



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LA
DEMANDA DIARIA Y HORARIA DE AGUA POTABLE DE LA
CIUDAD DEL CUSCO.”

PRESENTADO POR:

NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

ASESOR:

MGT.ING. ÁLVARO HORACIO FLOREZ BOZA

CUSCO – PERÚ

2016



DEDICATORIA

Dedico éste trabajo a mis padres y a la señora Antonietta Veglio por su respaldo, el tiempo invertido; y sobre todo, por creer siempre en mí, dándome la motivación necesaria para continuar y perseverar en los buenos y malos momentos.

A mi madre por creer siempre en mí y demostrarme junto con la Sra. Antonietta que como mujer puedo lograr grandes cosas.

A mi padre por seguir apoyándome y confiar en mí dándome todas las fuerzas para continuar.



AGRADECIMIENTOS

A todos quienes fueron mis docentes de la Universidad Andina del Cusco, por haber compartido todos sus conocimientos en mí proceso de formación académica.

Al Ingeniero Henry Enciso Boluarte y al Ingeniero Jorge Alvarez por su apoyo durante el proceso de formulación del proyecto de tesis y la misma.

Al Ingeniero Victor Arangoitia por todos sus aportes en esta investigación lo cual ayudó a que los valores obtenidos en esta investigación tengan mas credibilidad.

Al ingeniero Álvaro Flores por brindarme la confianza para demostrar que puedo apoyar en mejorar el servicio de agua potable de mi ciudad y a todo su equipo de trabajo; quienes con su trabajo, facilitaron el desarrollo de esta investigación.



RESUMEN

Esta investigación se sitúa en la Ciudad del Cusco y pretende identificar nuevos coeficientes variación de demanda horaria y diaria de agua potable que se ajuste con mayor eficiencia al recomendado en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), para ello éstos valores fueron calculados de acuerdo a los caudales de ingreso y salida, que son proporcionados en las diferentes líneas de cada sistema de abastecimiento de agua potable.

Para determinar éstos coeficientes se tomaron los dos sistemas de abastecimiento más grandes de la Ciudad del Cusco los cuales abastecen a más del 80% de la demanda de la población, el sistema Piuray y el sistema Vilcanota, de éstos sistemas se tomaron los reservorios representativos. Se utilizaron los formatos manuales usados por SEDACUSCO en el cual se hace un registro horario de ingresos y salidas del caudal de cada reservorio. Posteriormente se ha tomado en cuenta el mes más representativo de cada estación para el cálculo anual de los caudales anuales totales.

Con estos datos se evalúa la dotación de agua, mediante una formula simple establecida en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) siendo los coeficientes de variación de demanda diaria y horaria K_1 y K_2 las variables a calcular, de esta forma se obtuvo un valor real de consumo de acuerdo a los hábitos de la población.

El resultado de esta evaluación fue un coeficiente de variación de la demanda diaria de agua potable (k_1), 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 (k_2) de 2.063 con una diferencia de 114.61% de variación con el establecido por el RNE que es 1.8. En conclusión, los valores de K_1 y K_2 varían respecto a los establecidos por el RNE.

Palabras Claves: coeficiente, demanda, variación, caudales, abastecimiento, consumo, dotación.



ABSTRACT

This research is situated at Cusco City and aims to identify new coefficients variation of hourly and daily demand for drinking water better real drinking water adjustment and that recommended by the National Building Regulations is not adequate, this value was calculated according to the flows of entry and exit, which are provided in different reservoirs of each system of drinking water.

To determine these coefficients the two systems larger supply of the city of Cusco which supply more than 80% of the demand of the population Piuray and Vilcanota system, these systems took representative reservoirs and flows were measured consumption, they were used the manuals used by SEDACUSCO formats in which a timekeeping income and output flow of each reservoir is made. Subsequently took into account the most representative of each station for the annual calculation of total annual flows month.

With these data the water supply is evaluated by a simple formula established in the National Building Regulations (RNE) where the coefficients of variation of daily and hourly K_1 and K_2 demand variables to calculate, thus real value was obtained consumption according to the habits of the population.

The result of this evaluation was a coefficient of variation of the daily demand for drinking water (k_1), 1.236 with a difference of 4.92% change compared with the provisions of the RNE is 1.3 and a coefficient of variation of hourly demand potable water (k_2) of 2.063 with a difference of 114.61% variation with established by the RNE is 1.8 .To conclude, the values of K_1 and K_2 vary with respect to those established by the RNE.

Keywords: coefficient, demand variation, flows, supply, consumption, endowment.



INTRODUCCIÓN

En el Perú el único documento de referencia respecto de saneamiento es el Reglamento Nacional de Edificaciones, que en su norma OS-010 establece los parámetros para determinar el factor de dotación de agua potable de la población principalmente de acuerdo al clima.

Sin embargo, la presente investigación busca evidenciar que la dotación y el consumo de agua en la ciudad del Cusco se ven afectado por factores como el hidrológico, geográfico, socioeconómico; entre otros, los cuales afectan la distribución del agua.

El consumo real de agua es un dato cabal para lograr que las estructuras de abastecimiento funcionen adecuadamente, dentro de lapsos económicamente aconsejables. Nuestro Reglamento Nacional de Edificaciones basó los factores para la dotación de agua potable en investigaciones propias que se actualizan periódicamente y son publicadas para cumplimiento y consulta en el Diario El Peruano y la página web del Ministerio de Vivienda.

Para ello se evalúan los sistemas de abastecimiento, se eligen los más representativos, que abarcan a la mayor parte del Cusco, para posteriormente tomar los caudales de salida considerando los meses que tengan una mayor cantidad de datos y de preferencia que por lo menos sea uno de cada estación del año como se detallará más adelante; de los reservorios que abastecen a estos sistemas para obtener un promedio y sacar los factores de variación de la demanda de diaria y horaria de agua potable para la ciudad del Cusco.

Conocer la demanda de agua real de una población es importante ya que se pueden realizar mejores proyecciones economizando proyectos y optimizando su funcionamiento. Actualmente en la ciudad del Cusco no se tiene un registro de la variación de la demanda de agua anual diaria y horaria, sólo se usa los valores que nos proporciona el Reglamento Nacional de Edificaciones de 1.3 y 1.8 los cuales; de acuerdo a las hipótesis presentadas en éste documento, no serían los más adecuados para nuestra ciudad.



ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	I
Agradecimientos	II
Resumen.....	III
Abstract.....	IV
Introducción.....	V
Índice General.....	VI
Índice de Tablas.....	XIV
Índice de Figuras.....	XVIII
Índice de Fotografías	XXI
Capítulo I. Planteamiento del Problema	1
1. 1. Identificación del Problema	1
1.1.1. Descripción del Problema.....	1
1.1.2. Formulación Interrogativa del Problema.....	5
1. 2. Justificación e Importancia del Problema	6
1.2.1. Justificación Técnica	6
1.2.2. Justificación Social	6
1.2.3. Justificación por Viabilidad	6
1.2.4. Justificación por Relevancia.....	6
1.2.5. Justificación por Relevancia Científica	7
1. 3. Limitaciones de la Investigación	7
1.3.1. Limitación Territorial	7
1.3.2. Variación de la Demanda Diaria.....	7
1.3.3. Variación de la Demanda Horaria	7
1.3.4. Consumo Horario	7
1.3.5. Consumo Diario.....	8



1.3.6. Variación del Consumo Diario y Consumo Horario	8
1.3.7. Continuidad de Toma De Datos	8
1.3.8. Sistema No Convencional	8
1.3.9. Condiciones de Suministro Normal	9
1.3.10. Reglamento Nacional de Edificaciones	9
1.3.11. Especialidad de la Investigación	9
1. 4. Objetivo de la Investigación.....	9
1.4.1. Objetivo General.....	9
1.4.2. Objetivos Específicos	9
1. 5. Hipótesis.....	10
1.5.1. Hipótesis General.....	10
1.5.2. Sub Hipótesis	10
1. 6. Definición de Variables.....	10
1.6.1. Variables Independientes	10
1.6.2. Variables Dependientes	12
1.6.3. Operacionalización de Variables	15
Capítulo li. Marco Teórico	17
2. 1. Antecedentes de la Tesis o Investigación Actual	17
2.1.1. Antecedentes a Nivel Nacional.....	17
2.1.2. Antecedentes a Nivel Internacional	19
2. 2. Aspectos Teóricos Pertinentes.....	20
2.2.1. Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable.....	20
2.2.2. Almacenamiento del Agua.....	21
2.2.3. Oferta Demanda.....	22
2.2.4. Demanda de Agua.....	22
2.2.5. Consumo	23
2.2.6. Dotación de Agua.....	24



2.2.7. Dotación Según el Rne Norma OS- 100..... 24

2.2.8. Dotación en Litros Por Persona Diarios (Lppd) 25

2.2.9. Consideraciones de Diseño de Infraestructura Sanitaria para Sistemas con Conexiones Domiciliarias 25

2.2.10. Para Programas de Vivienda..... 26

2.2.11. Factores que Afectan el Consumo 26

2.2.12. Periodo de Diseño 27

2.2.13. Variaciones de Consumo 27

2.2.14. Consumo Máximo Diario y Consumo Máximo Horario 29

2.2.15. Caudal Promedio..... 31

2.2.16. Cálculo del Caudal Máximo Diario 32

2.2.17. Calculo del Caudal Máximo Horario 32

2.2.18. Demanda Contra Incendio..... 32

2.2.19. Limitaciones del Cálculo De Demanda Per Cápita..... 33

2.2.20. Gestión de la Demanda..... 33

Capítulo Iii. Metodología 35

3. 1. Metodología de la Investigación 35

3.1.1. Tipo de Investigación..... 35

3.1.2. Nivel de la Investigación..... 35

3.1.3. Método de Investigación..... 35

3. 2. Diseño de la Investigación..... 35

3.2.1. Diseño Metodológico 35

3.2.2. Diseño de Ingeniería 36

3. 3. Población y Muestra 37

3.3.1. Población..... 37

3.3.2. Muestra 46

3.3.3. Criterios de Inclusión 49



3. 4. Instrumentos..... 50

3.4.1. Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos 50

3.4.2. Instrumentos de Ingeniería..... 54

3. 5. Procedimientos de Recolección de Datos 55

3.5.1. Equipos Usados en La Recolección de datos 55

3.5.2. Procedimiento 56

3.5.3. Toma de Datos..... 60

3. 6. Procedimientos de Análisis de Datos 68

3.6.1. Procesamiento de Datos y Cálculos Complementarios..... 68

3.6.1.1. Procedimiento de Cálculo del K2 (Factor de Demanda Horaria de Agua). 68

3.6.1.2. Procedimiento de Cálculo del K1 (Factor de Demanda Diaria de Agua). 76

3.6.2. Procedimientos, Cálculos y Diagramas..... 78

3.6.2.1. Cálculo del K2 (Factor de Demanda Horaria de Agua). 78

3.6.2.1.1. Coeficiente de Variación Horaria K2 para el Sistema Vilcanota 79

3.6.2.1.2. Coeficiente de Variación Horaria K2 para el Sistema Piuray 82

3.6.2.1.3. Coeficiente de Variación Horaria K2 para la Ciudad del Cusco 85

3.6.2.2. Cálculo del K1 (Factor de Demanda Diaria de Agua)..... 88

3.6.2.2.1. Coeficiente de Variación Diaria K1 en el Sistema Vilcanota 89

3.6.2.2.2. Coeficiente de Variación Diaria K1 en el Sistema Piuray 91

3.6.2.2.3. Coeficiente de Variación Diaria K1 en la Ciudad Del Cusco 93

Capítulo Iv. Resultados..... 96

4. 1. Resultados K1 de los Sistema Piuray y Vilcanota 96

4. 2. Resultado K1 de la Ciudad del Cusco 97



4. 3. Resultado K2 de los Sistemas Piuray y Vilcanota 97

4. 4. Resultado K2 de la Ciudad del Cusco 98

4. 5. Resultado de K1 Y K2 de la Ciudad del Cusco 98

4. 6. Comparación Grafica..... 99

Capítulo V. Discusión 103

Glosario..... 108

Conclusiones..... 109

Recomendaciones 111

Referencias 112

Anexos 114

Registro Transcrito de los Valores de los Caudales Horarios Registrados en Cada Reservorio 115

Registro Horario de Caudales del Sistema Vilcanota en el Reservorio Larapa (R-12) de los Meses de Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre del 2014... 115

Registro Horario de Caudales del Sistema Piuray en el Reservorio Línea Norte (R-1) de los Meses de Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre del 2014 117

Registro Horario de Caudales del Sistema Piuray en el Reservorio Puquin (R-4) de los Meses de Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre del 2014..... 119

Registro Horario de Caudales del Sistema Piuray en el Reservorio Picchu (R-2) de los Meses de Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre del 2014..... 121

Registro Horario de Caudales del Sistema Piuray en el Reservorio Santa Ana (R-3) De Los Meses De Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre del 2014 .. 123

Registro Horario de Caudales del Sistema Piuray en el Reservorio Auxiliar (S/N) de los Meses de Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre del 2014 125

Registro de Valores Transcritos y Procesados de los Caudales Horarios Registrados en Cada Reservorio 127



Registro de Valores Procesados de los Caudales Horario del Sistema Vilcanota en el Reservorio Larapa (R-12) de los Meses de Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre Del 2014..... 127

Registro de Valores Procesados de los Caudales Horario del Sistema Piuray en el Reservorio Línea Norte (R-1) de los Meses de Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre del 2014..... 129

Registro de Valores Procesados de los Caudales Horario del Sistema Piuray en el Reservorio Puquin (R-4) de los Meses de Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre del 2014 131

Registro de Valores Procesados de los Caudales Horario del Sistema Piuray en el Reservorio Picchu (R-2) de los Meses de Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre del 2014 133

Registro de Valores Procesados de los Caudales Horario del Sistema Piuray en el Reservorio Santa Ana (R-3) de los Meses de Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre del 2014..... 135

Registro de Valores Procesados de los Caudales Horario del Sistema Piuray en el Reservorio Auxiliar (S/N) de los Meses de Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre del 2014 137

Registro de Valores Procesados de los Caudales Horario de la Ciudad del Cusco (Sistema Vilcanota y Piuray) de los Meses de Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre del 2014 139

Resultados de Valores K2 (Coeficiente de Variación de Demanda Horaria) para el Sistema Vilcanota en el Mes de Marzo 2014 141

Resultados de Valores K2 (Coeficiente de Variación de Demanda Horaria) para el Sistema Vilcanota en el Mes de Junio 2014..... 142

Resultados de Valores K2 (Coeficiente de Variación de Demanda Horaria) para el Sistema Vilcanota en el Mes de Septiembre 2014..... 143

Resultados de Valores K2 (Coeficiente de Variación de Demanda Horaria) para el Sistema Vilcanota en el Mes de Diciembre 2014 144

Resultados de Valores K2 (Coeficiente de Variación de Demanda Horaria) para el Sistema Piuray en el Mes de Marzo 2014..... 145



Resultados de Valores K2 (Coeficiente de Variación de Demanda Horaria) para el Sistema Piuray en el Mes de Junio 2014 146

Resultados de Valores K2 (Coeficiente de Variación de Demanda Horaria) para el Sistema Piuray en el Mes de Septiembre 2014 147

Resultados de Valores K2 (Coeficiente de Variación de Demanda Horaria) para el Sistema Piuray en el Mes de Diciembre 2014..... 148

Resultados de Valores K2 (Coeficiente de Variación de Demanda Horaria) para la Ciudad del Cusco En El Mes de Marzo 2014 149

Resultados de Valores K2 (Coeficiente de Variación de Demanda Horaria) para la Ciudad del Cusco en el Mes de Junio 2014 150

Resultados de Valores K2 (Coeficiente de Variación de Demanda Horaria) para la Ciudad del Cusco en el Mes de Septiembre 2014 151

Resultados de Valores K2 (Coeficiente de Variación de Demanda Horaria) para la Ciudad del Cusco en el Mes de Diciembre 2014..... 152

Resultados de Valores K1 (Coeficiente de Variación de Demanda Diaria) para el Sistema Vilcanota en el Año 2007..... 153

Resultados de Valores K1 (Coeficiente de Variación de Demanda Diaria) para el Sistema Vilcanota en el Año 2008..... 154

Resultados de Valores K1 (Coeficiente de Variación de Demanda Diaria) para el Sistema Vilcanota en el Año 2009..... 155

Resultados de Valores K1 (Coeficiente de Variación de Demanda Diaria) para el Sistema Vilcanota en el Año 2010..... 156

Resultados de Valores K1 (Coeficiente de Variación de Demanda Diaria) para el Sistema Vilcanota en el Año 2012..... 157

Resultados de Valores K1 (Coeficiente de Variación de Demanda Diaria) para el Sistema Vilcanota en el Año 2013..... 158

Resultados de Valores K1 (Coeficiente de Variación de Demanda Diaria) para el Sistema Vilcanota en el Año 2014..... 159

Resultados de Valores K1 (Coeficiente de Variación de Demanda Diaria) para el Sistema Piuray en el Año 2007 160



Resultados de Valores K1 (Coeficiente de Variación de Demanda Diaria) para el Sistema Piuray en el Año 2008 161

Resultados de Valores K1 (Coeficiente de Variación de Demanda Diaria) para el Sistema Piuray en el Año 2009 162

Resultados de Valores K1 (Coeficiente de Variación de Demanda Diaria) para el Sistema Piuray en el Año 2010 163

Resultados de Valores K1 (Coeficiente de Variación de Demanda Diaria) para el Sistema Piuray en el Año 2012 164

Resultados de Valores K1 (Coeficiente de Variación de Demanda Diaria) para el Sistema Piuray en el Año 2013 165

Resultados de Valores K1 (Coeficiente de Variación de Demanda Diaria) para el Sistema Piuray en el Año 2014 166

Resultados de Valores K1 (Coeficiente de Variación de Demanda Diaria) para la Ciudad del Cusco en el Año 2007 167

Resultados de Valores K1 (Coeficiente de Variación de Demanda Diaria) para la Ciudad del Cusco en el Año 2008 168

Resultados de Valores K1 (Coeficiente de Variación de Demanda Diaria) para la Ciudad del Cusco en el Año 2009 169

Resultados de Valores K1 (Coeficiente de Variación de Demanda Diaria) para la Ciudad del Cusco en el Año 2010 170

Resultados De Valores K1 (Coeficiente de Variación de Demanda Diaria) para la Ciudad del Cusco en el Año 2012 171

Resultados de Valores K1 (Coeficiente de Variación de Demanda Diaria) para la Ciudad del Cusco en el Año 2013 172

Resultados de Valores K1 (Coeficiente de Variación de Demanda Diaria) para la Ciudad del Cusco en el Año 2014 173

Matriz de Consistencia 174

Esquema del Sistema Piuray 175

Esquema del Sistema Vilcanota 176

Esquema de Abastecimiento del Sistema Piuray 177



Esquema de Abastecimiento del Sistema Vilcanota 177

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Sistemas de abastecimiento de Cusco. 2

