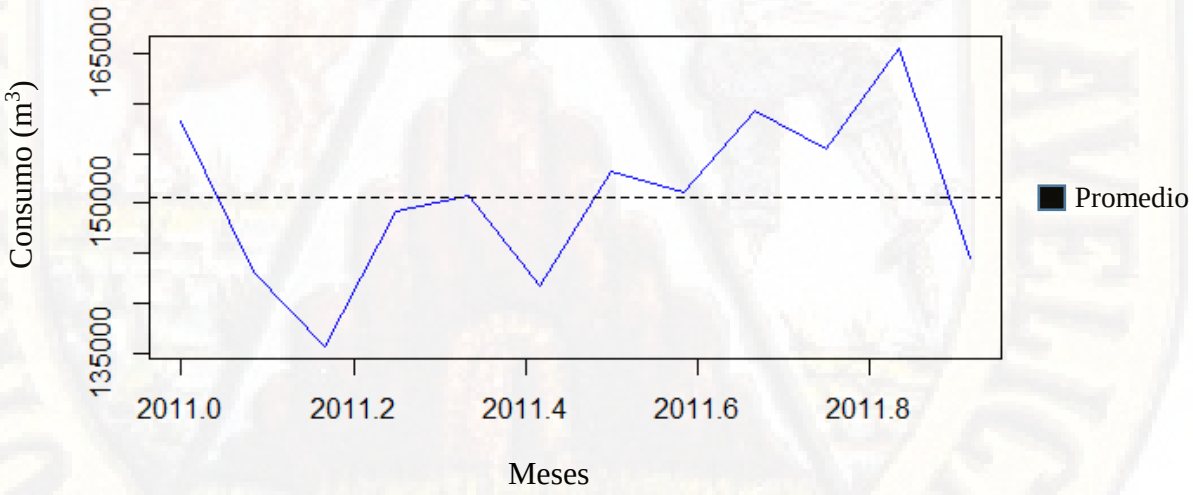


Figura 16. Consumo anual de agua potable total – Año 2011

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

En la tabla 10 y en las figuras 15 y 16 podemos observar el consumo de agua a lo largo del año 2011, donde podemos observar que el consumo de agua es variado, alcanzando el punto más alto en el mes de noviembre y el punto más bajo en el mes

de marzo para la categoría doméstico y los meses de marzo y noviembre para los consumos más bajos y altos respectivamente. En la figura 15 se un consumo promedio de 95.164 m3 y en la figura 16 se tiene un consumo promedio de 150.670 m3.

Tabla 11. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2012

Meses	Categoría (m3)					Total
	Doméstico	Social	Comercial	Estatal	Industrial	
Enero	112,079	1,751	22,272	310	32,132	168,544
Febrero	105,335	1,794	24,266	290	29,047	160,732
Marzo	95,867	1,685	20,860	232	29,262	147,906
Abril	99,377	1,243	21,468	283	31,000	153,371
Mayo	100,177	1,040	21,972	316	33,442	156,947
Junio	101,934	2,018	23,876	341	33,616	161,785
Julio	100,970	2,140	22,661	299	29,476	155,546
Agosto	101,244	2,045	22,878	265	30,064	156,496
Setiembre	107,639	2,009	23,540	357	31,840	165,385
Octubre	103,172	1,961	22,715	223	30,115	158,186
Noviembre	101,827	1,839	22,982	253	29,767	156,668
Diciembre	109,180	1,499	25,196	296	32,895	169,066
TOTAL	**1,238,801**	**21,024**	**274,686**	**3,465**	**372,656**	**1,910,632**

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

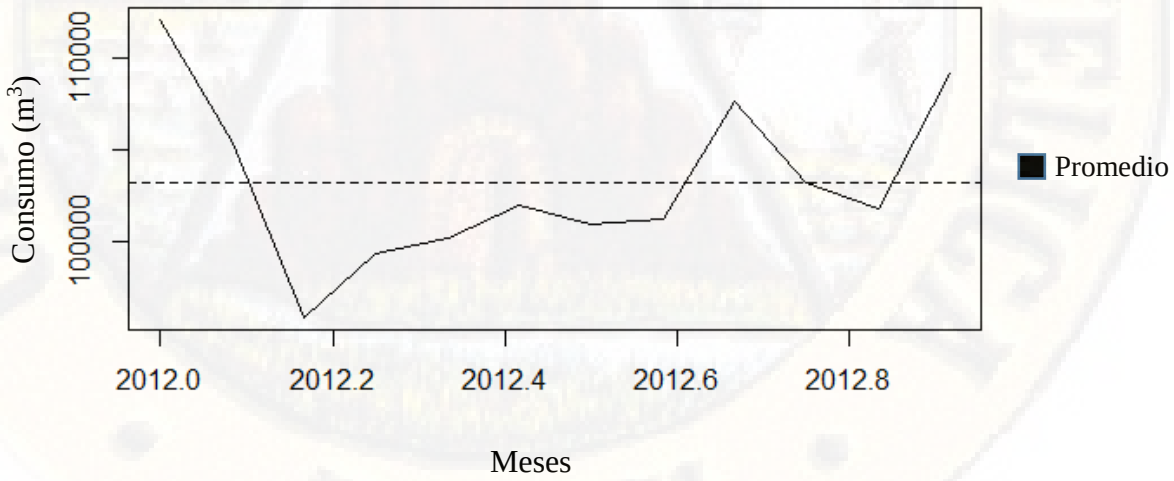


Figura 17. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2012

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

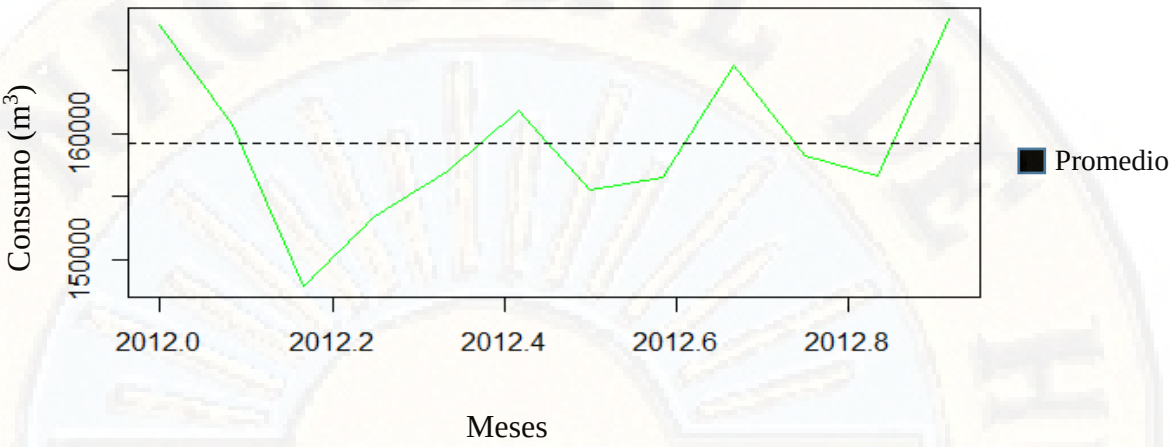


Figura 18. Consumo anual de agua potable total – Año 2012

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

En la tabla 11 y en las figuras 17 y 18 podemos observar el consumo de agua a lo largo del año 2012, donde podemos observar que el consumo de agua es variado, alcanzando el punto más alto en el mes de enero y el punto más bajo en el mes de marzo para la categoría doméstico y los meses de marzo y enero para los consumos más bajos y altos respectivamente. En la figura 17 se un consumo promedio de 103.233 m3 y en la figura 18 se tiene un consumo promedio de 159.219 m3.

Tabla 12. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2013

Meses	Categoría (m3)					Total
	Doméstico	Social	Comercial	Estatal	Industrial	
Enero	117,366	1,368	23,103	160	30,772	172,769
Febrero	103,471	1,294	22,442	200	28,327	155,734
Marzo	99,109	1,259	20,967	160	28,253	149,748
Abril	103,675	2,017	23,149	519	31,429	160,789
Mayo	107,613	2,551	25,351	358	31,073	166,946
Junio	107,833	2,457	25,150	276	31,271	166,987
Julio	102,966	2,288	24,060	157	30,433	159,904
Agosto	108,632	3,289	26,462	126	31,222	169,731
Setiembre	107,350	2,069	24,579	1,088	28,241	163,327
Octubre	100,501	1,016	23,679	999	28,927	155,122
Noviembre	106,925	2,217	24,855	1,186	31,621	166,804
Diciembre	99,770	1,326	22,907	1,064	29,939	155,006

TOTAL	**1,265,211**	**23,151**	**286,704**	**6,293**	**361,508**	**1,942,867**

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

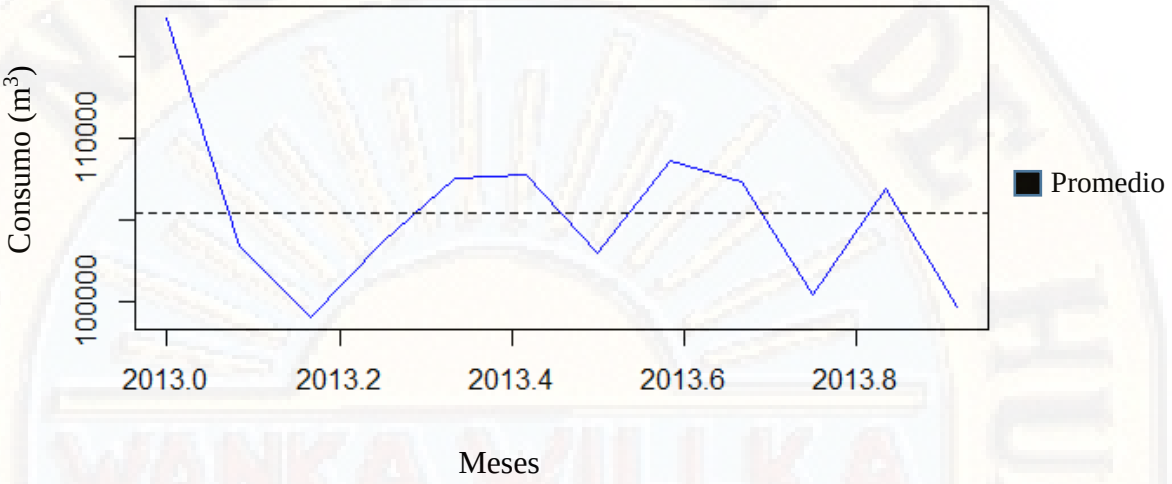


Figura 19. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2013

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

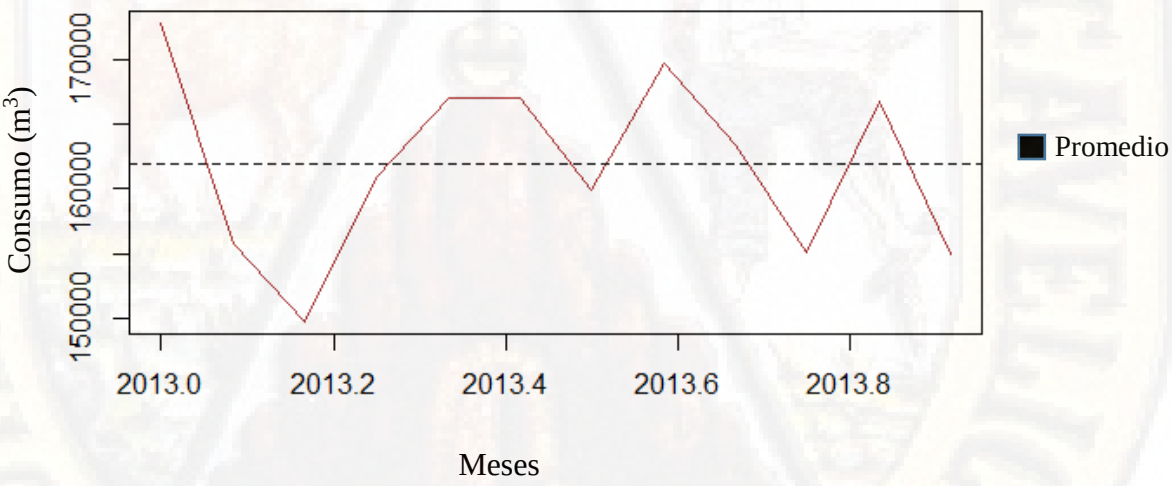


Figura 20. Consumo anual de agua potable total – Año 2013

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

En la tabla 12 y en las figuras 19 y 20 podemos observar el consumo de agua a lo largo del año 2013, donde podemos observar que el consumo de agua es variado, alcanzando el punto más alto en el mes de enero y el punto más bajo en el mes de marzo para la categoría doméstico y los meses de marzo y enero para los consumos

más bajos y altos respectivamente. En la figura 19 se un consumo promedio de 105.434 m3 y en la figura 20 se tiene un consumo promedio de 161.906 m3.

Tabla 13. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2014

Meses	Categoría (m3)					Total
	Doméstico	Social	Comercial	Estatal	Industrial	
Enero	104,067	1,184	23,735	797	30,134	159,917
Febrero	100,999	1,623	25,215	716	29,574	158,127
Marzo	93,433	2,066	21,789	967	25,339	143,594
Abril	95,443	2,123	22,694	732	27,824	148,816
Mayo	104,402	2,351	25,598	765	30,754	163,870
Junio	100,121	1,930	29,724	800	24,623	157,198
Julio	99,921	1,975	28,007	703	25,926	156,532
Agosto	103,690	2,106	30,992	675	27,003	164,466
Setiembre	102,619	1,914	29,312	554	22,281	156,680
Octubre	102,645	1,844	31,229	717	26,280	162,715
Noviembre	111,112	1,948	31,614	589	25,844	171,107
Diciembre	101,800	2,194	28,033	577	26,527	159,131
TOTAL	**1,220,252**	**23,258**	**327,942**	**8,592**	**322,109**	**1,902,153**

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

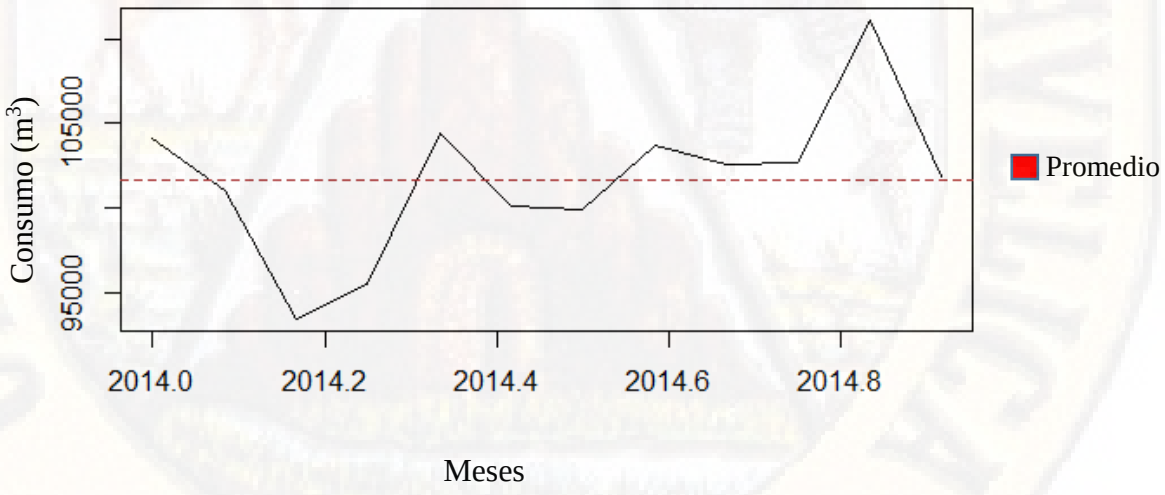


Figura 21. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2014

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

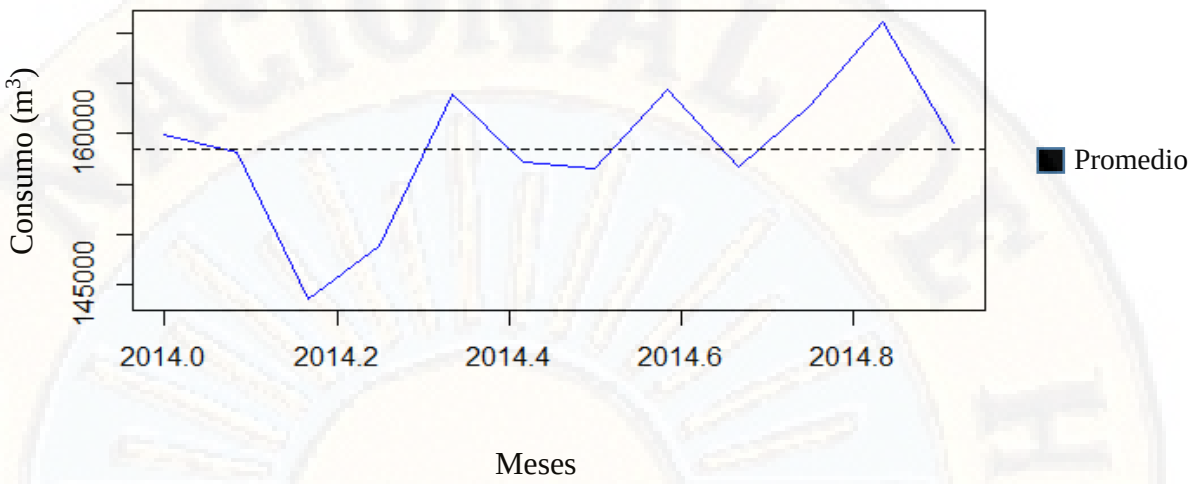


Figura 22. Consumo anual de agua potable total – Año 2014

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

En la tabla 13 y en las figuras 21 y 22 podemos observar el consumo de agua a lo largo del año 2014, donde podemos observar que el consumo de agua es variado, alcanzando el punto más alto en el mes de noviembre y el punto más bajo en el mes de marzo para la categoría doméstico y los meses de marzo y noviembre para los consumos más bajos y altos respectivamente. En la figura 21 se un consumo promedio de 101.688 m3 y en la figura 22 se tiene un consumo promedio de 158.513 m3.

Tabla 14. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2015

Meses	Categoría (m3)					Total
	Doméstico	Social	Comercial	Estatal	Industrial	
Enero	106,997	1,652	31,363	517	25,878	166,407
Febrero	107,749	1,880	32,449	451	27,463	169,992
Marzo	96,794	1,755	28,498	460	25,462	152,969
Abril	106,796	1,872	33,660	433	29,723	172,484
Mayo	104,431	1,733	30,046	423	27,671	164,304
Junio	102,574	1,995	29,823	276	29,062	163,730
Julio	104,969	1,536	30,929	447	25,039	162,920
Agosto	113,023	1,507	36,080	622	27,522	178,754
Setiembre	107,798	2,182	31,953	586	27,577	170,096
Octubre	111,201	1,923	30,289	585	30,140	174,138
Noviembre	115,079	1,908	32,147	688	29,034	178,856
Diciembre	107,093	1,706	29,659	685	27,100	166,243
TOTAL	**1,284,504**	**21,649**	**376,896**	**6,173**	**331,671**	**2,020,893**

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

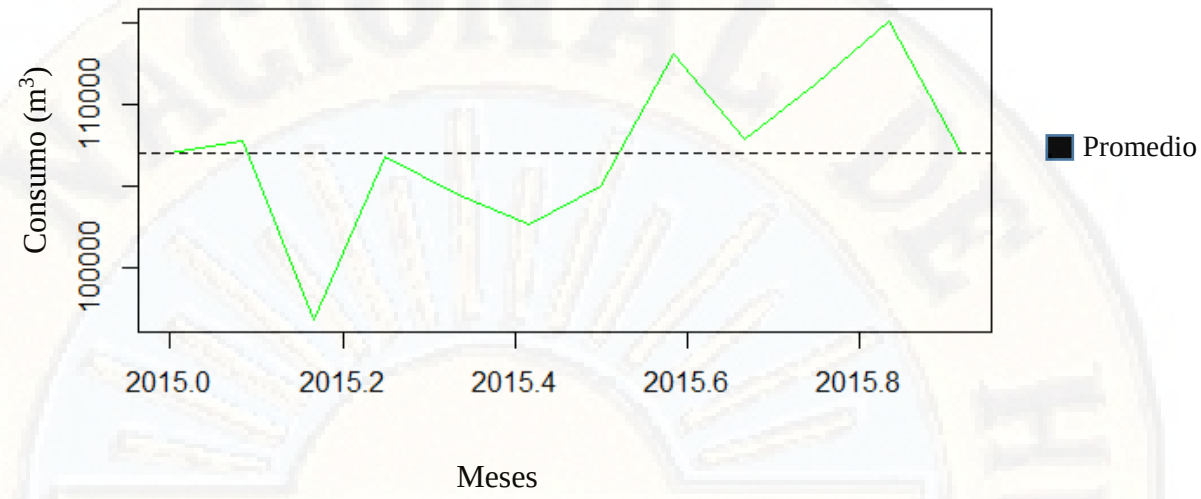


Figura 23. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2015

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

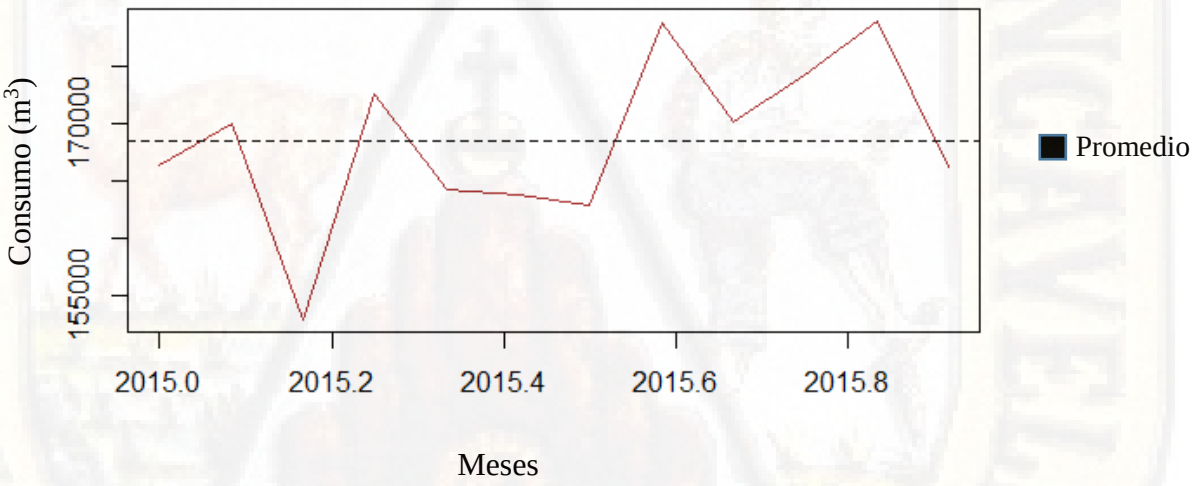


Figura 24. Consumo anual de agua potable total – Año 2015

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

En la tabla 14 y en las figuras 23 y 24 podemos observar el consumo de agua a lo largo del año 2015, donde podemos observar que el consumo de agua es variado, alcanzando el punto más alto en el mes de noviembre y el punto más bajo en el mes de marzo para la categoría doméstico y los meses de marzo y noviembre para los consumos más bajos y altos respectivamente. En la figura 23 se un consumo

promedio de 107.042 m3 y en la figura 24 se tiene un consumo promedio de 168.408 m3.

Tabla 15. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2016

Meses	Categoría (m3)					Total
	Doméstico	Social	Comercial	Estatal	Industrial	
Enero	120,722	1,986	31,741	687	27,276	182,412
Febrero	110,345	1,852	28,992	645	23,131	164,965
Marzo	104,745	1,873	27,013	603	22,631	156,865
Abril	115,348	2,187	32,687	630	27,137	177,989
Mayo	119,527	2,278	32,409	516	29,126	183,856
Junio	114,137	2,134	30,171	204	29,158	175,804
Julio	115,589	2,048	30,860	174	28,663	177,334
Agosto	115,303	2,346	30,374	201	28,480	176,704
Setiembre	119,192	1,838	30,420	191	27,825	179,466
Octubre	124,841	2,248	29,796	189	30,446	187,520
Noviembre	121,843	1,934	29,631	172	31,185	184,765
Diciembre	118,084	819	28,932	170	26,965	174,970
TOTAL	**1,399,676**	**23,543**	**363,026**	**4,382**	**332,023**	**2,122,650**

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

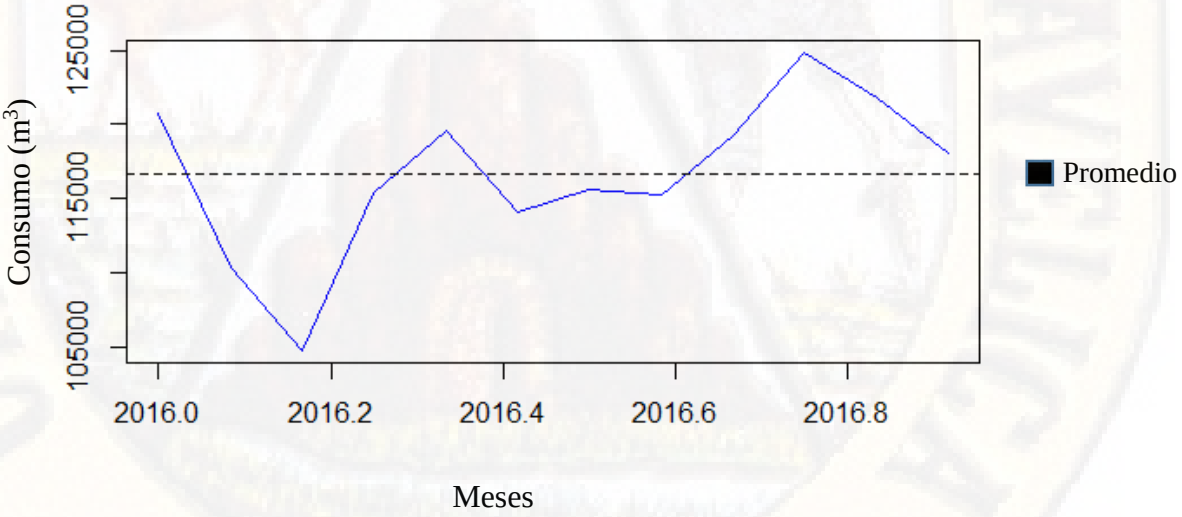


Figura 25. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2016

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

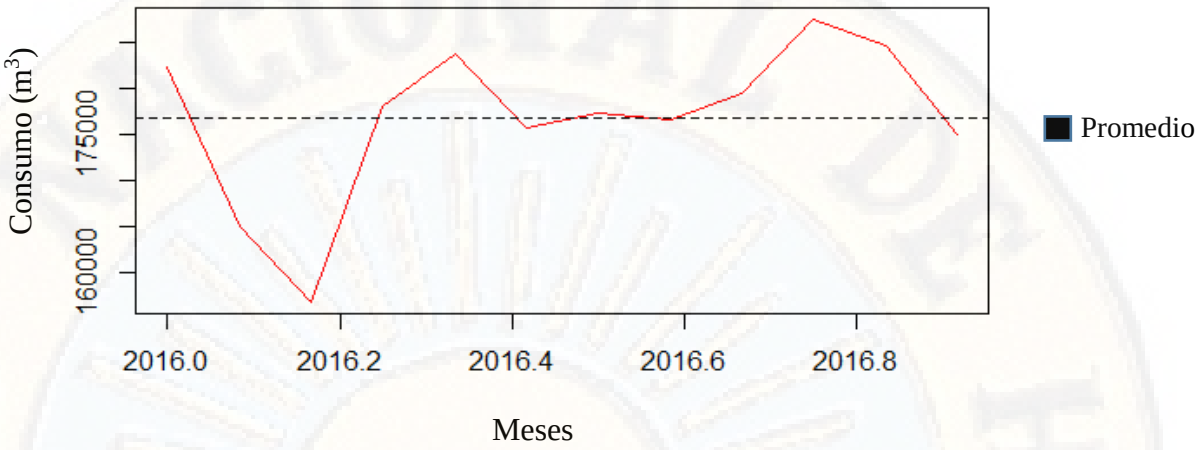


Figura 26. Consumo anual de agua potable total – Año 2016

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

En la tabla 15 y en las figuras 25 y 26 podemos observar el consumo de agua a lo largo del año 2016, donde podemos observar que el consumo de agua es variado, alcanzando el punto más alto en el mes de octubre y el punto más bajo en el mes de marzo para la categoría doméstico y los meses de marzo y octubre para los consumos más bajos y altos respectivamente. En la figura 25 se un consumo promedio de 116.640 m3 y en la figura 26 se tiene un consumo promedio de 176.888 m3.

Tabla 16. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2017

Meses	Categoría (m3)					Total
	Doméstico	Social	Comercial	Estatal	Industrial	
Enero	127,804	1,961	32,725	215	30,475	193,180
Febrero	116,727	2,131	30,174	179	27,913	177,124
Marzo	107,905	1,600	29,171	176	23,635	162,487
Abril	122,747	2,021	34,702	222	31,053	190,745
Mayo	118,000	2,018	30,685	206	30,769	181,678
Junio	113,229	1,985	27,907	192	32,060	175,373
Julio	127,673	2,634	34,256	201	33,072	197,836
Agosto	122,927	2,114	30,575	202	27,790	183,608
Setiembre	126,072	2,027	32,800	190	28,009	189,098
Octubre	124,747	2,211	30,865	259	32,722	190,804
Noviembre	127,395	1,913	29,627	283	33,365	192,583
Diciembre	124,365	1,757	30,001	257	31,523	187,903

TOTAL	**1,459,591**	**24,372**	**373,488**	**2,582**	**362,386**	**2,222,419**

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

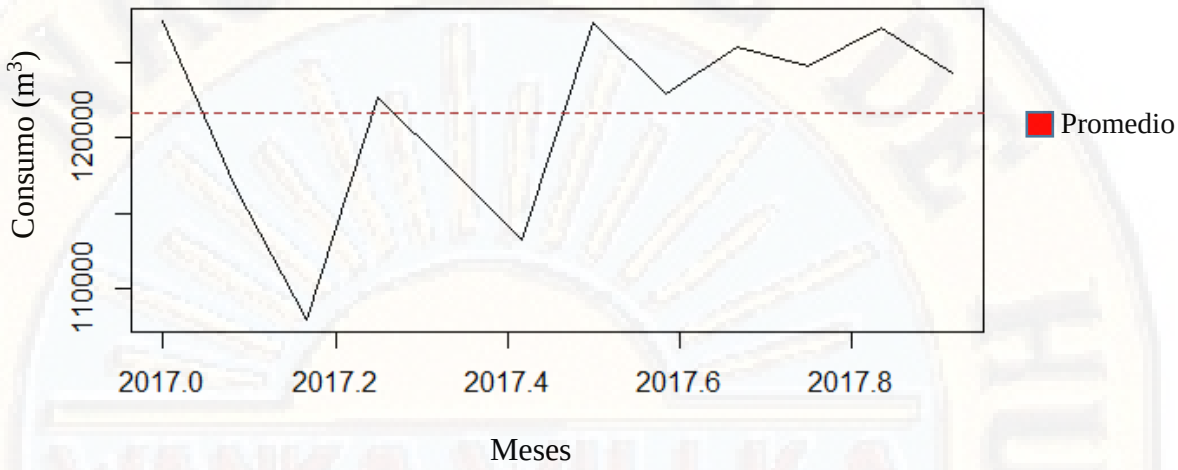


Figura 27. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2017

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

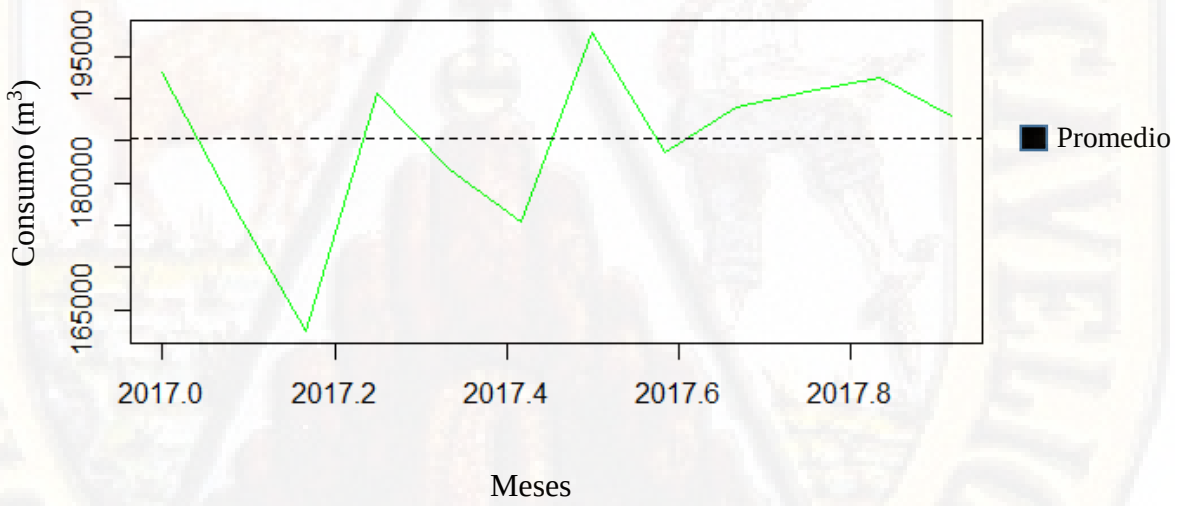


Figura 28. Consumo anual de agua potable total – Año 2017

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

En la tabla 16 y en las figuras 27 y 28 podemos observar el consumo de agua a lo largo del año 2017, donde podemos observar que el consumo de agua es variado, alcanzando el punto más alto en el mes de octubre y el punto más bajo en el mes de marzo para la categoría doméstico y los meses de marzo y octubre para los consumos más bajos y altos respectivamente. En la figura 27 se un consumo

promedio de 121.633 m3 y en la figura 28 se tiene un consumo promedio de 185.202 m^3.

Tabla 17. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica – Año 2018

Meses	Categoría (m3)					Total
	Doméstico	Social	Comercial	Estatal	Industrial	
Enero	123,281	1,581	30,938	242	31,430	187,472
Febrero	131,210	1,838	32,743	247	31,751	197,789
Marzo	117,553	1,545	30,868	243	26,470	176,679
Abril	121,315	1,062	30,705	250	29,741	183,073
Mayo	117,222	1,755	28,871	252	30,582	178,682
Junio	135,293	2,960	33,033	264	36,169	207,719
Julio	120,990	2,422	32,397	249	34,340	190,398
Agosto	126,074	2,294	32,820	223	32,913	194,324
Setiembre	129,487	2,697	33,169	270	35,835	201,458
Octubre	129,401	2,096	32,273	262	34,265	198,297
Noviembre	123,859	827	31,003	331	33,153	189,173
Diciembre	134,688	1,564	33,911	338	35,068	205,569
TOTAL	**1,510,373**	**22,641**	**382,731**	**3,171**	**391,717**	**2,310,633**

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

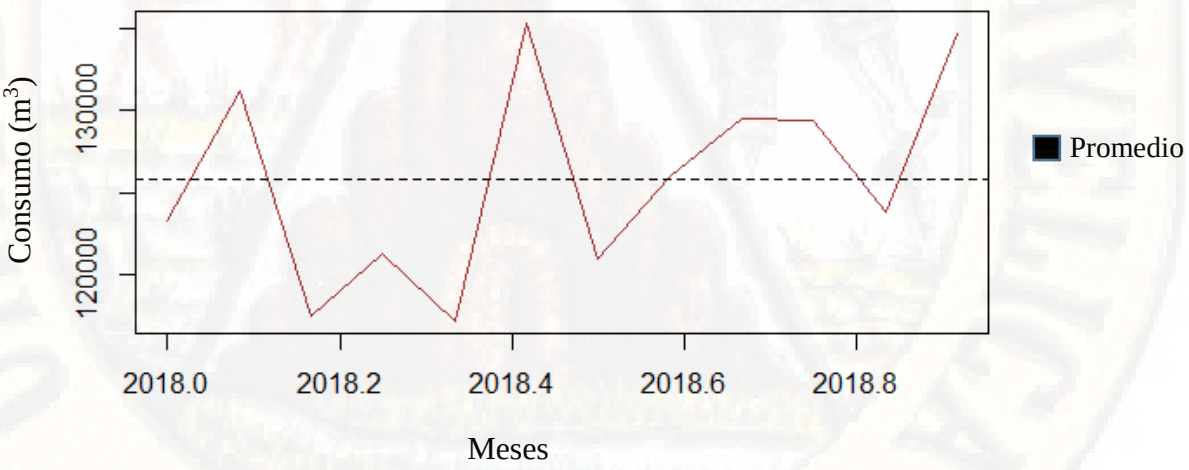


Figura 29. Consumo anual de agua potable total de la categoría doméstico – Año 2018

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

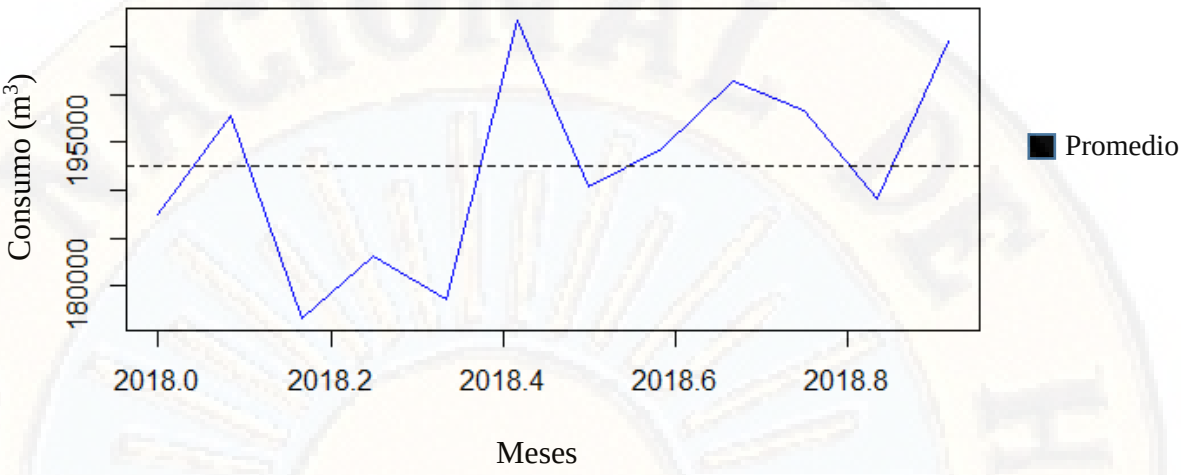


Figura 30. Consumo anual de agua potable total – Año 2018

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

En la tabla 17 y en las figuras 29 y 30 podemos observar el consumo de agua a lo largo del año 2018, donde podemos observar que el consumo de agua es variado, alcanzando el punto más alto en el mes de junio y el punto más bajo en el mes de marzo para la categoría doméstico y los meses de marzo y junio para los consumos más bajos y altos respectivamente. En la figura 27 se un consumo promedio de 125.864 m3 y en la figura 28 se tiene un consumo promedio de 192.553 m^3.