Tabla N° 2 Temperaturas máximas y mínimas en el Cusco..... 11

Tabla N° 3 Cuadro de operacionalización de variables..... 15

Tabla N° 4 Reservorios operativos de la ciudad del Cusco 21

Tabla N° 5 Dotación en litros por persona diarios (lppd)..... 25

Tabla N° 6 Muestra representativa..... 47

Tabla N° 7 k2 para el mes de marzo del Sistema Vilcanota..... 80

Tabla N° 8 k2 para el mes de marzo del Sistema Piuray 83

Tabla N° 9 k2 para el mes de marzo en la Ciudad del Cusco 86

Tabla N° 10 k1 para el año 2007 en el Sistema Vilcanota 89

Tabla N° 11 k1 para el año 2007 en el Sistema Piuray 91

Tabla N° 12 k1 para el año 2007 en la Ciudad del Cusco..... 94

Tabla N° 13 Resumen de valores del factor de demanda de agua diaria K1
obtenidos en el Sistema Piuray..... 96

Tabla N° 14 Resumen de valores del factor de demanda de agua diaria K1
obtenidos en el Sistema Vilcanota 96

Tabla N° 15 Resumen de valores del factor de demanda de agua diaria K1
para la Ciudad del Cusco. 97

Tabla N° 16 Resumen de valores del factor de demanda de agua horaria k2
obtenidos en el Sistema Piuray..... 97

Tabla N° 17 Resumen de valores del factor de demanda de agua horaria k2
obtenidos en el Sistema Vilcanota 98

Tabla N° 18 Resumen de valores del factor de demanda de agua horaria k2
promedio de ambos sistemas 98

Tabla N° 19 Resumen de valores del factor de demanda de agua diaria y
horaria en la Ciudad del Cusco 99



Tabla N° 20 Cuadro comparativo de los caudales máximos diarios del RNE con los calculados..... 99

Tabla N° 21 Cuadro comparativo de los caudales máximos horarios del RNE con los calculados..... 101

Tabla N° 22 Factores de demanda de agua diaria y horaria en la Ciudad del Cusco según el RNE..... 103

Tabla N° 23 Factor de demanda de agua diaria y horaria en la Ciudad del Cusco calculados..... 103

Tabla N° 24 Cuadro comparativo de factores de demanda de agua diaria y horaria en la Ciudad del Cusco..... 104

Tabla N° 25 Consumo máximo de acuerdo al día de la semana en el año 2014..... 106

Tabla N° 26 Consumo Máximo por estación en el año 2014 106

Tabla N° 27 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Larapa en el mes de marzo del 2014..... 127

Tabla N° 28 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Larapa en el mes de junio del 2014 127

Tabla N° 29 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Larapa en el mes de septiembre del 2014 128

Tabla N° 30 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Larapa en el mes de diciembre del 2014 128

Tabla N° 31 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Línea Norte en el mes de marzo del 2014 129

Tabla N° 32 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Línea Norte en el mes de junio del 2014 129

Tabla N° 33 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Línea Norte en el mes de septiembre del 2014 130

Tabla N° 34 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Línea Norte en el mes de diciembre del 2014..... 130

Tabla N° 35 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Puquin en el mes de marzo del 2014..... 131

Tabla N° 36 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Puquin en el mes de junio del 2014 131



Tabla N° 37 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Puquin en el mes de septiembre del 2014 132

Tabla N° 38 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Puquin en el mes de diciembre del 2014 132

Tabla N° 39 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Picchu en el mes de marzo del 2014 133

Tabla N° 40 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Picchu en el mes de junio del 2014 133

Tabla N° 41 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Picchu en el mes de septiembre del 2014 134

Tabla N° 42 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Picchu en el mes de diciembre del 2014..... 134

Tabla N° 43 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Santa Ana en el mes de marzo del 2014 135

Tabla N° 44 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Santa Ana en el mes de junio del 2014 135

Tabla N° 45 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Santa Ana en el mes de septiembre del 2014 136

Tabla N° 46 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Santa Ana en el mes de diciembre del 2014..... 136

Tabla N° 47 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Auxiliar en el mes de marzo del 2014 137

Tabla N° 48 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Auxiliar en el mes de junio del 2014 137

Tabla N° 49 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Auxiliar en el mes de septiembre del 2014 138

Tabla N° 50 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Auxiliar en el mes de diciembre del 2014..... 138

Tabla N° 51 Registro de valores procesados de los caudales horarios en la Ciudad del Cusco en el mes de marzo del 2014 139

Tabla N° 52 Registro de valores procesados de los caudales horarios en la Ciudad del Cusco en el mes de junio del 2014 139

Tabla N° 53 Registro de valores procesados de los caudales horarios en la Ciudad del Cusco en el mes de septiembre del 2014 139



Tabla N° 54 Registro de valores procesados de los caudales horarios en la Ciudad del Cusco en el mes de diciembre del 2014 140

Tabla N° 55 Resultados de valores K2 para el Sistema Vilcanota Marzo 2014 141

Tabla N° 56 Resultados de valores K2 para el Sistema Vilcanota Junio 2014 142

Tabla N° 57 Resultados de valores K2 para el Sistema Vilcanota Septiembre 2014 143

Tabla N° 58 Resultados de valores K2 para el Sistema Vilcanota Diciembre 2014 144

Tabla N° 59 Resultados de valores K2 para el Sistema Piuray Marzo 2014 145

Tabla N° 60 Resultados de valores K2 para el Sistema Piuray Junio 2014 146

Tabla N° 61 Resultados de valores K2 para el Sistema Piuray Septiembre 2014 147

Tabla N° 62 Resultados de valores K2 para el Sistema Piuray Diciembre 2014 148

Tabla N° 63 Resultados de valores K2 para la Ciudad del Cusco Marzo 2014 149

Tabla N° 64 Resultados de valores K2 para la Ciudad del Cusco Junio 2014 150

Tabla N° 65 Resultados de valores K2 para la Ciudad del Cusco Septiembre 2014 151

Tabla N° 66 Resultados de valores K2 para la Ciudad del Cusco Diciembre 2014 152

Tabla N° 67 Resultados de valores K1 para el Sistema Vilcanota 2007 153

Tabla N° 68 Resultados de valores K1 para el Sistema Vilcanota 2008 154

Tabla N° 69 Resultados de valores K1 para el Sistema Vilcanota 2009 155

Tabla N° 70 Resultados de valores K1 para el Sistema Vilcanota 2010 156

Tabla N° 71 Resultados de valores K1 para el Sistema Vilcanota 2012 157

Tabla N° 72 Resultados de valores K1 para el Sistema Vilcanota 2013 158

Tabla N° 73 Resultados de valores K1 para el Sistema Vilcanota 2014 159

Tabla N° 74 Resultados de valores K1 para el Sistema Piuray 2007 160

Tabla N° 75 Resultados de valores K1 para el Sistema Piuray 2008 161

Tabla N° 76 Resultados de valores K1 para el Sistema Piuray 2009 162



Tabla N° 77 Resultados de valores K1 para el Sistema Piuray 2010..... 163

Tabla N° 78 Resultados de valores K1 para el Sistema Piuray 2012..... 164

Tabla N° 79 Resultados de valores K1 para el Sistema Piuray 2013..... 165

Tabla N° 80 Resultados de valores K1 para el Sistema Piuray 2014..... 166

Tabla N° 81 Resultados de valores K1 para la Ciudad del Cusco 2007 167

Tabla N° 82 Resultados de valores K1 para la Ciudad del Cusco 2008 168

Tabla N° 83 Resultados de valores K1 para la Ciudad del Cusco 2009 169

Tabla N° 84 Resultados de valores K1 para la Ciudad del Cusco 2010 170

Tabla N° 85 Resultados de valores K1 para la Ciudad del Cusco 2012 171

Tabla N° 86 Resultados de valores K1 para la Ciudad del Cusco 2013 172

Tabla N° 87 Resultados de valores K1 para la Ciudad del Cusco 2014 173

Tabla N° 88 Matriz de consistencia..... 174

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Zonas de distribución de agua en la Ciudad de Cusco por Fuente de abastecimiento. 1

Figura N° 2 Sistema Integral de Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad del Cusco - Sistema Piuray 4

Figura N° 3 Sistema Integral de Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad del Cusco - Sistema Vilcanota 4

Figura N° 4 Consumo máximo diario y horario..... 30

Figura N° 5 Flujograma del diseño de ingeniería. 36

Figura N° 6 Sistemas de abastecimiento en la ciudad del Cusco 37

Figura N° 7 Sistemas de abastecimiento en la ciudad del Cusco 38

Figura N° 8 Reservorios seleccionados como muestra..... 46

Figura N° 9 Zonas de distribución de agua en la Ciudad de Cusco por Fuente de abastecimiento 48

Figura N° 10 Modelo de ficha de recolección de datos 52

Figura N° 11 Modelo de Ficha de recolección de caudales por año Sistema Piuray y Sistema Vilcanota..... 53

Figura N° 12 Esquema de Abastecimiento del Sistema Piuray 57

Figura N° 13 Esquema de Abastecimiento del Sistema Vilcanota 59



Figura N° 14 Registro de datos de caudal horario en el Reservorio de Larapa en el mes de marzo del 2014 61

Figura N° 15 Registro de datos de caudal horario en el Reservorio de Línea Norte en el mes de marzo del 2014 62

Figura N° 16 Registro de datos de caudal horario en el Reservorio de Puquin en el mes de marzo del 2014 63

Figura N° 17 Registro de datos de caudal horario en el Reservorio de Picchu en el mes de marzo del 2014 64

Figura N° 18 Registro de datos de caudal horario en el Reservorio de Santa Ana en el mes de marzo del 2014..... 65

Figura N° 19 Registro de datos de caudal horario en el Reservorio de Auxiliar en el mes de marzo del 2014 66

Figura N° 20 Registro de caudales promedios mensual en litros por segundo (lps) registrados el año 2007 en el Sistema Piuray 67

Figura N° 21 Registro de caudales promedios mensual en litros por segundo (lps) registrados el año 2007 en el sistema Vilcanota 67

Figura N° 22 Caudal máximo horario 13 de marzo del 2014 Sistema Vilcanota 81

Figura N° 23 Caudal máximo horario 31 de marzo del 2014 Sistema Piuray 84

Figura N° 24 Caudal máximo horario 31 de marzo del 2014 Ciudad del Cusco 87

Figura N° 25 Caudales máximos y promedios en el año 2007 en el Sistema Vilcanota 90

Figura N° 26 Caudales máximos y promedios en el año 2007 en el Sistema Piuray 92

Figura N° 27 Caudales máximos y promedios en el año 2007 en la Ciudad del Cusco 95

Figura N° 28 Comparación grafica de los caudales máximos diarios del RNE con los calculados..... 100

Figura N° 29 Comparación grafica de los caudales máximos horarios del RNE con los calculados..... 102

Figura N° 30 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Larapa en mes de marzo del 2014 115



Figura N° 31 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Larapa en mes de junio del 2014..... 115

Figura N° 32 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Larapa en mes de septiembre del 2014..... 116

Figura N° 33 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Larapa en mes de diciembre del 2014 116

Figura N° 34 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Línea Norte en mes de marzo del 2014..... 117

Figura N° 35 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Línea Norte en mes de junio del 2014 117

Figura N° 36 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Línea Norte en mes de septiembre del 2014 118

Figura N° 37 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Línea Norte en mes de diciembre del 2014 118

Figura N° 38 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Puquin en mes de marzo del 2014 119

Figura N° 39 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Puquin en mes de junio del 2014..... 119

Figura N° 40 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Puquin en mes de septiembre del 2014..... 120

Figura N° 41 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Puquin en mes de diciembre del 2014..... 120

Figura N° 42 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Picchu en mes de marzo del 2014 121

Figura N° 43 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Picchu en mes de junio del 2014..... 121

Figura N° 44 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Picchu en mes de septiembre del 2014..... 122

Figura N° 45 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Picchu en mes de diciembre del 2014..... 122

Figura N° 46 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Santa Ana en mes de marzo del 2014..... 123

Figura N° 47 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Santa Ana en mes de junio del 2014 123



Figura N° 48 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Santa Ana en mes de septiembre del 2014 124

Figura N° 49 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Santa Ana en mes de diciembre del 2014 124

Figura N° 50 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Auxiliar en mes de marzo del 2014 125

Figura N° 51 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Auxiliar en mes de junio del 2014..... 125

Figura N° 52 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Auxiliar en mes de septiembre del 2014..... 126

Figura N° 53 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Auxiliar en mes de diciembre del 2014..... 126

Figura N° 54 Esquema del Sistema Piuray 175

Figura N° 55 Esquema del Sistema Vilcanota..... 176

Figura N° 56 Esquema de Abastecimiento del Sistema Piuray 177

Figura N° 57 Esquema de Abastecimiento del Sistema Vilcanota 177

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 10 Ficha técnica para toma diaria de datos en R3..... 51

Fotografía N° 14 Ficha técnica para toma diaria de datos en R3..... 58

Fotografía N° 16 Esquema del coeficiente de variación horaria k2..... 68

Fotografía N° 17 Índice de confianza e intervalo de confianza para el Reservorio Auxiliar 04/03/14 69

Fotografía N° 18 Análisis de valores perdidos Reservorio Auxiliar 04/03/14 70

Fotografía N° 19 Coeficiente de correlación de cada método 70

Fotografía N° 20 Tendencia lineal del método de análisis – Sin estimación de datos perdidos..... 71

Fotografía N° 21 Tendencia lineal del método de análisis – Estimado Matemáticamente (Regla de tres compuesta)..... 71

Fotografía N° 22 Tendencia lineal del método de análisis – Promedio 72

Fotografía N° 23 Tendencia lineal del método de análisis – Interpolación Lineal..... 72



Fotografía N° 24 Tendencia lineal del método de análisis – Tendencia lineal en un punto 73

Fotografía N° 25 Histograma de tendencia del caudal de consumo en el reservorio Auxiliar por hora el 04/03/14 sin estimación de datos faltantes.... 73

Fotografía N° 26 Histograma de tendencia del caudal de consumo en el reservorio Auxiliar por hora el 04/03/14 con Interpolación lineal y mediana de puntos adyacentes. 74

Fotografía N° 27 Histograma de tendencia del caudal de consumo en el reservorio Auxiliar por hora el 04/03/14 con Promedio de valores. 74

Fotografía N° 28 Histograma de tendencia del caudal de consumo en el reservorio Auxiliar el 04/03/14..... 75

Fotografía N° 29 Esquema del coeficiente de variación diaria k1 76

Fotografía N° 30 Esquema del coeficiente de variación horaria k2..... 78

Fotografía N° 31 Esquema del coeficiente de variación diaria k1 88

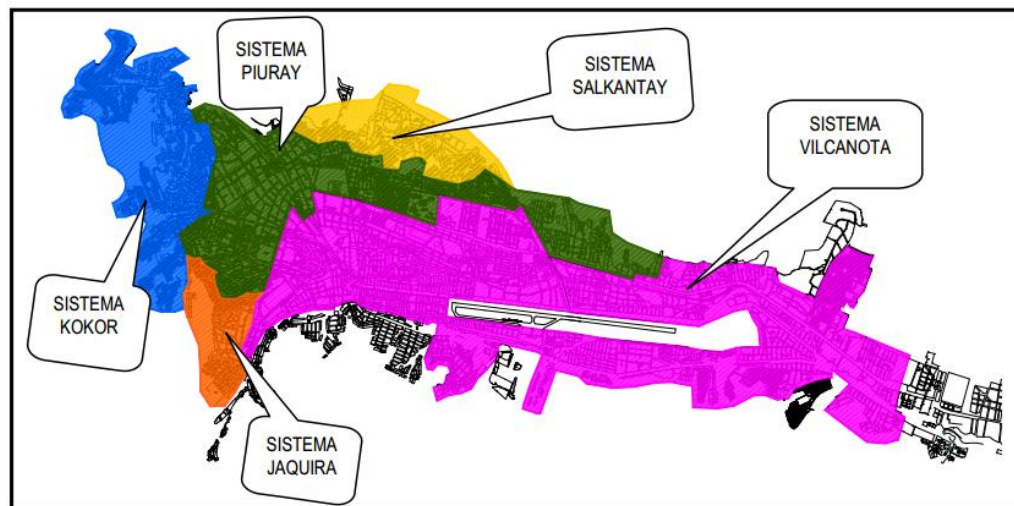
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. 1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El presente trabajo de investigación abarca a la Ciudad del Cusco; siendo más específicos, a las zonas abastecidas por los sistemas Piuray y Vilcanota, lo cuales abastecen a la mayor parte de la población del Cusco.

Figura N° 1 Zonas de distribución de agua en la Ciudad de Cusco por Fuente de abastecimiento.



Fuente: Descripción de los sistemas de los sistemas de agua potable y alcantarillado en la ciudad del Cusco. (SEDACUSCO,2014)

La ciudad del Cusco es abastecida por distintas Fuentes de agua, superficiales y subterráneas, la principal Fuente superficial es la laguna Piuray que aporta el 44.7% de la producción total de agua. Entre las Fuentes subterráneas tenemos el sistema Vilcanota que consta de pozos profundos y actualmente representa el 44.9% de la producción total, los sistemas Salkantay, Korkor y Jaquira, en conjunto proveen un 10.4% de la producción total. (SEDACUSCO, 2014)

Fotografía N° 1 Ubicación geográfica - Ámbito de influencia de la tesis



Fuente: Google earth

Existe una tendencia al crecimiento del área atendida por el Sistema Vilcanota debido a la densificación poblacional del área urbana y a que las otras Fuentes de abastecimiento operan al máximo de su capacidad, por lo que recientemente se ha implementado la estación de re bombeo del reservorio de Coripata hacia el reservorio de Picchu, incrementado los volúmenes de extracción del Sistema Vilcanota. Por lo tanto, se espera que los niveles de producción del Sistema Vilcanota se eleven en los próximos años y alcancen los 290 lts. /seg.; posteriormente se implementará el sistema con la finalidad de incrementar su producción hasta 483 lts/seg. (SEDACUSCO, 2014)

Tabla N° 1 Sistemas de abastecimiento de Cusco.

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO	CAUDAL	
	LPS	%
PIURAY	264.9	44.7
KOR KOR	38.7	6.5
JAQUIRA	7.8	1.3
SALCANTAY	15.3	2.6
VILCANOTA	265.4	44.9
TOTAL	592.1	100

Fuente: (SEDACUSCO, 2014)



Debido a que los sistemas Piuray y Vilcanota suman el 89.6% han sido considerados como representativos en el ámbito de influencia de ésta tesis.

En el Perú todos los diseños de abastecimiento agua potable están sujetos a lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones; el mismo que define los diseños de dotación de agua en base al clima de la ciudad a la cual se quiere abastecer; pudiendo ser éstos climas fríos, templados y cálidos.