Tabla 18. Consumo anual de agua potable total y por categorías en la ciudad de Huancavelica, periodo 2004 - 2018

Año	Doméstico	Social	Comercial	Estatal	Industrial	Total
2004	801,221	0	142,046	193,176	462	1,136,905
2005	830,808	0	169,705	175,774	4,047	1,180,334
2006	891,595	0	170,535	190,311	4,574	1,257,015
2007	973,254	1,763	216,908	229,224	4,340	1,425,489
2008	1,049,640	3,192	200,706	254,924	3,548	1,512,010
2009	1,097,991	1,109	195,811	10,135	269,558	1,574,604
2010	1,116,968	1,425	236,419	6,490	344,212	1,705,514
2011	1,141,966	11,425	258,779	10,030	385,837	1,808,037
2012	1,238,801	21,024	274,686	3,465	372,656	1,910,632
2013	1,265,211	23,151	286,704	6,293	361,508	1,942,867
2014	1,220,252	23,258	327,942	8,592	322,109	1,902,153
2015	1,284,504	21,649	376,896	6,173	331,671	2,020,893
2016	1,399,676	23,543	363,026	4,382	332,023	2,122,650

2017	1,459,591	24,372	373,488	2,582	362,386	2,222,419
2018	1,510,373	22,641	382,731	3,171	391,717	2,310,633

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2004 – 2018

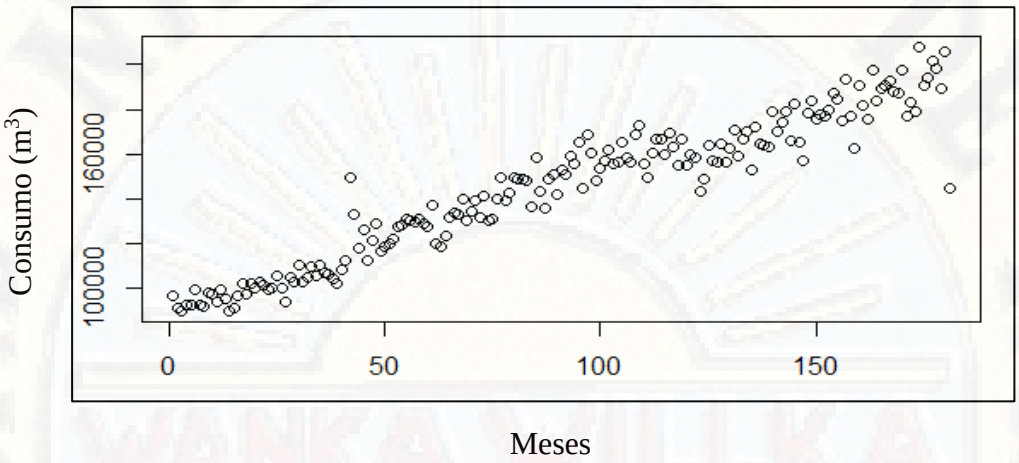


Figura 31. Diagrama de dispersión para consumo de agua potable total periodo 2004 – 2018

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2004 – 2018

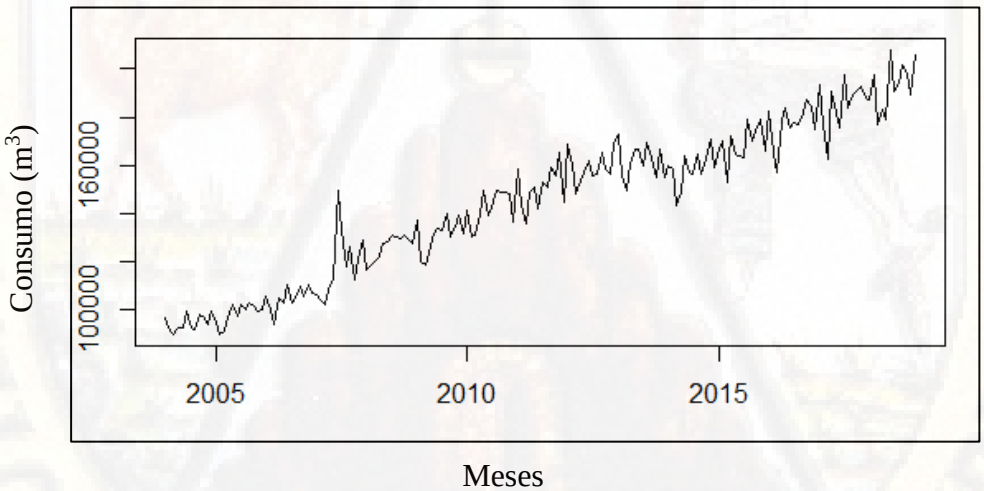


Figura 32. Comportamiento de la serie del consumo de agua total en la ciudad de Huancavelica periodo 2004 – 2014

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2004 – 2018

En la tabla 18 y figura se puede observar el consumo de agua total y por cada categoría (Domestico, social, comercial, estatal e industrial) en el periodo 2004 –

2018; datos que servirán para sacar promedio anual de consumo de agua, para ello se usará la siguiente fórmula:

$$P_a = \frac{\sum C_a}{n}$$

Donde:

- P_a: *Promedio anual*
- C_a: *Consumo de agua por año*
- *n: Número total de años*

Para el cálculo del promedio anual se utilizó el software R Studio, quien arrojó los siguientes resultados:

Tabla 19. Media, desviación estándar y Coeficiente de variación para el consumo de agua potable total y por categorías

Categoría	Media	Desviación Estándar	Coeficiente de Variación
Doméstico	1152123	218378.3	18.95442
Social	11903.47	10922.37	108.9825
Comercial	265092.1	83451.53	31.4802
Estatal	73648.13	100372.8	136.287
Industrial	232709.9	170314.8	73.1876
Total	1735477	375521	21.63791

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2004 – 2018, resultados extraídos de R Studio.

Cómo se puede observar en la tabla 19, se muestra la media, desviación estándar y el coeficiente de variación para el consumo de agua potable total y por categorías, donde se encontró que la categoría que más consumió agua durante el periodo 2004 – 2018 fue la categoría doméstica, quien tuvo un promedio de 1, 152,123 metros cúbicos; por otro lado, la categoría que consumió menos agua fue el social que en promedio consumió de 11,903.47 metros cúbicos.

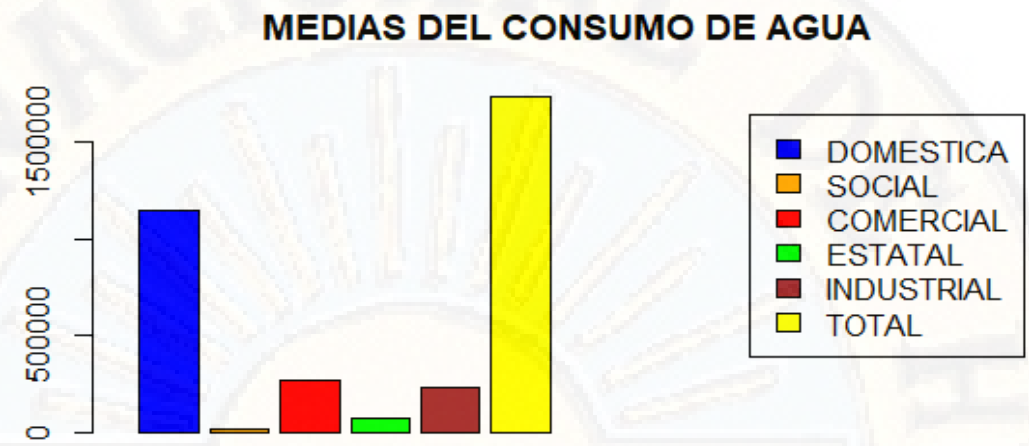


Figura 33. Promedio de consumo de agua total y por categorías en la ciudad de Huancavelica periodo 2004 – 2018.

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2004 – 2018

Con respecto al coeficiente de variación del consumo de agua se puede observar mejor en la figura 34:

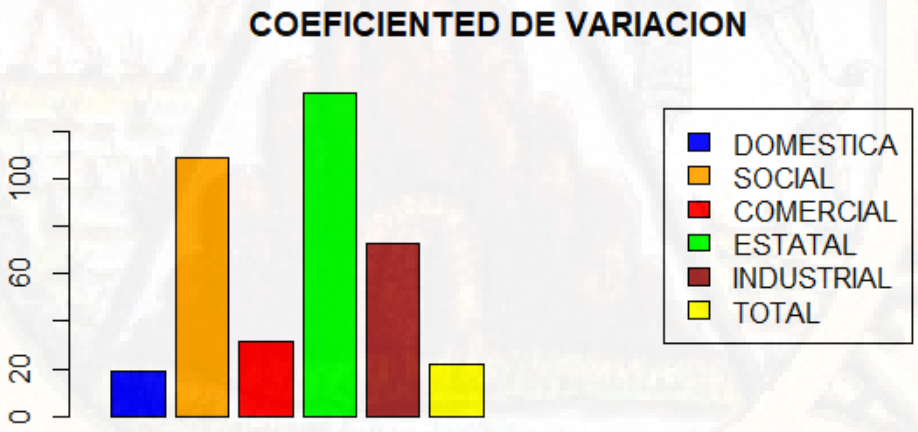


Figura 34. Coeficiente de variación para el consumo de agua potable total o por categorías en la ciudad de Huancavelica periodo 2004 – 2018

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2004 – 2018

Como se puede observar en el gráfico la mayor variabilidad de consumo de agua se encuentra en la categoría estatal, seguido de la categoría social, categoría industrial, comercial y doméstico. A nivel total existe variación del 21.6% (ver tabla19).

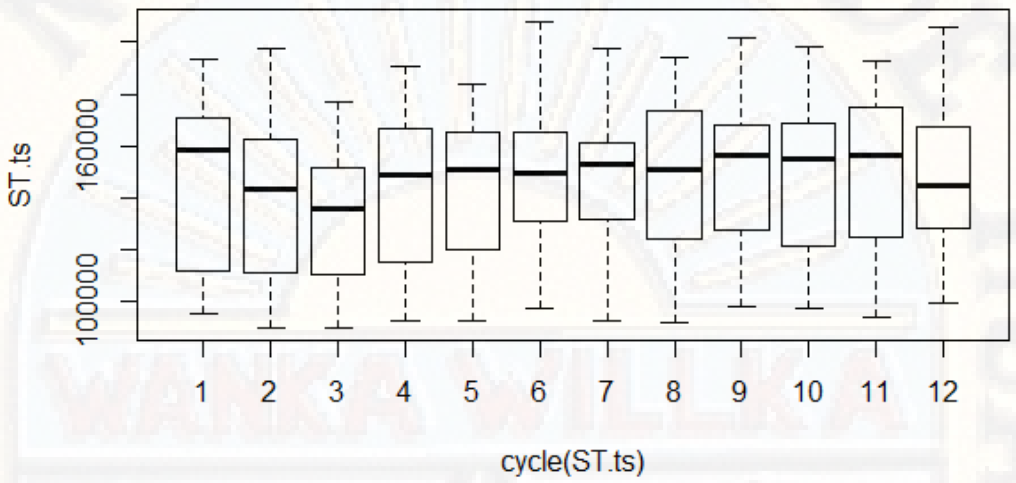


Figura 35. Distribución de consumo de agua total por cada mes

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2004 – 2018

En la figura 35 se puede observar la distribución del consumo de agua potable total para cada mes, donde se puede observar mayor variabilidad para los meses junio (6) y diciembre (12).

Pronóstico de consumo de agua en la ciudad de Huancavelica

Estimación del modelo:

En esta sección se mostrarán los pronósticos del consumo de agua hasta 2030, donde para ello se trabajó con series de tiempo (Métodos Arima).

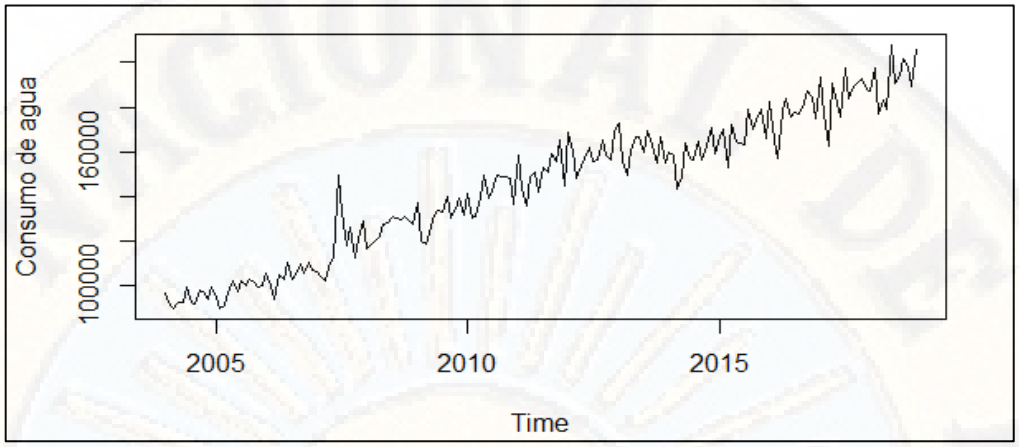


Figura 36. Comportamiento de la serie del consumo de agua total en la ciudad de Huancavelica periodo 2004 – 2014

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2004 – 2018

En la figura 36 se puede observar el consumo de agua total en el periodo 2004 – 2018, donde se observa una tendencia creciente, es decir con el pasar de los años el consumo de agua (volumen) en esta ciudad cada vez es más elevada. Además, la serie presenta no estacionariedad.

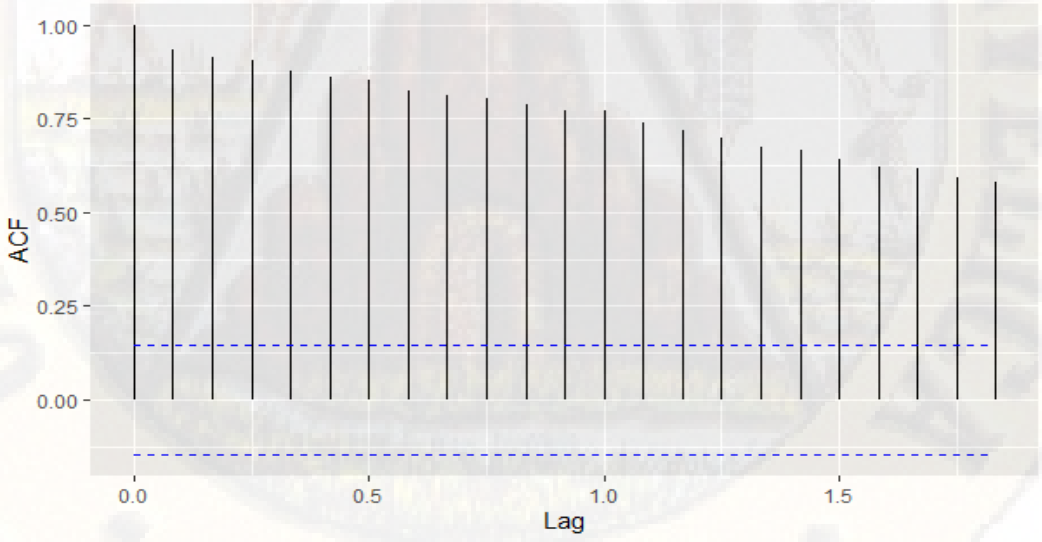


Figura 37. Función de autocorrelación del consumo de agua total en la ciudad de Huancavelica periodo 2004 – 2014

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2004 – 2018

En la figura 37, se aprecia como la serie no es estacionaria ya que el valor de la función de autocorrelación no decae de manera exponencial a medida que aumentan los rezagos en el tiempo; es decir tiene un decaimiento lento. Por lo tanto, se tendrá que realizar primeras diferencias a los datos del consumo de agua. A su vez, mediante ndiffs se estimó que la serie es estacionaria, y nsdiffs, indicó que la serie no es estacional. Por ende, se aplicará transformación a la serie.

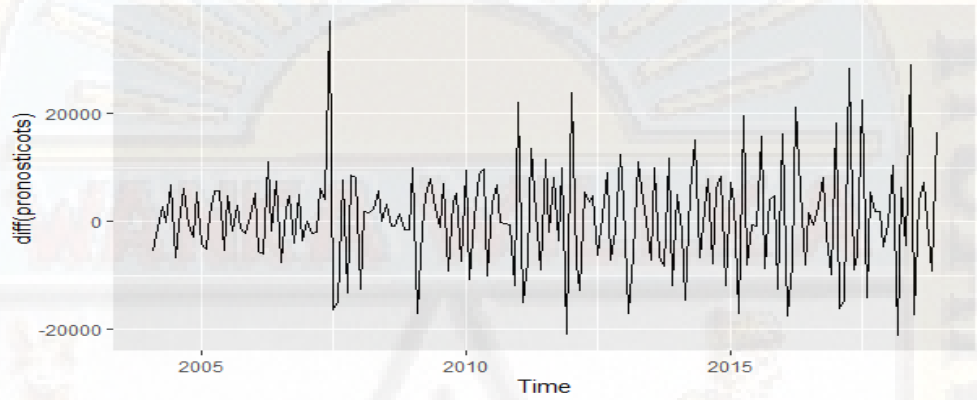


Figura 38. Serie del consumo de agua total en la ciudad de Huancavelica periodo 2004 – 2014 en primeras diferencias

En la figura 38 se muestra la serie del consumo de agua en primeras diferencias, con el propósito de convertir a la serie en estacionaria. Con un 95% de confianza, se observa que la serie en primeras diferencias ya no presenta tendencia, y da señales de ser constante en media y en varianza.

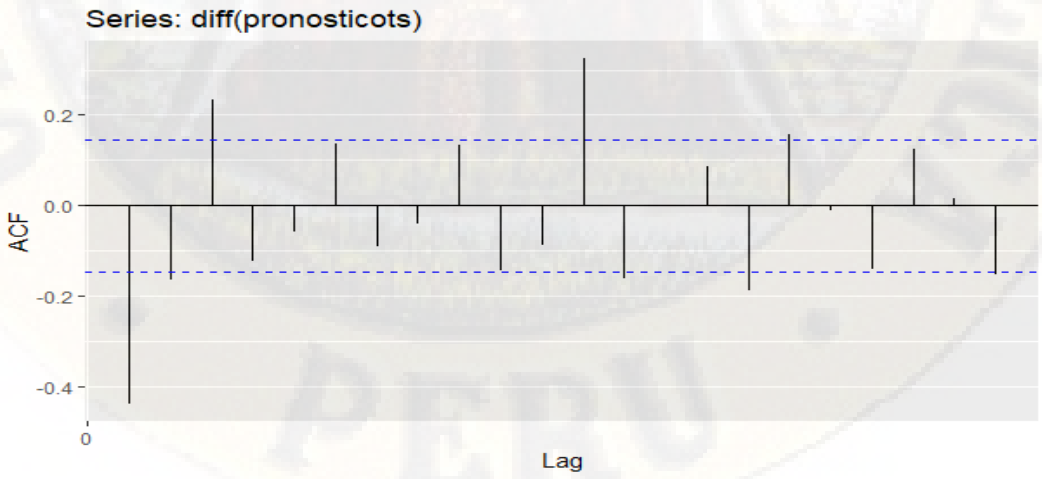


Figura 39. Función de autocorrelación del consumo de agua total en la ciudad de Huancavelica periodo 2004 – 2014 en primeras diferencias (DIFF)

En la figura 39, se muestra la función de autocorrelación del consumo de agua en primeras diferencias, donde con un 95% de confianza, se observa que el decaimiento de los rezagos es brusco. Se observa que el 1,2,3, 12,13,15 y 16 sobrepasan los límites de confianza.

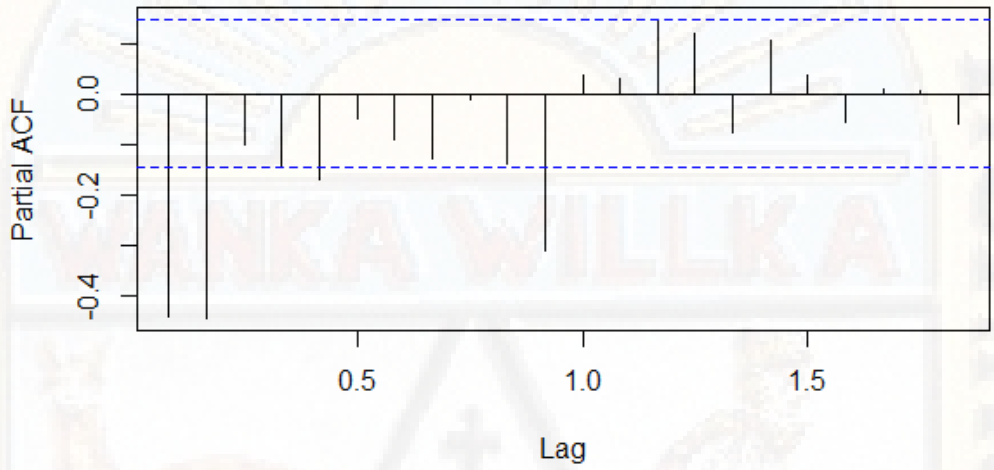


Figura 40. Función de autocorrelación parcial del consumo de agua total en la ciudad de Huancavelica periodo 2004 – 2014 en primeras diferencias (DIFF)

En la figura 40, se observa que el modelo tiene decaimiento exponencial, y que debe tener parte de media móvil. La función de autocorrelación parcial nos sugiere un modelo ARIMA (0,1,1)(2,0,0) quien nos permitirá describir el comportamiento de la serie de consumo de agua potable.

Prueba de Dickey-Fuller

Esta prueba nos permitió determinar si existen raíces unitarias en la serie:

$$\Delta y_t = \alpha + y y_{t-1} + \sum_{i=2}^{p} \beta \Delta y_{t-i+1} + \varepsilon_t$$

H_0: La serie presenta al menos una raíz unitaria (no estacionaria)

H_1: La serie no presenta raíces unitarias (estacionaria)

```
################################################
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
################################################
```

p-value: 4.083e-09

Como se puede observar la prueba Dickey-Fuller con un nivel de confianza del 95% rechaza la hipótesis nula y acepta la alternativa, por lo tanto, se afirma que la serie es estacionaria aplicando primeras diferencias.

Ecuación del pronóstico

Según Mota (2016), La metodología de los modelos ARIMA fue formalizado por Box y Jenkins en 1976, por lo que también se les denomina Box-Jenkins. Este enfoque parte del hecho de que la serie temporal que se trata de predecir es generada por un proceso estocástico cuya naturaleza puede ser caracterizada mediante un modelo. Para efectuar la estimación de un modelo ARIMA se requiere de una serie temporal mensual o trimestral que cuente con un elevado número de observaciones. Básicamente, la metodología Box-Jenkins consiste en encontrar un modelo matemático que represente el comportamiento de una serie temporal de datos, y permita hacer previsiones únicamente introduciendo el periodo de tiempo correspondiente. En los modelos ARIMA univariantes se explica el comportamiento de una serie temporal a partir de las observaciones pasadas de la propia serie y a partir de los errores pasados de previsión. La notación compacta de los modelos ARIMA es la siguiente: *ARIMA* (p, *d, q)* Donde:

p: número de parámetros autorregresivos

d: es el número de diferenciaciones para que la serie se estacionaria, y

q: número de parámetros de medias móviles.

El modelo *Box-Jenkins ARIMA* viene representado por la siguiente ecuación:

$$Y_t = \emptyset_0 + \emptyset_1 y_{t-1} + L + \emptyset_p y_{t-p} + a_t - \emptyset_1 a_{t-1} - L - \emptyset_q a_{t-q}$$

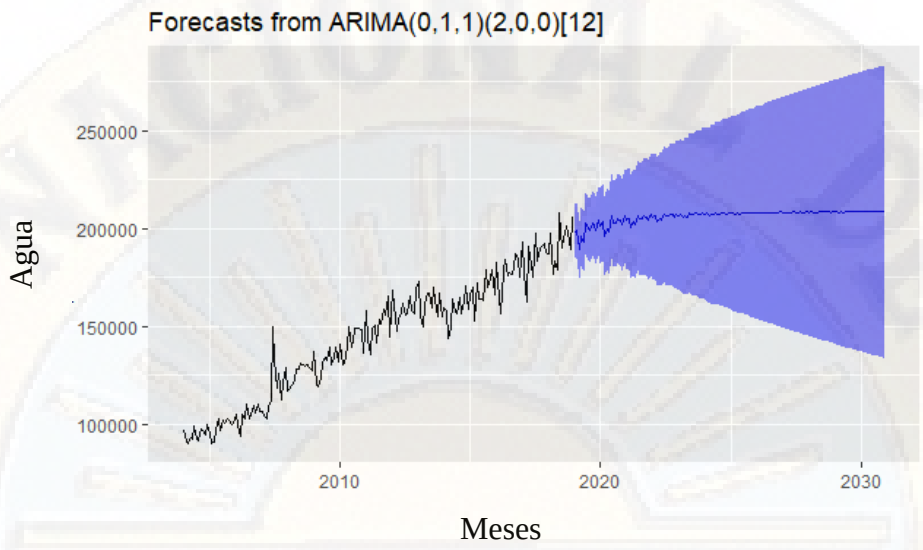


Figura 41. Pronóstico del consumo de agua total en la ciudad de Huancavelica

En la figura 41, se observa el pronóstico del consumo de agua donde se observa el pronóstico hasta el año 2030, los datos fueron proyectados con el fin de conocer la cantidad en volumen del consumo de agua para los años venideros.

Tabla 20.

Valores pronosticados para el consume de agua en la ciudad de Huancavelica

Point		Forecast	Lo 95	Hi 95
Jan	2019	198424.1	184609.3	212238.9
Feb	2019	199410.7	185228.5	213593
Mar	2019	189385.8	174845.4	203926.2
Apr	2019	196438.8	181548.8	211328.8
May	2019	193338.3	178106.7	208569.8
Jun	2019	202670.4	187104.8	218236
Jul	2019	200256.6	184364	216149.2
Aug	2019	199263.4	183050.4	215476.4
Sep	2019	202742.9	186215.6	219270.2
Oct	2019	201898.9	185063.3	218734.5
Nov	2019	198932.4	181794	216070.9
Dec	2019	204013.1	186577.2	221449.1
Jan	2020	201382.7	182134.6	220630.7
Feb	2020	203475.2	183740.5	223209.9
Mar	2020	196327.4	176117.7	216537.1
Apr	2020	199930.3	179256.6	220604
May	2020	198080	176952.4	219207.6

Jun	2020	206316.2	184744.3	227888.1
Jul	2020	202532	180524.7	224539.2
Aug	2020	202838.3	180404.1	225272.4
Sep	2020	205286.6	182433.5	228139.7
Oct	2020	204451.6	181187.1	227716
Nov	2020	201851.4	178182.7	225520.1
Dec	2020	206434.4	182368.3	230500.6
Jan	2021	204288.2	178779.9	229796.5
Feb	2021	205203.6	179149.1	231258.2
Mar	2021	200954.7	174365	227544.3
Apr	2021	203433.6	176319.3	230547.8
May	2021	202248.4	174619.7	229877.2
Jun	2021	206770.3	178636.3	234904.2
Jul	2021	205008.6	176378.3	233638.8
Aug	2021	204950.8	175832.8	234068.8
Sep	2021	206413.9	176816.1	236011.7
Oct	2021	205972.7	175902.8	236042.5
Nov	2021	204541.7	174007	235076.4
Dec	2021	207039	176046.4	238031.5
Jan	2022	205827.1	173914.2	237740
Feb	2022	206507.6	174064.4	238950.8
Mar	2022	203781.5	170816.5	236746.4
Apr	2022	205276.3	171797.8	238754.9
May	2022	204540.1	170555.7	238524.6
Jun	2022	207547.5	173064.6	242030.3
Jul	2022	206278.8	171304.6	241253
Aug	2022	206309.7	170851	241768.5
Sep	2022	207246.3	171309.5	243183
Oct	2022	206947.6	170539.1	243356
Nov	2022	205996.9	169122.7	242871.1
Dec	2022	207663.6	170329.5	244997.6
Jan	2023	206867.9	168815.9	244919.9
Feb	2023	207265.9	168713.1	245818.6
Mar	2023	205573.6	166526.5	244620.7
Apr	2023	206526.6	166991.4	246061.9
May	2023	206063.3	166045.8	246080.8
Jun	2023	207902.2	167408.3	248396.2
Jul	2023	207151.1	166186.2	248115.9
Aug	2023	207152.4	165722	248582.8
Sep	2023	207734.3	165843.5	249625.1
Oct	2023	207553	165206.8	249899.2

Nov	2023	206971.4	164174.7	249768.2
Dec	2023	207989.1	164746.5	251231.7
Jan	2024	207500	163674.5	251325.4
Feb	2024	207757.1	163465.4	252048.8
Mar	2024	206691.7	161938.6	251444.8
Apr	2024	207284.9	162075.2	252494.7
May	2024	206994.9	161333.1	252656.8
Jun	2024	208160.3	162050.8	254269.8
Jul	2024	207677.5	161124.6	254230.3
Aug	2024	207683.2	160691.1	254675.2
Sep	2024	208049.4	160622.2	255476.5
Oct	2024	207934.1	160075.8	255792.4
Nov	2024	207565.6	159280	255851.3
Dec	2024	208210.9	159501.8	256920.1
Jan	2025	207901.7	158692.4	257111
Feb	2025	208060.9	158418	257703.7
Mar	2025	207394.1	157321.6	257466.7
Apr	2025	207767.2	157268.5	258265.9
May	2025	207585.2	156664	258506.5
Jun	2025	208312.4	156972.2	259652.7
Jul	2025	208013	156257	259768.9
Aug	2025	208015.2	155847	260183.5
Sep	2025	208244.4	155667.1	260821.8
Oct	2025	208172.6	155189.3	261156
Nov	2025	207942.7	154556.4	261328.9
Dec	2025	208345.2	154559.2	262131.3
Jan	2026	208152.1	153923.5	262380.7
Feb	2026	208252.4	153619.8	262885
Mar	2026	207834.1	152800.5	262867.7
Apr	2026	208067.7	152635.9	263499.4
May	2026	207953.6	152126.7	263780.6
Jun	2026	208410.4	152191	264629.9
Jul	2026	208221.8	151612.6	264831.1
Aug	2026	208223.6	151227.2	265219.9
Sep	2026	208367.4	150986.5	265748.2
Oct	2026	208322.2	150559.5	266085
Nov	2026	208177.8	150035.6	266320
Dec	2026	208430.7	149911.5	266949.9
Jan	2027	208309.4	149389.3	267229.6
Feb	2027	208372.2	149074	267670.4
Mar	2027	208110	148436.2	267783.9

Apr	2027	208256.5	148209.4	268303.7
May	2027	208185	147766.9	268603.2
Jun	2027	208471.2	147684.3	269258
Jul	2027	208353.2	147199.8	269506.5
Aug	2027	208354.2	146836.5	269871.8
Sep	2027	208444.3	146564.5	270324.1
Oct	2027	208416	146176.1	270655.9
Nov	2027	208325.5	145727.6	270923.4
Dec	2027	208484	145530.1	271437.8
Jan	2028	208408	145084.7	271731.2
Feb	2028	208447.3	144768.7	272126
Mar	2028	208283	144250.8	272315.1
Apr	2028	208374.8	143991.1	272758.5
May	2028	208330	143596.7	273063.3
Jun	2028	208509.4	143428.4	273590.4
Jul	2028	208435.4	143008.5	273862.3
Aug	2028	208436	142665.1	274207
Sep	2028	208492.6	142379.3	274605.8
Oct	2028	208474.8	142021.1	274928.6
Nov	2028	208418.1	141625.5	275210.6
Dec	2028	208517.4	141387.8	275647
Jan	2029	208469.8	140995.7	275943.9
Feb	2029	208494.5	140684.6	276304.3
Mar	2029	208391.4	140247.4	276535.4
Apr	2029	208449	139972.5	276925.4
May	2029	208420.9	139613.6	277228.2
Jun	2029	208533.4	139396.7	277670
Jul	2029	208487	139022.6	277951.3
Aug	2029	208487.4	138696.8	278277.9
Sep	2029	208522.8	138407.6	278638
Oct	2029	208511.7	138073.3	278950.1
Nov	2029	208476.1	137716	279236.2
Dec	2029	208538.4	137458	279618.8
Jan	2030	208508.5	137103.9	279913.1
Feb	2030	208524	136800.8	280247.2
Mar	2030	208459.4	136419	280499.8
Apr	2030	208495.5	136139.3	280851.7
May	2030	208477.9	135807.2	281148.5
Jun	2030	208548.4	135564.7	281532.1
Jul	2030	208519.3	135223.8	281814.8
Aug	2030	208519.5	134913.6	282125.5

Sep	2030	208541.8	134626.7	282456.8
Oct	2030	208534.8	134311.9	282757.7
Nov	2030	208512.5	133983.1	283041.9
Dec	2030	208551.5	133716.8	283386.3

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 20, con un nivel de confianza del 95%, se muestra el pronóstico del consumo de agua hasta el 2030, es decir, el modelo Arima (0,1,1)(2,0,0)(12), nos permitió pronosticar el consumo de agua de la ciudad de Huancavelica para los próximos 10 años.

Pronóstico de Consumo de Agua para la Categoría Doméstico en la ciudad de Huancavelica

Comportamiento del consumo de agua para la categoría doméstico periodo 2004 – 2018.

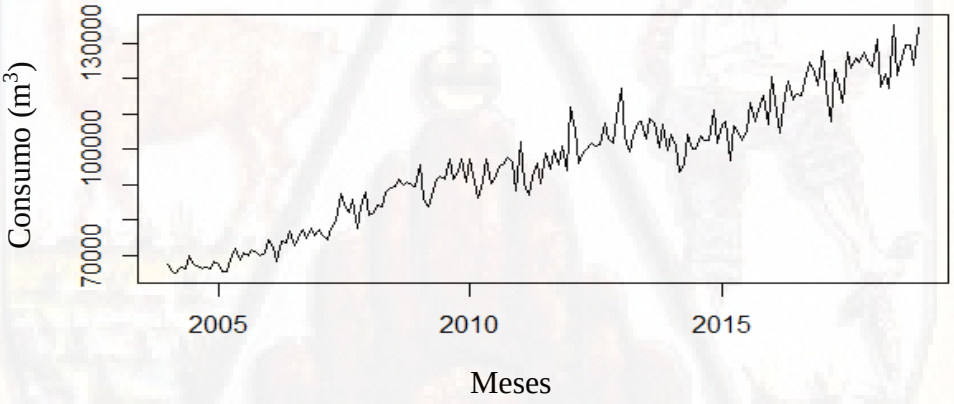


Figura 42. Gráfico de secuencia del consumo de agua doméstica en la ciudad de Huancavelica

En la figura 42 se muestra el comportamiento de la serie del consumo de agua doméstica en la cuidad de Huancavelica, donde se muestra que su comportamiento es creciente, por lo tanto, se espera que no sea estacionaria (no constante ni en media ni en varianza)

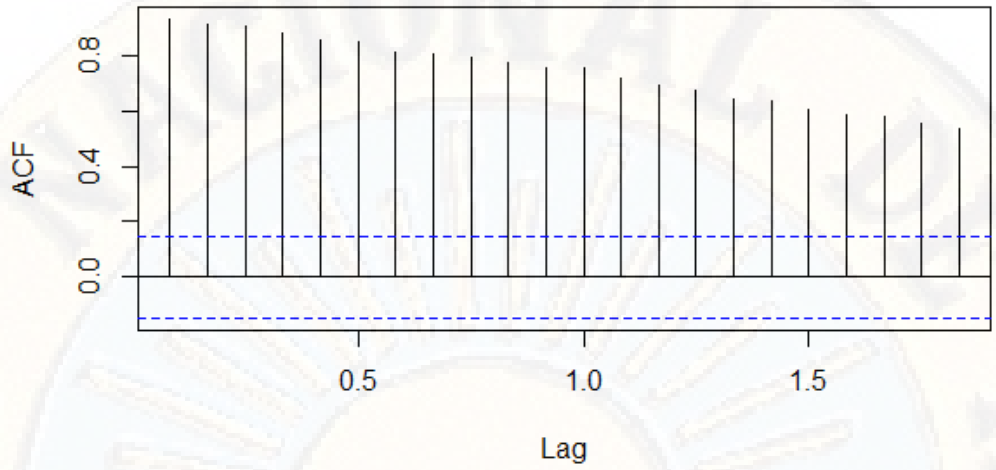


Figura 43. Función de autocorrelación del consumo de agua doméstica en la ciudad de Huancavelica

En la figura 43, se observa que cada uno de los rezagos tiene decaimiento lento, por ende, es otro motivo para decir que la serie es no estacionaria, y que tendrá que ser diferenciada para poder trabajar con los modelos Arima.

Prueba de Dickey-Fuller

Esta prueba nos permitió determinar si existen raíces unitarias en la serie:

$$\Delta y_t = \alpha + y y_{t-1} + \sum_{i=2}^{p} \beta \Delta y_{t-i+1} + \varepsilon_t$$

H_0: La serie presenta al menos una raíz unitaria (no estacionaria)

H_1: La serie no presenta raíces unitarias (estacionaria)

Mediante la prueba de Dickey-Fuller obtenida por el Software Rstudio , con un nivel de confianza del 95%, el p-valor fue mayor al 5%, por lo tanto, la serie es no estacionaria y debería transformarse en primeras diferencias para seguir con el pronóstico.

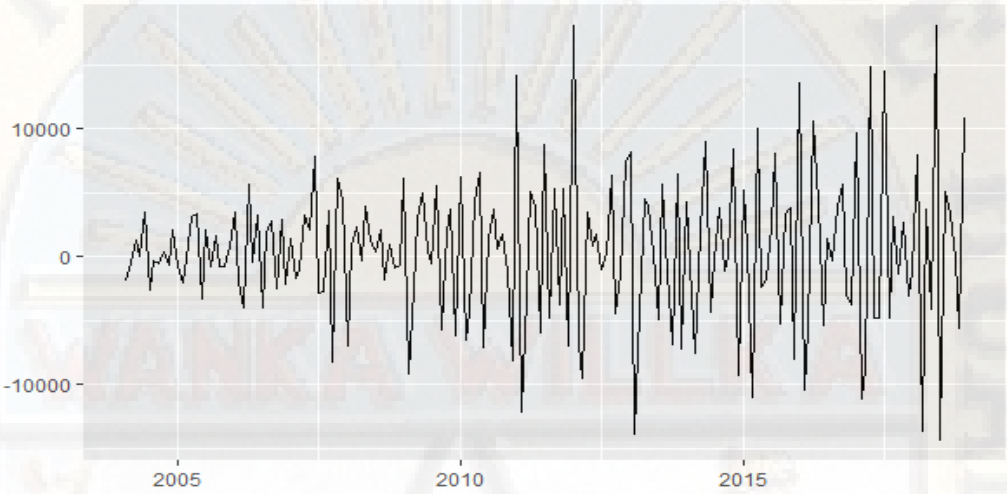


Figura 44. Gráfico de secuencia del consumo de agua doméstico en la ciudad de Huancavelica

Como se observa en la figura 43, la serie fue transformada en primeras diferencias con el fin de convertirla en estacionaria. Por ende, se nota que ya no tiene forma creciente sino, que sus valores ya bordan el promedio.