El Reglamento indica: *“Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificará su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 l/hab/d, en clima frío y de 220 l/hab/d en clima templado y cálido”*. (Ministerio de Vivienda, 2012)

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

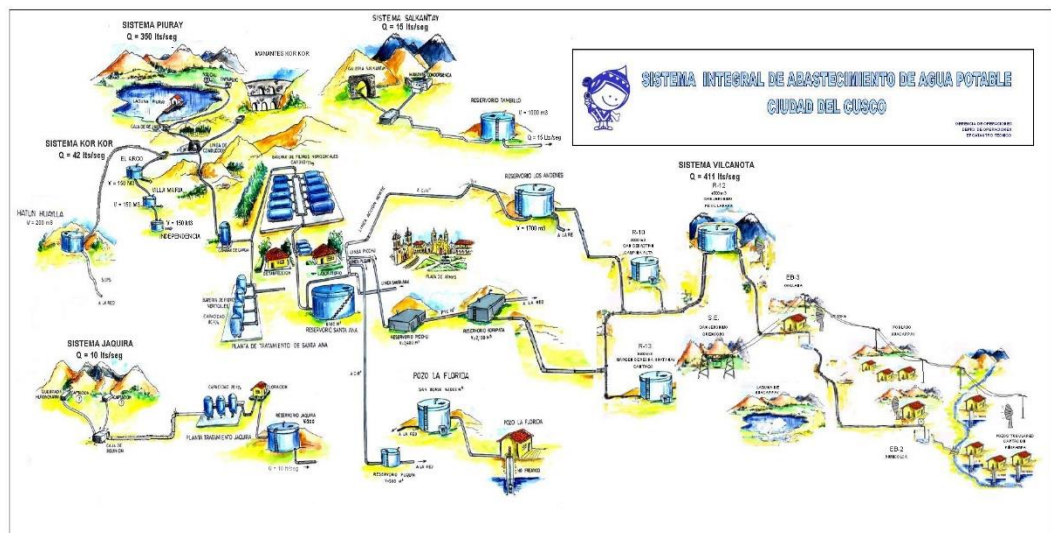
- Máximo anual de la demanda diaria: 1.3
- Máximo anual de la demanda horaria: 1.8 a 2.5

(Ministerio de Vivienda, 2012)

Nuestra ciudad cuenta con un sistema no convencional; es decir, el sistema Piuray y Vilcanota están interconectados, por ende se tiene un volumen de emergencia extra por si ocurre algún evento inesperado que impida usar algunas de las captaciones de los sistemas para abastecer a la población, a diferencia del sistema de abastecimiento convencional que solo cuenta con un sistema único por zona. Es por ello que este valor no cumple con las características para el uso de éstos valores.

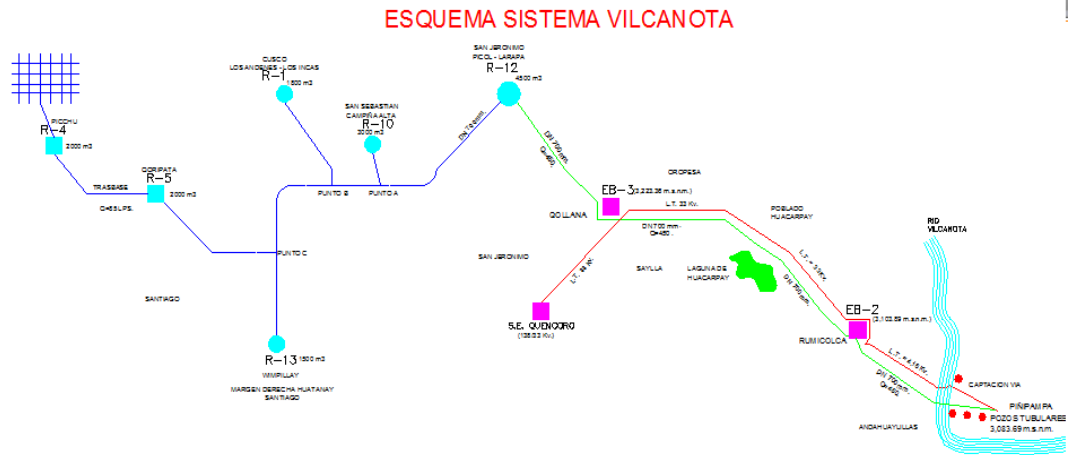
Para ello, se analizan los sistemas actuales y se evalúa el consumo real con la población actual obteniendo así un valor para el factor de la variación de la demanda diaria y horaria, gracias a éste valor se puede hallar el consumo real y un futuro consumo en la ciudad del Cusco con la tasa de crecimiento poblacional que nos proporciona el INEI según sus últimos censos.

Figura N° 2 Sistema Integral de Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad del Cusco - Sistema Piuray



FUENTE: (SEDACUSCO, 2014)

Figura N° 3 Sistema Integral de Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad del Cusco - Sistema Vilcanota



FUENTE: (SEDACUSCO, 2014)

1.1.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA

1.1.2.1. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el valor más representativo para los coeficientes de variación diario y horario para la demanda de agua de la ciudad del Cusco?

1.1.2.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es el coeficiente de variación del consumo horario de agua en la ciudad del Cusco?
- ¿Cuál es el coeficiente de variación del consumo diario de agua en la ciudad del Cusco?
- ¿Cuánto es el caudal máximo y mínimo diario de agua en la ciudad del Cusco?
- ¿Cuánto es el caudal máximo y mínimo horario de agua en la ciudad del Cusco?
- ¿Cuál es la curva real del consumo diario y horario de agua en la ciudad del Cusco?

1. 2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA

1.2.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

En la actualidad todos los sistemas de abastecimiento de agua fueron diseñados con los valores que establece la norma del RNE que son de 1.3 y 1.8, los cuales son el resultado de un valor teórico, pero en la práctica se puede evaluar que este factor es menor; siendo así, se estarían sobre dimensionando las estructuras y los sistemas de abastecimiento.

1.2.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

El factor de dotación de agua afecta directamente a la población, ya que el volumen con el que se abastece debe ser lo más ajustado a la realidad de modo que satisfagan adecuadamente a sus necesidades.

Con un valor más acorde a la realidad se podrá brindar un mejor servicio y evitar cualquier conflicto sobre todo social.

1.2.3. JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD

Éste estudio es factible de realizar ya que se tiene accesos a la base de datos y se viene haciendo mediciones de los consumos de la población diariamente en cada reservorio.

1.2.4. JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA

La importancia de determinar un factor real de dotación de agua para la ciudad del Cusco, que no sea uno de los establecidos para la ciudad por los parámetros del Reglamento nacional de Edificaciones, se debe a que si se emplea un valor más exacto, la ciudad evitaría estructuras ociosas y gastos en construcción y operación o, por lo contrario, un mejor abastecimiento de agua para la población.



Éste valor calculado será acorde a la realidad por lo cual, en un futuro, podrán ajustarse todos los sistemas de abastecimiento con valores reales.

1.2.5. JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA CIENTÍFICA

Gracias a éstos nuevos valores a ser calculados se podrá hacer una propuesta para incorporarlos en el Reglamento Nacional de Edificaciones para futuros diseños en la ciudad del Cusco.

1. 3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. LIMITACIÓN TERRITORIAL

El presente estudio sólo se limita a un área geográfica; ya que estos valores no podrán ser usados para otra ciudad con características diferentes a la Ciudad del Cusco.

1.3.2. VARIACIÓN DE LA DEMANDA DIARIA

Esta variación de la demanda diaria sólo es aplicada en la Ciudad del Cusco; ya que fue obtenida con los consumos reales de la población de acuerdo a sus hábitos de consumo diarios, en el caso de esta investigación, consumos diarios durante un año.

1.3.3. VARIACIÓN DE LA DEMANDA HORARIA

Esta variación de la demanda horaria sólo es aplicada en la Ciudad del Cusco ya que fue obtenida con los consumos reales de la población de acuerdo a sus hábitos de consumo por hora de cada día durante el periodo estudiado.

1.3.4. CONSUMO HORARIO

Estos valores de consumo horario solo serán útiles para la ciudad del Cusco ya que fue obtenida con los consumos reales de la población de acuerdo a sus hábitos de consumo por cada hora durante el día.



1.3.5. CONSUMO DIARIO

Estos valores de consumo diario solo serán útiles para la ciudad del Cusco ya que fue obtenida con los consumos reales de la población de acuerdo a sus hábitos de consumo diariamente analizado durante cada mes.

1.3.6. VARIACIÓN DEL CONSUMO DIARIO Y CONSUMO HORARIO

Los volúmenes de variaciones entre los consumos diarios y horarios se limitan a los producidos por la población de la ciudad del Cusco, ya que esta comparación es el reflejo del consumo en la Ciudad del Cusco.

1.3.7. CONTINUIDAD DE TOMA DE DATOS

Al momento de realizar la investigación se encontraron vacíos en la toma de registros; debido a que éstos son realizados en formatos manuales y no automatizados; principalmente se encontraron los siguientes vacíos de información:

- Formatos diarios inexistentes.
- Formatos con valores ininteligibles
- Datos que luego de procesarlos se encuentran muy por fuera de la curva de variación.

En ese sentido, las tomas de datos han sido obtenidas y analizadas considerando una muestra de los meses representativos de cada estación y la continuidad en la toma de datos.

1.3.8. SISTEMA NO CONVENCIONAL

El sistema de abastecimiento de la ciudad del Cusco es un sistema no convencional; ya que los reservorios del Sistema Vilcanota y Piuray están interconectados para emergencias en el caso de eventos no previstos.

1.3.9. CONDICIONES DE SUMINISTRO NORMAL

Los valores y métodos para la determinación de consumos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones, están limitados para sistemas convencionales de suministro normal, por ello nuestro sistema no cumple con las condiciones apropiadas para aplicar dichos valores.

1.3.10. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

El Reglamento Nacional de Edificaciones propone un solo valor para los coeficientes de variación de demanda diaria y horaria para todo el Perú según el clima o la población, y asume tácitamente que cualquier zona del Perú cuenta con la misma población.

1.3.11. ESPECIALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Éste proyecto de investigación está relacionado con la rama de Hidráulica; específicamente con el área de Saneamiento, dentro de la cual los valores serán usados para diseños de abastecimiento en la zona, o como pase para zonas con climas similares.

1. 4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el valor más representativo para los coeficientes de variación diario y horario, de la demanda anual de agua potable de la ciudad del Cusco.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el coeficiente de variación de consumo horario de agua en la Ciudad del Cusco.
- Determinar el coeficiente de variación de consumo diario de agua en la Ciudad del Cusco.
- Determinar el caudal máximo diario de la Ciudad del Cusco.
- Determinar el caudal máximo horario de la Ciudad del Cusco.



- Determinar la curva real de consumo diario y horario de la Ciudad del Cusco.

1. 5. HIPÓTESIS

1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL

Los valores teóricos de los coeficientes de variación de la demanda diaria y horaria establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones, no se ajustan a la variación real en la Ciudad del Cusco.

1.5.2. SUB HIPÓTESIS

- El coeficiente de variación del consumo horario de agua en la Ciudad del Cusco es menor al que se establece en el RNE.
- El coeficiente de variación del consumo diario de agua en la Ciudad del Cusco es menor al que se establece en el RNE.
- El caudal máximo diario de agua potable que demanda la ciudad del Cusco es menor al caudal máximo y mínimo diario calculado por los coeficientes del RNE.
- El caudal máximo horario de agua potable que demanda la ciudad del Cusco es menor al caudal máximo horario calculado por los coeficientes del RNE.
- La curva de consumo real diario y horario de la Ciudad del Cusco, varía considerablemente con la que se calcularía con los coeficientes del RNE.

1. 6. DEFINICIÓN DE VARIABLES

1.6.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

- **CLIMA**
 - **DEFINICIÓN**

El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas propias de un lugar, constituido por la cantidad y frecuencia de lluvias, la humedad, la temperatura, los vientos, etc., y cuya acción compleja influye en la existencia

de los seres sometidos a ella. En la ciudad del Cusco el clima está dividido trimestralmente de acuerdo a las estaciones naturales del año:

Verano: Diciembre 22 – Marzo 21.

Otoño: Marzo 22 – Junio 21.

Invierno: Junio 22 – Septiembre 22.

Primavera: Septiembre 23 - Diciembre 21.

Y temperaturas mensuales como se indica en la tabla N°2:

Tabla N° 2 Temperaturas máximas y mínimas en el Cusco.

Año: 2015	Temperatura mínima	Temperatura Máxima
Enero	6°C	22°C
Febrero	1°C	32°C
Marzo	5°C	23°C
Abril	2°C	23°C
Mayo	2°C	22°C
Junio	0°C	23°C
Julio	- 2°C	24°C
Agosto	0°C	25°C
Septiembre	3°C	25°C
Octubre	3°C	26°C
Noviembre	6°C	26°C
Diciembre	5°C	25°C

Fuente: (AccuWeather, 2016)

- **NIVEL**

Consumo en la ciudad del Cusco de acuerdo al clima.

- **INDICADOR**

- Temperatura (°C)
- Precipitación (mm)

- **INSTRUMENTO**

Registro de precipitación según el SENAMHI.

Registro de temperatura promedio según el SENAMHI.



- **POBLACIÓN**

- **DEFINICIÓN**

Cantidad de habitantes dentro de un territorio.

- **NIVEL**

La ciudad del Cusco tiene una población de 442 629 habitantes, dato establecido por el censo nacional por el INEI en junio del 2012 con una tasa de crecimiento es del 2%. ((INEI), 2012)

- **INDICADOR**

- Número de habitantes.

- **INSTRUMENTO**

Censos y estadísticas del INEI.

1.6.2. VARIABLES DEPENDIENTES

- **VARIACIÓN DE LA DEMANDA DIARIA**

- **DEFINICIÓN**

Variación de la demanda de agua potable que ocurre a lo largo de un mes, medido durante todo un año, gracias a ésta evaluación se podrá determinar un valor, máximo, mínimo o promedio para un análisis rápido de los horarios en los que la población requiere de más dotación de agua.

- **NIVEL**

Valor de demanda máxima, mínima y promedio durante un año (365 días) para abastecer satisfactoriamente a la población servida.

- **INDICADOR**

Caudal máximo diario.

Caudal mínimo diario.

- **INSTRUMENTO**



Base de datos.

- **VARIACIÓN DE LA DEMANDA HORARIA**

- **DEFINICIÓN**

Alteración de consumos de agua potable medida durante las 24 horas en un día estudiado y analizado durante un mes.

- **NIVEL**

Valor de demanda máxima, mínima y promedio durante un mes para abastecer satisfactoriamente a la población servida.

- **INDICADOR**

Caudal máximo horario.

Caudal mínimo horario.

- **INSTRUMENTO**

Base de datos.

- **CONSUMO HORARIO**

- **DEFINICIÓN**

Caudal consumido por una población determinada durante una hora sin restricción a lo largo de un día y durante un mes.

- **NIVEL**

Valor de consumo máximo, promedio y mínimo que requiere una población para abastecer sus necesidades en la hora de mayor consumo.

- **INDICADOR**

Consumo máximo horario.

Consumo mínimo horario.

- **INSTRUMENTO**

Base de datos.



- **CONSUMO DIARIO**

- **DEFINICIÓN**

Caudal consumido por una población determinada durante un mes sin restricción a lo largo de un año.

- **NIVEL**

Valor de consumo máximo, promedio y mínimo que requiere una población para abastecer sus necesidades en un día de mayor consumo.

- **INDICADOR**

Consumo máximo diario.

Consumo mínimo diario.

- **INSTRUMENTO**

Base de datos.

- **VARIACIÓN DE CONSUMO DIARIO Y HORARIO.**

- **DEFINICIÓN**

Altibajos producidos en los consumos diarios y horarios.

- **NIVEL**

Volumen de agua potable constante que se requiera almacenar para cubrir las variaciones en los consumos en días y horas críticas.

- **INDICADOR**

Consumo diario RNE VS Consumo diario real.

Consumo horario RNE VS Consumo diario real.

- **INSTRUMENTO**

Base de datos.



1.6.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla N° 3 Cuadro de operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN	NIVEL	INDICADORES	INSTRUMENTOS
VARIABLES INDEPENDIENTES			INDICADORES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE	
Clima	Comprende a las variaciones climatológicas como la temperatura y las precipitaciones.	Consumo en la ciudad del Cusco de acuerdo al clima.	CLIMA • Temperatura (°C) • Precipitación (mm)	Precipitaciones y temperatura del SENAMHI
Población	Cantidad de habitantes dentro de un territorio.	Consumo en la ciudad del Cusco de acuerdo a la cantidad de habitantes.	POBLACIÓN • Habitantes	Censo y estadísticas del INEI
VARIABLES DEPENDIENTES			INDICADORES DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES	
• Coeficiente de Variación de la Demanda Diaria	Cantidad de agua potable necesaria para satisfacer la demanda diaria de la población.	Volumen máximo necesario para satisfacer la demanda de agua potable en un día.	COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LA DEMANDA DIARIA • Caudal máximo diario • Caudal mínimo diario	Base de datos



-Coeficiente de variación de la demanda Horaria	Cantidad de agua potable necesaria para satisfacer la demanda horaria de la población, en la hora más crítica.	Volumen máximo necesario para satisfacer la demanda de agua potable en una hora.	COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LA DEMANDA HORARIA • Caudal máximo horario • Caudal mínimo horario	Base de datos
- Consumo Horario	Caudal máximo consumido en una hora en la ciudad del Cusco.	Caudal máximo que debe producir para abastecer la demanda en la hora más crítica.	CONSUMO HORARIO • Consumo máximo horario • Consumo mínimo horario	Base de datos
-Consumo Diario	Caudal máximo consumido en un día en la ciudad del Cusco.	Caudal máximo que debe producir para abastecer la demanda en el día.	CONSUMO DIARIO • Consumo máximo diario • Consumo mínimo diario	Base de datos
-Variación de consumo diario y horario.	Altibajos producidos en los consumos diarios y horarios en la Ciudad del Cusco.	Volumen de agua potable constante que se requiera almacenar para cubrir las variaciones en los consumos en días y horas críticas.	VARIACIÓN DE CONSUMO DIARIO Y HORARIO. • Consumo diario RNE VS Consumo diario real • Consumo horario RNE VS Consumo diario real	Base de datos

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA



CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2. 1. ANTECEDENTES DE LA TESIS O INVESTIGACIÓN ACTUAL

2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL

Título: Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano – Lambayeque

Autores: Olivari Feijoo Oscar Piero

Castro Saravia Raul

Universidad Ricardo Palma

Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil

Lima - Perú

2008

(Olivardi Feijoo, 2008)

CONCLUSIÓN:

El presente estudio brindará servicio de Agua Potable y Alcantarillado al Poblado Cruz Medrano, satisfaciendo sus necesidades hasta el año 2027.

(Olivardi Feijoo, 2008)

RESUMEN

La tesis mencionada consiste en realizar un estudio y análisis para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el Centro Poblado de Medano, en el Distrito de Mórrope en Lambayeque, para éste estudio se tomaron muestras de suelo para verificar las condiciones, se hizo un estudio de su principal Fuente de abastecimiento, pozos; también se evalúa el impacto ambiental que pueda provocar ya que es una zona con microclimas y biodiversidad de especies. Dicho diseño tiene una proyección del 2008 al 2027. Según las necesidades de la población.



Título: Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para Cuatro Poblados Rurales del Distrito de Lancones.