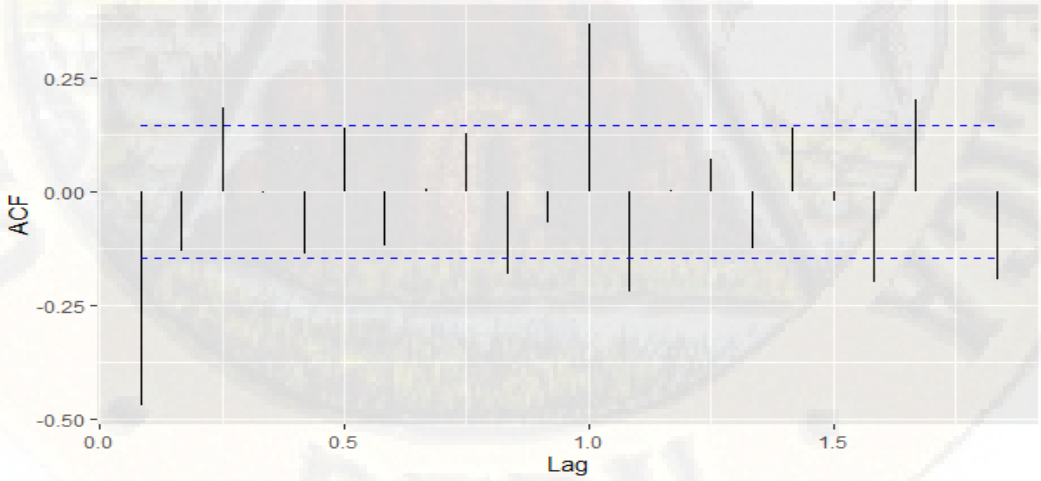


Figura 45. Función de autocorrelación del consumo de agua doméstico en la ciudad de Huancavelica

En la figura 45, se muestra la función de autocorrelación del consumo doméstico, quien mediante el 95% de confianza muestra que los rezagos, ya dejaron el decaimiento lento y tomaron parte de un decaimiento brusco, Además los rezagos 1,3, 10,12,13, 19,20 y 21 se salen de las bandas de confianza.

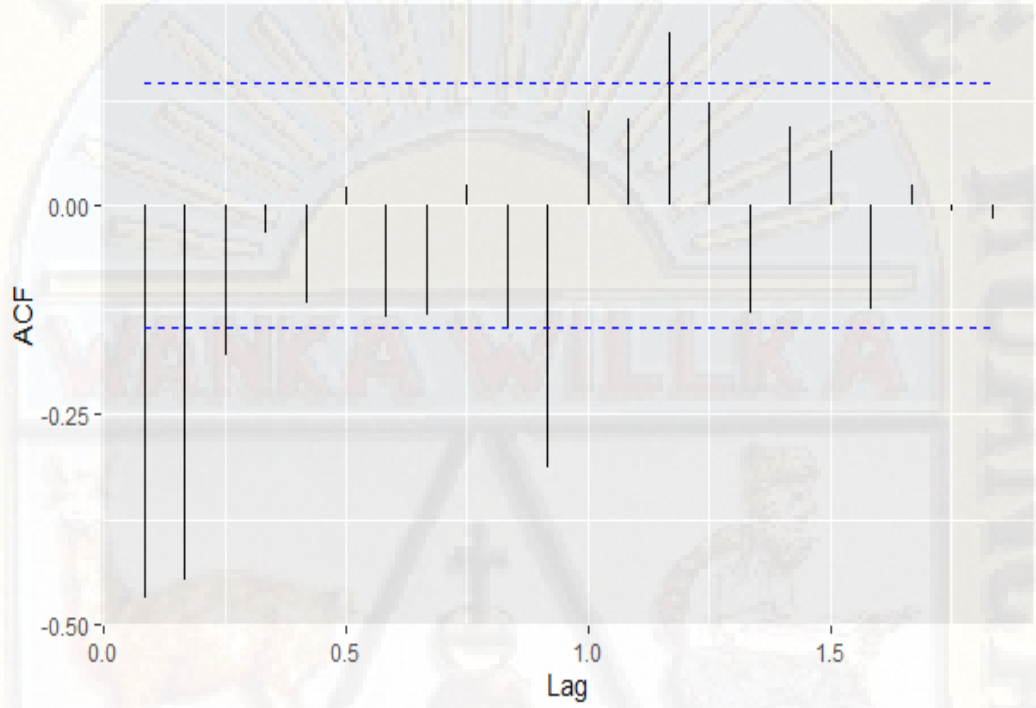


Figura 46. Función de autocorrelación Simple del consumo de agua doméstica en la ciudad de Huancavelica

En la figura 46, se muestra la función de autocorrelación simple donde evidencia que el modelo podría ser un Arima (0,1,2)(0,0,2). Pero antes que nada se procederá a realizar nuevamente la prueba de Dickey-Fuller para probar estacionariedad en la serie.

```
################################################
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
################################################
```

p-value = 0.01

Como se puede observar la prueba Dickey-Fuller con un nivel de confianza del 95% rechaza la hipótesis nula y acepta la alternativa, por lo tanto, se afirma que la serie es estacionaria aplicando primeras diferencias.

Identificación del modelo

Para la identificación del modelo trabajamos con un 95% de confianza y con el 5% de error, el cual nos permitió obtener el mejor modelo de pronóstico para el consumo de agua doméstica en la ciudad de Huancavelica.

Modelo Arima (0,1,2)(0,0,2)(12)

AIC	AICc	BIC
3494.9	3495.39	3514.02

En la tabla se observa que el criterio de información de Akaike (AIC) es igual a 3494.9, mientras que el BIC arrojó un valor igual a 3514.02; es decir el modelo Arima (0,1,2)(0,0,2)(12), fue el que mejor pronostica al consumo de agua doméstico en la ciudad de Huancavelica.

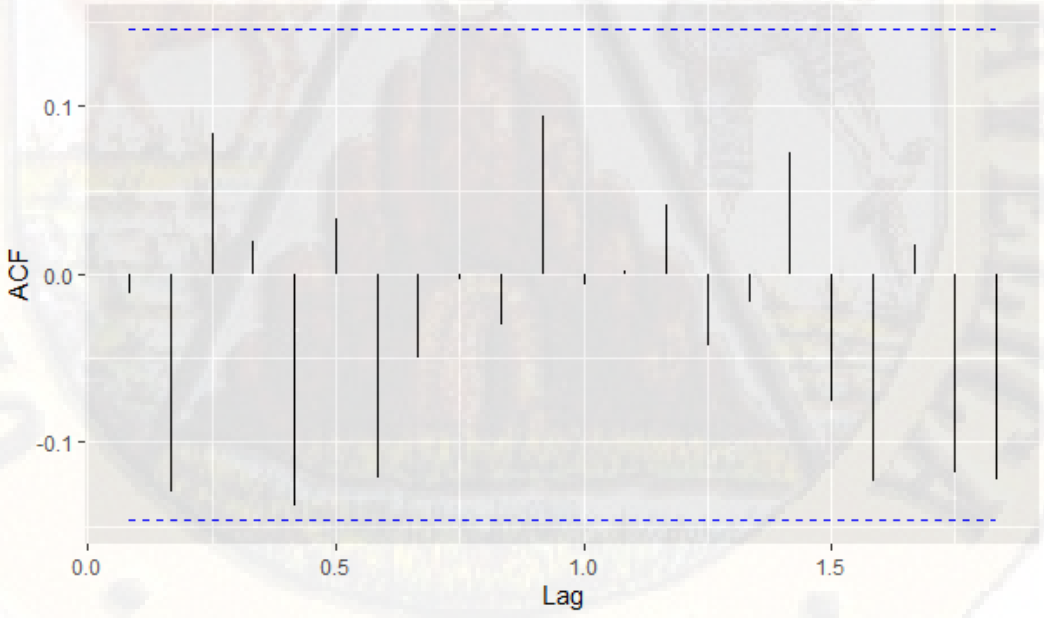


Figura 47. Función de autocorrelación del consumo de agua doméstica en la ciudad de Huancavelica. Modelo Arima (0,1,2)(0,0,2)(12)

En la figura 47, se estima con un 95% de confianza la función de autocorrelación de la serie utilizando el modelo Arima (0,1,2)(0,0,2)(12), donde se observa que los datos no sobresalen del límite de confianza. Por lo tanto, es un buen modelo para pronosticar el consumo de agua doméstica en la ciudad de Huancavelica.

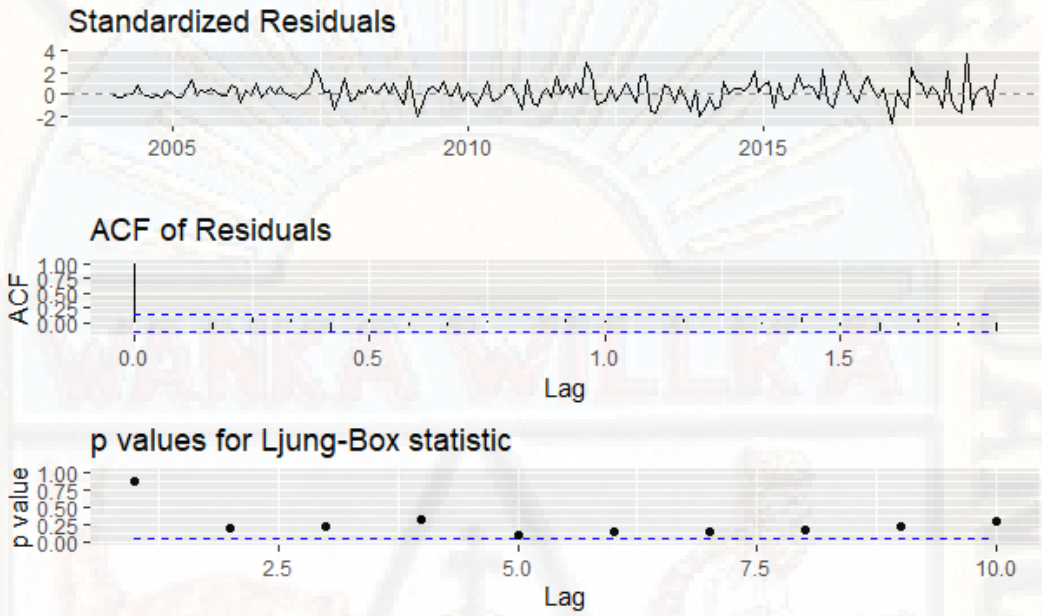


Figura 48. Residuales del consumo de agua doméstica en la ciudad de Huancavelica. Modelo Arima (0,1,2)(0,0,2)(12)

En la figura 48 se muestra los residuales obtenidos en el modelo Arima (0,1,2)(0,0,2)(12), donde se muestra normalidad de los datos, por lo tanto, puede ser constante en media y en varianza.

Normalidad de los residuales

Test de Jarque-Bera	**Shapiro test**
0.87	0.172

Como se observa en la tabla, el test de Jarque-Bera y Shapiro-Wilk, muestran que los residuos se comportan de forma normal, por ende, el modelo es el mejor para pronosticar el consumo de agua doméstica.

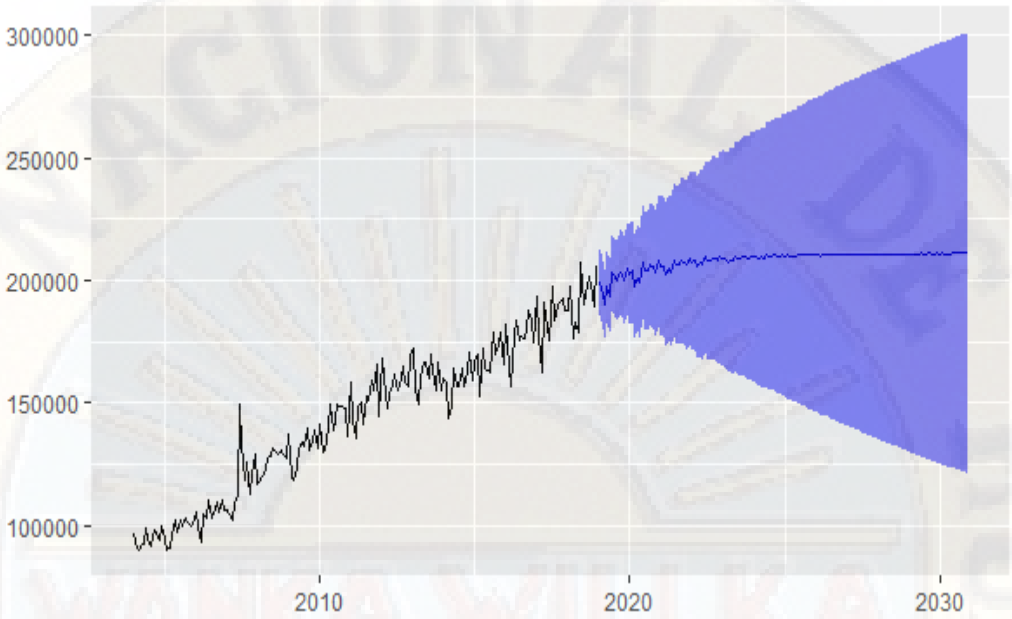


Figura 49. Pronóstico del consumo de agua en la categoría Doméstico en la ciudad de Huancavelica. Modelo Arima (0,1,2)(0,0,2)(12)

En la figura 49, se muestran los valores pronosticados donde se evidencia valores hasta el 2030, indicando de color azul, el pronóstico que se realizó en función al modelo Arima (0,1,2)(0,0,2)(12).

Tabla 21. Valores pronosticados para el consume de agua en la categoría doméstico en la ciudad de Huancavelica

Point		Forecast	Lo 95	Hi 95
Jan	2019	199518.3	185937.7	213099
Feb	2019	197782.5	184008.8	211556.3
Mar	2019	190339.2	176435.3	204243.1
Apr	2019	197782	183123.5	212440.6
May	2019	193908.1	178697.9	209118.3
Jun	2019	203168.3	187547.1	218789.5
Jul	2019	201368.8	185287.4	217450.2
Aug	2019	200014.3	183473.2	216555.5
Sep	2019	203561	186589.3	220532.8
Oct	2019	202782	185389.1	220174.9
Nov	2019	199888.9	182081.4	217696.5
Dec	2019	204800.7	186589	223012.3
Jan	2020	202582.6	182437.2	222728.1

Feb	2020	203909	183239	224579
Mar	2020	197309.5	176158.4	218460.6
Apr	2020	201142	179298.8	222985.2
May	2020	198947.5	176482.5	221412.5
Jun	2020	207678.8	184648.2	230709.4
Jul	2020	203786.7	180184.2	227389.2
Aug	2020	204046	179881.1	228210.9
Sep	2020	206640.6	181931.6	231349.7
Oct	2020	205771.1	180529.2	231012.9
Nov	2020	203033.4	177268.7	228798.2
Dec	2020	207851.6	181574.7	234128.5
Jan	2021	205930.2	178018.8	233841.7
Feb	2021	206072.7	177548.3	234597.1
Mar	2021	202341	173241.5	231440.5
Apr	2021	205094.7	175252.7	234936.6
May	2021	203590.8	173063.5	234118.1
Jun	2021	208417.5	177251.7	239583.3
Jul	2021	206703.7	174896	238511.3
Aug	2021	206540.7	174100.6	238980.8
Sep	2021	208124.4	175068.5	241180.3
Oct	2021	207670.7	174009.8	241331.5
Nov	2021	206159.2	171903.2	240415.2
Dec	2021	208785.5	173944.7	243626.2
Jan	2022	207689.4	171764.4	243614.4
Feb	2022	207989.1	171433.1	244545.1
Mar	2022	205429.6	168266.1	242593.1
Apr	2022	207123.3	169273	244973.6
May	2022	206179.2	167673.5	244685
Jun	2022	209526.5	170392.1	248660.9
Jul	2022	208189.1	168427.9	247950.3
Aug	2022	208180.3	167800.4	248560.2
Sep	2022	209227.8	168240.8	250214.8
Oct	2022	208903.9	167318.5	250489.3
Nov	2022	207855.1	165679.3	250030.9
Dec	2022	209689	166931.1	252446.9
Jan	2023	208940.5	165310.5	252570.4
Feb	2023	209073.2	164835.1	253311.3
Mar	2023	207467	162636.9	252297.2
Apr	2023	208583.3	163114.4	254052.2
May	2023	207967	161879.7	254054.2
Jun	2023	210057.3	163369.7	256744.9

Jul	2023	209262.5	161977.1	256547.8
Aug	2023	209228.7	161352.1	257105.4
Sep	2023	209896.7	161437.3	258356
Oct	2023	209696.9	160661.7	258732.1
Nov	2023	209042.1	159437.4	258646.8
Dec	2023	210183.9	160016.3	260351.6
Jan	2024	209713.3	158825.9	260600.7
Feb	2024	209816.6	158354.5	261278.7
Mar	2024	208767.8	156741.8	260793.7
Apr	2024	209480.7	156866.2	262095.2
May	2024	209085.4	155895.3	262275.4
Jun	2024	210453.4	156699.5	264207.3
Jul	2024	209921.1	155606.3	264235.8
Aug	2024	209907.5	155037.1	264777.9
Sep	2024	210340.5	154920.7	265760.2
Oct	2024	210209	154245.3	266172.7
Nov	2024	209780.4	153277.8	266283
Dec	2024	210528.7	153492.3	267565.1
Jan	2025	210221.7	152561.2	267882.1
Feb	2025	210283.1	152084.1	268482.1
Mar	2025	209610.5	150880.6	268340.4
Apr	2025	210072.3	150797.9	269346.7
May	2025	209816.7	150006.7	269626.8
Jun	2025	210693.2	150355.5	271030.9
Jul	2025	210355.6	149493.2	271218
Aug	2025	210344.5	148961.5	271727.5
Sep	2025	210623.1	148724.4	272521.8
Oct	2025	210539	148128.8	272949.3
Nov	2025	210264.5	147346.8	273182.1
Dec	2025	210743.6	147322.6	274164.6
Jan	2026	210546.6	146570.7	274522.5
Feb	2026	210587.7	146107.6	275067.8
Mar	2026	210152.9	145174	275131.7
Apr	2026	210450.1	144965.6	275934.6
May	2026	210285.5	144301.4	276269.5
Jun	2026	210852.4	144374.5	277330.3
Jul	2026	210633	143663.9	277602.2
Aug	2026	210626.5	143169.5	278083.5
Sep	2026	210806.4	142865.3	278747.4
Oct	2026	210752	142330.3	279173.7
Nov	2026	210574.4	141675.3	279473.4

Dec	2026	210884.4	141511.3	280257.5
Jan	2027	210757	140880.1	280634
Feb	2027	210783.1	140433.2	281133
Mar	2027	210503	139684.2	281321.7
Apr	2027	210694.8	139403.9	281985.8
May	2027	210588.6	138829.9	282347.3
Jun	2027	210953.7	138731.5	283176
Jul	2027	210812.7	138129.3	283496.2
Aug	2027	210808.4	137666.5	283950.2
Sep	2027	210924.3	137327	284521.6
Oct	2027	210889.3	136839.4	284939.1
Nov	2027	210774.9	136275.1	285274.6
Dec	2027	210974.5	136027.6	285921.4
Jan	2028	210892.5	135481.3	286303.7
Feb	2028	210909.4	135053.1	286765.8
Mar	2028	210728.7	134430.4	287026.9
Apr	2028	210852.4	134110.8	287593.9
May	2028	210783.9	133602.4	287965.3
Jun	2028	211019.5	133401.3	288637.7
Jul	2028	210928.4	132875.6	288981.2
Aug	2028	210925.6	132440.5	289410.8
Sep	2028	211000.4	132085.5	289915.4
Oct	2028	210977.8	131635.3	290320.3
Nov	2028	210904	131136.3	290671.7
Dec	2028	211032.8	130842.1	291223.5
Jan	2029	210979.9	130356.5	291603.3
Feb	2029	210990.8	129946.8	292034.8
Mar	2029	210874.2	129412.3	292336.2
Apr	2029	210954	129073.8	292834.2
May	2029	210909.8	128614	293205.7
Jun	2029	211061.8	128352.9	293770.7
Jul	2029	211003.1	127882.9	294123.2
Aug	2029	211001.3	127471.8	294530.7
Sep	2029	211049.5	127112.8	294986.2
Oct	2029	211034.9	126693	295376.9
Nov	2029	210987.3	126242	295732.6
Dec	2029	211070.4	125923.7	296217.1
Jan	2030	211036.3	125482.7	296589.8
Feb	2030	211043.3	125090.9	296995.7
Mar	2030	210968.1	124618.9	297317.3
Apr	2030	211019.6	124273.9	297765.2

May	2030	210991.1	123851.1	298131.1
Jun	2030	211089.1	123556.8	298621.4
Jul	2030	211051.2	123128.2	298974.2
Aug	2030	211050.1	122738.1	299362
Sep	2030	211081.2	122381.9	299780.4
Oct	2030	211071.8	121987	300156.5
Nov	2030	211041.1	121572.4	300509.7
Dec	2030	211094.6	121243.7	300945.6

Fuente: Elaboración propia

Los valores pronosticados hasta el Año 2030, indican que el consumo de agua, con el pasar de los años seguirá una tendencia creciente, pues uno de los pilares se basará en el incremento de población en esta ciudad.

Tabla 22. Dotación (Litros por habitante por día) de cada mes, Periodo Agosto 2018 a Julio 2019

	Mínimo	Máximo	Promedio
Enero	6.45	703.23	120.67
Febrero	7.14	721.43	138.43
Marzo	6.45	400.00	91.70
Abril	6.67	1460.00	115.25
Mayo	6.45	496.77	115.41
Junio	6.67	600.00	120.86
Julio	6.45	503.23	109.74
Agosto	6.45	458.06	111.11
Setiembre	6.67	413.33	107.47
Octubre	12.90	296.77	106.87
Noviembre	6.67	440.00	107.47
Diciembre	6.45	541.94	113.98

Fuente: EMAPA Huancavelica, 2019.

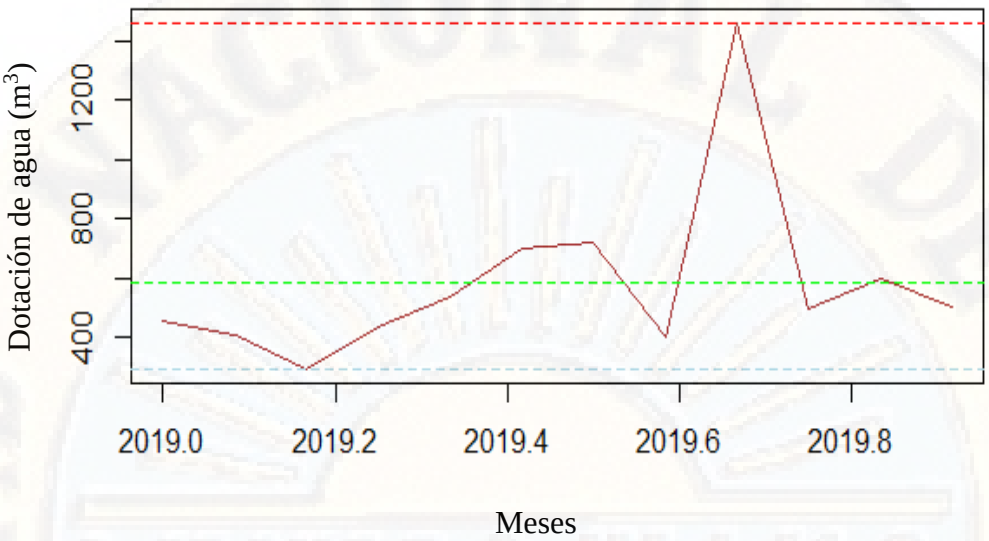


Figura 50. Dotación (Litros por habitante por día) de cada mes, Periodo agosto 2018 a julio 2019

Fuente: EMAPA Huancavelica, 2019.

Tabla 23. Dotación (Litros por habitante por día) de cada estación del año, Periodo agosto 2018 a julio 2019

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Mínimo	8.67	6.68	6.59	8.67
Máximo	426.24	608.22	852.26	389.39
Promedio	109.44	116.93	117.17	108.48

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

Tabla 24. Dotación (Litros por habitante por día) de ciudad de Huancavelica, Periodo agosto 2018 a julio 2019

	Huancavelica	
Mínimo	7.66	Lt/hab/día
Máximo	569.03	Lt/hab/día
Promedio	113.01	Lt/hab/día

Fuente: EMAPA Huancavelica SA, 2019.

La base de datos completa utilizada para el cálculo de las dotaciones se encuentra en los anexos.

4.2.Discusión de resultados

En la tabla 3 podemos observar los datos del consumo anual divididos por categorías (doméstico, social, comercial, estatal e industrial) del año 2004. Debido a que la categoría más susceptible a variaciones es el doméstico, se analizó junto con el total (las 5 categorías juntas) en la figura 1 y 2 respectivamente. En las tablas y gráficos se muestra el consumo expresado en metros cúbicos por cada mes del año a analizar, teniendo la categoría doméstica un gráfico variable siendo el consumo mínimo 65,018 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 69,784 m^3 (en el mes de junio) y el promedio de 66,768 m^3. Por otro lado, en el gráfico que muestra el consumo total anual también se presentan variaciones siendo el consumo mínimo 90,180 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 99,679 m^3 (en el mes de junio) y el promedio de 94,742 m^3.

En la Tabla 4 podemos observar los datos del consumo anual divididos por categorías (doméstico, social, comercial, estatal e industrial) del año 2005. Debido a que la categoría más susceptible a variaciones es el doméstico, se analizó junto con el total (las 5 categorías juntas) en la figura 3 y 4 respectivamente. En las tablas y gráficos se muestra el consumo expresado en metros cúbicos por cada mes del año a analizar, teniendo la categoría doméstica un gráfico variable siendo el consumo mínimo 65,412 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 71,923 m^3 (en el mes de mayo) y el promedio de 69,234 m^3. Por otro lado, en el gráfico que muestra el consumo total anual también se presentan variaciones siendo el consumo mínimo 90,132 m^3 (en el mes de febrero), el máximo de 103,112 m^3 (en el mes de setiembre) y el promedio de 98,361 m^3.

En la Tabla 5 podemos observar los datos del consumo anual divididos por categorías (doméstico, social, comercial, estatal e industrial) del año 2006. Debido a que la categoría más susceptible a variaciones es el doméstico, se analizó junto con el total (las 5 categorías juntas) en la figura 5 y 6 respectivamente. En las tablas y gráficos se muestra el consumo expresado en metros cúbicos por cada mes del año a analizar, teniendo la categoría doméstica un gráfico variable siendo el

consumo mínimo 68,232 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 77,772 m^3 (en el mes de setiembre) y el promedio de 74,300 m^3. Por otro lado, en el gráfico que muestra el consumo total anual también se presentan variaciones siendo el consumo mínimo 93,780 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 110,448 m^3 (en el mes de junio) y el promedio de 104,751 m^3.

En la tabla 6 podemos observar los datos del consumo anual divididos por categorías (doméstico, social, comercial, estatal e industrial) del año 2007. Debido a que la categoría más susceptible a variaciones es el doméstico, se analizó junto con el total (las 5 categorías juntas) en las figuras 7 y 8 respectivamente. En las tablas y gráficos se muestra el consumo expresado en metros cúbicos por cada mes del año a analizar, teniendo la categoría doméstica un gráfico variable siendo el consumo mínimo 74,346 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 88,023 m^3 (en el mes de diciembre) y el promedio de 81,105 m^3. Por otro lado, en el gráfico que muestra el consumo total anual también se presentan variaciones siendo el consumo mínimo 102,571 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 149,770 m^3 (en el mes de junio) y el promedio de 118,791 m^3.

En la tabla 7 podemos observar los datos del consumo anual divididos por categorías (doméstico, social, comercial, estatal e industrial) del año 2008. Debido a que la categoría más susceptible a variaciones es el doméstico, se analizó junto con el total (las 5 categorías juntos) en las figuras 9 y 10 respectivamente. En las tablas y gráficos se muestra el consumo expresado en metros cúbicos por cada mes del año a analizar, teniendo la categoría doméstica un gráfico variable siendo el consumo mínimo 81,076 m^3 (en el mes de enero), el máximo de 91,691 m^3 (en el mes de agosto) y el promedio de 87,470 m^3. Por otro lado, en el gráfico que muestra el consumo total anual también se presentan variaciones siendo el consumo mínimo 116,727 m^3 (en el mes de enero), el máximo de 131,261 m^3 (en el mes de julio) y el promedio de 126,001 m^3.

En la tabla 8 podemos observar los datos del consumo anual divididos por categorías (doméstico, social, comercial, estatal e industrial) del año 2009. Debido

a que la categoría más susceptible a variaciones es el doméstico, se analizó junto con el total (las 5 categorías juntos) en la figura 11 y 12 respectivamente. En las tablas y gráficos se muestra el consumo expresado en metros cúbicos por cada mes del año a analizar, teniendo la categoría doméstica un gráfico variable siendo el consumo mínimo 83,810 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 97,230 m^3 (en el mes de agosto) y el promedio de 91,499 m^3. Por otro lado, en el gráfico que muestra el consumo total anual también se presentan variaciones siendo el consumo mínimo 118,991 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 139,735 m^3 (en el mes de agosto) y el promedio de 131,217 m^3.

En la tabla 9 podemos observar los datos del consumo anual divididos por categorías (doméstico, social, comercial, estatal e industrial) del año 2010. Debido a que la categoría más susceptible a variaciones es el doméstico, se analizó junto con el total (las 5 categorías juntos) en las figuras 13 y 14 respectivamente. En las tablas y gráficos se muestra el consumo expresado en metros cúbicos por cada mes del año a analizar, teniendo la categoría doméstica un gráfico variable siendo el consumo mínimo 86,349 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 97,589 m^3 (en el mes de octubre) y el promedio de 93,081 m^3. Por otro lado, en el gráfico que muestra el consumo total anual también se presentan variaciones siendo el consumo mínimo 130,392 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 149,489 m^3 (en el mes de agosto) y el promedio de 142,126 m^3.

En la tabla 10 podemos observar los datos del consumo anual divididos por categorías (doméstico, social, comercial, estatal e industrial) del año 2011. Debido a que la categoría más susceptible a variaciones es el doméstico, se analizó junto con el total (las 5 categorías juntos) en las figuras 15 y 16 respectivamente. En las tablas y gráficos se muestra el consumo expresado en metros cúbicos por cada mes del año a analizar, teniendo la categoría doméstica un gráfico variable siendo el consumo mínimo 87,095 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 102,314 m^3 (en el mes de enero) y el promedio de 95,164 m^3. Por otro lado, en el gráfico que muestra el consumo total anual también se presentan variaciones siendo el consumo mínimo

135,753 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 165,467 m^3 (en el mes de noviembre) y el promedio de 150,670 m^3.

En la tabla 11 podemos observar los datos del consumo anual divididos por categorías (doméstico, social, comercial, estatal e industrial) del año 2012. Debido a que la categoría más susceptible a variaciones es el doméstico, se analizó junto con el total (las 5 categorías juntos) en las figuras 17 y 18 respectivamente. En las tablas y gráficos se muestra el consumo expresado en metros cúbicos por cada mes del año a analizar, teniendo la categoría doméstica un gráfico variable siendo el consumo mínimo 95,867 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 112,079 m^3 (en el mes de enero) y el promedio de 103,233 m^3. Por otro lado, en el gráfico que muestra el consumo total anual también se presentan variaciones siendo el consumo mínimo 147,906 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 169,066 m^3 (en el mes de diciembre) y el promedio de 159,219 m^3.

En la tabla 12 podemos observar los datos del consumo anual divididos por categorías (doméstico, social, comercial, estatal e industrial) del año 2013. Debido a que la categoría más susceptible a variaciones es el doméstico, se analizó junto con el total (las 5 categorías juntos) en las figuras 19 y 20 respectivamente. En las tablas y gráficos se muestra el consumo expresado en metros cúbicos por cada mes del año a analizar, teniendo la categoría doméstica un gráfico variable siendo el consumo mínimo 99,109 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 117,366 m^3 (en el mes de enero) y el promedio de 105,434 m^3. Por otro lado, en el gráfico que muestra el consumo total anual también se presentan variaciones siendo el consumo mínimo 149,748 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 172,769 m^3 (en el mes de enero) y el promedio de 161,906 m^3.

En la tabla 13 podemos observar los datos del consumo anual divididos por categorías (doméstico, social, comercial, estatal e industrial) del año 2014. Debido a que la categoría más susceptible a variaciones es el doméstico, se analizó junto con el total (las 5 categorías juntos) en las figuras 21 y 22 respectivamente. En las tablas y gráficos se muestra el consumo expresado en metros cúbicos por cada mes

del año a analizar, teniendo la categoría doméstica un gráfico variable siendo el consumo mínimo 93,433m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 111,112 m^3 (en el mes de noviembre) y el promedio de 101,688 m^3. Por otro lado, en el gráfico que muestra el consumo total anual también se presentan variaciones siendo el consumo mínimo 143,594 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 171,107 m^3 (en el mes de noviembre) y el promedio de 158,513 m^3.

En la tabla 14 podemos observar los datos del consumo anual divididos por categorías (doméstico, social, comercial, estatal e industrial) del año 2015. Debido a que la categoría más susceptible a variaciones es el doméstico, se analizó junto con el total (las 5 categorías juntos) en las figuras 23 y 24 respectivamente. En las tablas y gráficos se muestra el consumo expresado en metros cúbicos por cada mes del año a analizar, teniendo la categoría doméstica un gráfico variable siendo el consumo mínimo 96,794 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 115,079 m^3 (en el mes de noviembre) y el promedio de 107,042 m^3. Por otro lado, en el gráfico que muestra el consumo total anual también se presentan variaciones siendo el consumo mínimo 152,969 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 178,856 m^3 (en el mes de noviembre) y el promedio de 168,408 m^3.

En la tabla 15 podemos observar los datos del consumo anual divididos por categorías (doméstico, social, comercial, estatal e industrial) del año 2016. Debido a que la categoría más susceptible a variaciones es el doméstico, se analizó junto con el total (las 5 categorías juntos) en las figuras 25 y 26 respectivamente. En las tablas y gráficos se muestra el consumo expresado en metros cúbicos por cada mes del año a analizar, teniendo la categoría doméstica un gráfico variable siendo el consumo mínimo 104,745m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 124,841 m^3 (en el mes de octubre) y el promedio de 116,640 m^3. Por otro lado, en el gráfico que muestra el consumo total anual también se presentan variaciones siendo el consumo mínimo 156,865 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 187,520 m^3 (en el mes de octubre) y el promedio de 176,888 m^3.

En la tabla 16 podemos observar los datos del consumo anual divididos por categorías (doméstico, social, comercial, estatal e industrial) del año 2017. Debido a que la categoría más susceptible a variaciones es el doméstico, se analizó junto con el total (las 5 categorías juntos) en las figuras 27 y 28 respectivamente. En las tablas y gráficos se muestra el consumo expresado en metros cúbicos por cada mes del año a analizar, teniendo la categoría doméstica un gráfico variable siendo el consumo mínimo 107,905 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 127,804 m^3 (en el mes de noviembre) y el promedio de 121,633 m^3. Por otro lado, en el gráfico que muestra el consumo total anual también se presentan variaciones siendo el consumo mínimo 162,487 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 197,836 m^3 (en el mes de julio) y el promedio de 185,202 m^3.

En la tabla 17 podemos observar los datos del consumo anual divididos por categorías (doméstico, social, comercial, estatal e industrial) del año 2018. Debido a que la categoría más susceptible a variaciones es el doméstico, se analizó junto con el total (las 5 categorías juntos) en las figuras 29 y 30 respectivamente. En las tablas y gráficos se muestra el consumo expresado en metros cúbicos por cada mes del año a analizar, teniendo la categoría doméstica un gráfico variable siendo el consumo mínimo 117,222 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 135,293 m^3 (en el mes de junio) y el promedio de 125,864 m^3. Por otro lado, en el gráfico que muestra el consumo total anual también se presentan variaciones siendo el consumo mínimo 176,679 m^3 (en el mes de marzo), el máximo de 207,719 m^3 (en el mes de junio) y el promedio de 192,553 m^3.

Los datos recolectados desde el mes de agosto del 2018 hasta el mes de julio del 2019 arrojaron resultados en metros cúbicos, debido a que estos datan de volúmenes mensuales. Se tomó en cuenta para el cálculo de la dotación el consumo doméstico, teniendo valores que van desde 6.45 Lt/hab/día hasta 1460 Lt/hab/día, lo cual refleja una variación considerable a tener en cuenta. El valor promedio en la estación de primavera es de 109.44 Lt/hab/día, en la estación de verano es de 116.93 Lt/hab/día, en la de otoño es de 117.17 Lt/hab/día y finalmente en la de invierno es de 108.48 Lt/hab/día.

Finalmente, se obtuvieron los valores de la dotación de la ciudad de Huancavelica, en el cual tenemos que la dotación mínima promedio fue de 7.66 Lt/hab/día, la dotación máxima promedio es de 569.03 Lt/hab/día y la dotación es de 113.01 Lt/hab/día.

La Norma OS.100 Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria del Reglamento Nacional de Edificaciones nos indica que la dotación para climas fríos es de 180 Lt/hab/día, mientras que para climas cálidos es de 220 Lt/hab/día. Teniendo en cuenta que el clima en Huancavelica es muy frío debido a las temperaturas bajas que presenta (las temperaturas varían de 0°C a 15°C) podemos observar que la dotación calculada es mucho menor que la dotación que nos recomienda usar el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Por último, en el método ARIMA, también llamado Box Jenkins, se proyectaron los registros de consumo de agua hasta en 30 años con un nivel de confianza de 95%. El modelo ARIMA utilizado es (0,1,1)(2,0,0) (12), lo cual nos permitió pronosticar el consumo de agua de la ciudad de Huancavelica para los próximos 10 años.

CONCLUSIONES

- Para el análisis del consumo real de agua en la ciudad de Huancavelica se utilizaron los datos de la EPS EMAPA Huancavelica SA, los cuales nos indican el consumo divido en 5 categorías: doméstico, social, comercial, estatal e industrial. Los datos indican la categoría que más consumió agua durante el periodo 2004 – 2018 fue la categoría doméstica, quien tuvo un promedio de 1, 152,123 metros cúbicos (esto se debe al crecimiento poblacional de cada año); por otro lado, la categoría que consumió menos agua fue la categoría social que en promedio consumió de 11,903.47 metros cúbicos. Además, la mayor variabilidad de consumo de agua se encuentra en la categoría Estatal, seguida de la categoría social, la categoría industrial, comercial y doméstico. A nivel total existe variación del 21.6%. Por otro lado, si lo analizamos mensualmente se puede observar mayor variabilidad para los meses junio (6) y diciembre (12). Utilizando el método ARIMA, también llamado Box Jenkins, se proyectaron los registros de consumo de agua hasta en 30 años con un nivel de confianza de 95%. El modelo ARIMA utilizado es (0,1,1) (2,0,0)(12), lo cual nos permitió pronosticar el consumo de agua de la ciudad de Huancavelica para los próximos 10 años.