Autor: Moira Milagros Lossio Aricoché

Universidad De Piura

Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil

Piura - Perú

2012

(Aricoche, 2012)

CONCLUSIÓN:

En el presente trabajo de tesis se ha desarrollado una metodología para el diseño de los elementos principales de los sistemas de abastecimiento de agua potable en las zonas rurales de la costa norte del Perú, empleándose una tecnología apropiada para las condiciones climatológicas locales, de mantenimiento sencillo y consecuente con el medio ambiente, articulada a un programa de educación sanitaria, fortaleciendo la capacidad de organización de la población.

RESUMEN

La tesis mencionada tiene como fin el diseño de un sistema de abastecimiento de una zona rural, que incluye a los poblados de Charancito, El naranjo, Charan Grande y El Alumbre en Piura. Esta investigación calcula la dotación considerando las condiciones de la población y compara dos valores de acuerdo a OS-100 del RNE y las normas el Ministerio de Salud (MINSA) de 1964 y 1982, que considera los valores de k_1 y k_2 de acuerdo a la población y su concentración.



2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL

Titulo: Estimación de Consumo Básico de Agua Potable en Colombia.

Autor: Lorena Granada Carbajal.

Universidad del Valle

Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil

Santiago De Cali - Colombia

2011

(Lorena, 2011)

CONCLUSIÓN:

El análisis de los resultados obtenidos a través del Modelo de Ajuste Parcial muestra que en promedio el consumo básico de agua en el país debe ser de 19 m³ mensual por suscriptor, y los resultados del Modelo Ingenuo también coinciden con esta hipótesis al concluir que el consumo básico en Colombia es de 18 m³ mensual por suscriptor. Las consideraciones anteriores reflejan que efectivamente en la actualidad si se encuentra sobreestimada la cantidad de agua necesaria para que los hogares colombianos cubran sus necesidades básicas (Lorena, 2011)

RESUMEN

La tesis mencionada realiza un estudio de consumo y de todas las 21 ciudades de Colombia durante el periodo de enero del 2003 a diciembre del 2008, y hace una comparación entre ciudades y el costo de consumo por m³ en cada ciudad, y realiza un modelo matemático para comparar la dotación a la que están diseñadas el sistema de abastecimiento de acuerdo al reglamento Colombiano con el consumo real de los Colombianos.



2. 2. ASPECTOS TEÓRICOS PERTINENTES

2.2.1. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Un sistema de abastecimiento de agua exige como elementos básicos: i) La fijación de las cantidades de agua a suministrar, que determinarán la capacidad de las diferentes partes del sistema; ii) Estudios sobre cantidad y calidad del agua disponible en las diferentes Fuentes; iii) Reconocimientos del suelo y subsuelo; iv) Reunión de informaciones y antecedentes indispensables para el diseño, para la justificación de las soluciones adoptadas, para la preparación de su presupuesto, etc.

Para el abastecimiento de agua se define como opción la solución de ingeniería que pueda aplicarse en función de las condiciones físicas, económicas y sociales de la comunidad. Son ejemplos los sistemas de abastecimiento de agua con o sin tratamiento y por bombeo o gravedad; así mismo, el nivel de servicio se define como el grado de satisfacción en la utilización de las opciones tecnológicas, pudiendo ser familiar o multifamiliar. Son ejemplos de nivel de servicio: el abastecimiento a escala individual o multifamiliar, a partir de pequeñas Fuentes de agua de uso exclusivo; de alcance comunitario, por medio de piletas públicas; y a nivel individual, por conexiones domiciliarias enlazadas al servicio público de abastecimiento de agua.

Hay que tener en cuenta determinados factores que constituyen una herramienta indispensable para la toma de decisiones en la implementación de servicios de abastecimiento de agua en el medio rural como en el urbano, como es el caso de la Ciudad del Cusco. Estos factores se refieren básicamente a aspectos técnicos, económicos, sociales y culturales que al interrelacionarse permiten la selección de la opción tecnológica y el nivel de servicio que mejor se ajusten a las necesidades y expectativas de las comunidades evaluadas.

2.2.2. ALMACENAMIENTO DEL AGUA

Se refiere a los reservorios, cuya función principal es el almacenar agua cuando la Fuente de abastecimiento no tiene el caudal suficiente para abastecer agua durante un año, también son reservas de volúmenes adicionales a los dotados normalmente para cubrir necesidades de emergencia como por ejemplo sequías, incendios, contaminación de Fuentes, suspensión temporal de la Fuente de abastecimiento los cuales son considerados por un porcentaje establecido en el RNE. Estos reservorios pueden ser de distintas estructuras, materiales, etc.

En la tabla siguiente se muestran los reservorios identificados por SEDACUSCO en el año 2014, cuyas horas de llenado dependen del volumen de almacenamiento, aproximadamente entre 8 h a 12 h en los horarios de menor consumo:

Tabla N° 4 Reservorios operativos de la ciudad del Cusco

N°	RESERVORIO	TIPO	VOLUMEN m ³	ANTIGÜEDAD Años	
1	R 1	Los Andes	Apoyado C°A°	1,835.00	35
2	R 2	Puquin	Apoyado C°A°	455.00	31
3	R 3	Santa Ana	Apoyado Metálico	6,520.00	35
4	R 4	Picchu	Apoyado C°A°	3,482.00	90
5	R 5	Ccoripata	S. Enterrado C°A°	2,160.00	29
6	R 8	M. Gamarra II Etapa	Apoyado C°A°	388.00	15
7	R 10	San Sebastián	Apoyado Metálico	3,000.00	5
8	R 11	Zaguán del Cielo	Apoyado C°A°	160.00	7
9	R 12	Larapa	Apoyado Metálico	4,500.00	5
10	R 13	Wimpillay	Apoyado Metálico	1,500.00	5
11	R 17	Tambillo	Apoyado C°A°	1,026.00	8
12	R 22	Séptima Cuadra	Apoyado C°A°	70.00	10
13	R 23	Ucchullo Alto	Apoyado C°A°	70.00	10
14	R 32	El Arco	Apoyado C°A°	147.00	35
15	R 33	Villa María	Apoyado C°A°	177.00	19
16	R 35	Independencia	Apoyado C°A°	147.00	18
17	R 39	Jaquira	Apoyado C°A°	307.00	19
18	R 42	Ununchis	Apoyado C°A°	512.00	15
19		HatunHuaylla	Apoyado C°A°	145.00	18
20		HatunHuaylla Grande	Apoyado C°A°	800.00	6

21	El Mirador	Apoyado C°A°	500.00	15
----	------------	--------------	--------	----

FUENTE: (SEDACUSCO, 2014)

2.2.3. OFERTA DEMANDA

Para que la población pueda tener suficiente abastecimiento de agua potable debe considerarse una combinación; a menudo compleja, de aspectos sociales, económicos y ambientales. En los últimos años, las familias, las industrias, los agricultores y los gobiernos han comenzado a reconocer que el agua es un bien económico y no un recurso ilimitado y de algún modo “gratis”. Y al ser un bien económico, hay una gran variedad de calidad y el nivel de servicios de abastecimiento de agua y saneamiento que la gente desea y está dispuesta a pagar.

La necesidad de abastecimiento de agua potable es permanente por cuanto, la demanda tiende a crecer con el crecimiento poblacional, por lo que en este aspecto siempre se debe estar buscando nuevas Fuentes de aprovisionamiento, realizando estudios hidrológicos o geo hidrológicos para tener a la mano forma de ampliar el sistema. El aumento de la población y el ascenso de su nivel cultural y social hacen insuficiente en poco tiempo las obras proyectadas, pues las Fuentes actuales van haciéndose incapaces y es necesario utilizar las que están situadas a mayores distancias u otras cuyas aguas requieren tratamiento más elevado para hacerlas adecuadas para el consumo humano.

2.2.4. DEMANDA DE AGUA

Es la cantidad de agua potable que requiere una población para satisfacer sus necesidades. Se considera la población proyectada de una localidad, multiplicada por la dotación diaria:

$$Q_m = \frac{\text{Dotación LPPD} * \text{Población}}{86,400}$$

Donde:

Q_m = Caudal medio en Ips

2.2.5. CONSUMO

El consumo de agua está en función de una serie de factores inherentes a la propiedad o 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, pérdidas en el sistema, existencia de red de alcantarillados y otros factores

TIPOS DE CONSUMO

1. Doméstico: Descarga del excusado, aseo corporal, cocina, bebida, lavado de ropa, riego de jardines y patios, limpieza en general, lavado de automóviles, aire acondicionado.
2. Comercial: Tiendas, bares, restaurantes, estaciones de servicio.
3. Industrial: Agua como materia prima, agua consumida en procesamiento industrial, agua utilizada para congelación, agua necesaria para las instalaciones sanitarias, comedores, etc.
4. Público: Limpieza de vías públicas, riego de jardines públicos, Fuentes y bebederos, limpieza de la red de alcantarillados sanitarios y de galería de aguas pluviales, edificios públicos, piscinas públicas y recreo, combate contra incendios.
5. Especiales: Combate contra incendios, instalaciones deportivas, ferrocarriles y autobuses, puertos y aeropuertos, estaciones terminales de ómnibus.

PÉRDIDAS Y DESPERDICIOS

Pérdidas en el conducto, pérdidas en la depuración, pérdidas en la red de distribución, pérdidas domiciliarias, desperdicios.

2.2.6. DOTACIÓN DE AGUA

Es la cantidad de agua que se asigna por habitante o por conexión, el momento de efectuar el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado:

- Cuando es por habitante se asigna en Litros por persona por cada día= lppd (litros por persona diario)
- Cuando es por conexión, se asigna en litros o metros cúbicos cada mes por cada conexión = m³/conex/mes

2.2.7. DOTACIÓN SEGÚN EL RNE NORMA OS- 100

La dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas.

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

- Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m², las dotaciones serán de 120 l/hab/d en clima frío y de 150 l/hab/d en clima templado y cálido.

- Para sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión cisterna o piletas públicas, se considerará una dotación entre 30 y 50 l/hab/d respectivamente.
- Para habitaciones de tipo industrial, deberá determinarse de acuerdo al uso en el proceso industrial, debidamente sustentado.
- Para habilitaciones de tipo comercial se aplicará la Norma S.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones.

(Ministerio de viviendas, construcción y saneamiento, 2007)

2.2.8. DOTACIÓN EN LITROS POR PERSONA DIARIOS (LPPD)

El Ministerio de vivienda a través del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) establece la siguiente tabla para la dotación según la cantidad de habitantes:

Tabla N° 5 Dotación en litros por persona diarios (lppd).

POBLACIÓN	CLIMA FRIO	CLIMA TEMPLADO
De 2,000 a 10,000 hab	120	150
De 10,000 a 50,000 hab	150	200
Más de 50,000 hab	200	250

FUENTE: (Ministerio de Vivienda, 2012)

2.2.9. CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA PARA SISTEMAS CON CONEXIONES DOMICILIARIAS

La dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas.

Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificara su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de:

- 180 l/hab/d, en clima frío.
- 220 l/hab/d en clima templado y cálido.

(Ministerio de Vivienda, 2012)

2.2.10. PARA PROGRAMAS DE VIVIENDA

Con lotes de área menor o igual a 90 m², las dotaciones serán:

- 120 l/hab/d en clima frío.
- 150 l/hab/d en clima templado y cálido.

Tratándose de nuevas habilitaciones para viviendas deberá considerarse por lo menos una densidad de 6 hab/ vivienda.

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

Para habitaciones de tipo industrial, deberá determinarse de acuerdo al uso en el proceso industrial, debidamente sustentado.

Para habilitaciones de tipo comercial se aplicará la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones (Ministerio de Vivienda, 2012)

2.2.11. FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO

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



Independientemente que la población sea rural o urbana, se debe considerar el consumo doméstico, el industrial, el comercial, el público y el consumo por pérdidas. (Arocha R., 1980)

Las características económicas y sociales de una población pueden evidenciarse a través del tipo de vivienda, siendo importante la variación de consumo por el tipo y tamaño de la construcción. (Arocha R., 1980)

El consumo de agua varía también en función al clima, de acuerdo a la temperatura y a la distribución de las lluvias; mientras que el consumo per cápita, varía en relación directa al tamaño de la comunidad (Arocha R., 1980)

2.2.12. PERIODO DE DISEÑO

En la determinación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema, intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente viable. Por lo tanto el periodo de diseño puede definirse como el tiempo en el cual el sistema será 100% eficiente, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la existencia física de las instalaciones.

Para determinar el periodo de diseño se consideran factores como: durabilidad o vida útil de las instalaciones, factibilidad de construcción y posibilidades de ampliación o sustitución, tendencias de crecimiento de la población y posibilidades de financiamiento.

2.2.13. VARIACIONES DE CONSUMO

En los abastecimientos por conexiones domiciliarias, los coeficientes de las variaciones de consumo referidos al promedio diario anual de la demanda,

deberán ser fijados en base al análisis de información estadística comprobada; de lo contrario se podrán considerar los siguientes coeficientes:

- Máximo anual de la demanda diaria: 1,3
 - Máximo anual de la demanda horaria: 1,8 a 2,5
- (Ministerio de viviendas, construcción y saneamiento, 2007)

Para que un sistema de abastecimiento sea eficiente, es necesario que cada parte del sistema funcione adecuadamente, y con capacidad de atender las variaciones a las que éste es requerido:

- Variaciones Estacionales
- Variaciones Mensuales
- Variaciones Diarias
- Variaciones Horarias
- Consumo Promedio 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 (V_s) y se determina mediante la siguiente relación:

$$Q_m = \frac{P_f \times \text{Dotación}(d)}{86400 \text{ s/día}}$$

Donde:

$$Q_m = \text{Consumo promedio diario (l/s)}$$

$$P_f = \text{Población futura (hab)}$$

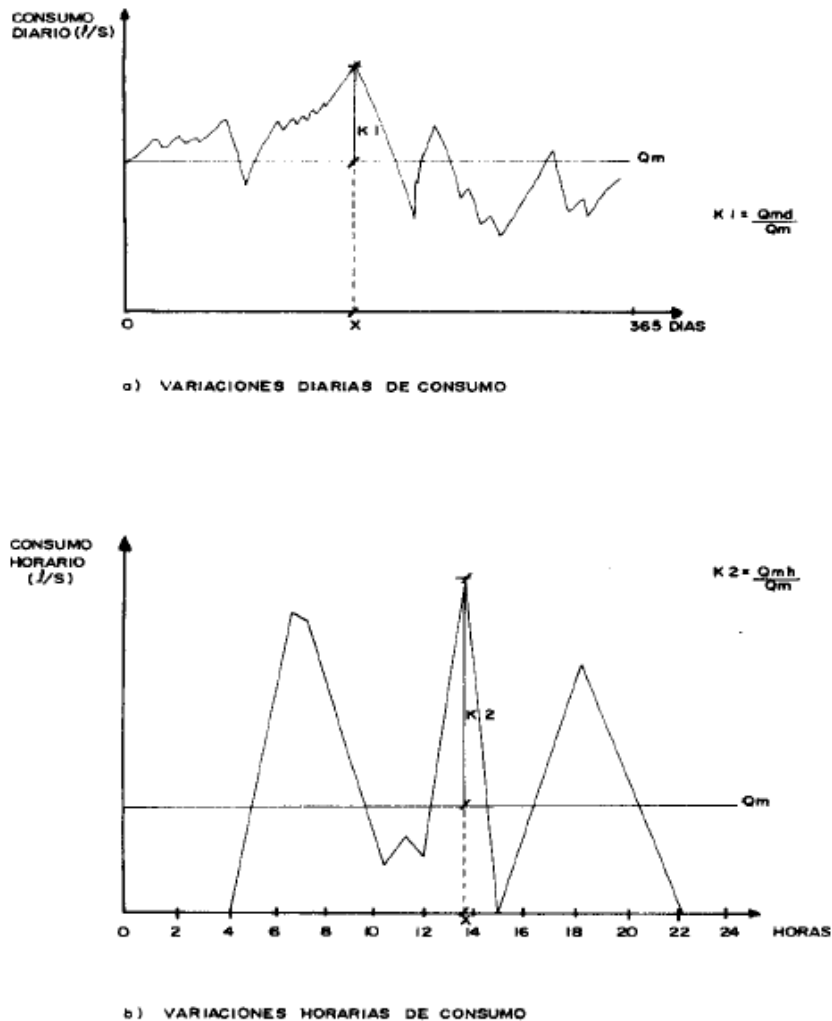
$$d = \text{Dotación (l/hab/día)}$$



2.2.14. CONSUMO MÁXIMO DIARIO Y CONSUMO MÁXIMO HORARIO

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

Figura N° 4 Consumo máximo diario y horario



FUENTE: (Pittman, 1870)

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

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

Consumo máximo diario (Qmd), es el día de mayor consumo en una serie de registros observados durante un año.

$$Qmd = K1 \times Qm.$$

Consumo máximo horario (Qmh), Es la hora de máximo consumo del día de máximo consumo.

$$Qmh = K2 \times Qm.$$

Para el diseño, en los abastecimientos por conexiones domiciliarias, los coeficientes de las variaciones de consumo, referidos al promedio diario anual de la demanda, deberán ser fijados en base al análisis de información estadística comprobada.

De lo contrario se podrán considerar los siguientes coeficientes:

Máximo anual de la demanda diaria: 1,3

Máximo anual de la demanda horaria: 1,8 a 2,5

Como referencia: el RNE, establecía

Máximo anual de la demanda diaria: 1.2 -1.5 K1

(Ministerio de viviendas, construcción y saneamiento, 2007)

Recomendable K= 1.3

Máximo anual de la demanda horaria: K2

POBLACIÓN

De 2,000 a 10,000 hab k2= 2.5

Mayores a 10,000 hab K2= 1.8

2.2.15. CAUDAL PROMEDIO

El caudal promedio diario anual (Qp) es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo Promedio. Este caudal estará en función de la población de diseño y la dotación.

Se considera la población proyectada de una localidad, multiplicada por la dotación diaria:

$$Q_m = \frac{\text{Dotación (lppd)} * \text{Población}}{86400(\text{seg})}$$

Donde:

Q_m = Caudal medio en lps

2.2.16. CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO DIARIO

El factor máximo diario (K_1), es la relación entre el consumo máximo diario y el consumo promedio diario anual.

$$Q_{md} = Q_m * K_1$$

Q_{md} = Caudal Máximo diario

K_1 = Factor Máximo Diario

2.2.17. CALCULO DEL CAUDAL MÁXIMO HORARIO

El coeficiente de variación horaria (K_2), es la relación entre el consumo máximo horario y el consumo promedio diario anual.

$$Q_{mh} = Q_m * K_2$$

Q_{mh} = Caudal Máximo horario

K_2 = Factor Máximo Horario

2.2.18. DEMANDA CONTRA INCENDIO

a) Para habilitaciones urbanas en poblaciones menores de 10,000 habitantes, no se considera obligatorio demanda contra incendio.



b) Para habilitaciones en poblaciones mayores de 10,000 habitantes, deberá adoptarse el siguiente criterio:

- El caudal necesario para demanda contra incendio, podrá estar incluido en el caudal; debiendo considerarse para las tuberías donde se ubiquen hidrantes, los siguientes caudales mínimos:
- Para áreas destinadas a viviendas: 15 l/s. (Ministerio de Vivienda, 2012)
- Para áreas de usos comerciales e industrial: 30 l/s. (Ministerio de Vivienda, 2012)

2.2.19. LIMITACIONES DEL CÁLCULO DE DEMANDA PER CÁPITA

- El método de la dotación per cápita, no considera las variaciones de consumo por actividad.
- A pesar de tener clima igual dos ciudades nunca tienen el mismo consumo por conexión, depende del grado de desarrollo de la urbe.
- Normalmente se omite en incrementar a la demanda, el porcentaje de pérdidas.
- El método anterior no considera los temas referidos a control operacional.