- Los datos recolectados desde el mes de agosto de 2018 hasta el mes de julio de 2019 arrojaron resultados en metros cúbicos, debido a que estos datan de volúmenes mensuales. Se tomó en cuenta para el cálculo de la dotación el consumo doméstico, teniendo valores que van desde 6.45 Lt/hab/día hasta 1460 Lt/hab/día, lo cual refleja una variación considerable a tener en cuenta. El valor promedio en la estación de primavera es de 109.44 Lt/hab/día, en la estación de verano es de 116.93 Lt/hab/día, en la de otoño es de 117.17 Lt/hab/día y finalmente en la de invierno es de 108.48 Lt/hab/día. Finalmente, se obtuvieron los valores de la dotación de la ciudad de Huancavelica, en el cual tenemos que la dotación mínima promedio fue de 7.66 Lt/hab/día, la dotación máxima promedio es de 569.03 Lt/hab/día y la dotación es de 113.01 Lt/hab/día. La

Norma OS.100 Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria del Reglamento Nacional de Edificaciones nos indica que la dotación para climas fríos es de 180 Lt/hab/día, mientras que para climas cálidos es de 220 Lt/hab/día. Teniendo en cuenta que el clima en Huancavelica es muy frío debido a las temperaturas bajas que presenta (las temperaturas varían de 0°C a 15°C) podemos observar que la dotación calculada es mucho menor que la dotación que nos recomienda usar el Reglamento Nacional de Edificaciones.

RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones similares en la ciudad de Huancavelica, se recomienda analizar el coeficiente de variación horaria y diaria denotados en el Reglamento Nacional de Edificaciones como K1 y K2. Para dicho cálculo es necesario conocer el consumo diario por cada mes del año, así como también el consumo horario por cada día que transcurre. Así mismo, se recomienda utilizar métodos ARIMA para el pronóstico de consumo de agua.

- Complementando con la recomendación anterior, se recomienda utilizar los valores obtenidos de dotación y de los coeficientes de variación para el cálculo de estructuras hidráulicas y de obras de agua potable y saneamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguero, P. (1997). *Agua potable 3.* Recuperado el 24 de Marzo de 2019

Aguirre, A. (2015). Determinación de la dotación de agua. 2. Recuperado el 1 de Marzo de 2019

Aguirre, A. (2015). Determinación de la dotación del agua. 2. Recuperado el 1 de Marzo de 2019

Alasino, N. (2009). *Síntesis y diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales.* Santa Fe, Argentina. Recuperado el 4 de Marzo de 2019

Anchapuri, L., & Quispe, A. (2018). *Evaluación de la* dotación *de agua potable para Salcedo - Puno (2017).* Salcedo, Puno. Recuperado el 24 de Febrero de 2019

Araujo Jamanca, N. F. (2018). *Cálculo de la dotación de agua para riego de áreas verdes en edificaciones, realizado en la av. conf. int. este 190 lt 02 – pedregal alto, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, Ancash - 2017.* Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

Arias, F. (2006). *El proyecto de investigacion* (6 ed.). Caracas: Episteme, c.a. Recuperado el 5 de marzo de 2019

Arias, F. (2012). *El proyecto de investigacion.* Caracas: EPISTEME, C.A. Recuperado el 25 de Marzo de 2019

Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigacion.* Caracas: EPISTEME, C.A. Recuperado el 25 de Marzo de 2019

Behar, D. (2008). *Metodologia de la Investigacion* (A. Rubeira ed.). España: Shalom. Recuperado el 4 de Marzo de 2019

Calvo, J. (06 de Abril de 2010). Abastecimiento de agua potable y saneamiento de las aguas residuales urbanas en españa. *Adester*. Recuperado el 2 de Marzo de 2019

Carrasco, S. (2006). *Metodológia de la investigación científica.* Lima, Perú: San Marcos. Recuperado el 7 de Marzo de 2019

Casimiro, G., & Pilar, M. (2009). *Análisis de series temporales: Modelos ARIMA.* Lejona: Universidad del País Vasco.

Castillo, L., & Malaver, C. (2011). *ESTIMACIÓN DE LA DOTACIÓN DE AGUA POTABLE EN EL A.H. VILLA MARIA ENACE DE NUEVO CHIMBOTE, APUCANDO MÉTODOS ESTADISTICOS PARA FINES DE OPTIMIZACIÓN.* Nuevo Chimbote, Perú. Recuperado el 2 de Marzo de 2019

Condori, J., & Asqui, C. (2018). *Evaluacion de la dotacion de agua para el proyecto: "Mejoramiento de Servicios de Agua y Sanemiento en la Comunidad de Kunurama del Distrito de Santa Rosa- Melgar-Puno".* Puno, Peru. Recuperado el 23 de Febrero de 2019

Condori, J., & Asqui, C. (2018). *Evaluación de la dotación de agua para el proyecto: Mejoramiento de servicios de agua y saneamiento en la comunidad de Kunurama del Distrito de Santa Rosa -Melgar-Puno.* Puno, Perú. Recuperado el 2 de Marzo de 2019

Condori, J., & Asqui, C. (2018). Evaluación de la dotación de agua para el proyecto: Mejoramiento de servicios de agua y saneamiento en la comunidad de Kunurama del Distrito de Santa Rosa - Melgar - Puno. Puno, Perú. Recuperado el 2 de Marzo de 2019

Condori, J., & Asqui, C. (2018). *Evaluación de la dotación de agua para el proyecto: Mejormaiento de servicios de agua y saneamiento en la comunidad de Kunurana del Distrito de Santa Rosa - Melgar - Puno.* Puno, Perú. Recuperado el 24 de Febrero de 2019

Conodri, J., & Asqui, C. (2018). *Evaluación de la dotación de agua para el proyecto: Mejoramiento de servicios de agua y saneamiento en la comunidad de Kunurana del Distrito de Santa Rosa -Melgar -Puno.* Puno, Perú. Recuperado el Febrero de 2019

Gallo, M. (2010). *Dotación real de agua potable en los hospitales: Eugenio Espejo, Enrique Garcés, Carlos Andrade Marín, Vozandes, "Padre Carolo - un canto a la vida" y metropolitano de la ciudad de Quito.* Quito, Ecuador. Recuperado el Febrero de 2019

Garzón, A., & Ortiz, R. (2014). *Determinación de consumos reales de agua potable para usuarios residenciales de la ciudad de Bogotá.* Bogotá, Colombia.

Garzon, A., & Ortiz, R. (3-6 de Noviembre de 2014). Determinación de consumos realesde agua potable para usuarios residenciales de la ciudad de bogotá. *Sciencia*, 834. Recuperado el 23 de Febrero de 2019, de www.researchgate.net/publication/281639174

Gomez, B. (2012). *Metodologia de la Investigacion* (primera 2012 ed.). Tlalnepanta, Mexico, Mexico: RED TERCER MILENIO S.C. Recuperado el 5 de Marzo de 2019

Gomez, S. (2012). *Metodología de la investigación.* México: Red Tercer Milenio S.C. Recuperado el 7 de Marzo de 2019

Gonzalo, R. (2008). *Series de Tiempo.* Trabajo de investigación, Universidad de Chile, Chile. Obtenido de https://www.u-cursos.cl › ingenieria › material_docente › bajar

Gordon, C. (2009). *Dotacion real de agua potable en conjuntos habitacionales en la ciudad de Quito, sectornorte Carcelen.* Quito. Recuperado el 2 de Marzo de 2019

Hernandes, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2006). *Metodologia de la Investigacion.* Mexico: Mc Graw hill. Recuperado el 6 de Marzo de 2019

Hernández, R., Fernández, F., & Baptista, P. (2010). *Metodología de Investigación.* México: McGraw Hi. Recuperado el 7 de Marzo de 2019

Hernández, R., Fernández, F., & Baptista, P. (2010). *Metodología de Investigación 5ta Edición.* México: McGraw Hi. Recuperado el 6 de Marzo de 2019

Lopez, E. (2011). *Metodologia de la Investigacion.* Caracas: UNA. Recuperado el 5 de Marzo de 2019

Machado, A. (2018). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado santiago, distrito de chalaco, morropon – piura.* Piura, Perú. Recuperado el 2 de Marzo de 2019

Mota, A. (2016). *Pronostico del precio del crudo de exportacion mexicano con la Metodologia de Box-Jenkins para series de tiempo.* Puebla. Obtenido de https://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/docencia/tesis/actuaria/ArantxaMotaLopez.pdf

Oseda, D., Ramirez, F., Gave, J., & Gonzales, A. (2011). *Como aprender y enseñar investigacion cientifica.* Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica. Recuperado el 6 de Marzo de 2019

Palacios, J., Romero, H., & Ñaupas, H. (2016). *Metodología de la investigación jurídica.* (Primera, Ed.) Lima, Perú: Grijley EIRL. Recuperado el 7 de Marzo de 2019

Pimienta, J., & De la Orden, A. (2011). *Metodologia de la investigacion competencias+aprendizaje+vida.* Naucalpan de Juarez: Mexicana reg. num 1031. Recuperado el 6 de Marzo de 2019

Rojas, H. (2011). *Estimación por metodo estadistico de la dotación de agua potable para la zona de expansion urbana de nuevo chimbotE.* Nuevo Chimbote, Perú. Recuperado el 2 de Marzo de 2019

Rosales, R. (2008). *Econometría.* Bogotá: Universidad de los Andes.

Rozo, L. (2010). *Evaluación de la dotación para el diseño de acueductos y alcantarillados para municipios colombianos tomando como base de búsqueda el municipio de puente nacional (Santander).* Bogotá, Colombia. Recuperado el 12 de 03 de 2019

Sullca, E. (2015). *Estimación de la demanda de agua potable y determinación de la dotación óptima requerida en instituciones educativas públicas de nivel primario de la ciudad de juliaca.* Juliaca. Recuperado el 2 de Marzo de 2019

Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigacion cientifica* (Cuarta ed.). (B. 95, Ed.) Limusa. Recuperado el 6 de Marzo de 2019

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.* Puno: Universidad Nacional del Altiplano.

Valencia, A. (2013). *Diseño de un sistema de tratamiento para las aguas residuales de la cabecera parroquial de San Luis - Provincia de Chimborazo.* Riobamba, Ecuador. Recuperado el 5 de Marzo de 2019

Vasquez, S. (2018). *Diagnóstico del consumo y demanda de agua potable en el campus de la unalm y propuestas de cobertura.* Lima, Peru. Recuperado el 2 de Marzo de 2019

Villareal, F. (2016). *Introducción a los Modelos de Pronósticos.* Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina. Obtenido de http://www.matematica.uns.edu.ar/uma2016/material/Introduccion_a_los_Modelos_de_Pronosticos.pdf

Wilson Gonzalez, N. A. (2016). *Determinación del coeficiente de variación de la demanda diaria y horaria de agua potable de la ciudad de Cusco.* Cusco: Universidad Andina del Cusco.

Zambrano, M. (2015). *Dotación de agua en los centros educativos de la ciudad de Guayaquil. Comparación con las normas nacionales y de otros países.* Guayaquil, Ecuador. Recuperado el 01 de marzo de 2019

Zambrano, M. (2015). *Dotación de agua en los centros educativos en la ciudad de Guayaquil. comparación con las normas nacionales y de otros países.* Guayaquil, Ecuador. Recuperado el 24 de Febrero de 2019

ANEXOS

Cálculo en el ESTUDIO:

Promedio anual de consumo de agua para categoría doméstico:

```
> promdom=mean(Doméstico)
> promdom
[1] 1152123
```

Promedio anual de consumo de agua para categoría social:

```
> promsoc=mean(Social)
> promsoc
[1] 11903.47
```

Promedio anual de consumo de agua para categoría comercial:

```
> promcom=mean(Comercial)
> promcom

[1] 265092.1
```

Promedio anual de consumo de agua para categoría estatal:

```
> promest=mean(Estatal)

> promest

[1] 73648.13
```

Promedio anual de consumo de agua para categoría industrial:

```
> promind=mean(Industrial)
> promind
[1] 232709.9
```

Promedio anual de consumo de agua total:

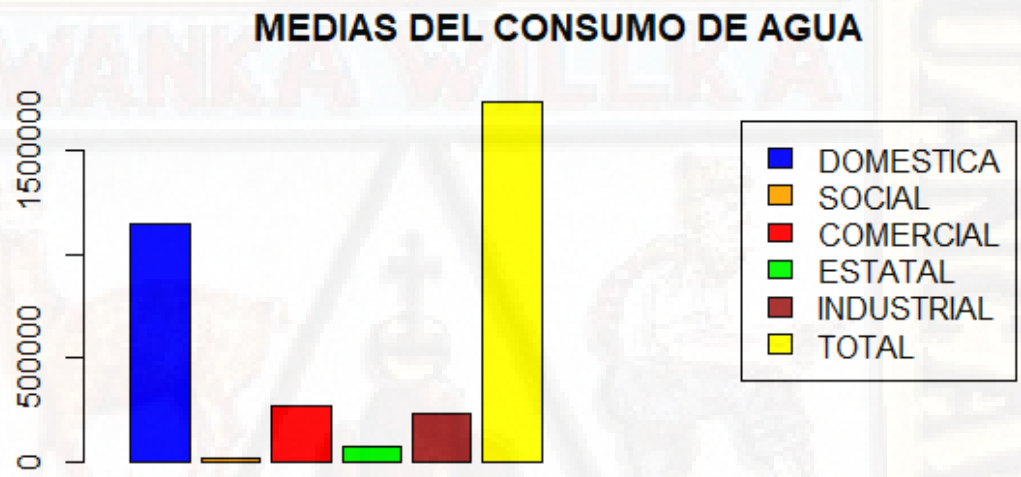
```
> promtot=mean(total)

> promtot

[1] 1735477
```

Gráfico de medias del consumo de agua total y por categorías

```
> medias=c(promdom,promsoc,promcom,promest,promind,promtot)
```




```
> barplot(medias,col = c("blue","orange","red","green", "brown","yellow"),legend
.text = c("DOMESTICA","SOCIAL","COMERCIAL","ESTATAL", "INDUSTRI
AL", "TOTAL"),xlim = c(0,15),ylim = c(0,1735477),main = "MEDIAS DEL CON
SUMO DE AGUA")
```

DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL CONSUMO DE AGUA TOTAL Y POR CATEGORÍAS

Desviación estándar del consumo de agua doméstica

```
> DEDOM=sd(Domestico)
```

> DEDOM

[1] 218378.3

Desviación estándar del consumo de agua social

> DESOC=sd(Social)

> DESOC

[1] 10922.37

Desviación estándar del consumo de agua comercial

> DECOM=sd(Comercial)

> DECOM

[1] 83451.53

Desviación estándar del consumo de agua estatal

> DEEST=sd(Estatal)

> DEEST

[1] 100372.8

Desviación estándar del consumo de agua industrial

> DEIND=sd(Industrial)

> DEIND

[1] 170314.8

Desviación estándar del consumo de agua total

> DETOT=sd(total)

> DETOT

[1] 375521

COEFICIENTE DE VARIACIÓN PARA CONSUMO DE AGUA TOTAL Y POR CATEGORÍAS

Coeficiente de variación para consumo de agua doméstica

> CVDOM=(DEDOM/promdom)*100

> CVDOM

[1] 18.95442

Coeficiente de variación para consumo de agua social

```
> CVSOC= (DESOC/promsoc)*100
> CVSOC
[1] 108.9825
```

Coeficiente de variación para consumo de agua comercial

```
> CVCOM= (DECOM/promcom)*100
> CVCOM
[1] 31.4802
```

Coeficiente de variación para consumo de agua estatal

```
> CVEST= (DEEST/promest)*100
> CVEST
[1] 136.287
```

Coeficiente de variación para consumo de agua industrial

```
> CVIND= (DEIND/promind)
> CVIND
[1] 73.1876
```

Coeficiente de variación para consumo de agua total

```
> CVTOT= (DETOT/promtot)
> CVTOT
[1] 21.63791
```

Figura de los coeficientes de variación de consumo de agua total y por categorías

```
> CV=c(CVDOM,CVSOC,CVCOM,CVEST,CVIND,CVTOT)
> barplot(CV,col = c("blue","orange","red","green","brown", "yellow"),legend.tex
t = c("DOMESTICA","SOCIAL","COMERCIAL","ESTATAL","INDUSTRIAL"
```

, "TOTAL"),xlim = c(0,15),ylim = c(0,375521),main = "COEFICIENTED DE VA
RIACION")

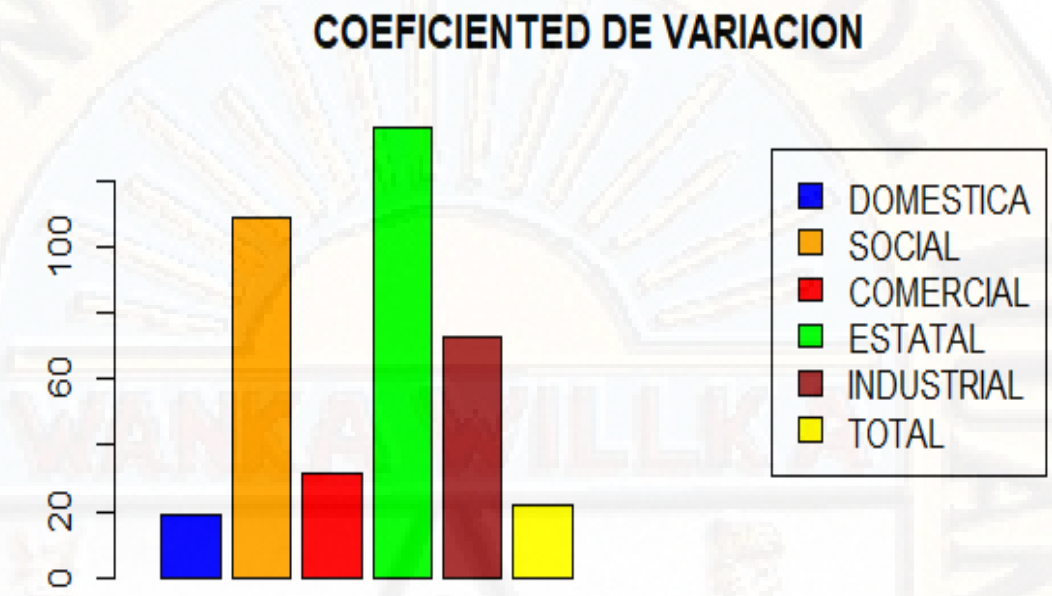
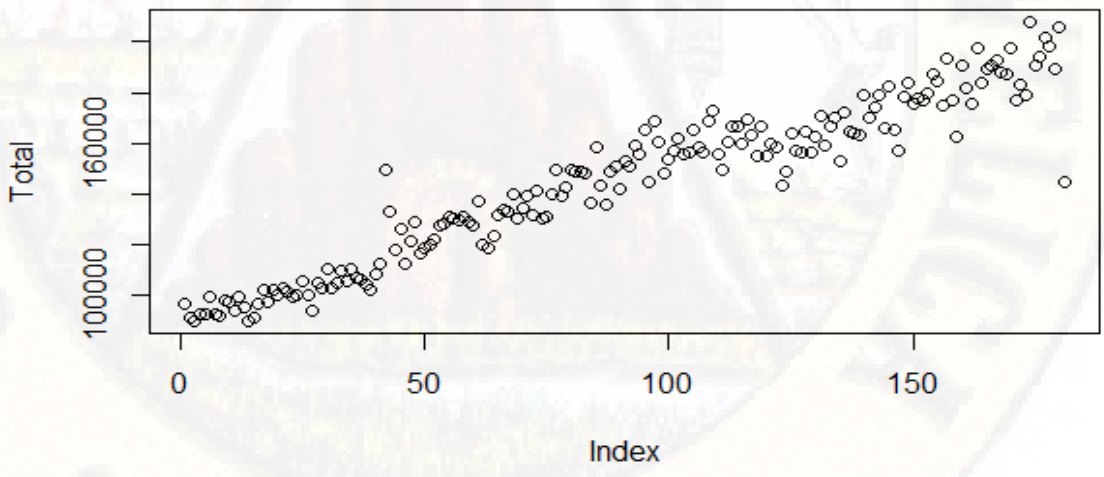