2.2.20. GESTIÓN DE LA DEMANDA.

- Por estas consideraciones en poblaciones significativas (mayores a 10,000 conexiones), se recomienda realizar el cálculo de la demanda, por el método del consumo por conexión.
- Para ello es necesario, realizar estudios de mercado sobre la base de los registros de consumo en estas localidades, para ello es necesario determinar el tipo de conexión:
 - Industrial
 - Comercial
 - Estatal



- Domestico
 - Determinar el consumo (Con Micro medición, Sin micro medición)
 - Determinar el Porcentaje de Perdidas:
 - Comerciales (aparentes)
 - Operativas o físicas:
 - Proyectar el Número de Conexiones
 - Proyectar el porcentaje de Micro medición
 - Proyectar la Cobertura



CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3. 1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Cuantitativa

Ya que relaciona los parámetros evaluados de manera numérica y establece que los resultados están en función a parámetros cuantificables y medibles utilizando las herramientas y conocimientos que proporciona la Ingeniería Civil.

3.1.2. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

Descriptivo – Correlacional

Es descriptivo, puesto que se observa el parámetro hidráulico que es el consumo máximo diario y máximo horario de la población de la ciudad del Cusco.

Es correlacional, ya que relaciona todos los parámetros y variables para la solución de éste problema.

3.1.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Hipotético deductivo.

Debido a que a través de observaciones se planea un problema el cual remite a una teoría para formular una hipótesis y a su vez en un razonamiento deductivo.

3. 2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

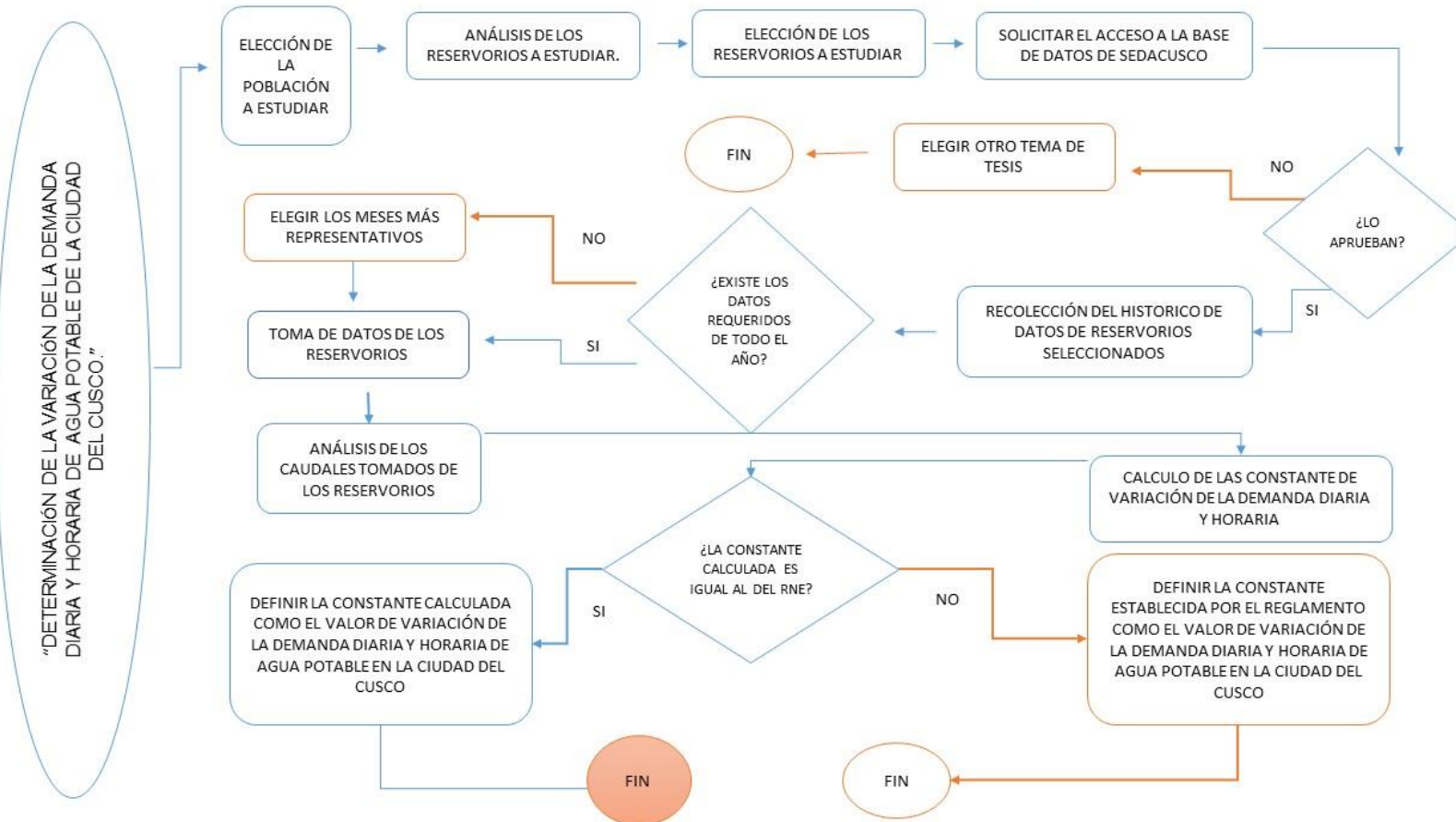
3.2.1. DISEÑO METODOLÓGICO

Diseño no experimental.

Este nuevo valor se calculará sin alterar ninguna variable en el proceso de toma de datos y evaluación del sistema, dichos datos serán tomados tal cual se muestran en el sistema de abastecimiento actual.

3.2.2. DISEÑO DE INGENIERÍA

Figura N° 5 Flujograma del diseño de ingeniería.



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA.

3. 3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. POBLACIÓN

3.3.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

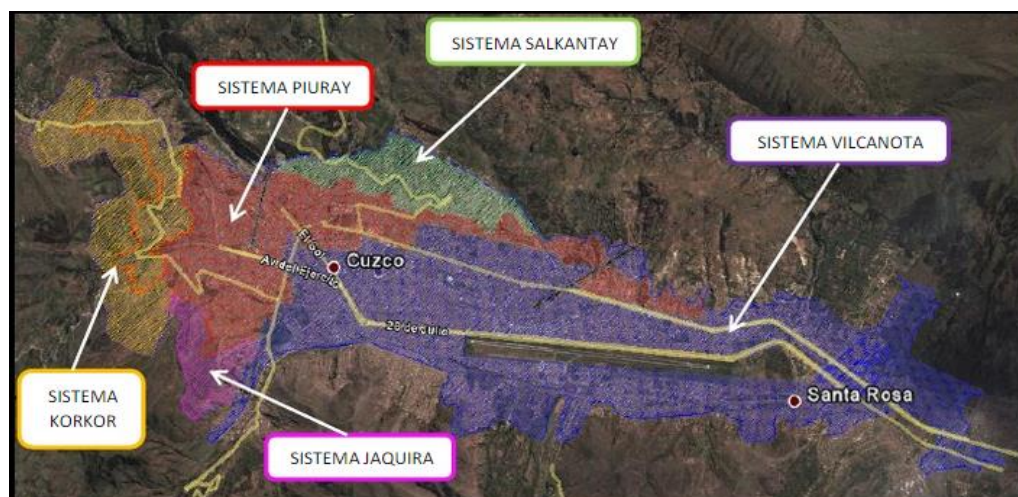
La población a estudiar son los sistemas de abastecimiento de agua en la ciudad del Cusco está conformada por cinco sistemas de abastecimiento:

1. Sistema Vilcanota.
2. Sistema Piuray.
3. Sistema Salkantay.
4. Sistema Kor Kor.
5. Sistema Jaquira.

Estos cinco sistemas pertenecen a la EPS SEDA CUSCO, los cuales abastecen aproximadamente a toda la población de la ciudad del Cusco.

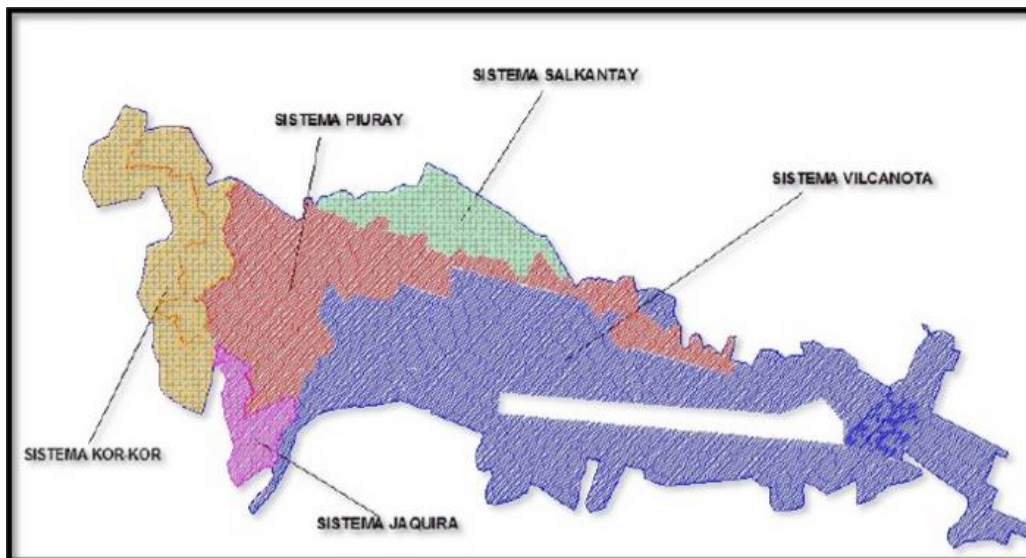
Según el censo del INEI de junio del 2012 la población del Cusco es de 442,629 habitantes, con una tasa de crecimiento del 2% ((INEI), 2012). A los cuales se les suministra de agua a través de los cinco sistemas distribuidos de la siguiente manera según las figuras mostradas a continuación.

Figura N° 6 Sistemas de abastecimiento en la ciudad del Cusco



FUENTE: GOOGLE EARTH

Figura N° 7 Sistemas de abastecimiento en la ciudad del Cusco



FUENTE: GOOGLE EARTH

Nuestros cinco sistemas de abastecimiento principales se describen de la siguiente forma:

3.3.1.1. SISTEMA PIURAY

La laguna Piuray se encuentra ubicada en el distrito de Chinchero, provincia de Urubamba; la captación se realiza mediante toma directa de agua en el nivel 3.691,70 msnm; en épocas de estiaje, la extracción del agua se realiza por bombeo mediante una estación equipada con dos motores eléctricos y dos bombas centrifugas, desde el año 2009 la extracción es íntegramente por gravedad, por tener niveles adecuados de almacenamiento.

La Capacidad de producción de la laguna Piuray es de 280 litros/seg. Sin contar con los tributarios que a lo largo de la línea de conducción en temporada de lluvias incrementan su caudal, superando los 300 litros/seg., entre las que tenemos la captación de Chaullamarca, la captación de Cuncunya-Ñahuinpujio, Fortaleza Nueva, y recibe también parte de la producción de Kor Kor. (SEDACUSCO, 2014, pág. 8)

Fotografía N° 2 Estación de bombeo flotante – Laguna Piuray



Fuente: (SEDACUSCO, 2014)

El agua es transportada hasta la Planta de Tratamiento de Agua de Santa Ana mediante una línea de conducción que se inicia en la caja de reunión de la captación de Piuray; la misma que está situada a una cota de 3.690,90 m.s.n.m. y tiene una longitud total de 15.805 m. (SEDACUSCO, 2014)

3.3.1.2. SISTEMA VILCANOTA

Se encuentra ubicado a orillas del río Vilcanota a 3.083 msnm, en el sector denominado Piñipampa, perteneciente a las comunidades campesinas de Secsencalla y Querohuasi del distrito de Andahuaylillas. Consta de cuatro pozos, que permiten extraer el agua de un acuífero a 65 m. de profundidad, mediante sistemas de bombeo de 112Kw (150 HP) de potencia y de 220 lps. De capacidad. El agua extraída tiene niveles de turbiedad que no necesita ninguna otra operación más que el proceso de desinfección, para eliminar cualquier presencia de microorganismos patógenos que sean nocivos a la salud de los consumidores. En la actualidad se registra una producción promedio de 275 lps para ello se bombea un promedio de 17 horas diarias, tiempo que permite abastecer de agua con una continuidad de servicio de 23 horas al día. (SEDACUSCO, 2014)

Fotografía N° 3 Sistema Vilcanota



Fuente: (SEDACUSCO, 2014).

En un primer tramo el agua es bombeada desde la captación de Piñipampa, hasta la estación de bombeo EB2 de Rumicolca, ubicada a una altitud de 3,103.39 msnm. y a 3.5 km de distancia de Piñipampa, en esta estación se cuenta con una cisterna de regulación de 150 m³ de capacidad, donde se realiza la pre-cloración del agua utilizando una dosis de 2.8 lbs/hora hasta obtener un cloro residual de 0.3 mg/l. Esta estación está equipada con dos bombas de 960 KW de potencia (1,200 HP) cada una, mediante las cuales se bombea el agua en una segunda etapa, hasta la estación EB3 de Qollana. (SEDACUSCO, 2014)

Fotografía N° 4 Estación de Bombeo de Rumicolca



Fuente: (SEDACUSCO, 2014)

La estación de bombeo EB3 de Qollana está ubicada en el distrito de San Jerónimo a 3,223.36 msnm a una distancia de 21.0 Km., cuenta con dos bombas de 960 kW de potencia (1,200 HP) y una cisterna de regulación de 1,073 m³ de capacidad donde se almacena el agua que llega de Rumicolca, en esta se realiza la desinfección del agua, para cuyo efecto cuenta con un sistema automatizado de dosificación de cloro, posee una sala de Cloración en los que están instalados en serie los cilindros de cloro gas de 907 Kg. de capacidad con un peso bruto de 1600 Kg., la dosis aplicada en esta etapa es de 1.4lbs/h, de esta estación el agua, es bombeada al reservorio R-12 Larapa, en el distrito de San Jerónimo a 3,425 msnm a una distancia de 4.2 km. (SEDACUSCO, 2014)

Fotografía N° 5 Estación de Bombeo de Qollana



Fuente: (SEDACUSCO, 2014)a.

Fotografía N° 6 Estación de Bombeo de Qollana



Fuente: TOMA PROPIA.

3.3.1.3. SISTEMA KOR KOR

El sistema Kor Kor está constituido por 5 Fuentes subterráneas (manantes), su producción es de 40 lps en periodo de estío, incrementándose hasta 90 lps en temporada lluviosa. Las captaciones constan básicamente de galerías con diferentes técnicas de recolección, que se encuentran a 3.986,80 m.s.n.m., está conformada por canales interceptados y tuberías cribadas de 75, 100 y 150 mm de diámetro, instaladas a una profundidad promedio de 4 m. y tienen una longitud total de 320 m. Cada Fuente está provista de cámaras de inspección. (SEDACUSCO, 2014)

Fotografía N° 7 Captación subterránea Kor Kor



Fuente: (SEDACUSCO, 2014)

El agua es conducida mediante una línea de conducción que consta de dos secciones principales, la primera corresponde desde los manantes Kor Kor, hasta la cámara rompe presión de Ollucopampa, tiene una longitud de 6.930 metros, es de tubería de concreto reforzado de 200 y 250 mm de diámetro, en este recorrido recibe los aportes de otros manantiales (Kor Kor 1, 2 y 3, Hatunpampa, Vaqueria, Fortaleza Antigua y Challhuachayoc). La segunda sección parte de la cámara de Ollucopampa, a partir del cual se divide en 4 derivaciones: la primera conduce hasta el Reservorio de Independencia, dos derivaciones hacia los Reservorios de Villa María y El Arco, y la cuarta se deriva hacia el reservorio de Hatunhuaylla. (SEDACUSCO, 2014)

Las aguas provenientes de este sistema, por la calidad, requieren únicamente desinfección, procesos que se realizan tanto en el reservorio El Arco, y en el reservorio de Hatunhuaylla, para este fin se cuenta en cada reservorio, con

un sistema de desinfección en base a cloro líquido por inyección al vacío, aprovechando el vacío producido por la alta presión en la aductora, evitando el uso de electrobombas. (SEDACUSCO, 2014)

3.3.1.4. SISTEMA JAQUIRA

Está conformado por una Fuente superficial y un manante, denominados Jatun Sirenayoc y Juchuy Sirenayoc, ubicadas entre las comunidades de Huamancharpa y Jaquira del Distrito de Santiago, consta de dos estructuras de captación tipo ladera en el nivel 3770.70 msnm con aletas de encausamiento y una capa de material filtrante antes de la cámara húmeda, separadas por una pantalla con orificios de 50 mm de diámetro. En la cara opuesta a esta pantalla se ubica la tubería de salida de 100 mm de diámetro provista de una válvula de control y en una cara lateral de la cámara húmeda se dispone una tubería de 100 mm de diámetro para efectos de rebose. (SEDACUSCO, 2014)

Fotografía N° 8 Reservorio Jaquira



Fuente: (SEDACUSCO, 2014)

La oferta de los manantes de Jaquira es de 7 lps. En época de estiaje, alcanzando a 13 lps. en temporada de lluvias. De la caja de reunión de la captación que se encuentra a 3.770,30 msnm sale una línea de conducción de agua cruda hasta la planta de tratamiento de agua potable de Jaquira, ubicada a una altitud de 3.577,80 msnm. La línea, está constituida por

tuberías de asbesto de cemento de 6, 4 y 3 pulgadas de diámetro y tiene una longitud total de 5,375 m. Para el tratamiento del agua, se cuenta la Planta Jaquira, que fue incorporado al sistema de producción de agua potable de la ciudad del Cusco, en agosto de 1995, cuenta con 3 filtros verticales a presión, tiene una capacidad de tratamiento de 20 litros por segundo, es de patente DEGREMONT (Francesa) y trata las aguas provenientes de las Fuentes del sector de Jaquira y Huamancharpa. Cuenta con un sistema de desinfección de inyección al vacío de 25 lb/ 24 hrs. de capacidad, accionado por un pequeño motor de 1.5 HP, cuenta también con equipamiento y dispositivos para poder operar por inyección directa en casos de emergencia. (SEDACUSCO, 2014)

3.3.1.5. SISTEMA SALKANTAY

Está conformado por una galería filtrante de roca fracturada denominada Salkantay, de 200 m de longitud, con una sección de 2x2x200 m. protegida por parantes de madera rollizo para evitar deslizamientos y una Fuente subterránea denominada Condorsenqa, que consiste en una galería de infiltración trapezoidal de 0.80 m de base menor y 1.20 m de base mayor, con 1.50 m de altura, así como por tuberías cribadas de 200 y 250 mm de diámetro de concreto simple sobre material granular graduado. La capacidad de producción conjunta de este sistema registra una producción promedio anual del orden de 17 lps.