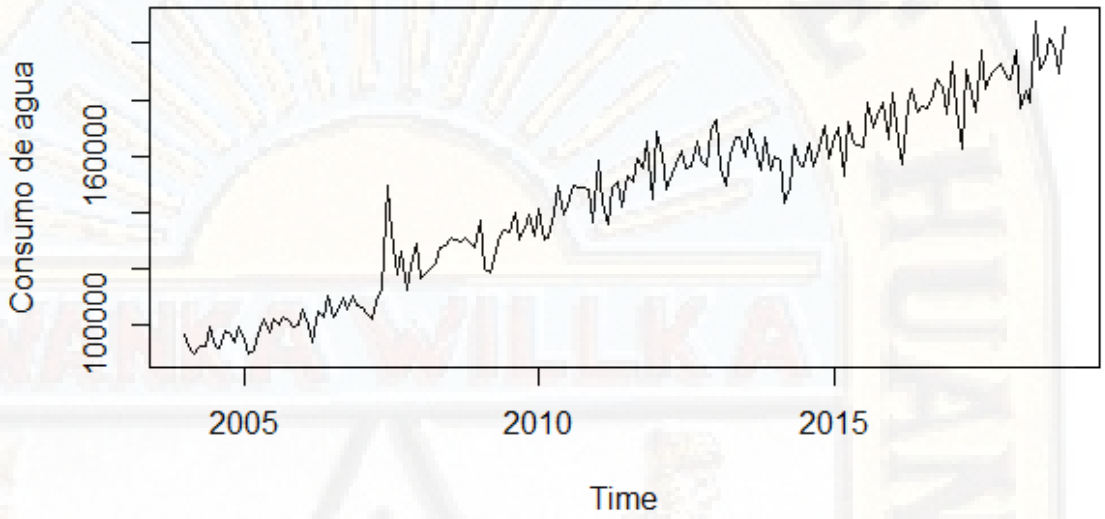
Diagrama de dispersión para consumo de agua 2004 – 2018

plot (DA)



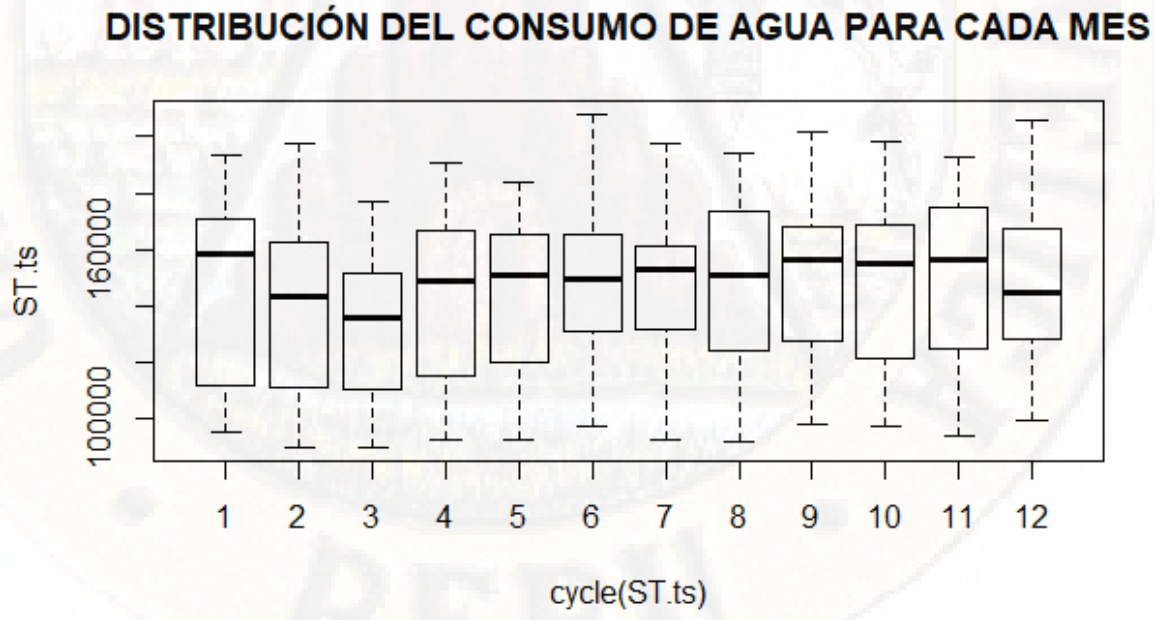
Creamos el comportamiento de la serie del consumo de agua potable total de la ciudad de Huancavelica

```
DA. ts = ts(DA, start = c(2004,1), frequency = 12)
print(BD.ts)
```




```
plot(BD.ts)
```

DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POR CADA MES



Categoría Doméstico	Mes											
	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-18	Set-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18
1	141.94	171.43	64.52	13.33	154.84	280.00	116.13	141.94	140.00	129.03	146.67	167.74
2	83.87	100.00	77.42	100.00	109.68	100.00	83.87	90.32	80.00	96.77	73.33	83.87
3	167.74	100.00	77.42	60.00	77.42	80.00	70.97	109.68	80.00	103.23	80.00	83.87
4	25.81	42.86	38.71	40.00	38.71	26.67	32.26	25.81	33.33	38.71	33.33	32.26
5	129.03	142.86	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03
6	129.03	142.86	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03
7	129.03	142.86	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03
8	206.45	264.29	135.48	233.33	245.16	260.00	148.39	258.06	260.00	245.16	273.33	270.97
9	25.81	57.14	32.26	40.00	38.71	60.00	25.81	38.71	33.33	51.61	33.33	32.26
10	45.16	57.14	38.71	33.33	32.26	53.33	38.71	38.71	53.33	45.16	40.00	38.71
11	0.00	42.86	12.90	46.67	77.42	40.00	25.81	19.35	0.00	0.00	0.00	122.58
12	141.94	221.43	141.94	160.00	187.10	173.33	129.03	90.32	113.33	122.58	120.00	135.48
13	129.03	142.86	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03
14	129.03	142.86	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03	0.00	0.00	0.00	133.33	129.03
15	38.71	14.29	0.00	0.00	0.00	33.33	32.26	109.68	0.00	0.00	6.67	70.97
16	129.03	142.86	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03
17	70.97	35.71	38.71	40.00	19.35	26.67	25.81	70.97	200.00	96.77	80.00	64.52
18	96.77	114.29	32.26	73.33	200.00	100.00	83.87	83.87	126.67	116.13	100.00	70.97
19	96.77	92.86	45.16	46.67	135.48	100.00	116.13	58.06	60.00	25.81	60.00	64.52
20	77.42	71.43	58.06	46.67	70.97	60.00	109.68	64.52	66.67	70.97	73.33	77.42
21	64.52	71.43	25.81	33.33	58.06	53.33	90.32	45.16	40.00	109.68	60.00	103.23
22	64.52	78.57	58.06	66.67	64.52	60.00	51.61	58.06	66.67	51.61	33.33	51.61
23	174.19	300.00	141.94	133.33	174.19	180.00	148.39	122.58	160.00	206.45	153.33	167.74
24	45.16	78.57	45.16	60.00	70.97	73.33	51.61	58.06	53.33	58.06	73.33	51.61
25	193.55	307.14	277.42	286.67	354.84	380.00	277.42	283.87	413.33	290.32	346.67	541.94
26	129.03	214.29	174.19	166.67	200.00	186.67	174.19	367.74	213.33	251.61	240.00	206.45
27	96.77	157.14	96.77	100.00	135.48	120.00	154.84	122.58	146.67	154.84	100.00	122.58
28	122.58	128.57	109.68	106.67	116.13	120.00	219.35	141.94	160.00	116.13	146.67	116.13

Categoría Doméstico	Mes											
	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-18	Set-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18
29	129.03	142.86	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03
30	129.03	142.86	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03
31	103.23	157.14	77.42	126.67	193.55	173.33	154.84	90.32	100.00	83.87	100.00	129.03
32	129.03	142.86	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03
33	116.13	178.57	90.32	100.00	122.58	126.67	83.87	122.58	140.00	109.68	93.33	122.58
34	129.03	142.86	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03
35	154.84	457.14	167.74	106.67	129.03	173.33	116.13	122.58	146.67	180.65	133.33	187.10
36	703.23	292.86	129.03	166.67	296.77	293.33	212.90	232.26	213.33	238.71	146.67	212.90
37	174.19	271.43	161.29	260.00	322.58	373.33	354.84	64.52	113.33	187.10	133.33	148.39
38	380.65	378.57	400.00	446.67	496.77	600.00	354.84	309.68	413.33	296.77	440.00	438.71
39	129.03	142.86	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03
40	12.90	14.29	6.45	13.33	12.90	6.67	6.45	6.45	140.00	12.90	13.33	6.45
41	109.68	114.29	77.42	100.00	109.68	93.33	90.32	58.06	73.33	70.97	80.00	103.23
42	77.42	128.57	96.77	93.33	141.94	126.67	129.03	70.97	100.00	77.42	86.67	109.68
43	116.13	200.00	129.03	113.33	141.94	126.67	109.68	64.52	146.67	135.48	100.00	122.58
44	32.26	64.29	38.71	53.33	12.90	0.00	19.35	32.26	26.67	32.26	33.33	25.81
45	83.87	164.29	58.06	106.67	109.68	126.67	103.23	103.23	100.00	90.32	100.00	83.87
46	129.03	142.86	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03
47	341.94	721.43	103.23	1460.00	51.61	33.33	503.23	361.29	100.00	161.29	346.67	193.55
48	6.45	164.29	51.61	240.00	6.45	33.33	6.45	6.45	0.00	0.00	0.00	0.00
49	148.39	164.29	96.77	140.00	135.48	140.00	122.58	141.94	106.67	187.10	146.67	161.29
50	161.29	171.43	83.87	146.67	187.10	193.33	174.19	251.61	140.00	245.16	140.00	161.29
51	83.87	128.57	122.58	126.67	219.35	186.67	141.94	122.58	73.33	77.42	40.00	64.52
52	129.03	142.86	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03
53	180.65	57.14	25.81	46.67	38.71	160.00	109.68	419.35	186.67	154.84	193.33	258.06
54	109.68	185.71	109.68	93.33	90.32	100.00	70.97	154.84	86.67	129.03	86.67	90.32
55	129.03	142.86	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03
56	129.03	142.86	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03

Categoría Doméstico	Mes											
	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-18	Set-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18
57	64.52	78.57	45.16	80.00	103.23	86.67	70.97	25.81	46.67	64.52	60.00	64.52
58	6.45	14.29	6.45	6.67	12.90	6.67	6.45	19.35	20.00	12.90	26.67	6.45
59	154.84	207.14	206.45	233.33	270.97	260.00	212.90	122.58	126.67	174.19	140.00	122.58
60	316.13	285.71	251.61	233.33	238.71	193.33	322.58	290.32	240.00	251.61	226.67	341.94
61	58.06	57.14	58.06	106.67	45.16	20.00	32.26	70.97	46.67	32.26	40.00	58.06
62	141.94	214.29	135.48	120.00	200.00	200.00	161.29	135.48	146.67	167.74	180.00	212.90
63	109.68	107.14	90.32	53.33	58.06	73.33	19.35	161.29	213.33	148.39	106.67	116.13
64	154.84	185.71	154.84	180.00	154.84	300.00	148.39	193.55	186.67	161.29	213.33	154.84
65	251.61	414.29	277.42	240.00	270.97	366.67	219.35	270.97	293.33	264.52	280.00	309.68
66	12.90	185.71	148.39	93.33	96.77	100.00	90.32	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03
67	90.32	128.57	83.87	93.33	90.32	86.67	64.52	70.97	86.67	83.87	140.00	96.77
68	690.32	85.71	45.16	33.33	38.71	46.67	38.71	77.42	60.00	51.61	66.67	58.06
69	6.45	0.00	6.45	0.00	0.00	33.33	25.81	51.61	60.00	38.71	40.00	19.35
70	96.77	100.00	51.61	60.00	58.06	40.00	45.16	58.06	60.00	58.06	86.67	83.87
71	25.81	57.14	19.35	26.67	25.81	20.00	19.35	32.26	53.33	77.42	46.67	32.26
72	154.84	128.57	38.71	6.67	19.35	13.33	25.81	25.81	86.67	64.52	126.67	90.32
73	32.26	35.71	19.35	20.00	32.26	33.33	32.26	51.61	26.67	45.16	20.00	19.35
74	509.68	178.57	77.42	93.33	90.32	73.33	77.42	90.32	93.33	90.32	113.33	90.32
75	219.35	207.14	103.23	106.67	96.77	120.00	83.87	161.29	120.00	129.03	133.33	135.48
76	0.00	7.14	6.45	0.00	6.45	0.00	6.45	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03
77	380.65	528.57	245.16	306.67	361.29	353.33	354.84	264.52	293.33	232.26	280.00	354.84
78	64.52	85.71	58.06	86.67	96.77	173.33	154.84	77.42	66.67	83.87	66.67	83.87
79	25.81	0.00	6.45	20.00	32.26	53.33	38.71	12.90	20.00	32.26	20.00	19.35
80	141.94	214.29	154.84	153.33	200.00	173.33	180.65	116.13	146.67	135.48	113.33	129.03
81	32.26	28.57	6.45	33.33	25.81	26.67	25.81	70.97	73.33	25.81	33.33	45.16
82	45.16	64.29	45.16	40.00	38.71	33.33	38.71	458.06	33.33	45.16	46.67	38.71
83	135.48	14.29	6.45	86.67	174.19	173.33	122.58	161.29	106.67	148.39	173.33	193.55
84	38.71	78.57	70.97	80.00	90.32	86.67	64.52	45.16	46.67	51.61	40.00	32.26

Categoría Doméstico	Mes											
	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-18	Set-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18
85	70.97	64.29	64.52	80.00	90.32	126.67	90.32	45.16	46.67	51.61	46.67	45.16
86	45.16	150.00	90.32	80.00	96.77	80.00	90.32	45.16	46.67	51.61	46.67	58.06
87	129.03	142.86	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03
88	129.03	142.86	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03
89	38.71	42.86	58.06	46.67	58.06	53.33	58.06	45.16	46.67	51.61	40.00	64.52
90	45.16	85.71	51.61	80.00	45.16	60.00	64.52	32.26	40.00	38.71	53.33	45.16
91	129.03	142.86	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03
92	129.03	142.86	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03
93	32.26	14.29	0.00	0.00	12.90	6.67	6.45	12.90	6.67	12.90	6.67	12.90
94	129.03	142.86	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03	129.03	133.33	129.03	133.33	129.03
95	45.16	50.00	51.61	113.33	45.16	46.67	45.16	45.16	53.33	51.61	53.33	45.16
96	122.58	157.14	109.68	126.67	129.03	140.00	129.03	122.58	106.67	129.03	126.67	141.94
97	12.90	7.14	6.45	6.67	12.90	13.33	12.90	6.45	13.33	12.90	0.00	32.26
98	19.35	28.57	25.81	13.33	64.52	13.33	19.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
99	141.94	207.14	129.03	140.00	154.84	160.00	174.19	122.58	153.33	161.29	120.00	154.84
100	96.77	100.00	109.68	133.33	200.00	193.33	148.39	70.97	86.67	83.87	120.00	135.48
101	64.52	64.29	51.61	60.00	83.87	66.67	64.52	64.52	60.00	70.97	60.00	70.97
102	70.97	85.71	25.81	53.33	70.97	66.67	58.06	12.90	20.00	19.35	40.00	64.52
103	70.97	64.29	25.81	53.33	58.06	66.67	64.52	45.16	73.33	58.06	66.67	58.06
104	103.23	157.14	109.68	106.67	122.58	100.00	103.23	38.71	100.00	129.03	106.67	83.87
105	135.48	142.86	96.77	86.67	129.03	146.67	116.13	135.48	106.67	232.26	126.67	116.13
106	109.68	164.29	96.77	126.67	116.13	133.33	161.29	135.48	126.67	96.77	106.67	83.87
107	19.35	21.43	12.90	20.00	32.26	13.33	6.45	19.35	13.33	19.35	13.33	25.81
108	38.71	57.14	38.71	33.33	51.61	120.00	103.23	38.71	46.67	38.71	33.33	25.81

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: "Determinación de la dotación real del sistema de agua potable en la Ciudad de Huancavelica"

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Problema general ¿Cómo se viene dando la dotación real del sistema de agua potable en la ciudad de Huancavelica? **Problemas específicos:** **a.** ¿Cómo se viene dando el volumen de consumo real en la ciudad de Huancavelica? **b.** ¿Cómo se viene dando la demanda crítica real del sistema de agua potable en la ciudad de Huancavelica?	**Objetivo general** Determinar cómo se viene dando la dotación real del sistema de agua potable en la ciudad de Huancavelica. **Objetivos Específicos:** **a.** Determinar cómo se viene dando el volumen de consumo real del sistema de agua potable en la ciudad de Huancavelica. **b.** Determinar cómo se viene dando la demanda crítica real del sistema de agua potable en la ciudad de Huancavelica.	**Antecedentes** **A. Internacional** • Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de ingeniería carrera de ingeniería civil, (2015) "Dotación de Agua en los Centros Educativos en la Ciudad de Guayaquil. Comparación con las Normas Nacionales y de otros Países". • Escuela Politécnica Nacional / Escuela de Formación de Tecnólogos. (JUNIO 2010) Dotación Real de Agua Potable en los Hospitales: Eugenio Espejo, Enrique Garcés, Carlos Andrade Marín, Vozandes, "Padre Carolo- un canto a la Vida" y Metropolitano de la ciudad de Quito. • XXVII Congreso Latinoamericano de HIDRAULICA PERU 2016. **B. Nacional** • Universidad Nacional del Altiplano	**Hipótesis general** La dotación real del sistema de agua potable en la ciudad de Huancavelica no corresponde a la dotación establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones. **Hipótesis específicas:** a. El volumen de consumo real del sistema de agua potable en la ciudad de Huancavelica no corresponde al valor establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones. b. El valor de la demanda crítica real del sistema de agua potable en la ciudad de Huancavelica	**Identificación de Variables:** **a. Variable 1:** Dotación real. **Dimensiones:** 1. Volumen de consumo. 2. Demandas criticas	**1. Tipo:** Consideramos el tipo de investigación Aplicada Según (Behar, 2008, pág. 20). **2. Nivel:** Consideramos para el proyecto el nivel de investigación Descriptivo, según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006, pág. 60 **3. Método** **3.1. Método General:** Se considera el método científico según (Arias, 2006, pág. 18). **3.2. Método Específico:** Consideramos el método científico, según (Pimienta & De la Orden, 2011, pág. 57).

		Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil Evaluación de la "Dotación de agua potable para Salcedo - Puno (2017)" • Universidad Nacional del Altiplano Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingeniería Civil (2018) Evaluación de la dotación de agua para el proyecto: "Mejoramiento de servicios de agua y saneamiento en la comunidad de Kunurana de Distrito de Santa Rosa – Melgar – Puno". **C. Local** • Hasta la actualidad no se cuenta con información similar. **Marco Teórico Referencial** • Dotación • Agua potable • dimensionamiento • Planta de tratamiento de aguas residuales	no corresponde al valor establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones. .		**4. Diseño:** Según el proyecto de tesis tiene un diseño de investigación descriptivo, como dice (López, 2011, pág. 132). **5. Población:** La ciudad de Huancavelica. **6. Muestra:** Probabilístico o Aleatorio Simple. **7. Muestreo:** Muestreo Estratificado **8. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:** **8.1. Técnicas** -Análisis documental. -Análisis de contenido. -Observación -Encuestas -Entrevistas. **8.2. Instrumentos** -Unidades de almacenaje -Lista de cotejo - Ficha de registro de datos