Las tuberías de salida tanto de la galería, como de Condorsenqa, se juntan en una cámara de reunión, desde donde se conduce el agua hasta el Reservoirio de Tambillo.

La línea de conducción se inicia en la caja de reunión que tiene una cota de salida de 3,905.30 msnm hasta su ingreso al reservorio de Tambillo con una cota de llegada de 3.641,00 msnm, está conformada por tubería de asbesto de cemento, de Ø 6" y tiene una longitud total de 5,705.00 m. El agua captada del sistema Salkantay, también es muy buena y como tratamiento requiere únicamente la desinfección, la que se efectúa en el reservorio de Tambillo, a

través de un sistemas de inyección directa, para cuyo fin se cuenta con clorado de 50 lbs/24 hrs, que aprovecha la presión de agua de la línea de conducción. (QC, 2013)

3.3.1.2. CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN

3.3.1.2.1. RESERVORIOS

Para el almacenamiento de agua potable se cuenta con reservorios principales que son instalaciones que acopian el agua proveniente directamente de las plantas de tratamiento o de las captaciones según sea el caso, luego se tiene un grupo de reservorios secundarios o menores que reciben el agua de los reservorios principales y alimentan a las redes de distribución, la capacidad total de almacenamiento es de 27,451 m³.

Todos los reservorios están implementados con válvulas de control de nivel y macro medidores de flujo, así mismo cuentan con cercos perimétricos, guardianías, caseta de válvulas, e iluminación, para la operación de los reservorios. (SEDACUSCO, 2014)

Fotografía N° 9 Reservorios



Fuente: TOMA PROPIA



3.3.2. MUESTRA

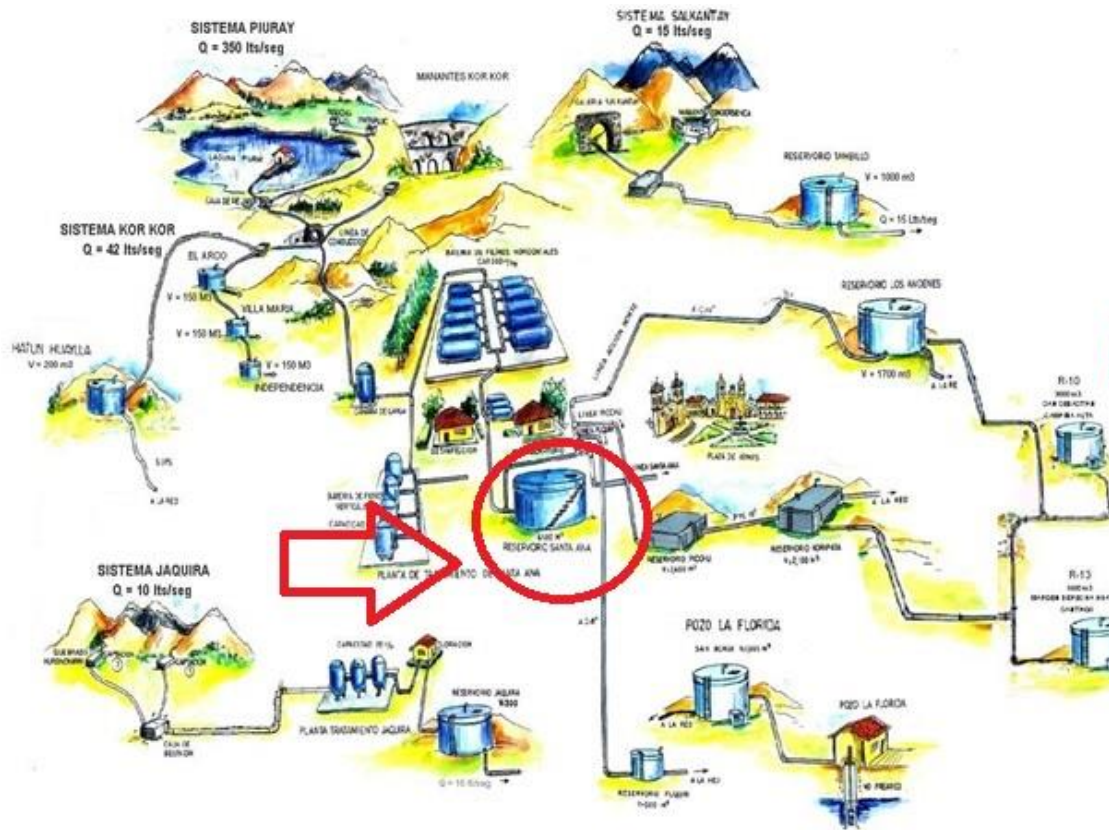
3.3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Se tomarán los reservorios principales de cada sistema, estos deben tener una toma de datos de las 24 horas durante por lo menos cuatro meses que estén distanciados equitativamente de tal manera que represente a cada estación del año.

Ésta muestra debe cumplir con ciertos requisitos como tener una mayor continuidad en la toma de datos y que representen a un mes de cada estación como mínimo. De esta selección se tomaron los reservorios:

- R3 (Reservorio Santa Ana)
- R12 (Reservorio Larapa)

Figura N° 8 Reservorios seleccionados como muestra



Fuente: (SEDACUSCO, 2014)

3.3.2.2. CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Se eligieron los reservorios que representan a los dos sistemas de abastecimiento de agua potables los cuales abastecen a la mayor parte de la ciudad del Cusco los cuales son el sistema Piuray y el sistema Vilcanota. La muestra está representada por los reservorios:

Tabla N° 6 Muestra representativa

SISTEMA	RESERVORIO REPRESENTATIVO
SISTEMA PIURAY	SANTA ANA
SISTEMA VILCANOTA	R-12

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El sistema Piuray tiene como reservorio principal al reservorio de Santa Ana el cual se deriva a cuatro líneas y un reservorio de la planta auxiliar los cuales son:

1. Línea Norte.
2. Picchu.
3. Puquin.
4. Santa Ana.
5. Reservorio Auxiliar.

3.3.2.3. MÉTODO DE MUESTREO

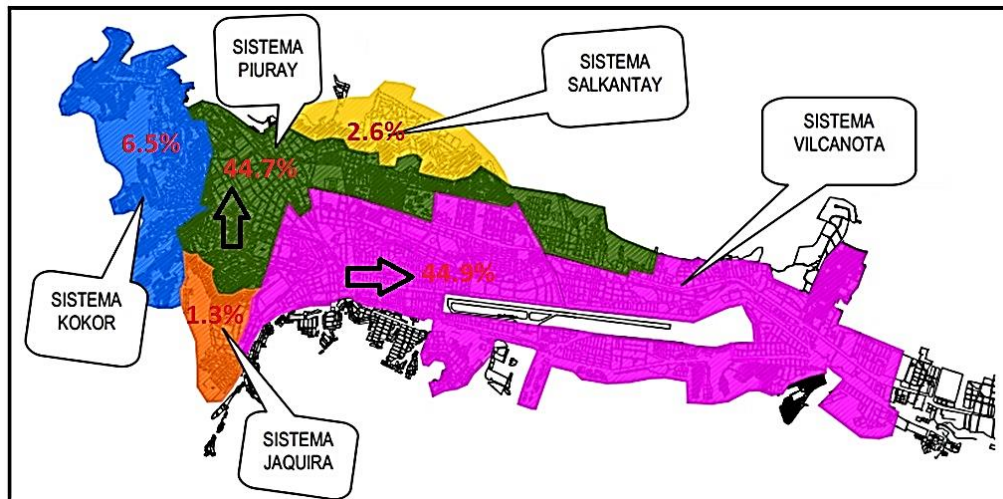
El método de muestreo usado para esta investigación es el muestreo no probabilístico ya que tomamos ciertos criterios de inclusión y exclusión detallado en el siguiente ítem, que en resumen se toman los reservorios que abastecen al mayor porcentaje de la ciudad del Cusco, se considera también los meses que tienen una mayor cantidad de toma de datos y de igual forma para que esto represente a un año se debe considerar meses que por lo menos representen a una estación del año y estén tomados en un tiempo equidistante para que no representen a una misma estación.

Dado que se tiene una población que son los sistemas de abastecimiento los cuales cuentan con reservorios interconectados; deduciendo así los sistemas que abastecen a la mayor parte de la ciudad del Cusco, y de la misma forma los reservorios más representativos de cada sistema.

3.3.2.4. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE MUESTRA

Primero, se identificó los sistemas que abastecen a la ciudad del Cusco y su influencia.

Figura N° 9 Zonas de distribución de agua en la Ciudad de Cusco por Fuente de abastecimiento



FUENTE: (SEDACUSCO, 2014)

Los sistemas que abastecen a la mayor parte de la ciudad del Cusco, son los Sistemas Piuray y Vilcanota los cuales en conjunto abastecen al 89.6% así que son los más indicados para una muestra representativa.

Posteriormente se evaluó de las fichas técnicas de cada reservorio que los representa los meses que tuviesen la mayor cantidad de toma de datos y se comparó con los meses marzo, junio, septiembre y diciembre que fueron considerados como más representativos de cada estación.

Luego se procesan los datos en una hoja Excel transformando los niveles a volúmenes con el área, y a las unidades correspondientes una vez obtenidos se procede al cálculo de los factores de demanda diaria y horaria en la ciudad del Cusco.

3.3.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Se consideraron los reservorios de los sistemas de abastecimiento con el mayor porcentaje de población servida.
- Se tomó el reservorio principal de cada sistema con las líneas de cada una de ellas.
- Para los meses representativos se tomaron en cuenta un mes de cada estación.



- Se consideró los meses marzo, junio, septiembre y diciembre como los más representativos para el análisis de datos ya que representan cada uno a una estación del año
- Se consideró a un mes representativo de cada estación que sean equidistante uno del otro y de igual forma se tuviese el registro de la mayor cantidad de datos tomados en campo.

3. 4. INSTRUMENTOS

3.4.1. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS O INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1.1. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS

3.4.1.1.1. FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

En cada reservorio principal se tiene un control de caudal de salida y de ingreso por medio de fichas de recolección de datos, que es llenado diariamente en el cual se registran dichos datos cada hora, como se ve en la imagen. Estos registros fueron de mucha ayuda en el proceso de recolección de datos.

Fotografía N° 10 Ficha técnica para toma diaria de datos en R3

CONTROL DE CAUDAL DE SALIDAD DE AGUA POTABLE
 FECHA: 03-06-2011

HORA	R. PICCHU	R. PUQUIN	SANTA ANA	LINEA NORTE	PLANTA AUX
1	923019.60	263115.111	50868.37	271625.71	225.07
2	923264.86	263121.90	50874.05	271710.61	225.32
3	923556.08	263139.89	50887.19	271810.02	225.61
4	923915.60	263171.64	50900.25	271948.25	225.85
5	924623.47	263391.20	50914.69	272529.89	226.05
6	925187.64	263566.24	50927.42	273468.23	226.25
7	925633.55	263707.22	50949.34	274010.25	226.45
8	926349.62	263935.32	50992.44	274941.22	226.68
9	926946.02	264132.49	51038.00	275238.44	226.92
10	927547.34	264331.54	51080.03	276541.09	227.14
11	927927.41	264529.60	51131.24	277535.17	227.43
12	928556.37	264686.57	51173.50	278234.33	227.67
13	929269.63	264847.89	51204.23	278969.28	228.91
14	929448.77	265120.78	51232.43	279514.49	228.17
15	929805.73	265279.39	51265.00	280256.94	228.43
16	930378.61	265491.83	51300.97	280994.74	228.67
17	930870.98	265672.20	51333.11	281137.10	228.92
18	931377.69	265892.05	51364.29	281816.60	229.12
19	931783.94	266128.08	51389.08	282312.19	229.35
20	932186.03	266252.18	51407.91	282862.47	229.63
21	932414.53	266276.49	51499.31	284523.90	229.87
22	932852.19	266276.49	51431.82	284535.13	230.14
23	933158.69	266276.49	51439.13	284544.31	230.36
24	933636.08	266276.49	51440.78	284546.60	230.63

CONTROLADO POR

TURNO DE 06:00 A 14:00 HORAS	Sayrao Buelto
TURNO DE 14:00 A 22:00 HORAS	Sayrao Noe Guillan Goza
TURNO DE 22:00 A 06:00 HORAS	Alfonso Alvarado

OBSERVACIONES

FUENTE: EPS SEDA CUSCO

Se recreó una ficha similar para realizar el seguimiento de la toma de datos y un control tomando en cuenta las fechas versus las horas de cada línea.



Figura N° 10 Modelo de ficha de recolección de datos

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																															
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																															
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL														TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ																	
AÑO DE REGISTRO : 2014														RESERVOIRIO: SANTA ANA (R3)																	
UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS)																															
Día/Mes	1/12	2/12	3/12	4/12	5/12	6/12	7/12	8/12	9/12	10/12	11/12	12/12	13/12	14/12	15/12	16/12	17/12	18/12	19/12	20/12	21/12	22/12	23/12	24/12	25/12	26/12	27/12	28/12	29/12	30/12	31/12
Día - Sem	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié
1:00																															
2:00																															
3:00																															
4:00																															
5:00																															
6:00																															
7:00																															
8:00																															
9:00																															
10:00																															
11:00																															
12:00																															
13:00																															
14:00																															
15:00																															
16:00																															
17:00																															
18:00																															
19:00																															
20:00																															
21:00																															
22:00																															
23:00																															
0:00																															

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA



Figura N° 11 Modelo de Ficha de recolección de caudales por año Sistema Piuray y Sistema Vilcanota

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL						TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ						
AÑO DE REGISTRO : 2007						UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)						
SISTEMA PIURAY												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario												
Caudal Promedio												
k1 mensual												

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA.

Se adjuntan todas las fichas de medición en el ítem de Anexos.

3.4.2. INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA

3.4.2.1. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN HIDRÁULICA

Cada sistema cuenta con macro medidores, dichos elementos poseen medidores de tipo ultrasonido digital en la entrada al reservorio principal de cada sistema y para cada línea de salida en cada reservorio, en los reservorios principales se tiene válvulas de control de nivel para contrastar los caudales diarios.

Fotografía N° 11 Macro medidores con medidores de ultrasonido digitales del Sistema Vilcanota



FUENTE: TOMA PROPIA

Fotografía N° 12 Macro medidores con medidores de ultrasonido digitales del Sistema Piuray



FUENTE: TOMA PROPIA

3. 5. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. EQUIPOS USADOS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Se tomaron los datos directamente de los caudalímetros digitales ubicados en las salidas de cada reservorio de los macro medidores en cada Sistema. Es necesario mencionar que para cada sistema se lleva un control y un llenado manual de fichas de recolección a cada hora para cada el cálculo del k_2 a mano, por lo tanto es necesario realizar una revisión de los datos tomados por medio de una comparación de consumo de acuerdo a la tendencia de los consumos registrados.

Y para el cálculo del k_1 se solicitó al área de Producción de SEDACUSCO el caudal promedio que ingresa a los reservorios desde que se tiene dicho registro que es el año 2007 en los anuarios de SEDACUSCO, en el cual se reporta el resumen mensual de los principales acontecimiento y resúmenes mensuales de los servicios que brinda la EPS.

3.5.2. PROCEDIMIENTO

Para poder tener acceso a los reservorios seleccionados, los formatos físicos y otras informaciones relevantes se desarrolló el siguiente procedimiento:

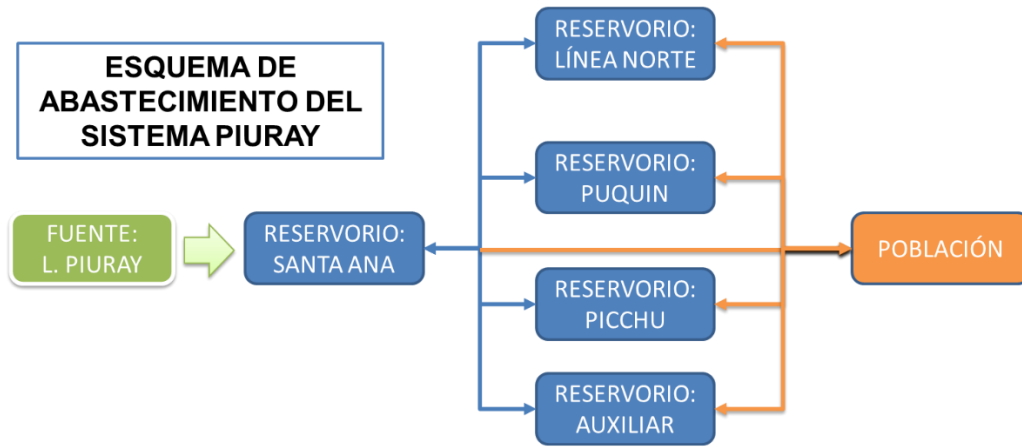
1. Coordinaciones preliminares: La Universidad Andina del Cusco emitió una carta de presentación, y se elaboró una solicitud de acceso a la base de datos.
2. Visitas de campo.
3. Verificación in situ del procedimiento.
4. Transcripción de datos de campo.
5. Selección de meses representativos
6. Análisis de datos para los cálculos respectivos.

Fotografía N° 13 Ubicación del reservorio R3



FUENTE: Google Earth

Figura N° 12 Esquema de Abastecimiento del Sistema Piuray



Fuente: Elaboración Propia

Fotografía N° 14 Ficha técnica para toma diaria de datos en R3

FIAP SANTA ANA

CONTROL DE CAUDAL DE SALIDA DE AGUA POTABLE

FECHA: 02 DICIEMBRE 2014

HORA	LINEA NORTE	R. PICCHU	R. PUQUIN	SANTA ANA	PLANTA AUXILIAR	
					LPS	TOTALIZADOR
1	2595.49	1538.99	770374.92	163656.86	51.966	276494.1
2	2596.63	1539.25	771182.05	163664.82	52.645	276683.7
3	2597.45	1539.70	771403.98	163670.21	65.195	276839.6
4	2598.34	1540.21	771639.54	163676.06	69.151	277045.2
5	2599.40	1540.53	771932.16	163683.76	59.396	277258.5
6	2600.04	1540.93	772098.02	163691.70	55.094	277365.4
7	2601.47	1541.89	772481.86	163742.38	39.008	277583.0
8	2602.26	1542.35	772696.58	163775.21	57.228	277736.2
9	2603.15	1542.85	772933.03	163814.30	51.945	277795.3
10	2604.06	1543.42	773177.49	163852.48	59.559	277874.4
11	2605.17	1544.09	773799.58	163899.34	55.639	277992.5
12	2606.13	1544.65	774307.57	163937.90	55.585	278018.9
13	2606.97	1544.97	774458.00	163968.36	41.217	278072.6
14	2607.44	1545.20	774638.14	163998.68	44.865	278231.3
15	2607.82	1545.42	774826.18	164031.13	42.571	278401.3
16	2608.27	1545.65	775040.71	164065.62	43.144	278604.4
17	2609.18	1545.85	775103.77	164086.03	42.080	278726.0
18	2610.47	1546.34	775131.77	164113.72	46.751	278737.8
19	2611.63	1546.73	775139.92	164132.64	34.850	278781.7
20	2612.69	1547.01	775143.60	164163.65	58.778	278891.2
21	2613.10	1547.27	775151.93	164172.59	56.379	279014.7
22	2613.18	1547.51	775164.29	164189.12	54.763	279237.9
23	2613.25	1547.83	775172.33	164218.12	60.823	279460.1
24	2613.30	1548.30	775172.33	164235.49	57.896	279720.4

CONTROLADO POR:

Turno de 06:00 a 14:00 horas	Alexander Alvarado
Turno de 14:00 a 22:00 horas	Ernesto Alvarado
Turno de 22:00 a 06:00 horas	JOSE A. HUANACO B.

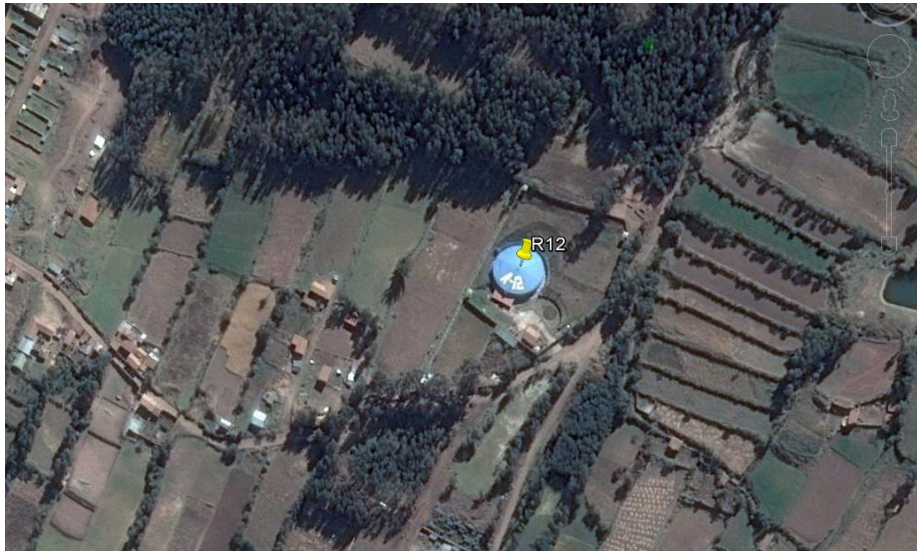
OBSERVACIONES:

VoBo Supervisión

FUENTE: EPS SEDA CUSCO

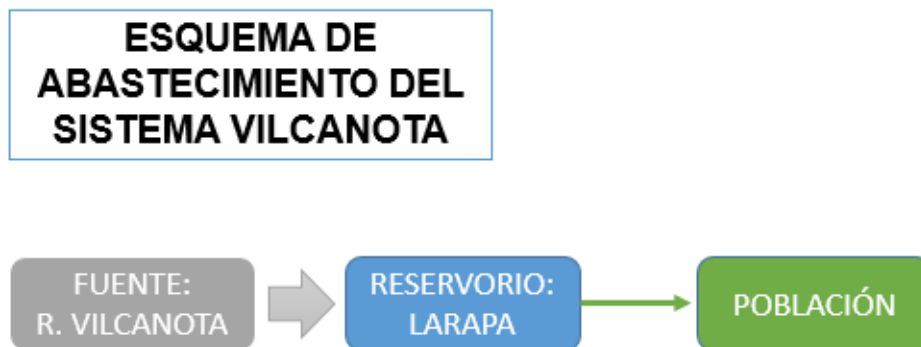
Para el sistema Vilcanota; el reservorio representativo es el R12, el cual está ubicado en el APV Pícol. El procedimiento de obtención de datos fue similar al descrito anteriormente; ya que la toma de datos fue de un caudalímetro de forma manual y diaria ubicada en el mismo reservorio.

Fotografía N° 15 Ubicación del reservorio R12



FUENTE: Google Earth

Figura N° 13 Esquema de Abastecimiento del Sistema Vilcanota



Fuente: Elaboración Propia

Se tomaron los meses más representativos por estación; éstos fueron elegidos por la cantidad de datos registrados de cada sistema, así como verificar que éstos meses estén equidistantes el uno del otro y representen por lo menos a una estación del año cada uno, para ello se recopilamos todos los CAUDALES posibles de cada reservorio de los sistemas elegidos, y de igual manera se ordenaron y se verificó cuales tenían la mayor continuidad



en la toma de datos para el cálculo del coeficiente de variación horaria k_2 , y se seleccionó los siguientes meses:

1. Marzo
2. Junio
3. Septiembre
4. Diciembre

Y para los valores de los caudales promedios anuales desde el 2007 se obtuvieron de la oficina de operaciones para el cálculo del coeficiente de variación diaria k_1 .

3.5.3. TOMA DE DATOS

En el proceso de recolección de datos se obtuvo los siguientes valores para el Sistema Vilcanota y el Sistema Piuray:



3.5.3.1. EJEMPLO DE REGISTRO DE TOMA DE DATOS DEL CAUDAL HORARIO EN EL RESERVORIO DE LARAPA EN EL MES DE MARZO DEL 2014

Figura N° 14 Registro de datos de caudal horario en el Reservoirio de Larapa en el mes de marzo del 2014

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																															
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																															
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL														TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ																	
AÑO DE REGISTRO : 2014														UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS)																	
RESERVORIO: LARAPA (R12)																															
Día/Mes	1/03	2/03	3/03	4/03	5/03	6/03	7/03	8/03	9/03	10/03	11/03	12/03	13/03	14/03	15/03	16/03	17/03	18/03	19/03	20/03	21/03	22/03	23/03	24/03	25/03	26/03	27/03	28/03	29/03	30/03	31/03
Día - Sem	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun
1:00	1544,00		529,00	1528,00	2276,00	2100,00	1705,00	1327,00	2046,00	1780,00	1968,00	2278,00	705,00	1705,00	1806,00	1856,00	1780,00	1848,00	2184,00	646,00	1890,00	546,00	1814,00	2184,00	504,00	1780,00	1806,00	588,00	1965,00	2074,00	2100,00
2:00	1100,00		2469,00	1108,00	2032,00	1755,00	1411,00	1386,00	1647,00	1108,00	1386,00	1990,00	2553,00	1125,00	1453,00	1503,00	1436,00	1453,00	1839,00	2654,00	1755,00	2016,00	1512,00	1984,00	2730,00	1386,00	1234,00	1562,00	1671,00	1705,00	1612,00
3:00	1150,00		1856,00	1117,00	2074,00	1554,00	1486,00	1638,00	1478,00	1066,00	1268,00	1879,00	2284,00	999,00	1243,00	1218,00	1150,00	1285,00	1663,00	2133,00	1663,00	1562,00	1436,00	2001,00	2234,00	1587,00	1318,00	1478,00	1436,00	1621,00	1436,00
4:00	1276,00		1982,00	1218,00	2175,00	1978,00	1504,00	1705,00	1367,00	1016,00	1201,00	2410,00	2553,00	940,00	1310,00	1251,00	1024,00	1234,00	1574,00	1184,00	1755,00	1604,00	1503,00	2266,00	2284,00	2032,00	1436,00	1504,00	1377,00	1579,00	1352,00
5:00	1260,00		1621,00	1327,00	1873,00	1083,00	2536,00	1814,00	1374,00	1176,00	882,00	2447,00	2066,00	956,00	1503,00	1276,00	1008,00	1134,00	1512,00	1814,00	1854,00	1696,00	1450,00	2587,00	2301,00	2671,00	1411,00	1470,00	1150,00	1327,00	1260,00
6:00	1327,00		1419,00	1411,00	1965,00	865,00	2931,00	1512,00	1201,00	1152,00	915,00	2481,00	1873,00	940,00	1990,00	1260,00	915,00	991,00	1150,00	1108,00	1234,00	1234,00	1252,00	2580,00	1713,00	2570,00	1310,00	1302,00	907,00	1176,00	1024,00
7:00	1528,00		1377,00	1428,00	2133,00	856,00	2520,00	949,00	848,00	956,00	1167,00	2074,00	1627,00	856,00	1394,00	991,00	856,00	865,00	890,00	991,00	991,00	940,00	898,00	1722,00	1478,00	1940,00	840,00	1117,00	840,00	957,00	640,00
8:00	1873,00		1864,00	1520,00	2116,00	848,00	1890,00	873,00	949,00	966,00	1360,00	1680,00	2007,00	865,00	1409,00	856,00	865,00	1158,00	932,00	1033,00	915,00	898,00	1050,00	1579,00	1505,00	2099,00	1066,00	890,00	856,00	848,00	873,00
9:00	2419,00		2593,00	1797,00	1083,00	840,00	1369,00	915,00	882,00	1454,00	1360,00	1879,00	2545,00	873,00	991,00	882,00	874,00	1344,00	1024,00	1176,00	110,00	1134,00	1260,00	1629,00	1780,00	2133,00	1528,00	890,00	974,00	882,00	873,00
10:00	2184,00		1554,00	1453,00	1344,00	915,00	982,00	982,00	924,00	1436,00	1302,00	2167,00	2755,00	1092,00	1041,00	890,00	907,00	1554,00	1520,00	1646,00	2638,00	1873,00	1360,00	2410,00	2578,00	2562,00	2184,00	940,00	1050,00	924,00	907,00
11:00	2587,00		2158,00	1436,00	1050,00	697,00	991,00	991,00	940,00	1495,00	1512,00	2587,00	2797,00	949,00	907,00	898,00	1075,00	1562,00	2049,00	2410,00	2058,00	1461,00	1680,00	2738,00	3276,00	2436,00	1839,00	949,00	1192,00	940,00	974,00
12:00	2360,00		2570,00	1503,00	991,00	882,00	957,00	966,00	974,00	1386,00	1873,00	3108,00	3906,00	949,00	924,00	949,00	1276,00	966,00	2545,00	3124,00	2310,00	1528,00	2368,00	3250,00	3460,00	3124,00	2256,00	1134,00	766,00	982,00	956,00
13:00	2289,00		2696,00	2108,00	1209,00	999,00	1066,00	940,00	1738,00	1814,00	1117,00	3502,00	2503,00	856,00	940,00	957,00	1856,00	991,00	2578,00	3864,00	2385,00	1596,00	2880,00	3704,00	2906,00	2570,00	2578,00	999,00	957,00	991,00	940,00
14:00	2368,00		2125,00	1432,00	1377,00	957,00	957,00	966,00	1054,00	1318,00	1562,00	2940,00	1722,00	915,00	932,00	966,00	1285,00	1251,00	2108,00	3763,00	2427,00	1074,00	2763,00	3641,00	2276,00	1864,00	2377,00	1226,00	974,00	982,00	956,00
15:00	1856,00		1587,00	1192,00	898,00	991,00	949,00	966,00	982,00	940,00	1470,00	2696,00	2326,00	924,00	915,00	982,00	1083,00	1369,00	1789,00	2646,00	1125,00	999,00	1806,00	3141,00	2032,00	1411,00	1965,00	1100,00	1050,00	991,00	949,00
16:00	1965,00		2318,00	1444,00	1369,00	882,00	949,00	966,00	974,00	991,00	999,00	3124,00	1940,00	1302,00	932,00	957,00	1075,00	1780,00	1352,00	1621,00	1705,00	1033,00	1461,00	1730,00	1705,00	1394,00	1117,00	1125,00	1050,00	1058,00	932,00
17:00	1974,00		1750,00	1318,00	1402,00	991,00	949,00	1016,00	991,00	1260,00	1108,00	3276,00	1351,00	1201,00	1386,00	907,00	1318,00	1396,00	1354,00	1402,00	1402,00	1285,00	1369,00	1024,00	1386,00	1254,00	1008,00	1016,00	974,00	1008,00	831,00
18:00	1369,00		999,00	1226,00	1302,00	1075,00	915,00	1243,00	110,00	1139,00	1686,00	2478,00	1226,00	1092,00	1318,00	857,00	1201,00	1310,00	1344,00	1318,00	1251,00	1184,00	1234,00	940,00	1335,00	1150,00	924,00	848,00	1302,00	940,00	739,00
19:00	1234,00		957,00	1134,00	1150,00	974,00	714,00	1142,00	1436,00	1058,00	1528,00	1117,00	1134,00	991,00	1125,00	756,00	1075,00	1209,00	1243,00	1167,00	1150,00	1058,00	1124,00	840,00	1201,00	1050,00	758,00	730,00	1327,00	840,00	680,00
20:00	1125,00		856,00	991,00	1075,00	840,00	623,00	991,00	1302,00	940,00	1335,00	1041,00	1024,00	823,00	991,00	680,00	974,00	1108,00	1075,00	1041,00	924,00	974,00	730,00	1092,00	924,00	546,00	630,00	1226,00	673,00	630,00	
21:00	1024,00		756,00	890,00	907,00	730,00	512,00	890,00	1184,00	840,00	1226,00	924,00	924,00	714,00	872,00	596,00	856,00	974,00	1008,00	940,00	823,00	873,00	596,00	991,00	806,00	512,00	596,00	1075,00	547,00	579,00	
22:00	940,00		680,00	789,00	806,00	629,00	485,00	789,00	1084,00	939,00	1125,00	823,00	806,00	596,00	752,00	549,00	754,00	890,00	924,00	840,00	722,00	789,00	540,00	890,00	705,00	496,00	546,00	974,00	546,00	537,00	
23:00	840,00		688,00	789,00	806,00	629,00	485,00	789,00	1084,00	939,00	1125,00	823,00	806,00	596,00	752,00	549,00	754,00	890,00	924,00	840,00	722,00	789,00	540,00	890,00	705,00	496,00	546,00	974,00	546,00	537,00	
0:00	739,00		618,00	586,00	856,00	445,00	386,00	546,00	856,00	655,00	907,00	646,00	579,00	420,00	512,00	649,00	512,00	697,00	722,00	579,00	638,00	546,00	520,00	420,00	680,00	546,00	369,00	428,00	762,00	445,00	445,00

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA.



3.5.3.3. EJEMPLO DE REGISTRO DE TOMA DE DATOS DEL CAUDAL HORARIO EN EL RESERVORIO LÍNEA NORTE EN EL MES DE MARZO DEL 2014

Figura N° 15 Registro de datos de caudal horario en el Reservoirio de Línea Norte en el mes de marzo del 2014

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																																
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																																
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL														TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ																		
AÑO DE REGISTRO : 2014														UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS)																		
RESERVORIO: LINEA NORTE (R1)																																
Día/Mes	1/03	2/03	3/03	4/03	5/03	6/03	7/03	8/03	9/03	10/03	11/03	12/03	13/03	14/03	15/03	16/03	17/03	18/03	19/03	20/03	21/03	22/03	23/03	24/03	25/03	26/03	27/03	28/03	29/03	30/03	31/03	
Dia - Sem	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	
1:00					112,80	76,90	212,00	44,00	332,00	62,00	332,00	238,58	92383,22		120279,29	125593,80	139357,65	163103,01	179515,54	192605,30	203142,23	217117,40	228687,36	235580,61	259709,02	278735,41	293119,99	306155,44	322115,64	335421,39	350623,30	
2:00					131,94	260,00	206,40	44,60	50,50	62,50	257,00	261,10	92626,49		120279,29	125963,15	139373,83	163394,11	179635,76	192620,14	203144,48	217217,97	228781,72	235606,97	260061,27	279111,21	293621,14	306408,01	322157,35	335555,49	350671,41	
3:00					104,90	246,00	220,00	54,60	22,70	268,00	256,00	361,92	92815,42	106792,71	120279,29	126137,96	139614,40	163729,36	180068,77	192667,55	203233,53	217360,15	229122,03	235963,70	260395,75	279450,02	294088,80	306883,87	322309,50	335850,51	350790,20	
4:00					103,90	164,00	234,00	304,00	49,60	276,00	262,90	300,80	93448,69	107224,48	120458,59	126384,40	140023,36	164612,15	180433,85	193040,14	203714,38	217903,95	229568,95	236762,29	260914,49	280024,09	294097,21	307245,03	322827,27	336498,78	350720,94	
5:00					84,90	164,00	243,00	326,00	317,80	295,00	278,80	22,64	94106,83	108222,56	120476,35	127381,64	141398,16	164817,35	180463,58	193072,69	204440,79	219350,97	229768,75	240052,75	264568,41	280732,12	294116,71	309769,02	323243,22	337367,89	351113,08	
6:00					205,00	161,00	300,00	62,10	337,00	299,00	278,80	22,64	95524,61	109098,62	120737,39	128082,21	143574,44	165260,34	180825,50	193505,29	205359,98	219715,31	229768,78	243639,94	265447,39	280957,19	294793,08	310745,52	323472,45	338101,47	351113,08	
7:00					205,00	237,00	32,30	248,00	328,00	240,00	278,80	22,64	96039,95	109751,68	121078,93	128731,31	145135,48	165879,47	181650,17	193985,75	206274,13	220772,80	229768,78	247743,34	266137,10	281090,45	295377,01	311291,96	324348,22	339080,15	351113,08	
8:00					229,30	73,90	73,90	27,30	342,00	216,00	15,60	22,64	97021,89	110637,10	121259,87	129565,89	147602,99	166839,31	182375,09	194915,96	207084,93	221684,77	229768,78	251296,52	267291,42	281470,43	296167,22	312209,12	325642,93	339794,23	351113,08	
9:00					220,60	138,00	80,00	299,00	271,00	143,00	23,50	17,01	97906,36	111493,52	121552,84	130627,68	149857,83	167635,25	183345,96	195692,63	208063,16	223790,20	229768,78	254648,86	267841,77	282354,00	297010,93	313105,10	326232,44	340823,23	351113,08	
10:00				79,00	343,00	178,00	65,90	255,00	315,00	276,00			80464,50	98682,13	112479,71	121838,59	131305,41	151498,34	168559,60	184172,59	196653,74	208984,93	224384,21	229768,78	256603,70	268791,49	283527,90	297876,90	313601,55	327135,54	341712,26	351113,08
11:00				79,30	89,00	187,00	275,00	259,00	313,00	216,00	332,00	80847,00	99353,01	113167,34	121838,59	132327,73	153453,38	169484,52	184468,95	197248,25	209845,85	224636,36	229768,78	286698,70	269519,09	283706,75	298855,30	315570,36	328166,64	342537,20	351113,08	
12:00				79,30	79,90	339,00	171,00	250,00	287,00	204,00	332,00	81319,00	100150,60	114041,70	122649,57	132984,71	155710,85	170267,15	184760,06	197417,00	210668,31	225380,91	229768,78	257435,18	270401,22	286003,34	299431,46	316237,91	329373,13	343400,27	351113,08	
13:00				79,50	373,00	339,00	171,00	252,00	287,00	204,00	332,00	81797,00	100984,19	114770,35	122649,57	133780,22	157565,30	171270,69	185032,89	197417,00	211525,93	226316,78	229768,78	257566,46	271191,21	286489,64	300453,78	316237,91	329571,27	344383,97	351113,08	
14:00				69,30	219,00	267,00	101,00	239,00	281,00	204,00	150,00	82083,00	101750,32	115341,01	122649,57	135160,64	159564,86	171785,15	185194,93	197999,75	212553,25	226507,12	230770,97	257566,46	27168,81	287330,66	300890,79	316237,91	331160,76	345559,36	351449,89	
15:00				50,65	226,00	272,00	139,00	239,90	218,00	123,00	121,00	83991,80	102778,14	116325,17	124457,86	135976,81	159993,34	172556,72	186955,71	198294,29	212670,33	226511,97	232205,10	257566,46	274330,99	288178,01	301494,38	316237,91	331663,77	346755,52	352477,46	
16:00				128,60	230,11	270,00	68,30	232,00	143,00	150,90	344,00	85288,30	103308,18	117044,16	124723,02	136605,83	160502,56	172952,77	187782,47	198655,02	213073,06	226511,97	232709,85	257566,46	275849,79	288611,56	301965,76	316352,58	331663,77	34975,97	353567,24	
17:00				192,20	113,40	288,00	123,00	120,00	179,00	81,60	326,00	86292,80	103750,98	117616,65	124723,02	137382,16	160811,36	173409,52	188331,46	199087,94	213444,78	226511,97	232980,32	257566,46	276542,88	289382,73	302315,93	317106,49	331719,11	347456,38	353764,51	
18:00				164,00	143,70	399,00	35,00	120,00	18,80	81,60	300,00	87340,40	104342,13	118068,89	124723,02	138037,07	161085,00	174117,59	188943,38	199453,20	213941,03	226511,97	233432,36	257566,46	277443,66	290635,14	302808,21	318397,37	332713,97	347878,27	354208,14	
19:00				33,00	139,00	376,00	8,60	141,00	72,80	301,80	287,00	89461,50	104903,31	118432,03	124723,02	138328,71	161564,81	177255,07	190478,28	200108,86	214388,94	227794,32	233974,64	257566,46	277725,86	297811,43	303404,19	319246,61	333058,49	348537,67	354775,11	
20:00				33,00	23,90	330,00	9,60	303,00	61,50	302,00	9,60	89826,49	105428,74	119798,27	124723,02	138846,86	161996,55	178261,09	191444,04	200969,94	215338,20	228283,30	234612,39	258642,50	277991,11	292384,06	304900,89	320491,90	333802,59	350396,32	355143,49	
21:00				33,00	321,00	55,60	30,70	308,00	61,30	283,00	9,60	90729,45	105934,19	120279,29	124723,02	139320,25	162496,66	179238,77	192358,44	202165,23	216441,87	228447,43	235462,54	259358,88	278344,45	292732,97	305637,10	321961,19	335048,62	350401,29	355545,10	
22:00				16,90	260,00	213,00	30,50	303,00	177,00	298,00	58,00	90786,45	106010,24	120279,29	125107,99	139343,24	112563,80	179283,40	192389,79	202574,64	216748,71	228482,70	235472,16	259405,49	278466,90	292783,10	305698,05	321981,21	335115,07	350485,55	355659,48	
23:00				10,00	271,00	220,00	185,00	302,00	61,30	24,10	90979,70	10280,19	120279,29	125266,52	139346,57	162740,08	179396,20	192425,68	203136,95	216928,31	228541,77	235501,37	259494,18	278595,42	292886,94	305879,19	322055,30	335205,92	350528,20	355780,76		
0:00				72,50	272,00	219,00	44,20	279,00	58,90	361,00	234,00	91575,80	106424,42	120279,29	125430,19	139349,41	162860,13	179471,40	192568,84	203139,57	216994,71	228610,15	235832,88	259597,52	278648,67	292996,15	305990,18	322090,91	335289,74	350584,13	355957,16	

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA



3.5.3.5. EJEMPLO DE REGISTRO DE TOMA DE DATOS DEL CAUDAL HORARIO EN EL RESERVORIO PUQUIN EN EL MES DE MARZO DEL 2014

Figura N° 16 Registro de datos de caudal horario en el Reservorio de Puquin en el mes de marzo del 2014

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																													
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																													
		DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL														TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ															
		AÑO DE REGISTRO : 2014														UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS)															
		RESERVORIO: PUQUIN (R4)																													
Dia/Mes	1/03	2/03	3/03	4/03	5/03	6/03	7/03	8/03	9/03	10/03	11/03	12/03	13/03	14/03	15/03	16/03	17/03	18/03	19/03	20/03	21/03	22/03	23/03	24/03	25/03	26/03	27/03	28/03	29/03	30/03	31/03
Di - Sem	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun
1:00	597140,77	599562,05	602909,82	603667,18	607024,91	610241,92	612529,12	1629,78	5325,21	9021,86	12269,84	16201,97	18769,24	22715,15	25955,76	33765,14	37698,98	42517,56	46004,03	48661,19	52169,75	55634,91	58663,60	62427,66	65601,79	69126,74	72978,91	76158,43	78975,13	81106,03	84146,91
2:00	597140,80	599562,05	602922,69	603667,18	607024,91	610254,70	612604,18	1630,88	5325,22	9030,93	12291,73	16205,09	18769,28	22717,29	25955,94	33765,14	37700,37	42520,63	46004,46	48661,19	52169,75	55634,91	58715,49	62442,83	65616,80	69162,14	72995,14	76159,48	78975,13	81106,03	84149,98
3:00	597159,39	599580,89	602949,43	603667,18	607026,41	610378,36	612687,24	1699,50	5403,67	9091,59	12319,16	16237,77	18775,01	22713,56	25961,59	33765,14	37742,15	42523,56	46008,62	48662,80	52195,81	55635,45	58783,15	62446,69	65631,67	69204,68	73008,79	76191,30	78992,40	81136,06	84158,42
4:00	597268,56	599675,32	603060,20	603812,75	607146,50	610378,38	613358,27	2095,08	5510,84	9151,34	12462,46	16443,52	18892,17	22879,19	26079,73	33769,23	37817,59	42675,88	46164,95	48714,95	52328,58	55731,31	58857,08	62595,09	65662,19	69278,94	73028,72	76252,88	79150,55	81272,07	84169,08
5:00	597429,20	599854,94	603080,10	603967,89	607368,99	610382,20	613551,81	2283,73	5773,05	9326,86	12678,24	16669,21	19108,08	23089,70	26271,36	33989,19	38044,22	42771,28	46462,63	48957,02	52535,03	55996,12	59097,33	62805,18	65929,79	69958,64	73289,97	76526,32	79451,89	81400,55	84481,45
6:00	597635,85	600074,68	603092,89	604201,38	607580,00	610551,81	613641,21	2553,01	5955,75	9619,46	12937,40	16787,95	19413,11	23382,69	26499,43	34170,95	38294,71	42977,25	46668,24	49235,24	53753,97	56189,92	59296,46	63011,93	66108,93	70162,01	73544,25	76753,52	79592,80	81640,16	84641,08
7:00	597949,09	600242,39	603101,95	604350,64	607895,43	610686,70	613709,83	2877,73	6213,31	9686,34	13151,20	16834,06	19550,41	23574,39	27481,46	34368,22	38475,94	43161,89	46899,29	49369,36	53983,60	56510,15	59453,91	63235,20	66293,04	70365,65	73709,90	76907,57	79629,52	81920,88	84805,17
8:00	598102,78	600656,56	603114,52	604531,09	608094,92	610812,10	613775,43	2967,64	6476,81	10027,28	13355,19	16899,53	19826,09	23822,47	28080,85	34618,83	38945,14	43421,27	47107,30	49624,13	53199,88	56762,26	59810,46	63424,98	66554,20	70565,92	73934,16	77160,67	79629,52	82127,63	85080,10
9:00	598278,20	600639,62	603126,74	604761,23	608246,69	610912,37	613826,47	3024,46	6426,94	10278,32	13622,45	16963,28	20084,85	24045,75	29038,90	34926,38	39470,11	43609,89	47388,87	49846,67	53452,54	57019,94	59964,57	63869,17	66759,57	70820,72	74080,80	77397,34	79629,52	82420,17	85326,32
10:00	598478,30	600840,72	603138,65	604985,85	608453,12	611025,95	613897,51	3089,51	6951,64	10511,84	13831,85	16189,87	20308,41	24309,11	29933,16	35120,96	39859,00	43728,80	47627,93	50093,80	53693,47	57271,64	60272,84	63991,17	67018,87	71061,66	74229,83	77502,56	79629,52	82667,50	85497,17
11:00	598781,50	601109,82	603148,97	605155,26	608704,87	611232,78	613948,50	3123,44	7189,40	10739,04	14086,74	16383,70	20501,72	24475,31	30934,60	35408,27	40313,60	43843,78	47871,14	50325,36	53920,27	57474,35	60533,39	64073,18	67214,42	71268,19	74366,90	77550,18	79629,52	82902,28	86456,10
12:00	598892,12	601321,39	603162,33	605376,14	608802,12	611443,65		3260,10	7414,15	10962,29	14369,33	17263,49	20737,92	24668,60	31882,67	35598,46	40866,17	43940,38	48112,66	50604,80	54131,73	57670,76	60739,08	64143,26	67465,25	71487,45	7438,39	77646,73	79839,81	83394,03	87076,31
13:00	599075,65	601452,20	603172,36	605588,79	609001,98	611640,06		3432,55	7718,98	11230,10	14553,94	17862,74	20989,95	25017,23	32038,73	35863,12	4114,98	44129,92	48157,65	50791,39	54363,00	57902,19	60937,54	64436,55	67696,10	71708,89	74715,18	77946,71	79957,53	83377,99	87160,51
14:00	599293,00	601639,48	603181,80	605695,32	609164,64	611821,24	389,51	3683,77	7939,96	11384,79	14693,63	18012,25	21226,80	25344,16	32267,30	36049,14	41289,13	44263,73	48184,18	51095,76	54646,92	58127,76	61101,05	64608,42	68839,53	71875,76	74842,30	78436,62	80126,84	83570,91	87221,97
15:00	599405,62	601819,01	603296,85	606949,26	609433,24	612112,79	700,66	3925,95	8178,81	11406,64	14877,07	18178,97	21538,69	25510,79	32512,00	36294,38	41598,86	44571,40	48252,23	51304,99	54841,60	58368,09	61457,26	64890,82	68199,41	72217,38	75176,83	78703,67	80361,58	83749,23	87282,22
16:00	599458,63	602107,33	603383,42	606178,11	609638,71	612335,14	917,56	4170,69	8380,74	11404,64	14987,77	18403,85	21731,73	25597,66	32693,88	36501,91	41788,47	44803,92	48390,44	51489,76	55103,57	58594,21	61654,53	65108,06	68377,29	72365,59	75381,70	78922,60	80546,18	83892,74	87321,01
17:00	599498,49	602553,03	603457,04	606345,63	609869,40	612518,85	2754,46	4374,72	8624,24	11412,76	15148,59	18469,34	21954,34	25762,71	32945,19	36766,76	41966,72	45069,36	48500,06	51742,63	55246,00	58594,65	61867,57	65337,28	68487,36	72423,05	75606,12	78947,89	80581,59	84134,85	87353,08
18:00	599517,13	602760,17	603522,20	606520,95	610025,69	612529,12	4195,43	4609,03	8865,70	11716,78	15371,70	18533,47	22220,45	25757,84	33097,10	37081,30	42082,00	45315,14	48571,66	51919,99	55475,84	58594,65	62107,29	65585,00	68526,14	72472,56	75828,46	78954,09	80624,29	84134,85	87385,30
19:00	599527,00	602718,34	603572,29	606719,06	610169,49	612529,12	1617,57	4832,09	8904,90	11966,99	15642,00	18608,42	22449,47	25826,99	33554,63	37221,95	42255,89	45544,53	48621,23	51169,54	5529,40	58594,65	62256,76	65601,42	68601,90	72567,88	76045,91	78959,73	80691,84	84134,85	87411,83
20:00	599546,40	602844,36	603624,87	606880,94	610230,98	612529,12	1629,78	5075,22	8976,08	12268,40	15887,67	18652,65	22594,89	25902,35	33612,11	37462,59	42329,22	45757,72	48649,04	51169,64	55634,90	58594,65	62329,60	65601,42	68785,46	72733,97	76134,99	78966,48	80910,89	84134,85	87445,75
21:00	599562,05	602705,30	603667,18	607065,35	610241,42	612529,12	1629,78	5324,77	9006,87	12268,80	16059,48	18705,81	22705,55	25953,98	33761,05	37684,83	42514,12	46003,71	48661,28	52169,65	55634,90	58605,63	62385,00	65601,42	69046,93	72976,92	76158,43	78975,13	81103,37	84134,85	87485,94
22:00	599562,05	602709,82	603667,18	607024,91	610241,42	612529,12	1629,78	5325,21	9007,69	12268,84	16072,75	18769,24	22709,96	25955,85	33765,14	37698,98	42514,28	46004,03	48661,19	52169,65	55634,90	58618,84	62392,94	65601,42	69126,74	72978,62	76158,43	78975,13	81104,53	84134,95	87490,60
23:00	599562,05	602909,82	603667,18	607024,91	610241,42	612529,12	1629,78	5325,21	9010,40	12269,84	16074,45	18993,41	22709,96	25955,86	33765,14	37698,98	42514,28	46004,03	48661,19	52169,75	55634,91	58636,34	62405,21	65601,42	69126,74	72978,62	76158,43	78975,13	81105,00	84137,99	87492,74
0:00	599562,05	602909,82	603667,18	607024,91	610241,42	612529,12	1629,78	5325,21	9014,35	12269,84	16163,74	18769,24	22709,96	25955,90	33765,14	37698,98	42514,28	46004,03	48661,19	52169,75	55634,91	58637,07	62416,62	65601,42	69126,74	72978,74	76158,43	78975,13	81106,03	84149,16	87495,86

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA



3.5.3.6. EJEMPLO DE REGISTRO DE TOMA DE DATOS DEL CAUDAL HORARIO EN EL RESERVORIO PICCHU EN EL MES DE MARZO DEL 2014

Figura N° 17 Registro de datos de caudal horario en el Reservoirio de Picchu en el mes de marzo del 2014

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																													
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																													
		DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL														TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ															
		AÑO DE REGISTRO : 2014														UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS)															
		RESERVORIO: PICCHU (R2)																													
Día/Mes	1/03	2/03	3/03	4/03	5/03	6/03	7/03	8/03	9/03	10/03	11/03	12/03	13/03	14/03	15/03	16/03	17/03	18/03	19/03	20/03	21/03	22/03	23/03	24/03	25/03	26/03	27/03	28/03	29/03	30/03	31/03
Dia - Sem	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun
1:00	58794,81	70822,38	81447,27	93198,39	105249,28	115620,55	127246,42	4582,80	15750,77	26569,29	38223,73	49099,01	59885,70	70998,79	83862,11	94820,94	105814,90	117286,51	128870,92	139263,19	149701,91	160617,70	171399,33	182879,52	193397,25	204287,68	215434,14	225585,99	235160,40	244034,48	25970,89
2:00	59196,15	71016,19	81805,45	93637,12	105547,56	115897,58	127465,57	4830,05	15967,32	26905,97	38451,17	49285,47	60443,47	71397,49	84084,80	95330,00	105905,32	117686,45	129134,40	139443,09	149854,81	160812,01	171731,92	183215,16	193801,52	204659,30	215820,88	225875,68	235448,11	244337,05	25550,25
3:00	59573,38	71364,58	82094,66	93891,65	106031,04	116043,26	127787,82	5184,48	16269,10	27380,48	38730,95	49529,11	60126,56	72669,51	84668,12	95597,56	105984,94	117974,42	129675,74	139772,21	150032,07	161067,70	172140,17	183368,05	194149,87	204989,38	216157,19	226350,22	235652,59	244479,73	255970,13
4:00	60241,76	71915,86	82719,76	94413,27	106406,48	116535,05	128136,02	5814,47	16546,10	27798,47	39062,70	50242,80	61629,28	73177,36	85059,21	95901,56	106443,57	118666,41	129962,22	140226,12	150526,90	161636,97	172426,51	183933,32	194717,87	205446,95	216523,69	226610,07	236186,09	244974,94	256723,25
5:00	60747,66	72515,00	83115,70	94824,12	107010,26	116876,08	128437,96	6303,00	17210,07	28214,85	39167,07	50832,27	62819,12	73631,91	85556,80	96585,91	107070,77	119083,50	130772,99	140924,48	150994,91	162348,22	173080,17	184487,01	195458,47	206150,44	217293,95	227388,90	236975,78	245502,15	257411,33
6:00	61397,58	73240,00	83824,52	95529,03	107658,44	117169,49	128999,12	6020,14	17691,61	28885,59	40166,41	51309,80	62446,59	74352,80	86199,36	97110,68	107757,71	119629,51	131283,23	141620,34	151579,47	162826,41	173636,06	185017,83	195966,75	206716,75	218011,12	228022,65	23947,28	246172,53	258014,47
7:00	61357,11	73787,41	84320,52	95995,42	108154,88	117992,35	129674,24	7868,31	18924,07	29326,72	39844,38	51616,41	68819,12	74821,83	87006,13	97697,25	108256,43	120112,42	131888,34	141980,25	152233,12	163675,09	174317,60	185056,00	196449,37	207308,47	218465,02	228449,80	238121,71	246906,45	258451,84
8:00	62813,45	74420,82	85007,71	96571,13	108559,86	118588,71	130320,96	7275,15	19345,80	29953,87	40181,04	51999,21	63584,69	75533,11	87432,03	98380,39	109018,59	120790,82	132430,61	142662,46	152836,71	164340,43	175839,43	186187,64	197196,03	207903,26	219079,15	229152,26	238878,96	246767,34	259152,57
9:00	63320,11	79953,95	85640,77	97286,25	108803,13	119116,03	130977,08	8059,04	19928,33	30624,55	40569,51	52324,67	64228,77	76146,82	88123,00	99194,13	109705,44	121370,92	133143,31	143241,25	153529,23	164996,94	175468,78	186889,19	197739,55	208623,09	219732,55	229825,38	239243,12	248251,17	259779,21
10:00	63898,13	75273,42	86223,15	97945,54	109146,35	119712,47	131672,63	8910,60	20130,28	31234,93	41024,31	52979,01	64806,43	76855,88	88741,31	99560,14	110210,82	122009,05	133720,23	143872,48	154185,27	165592,93	176262,72	187587,04	198393,89	209297,84	220407,58	230456,74	239770,49	248899,90	260356,98
11:00	64630,76	75812,29	86703,92	98433,98	109917,54	120382,35	131921,73	9443,02	20533,85	31793,30	41656,53	53427,41	65285,54	77339,51	89306,38	100071,77	110794,50	122709,14	134292,76	144404,13	154755,00	166028,18	176936,21	188138,68	198895,11	209869,75	221007,44	231029,51	240393,14	249490,79	260912,10
12:00	64891,67	76226,28	87399,43	99116,03	110229,57	121014,08		9161,02	20906,68	32387,30	42443,03	54159,15	65832,39	77927,14	89938,90	100564,93	111496,70	123202,10	134809,24	145102,53	155317,86	166519,25	177473,97	188501,49	199511,42	210479,15	221393,32	231757,93	240956,64	250072,07	261419,71
13:00	65430,69	76444,70	87883,69	99739,06	110855,89	121555,96		10722,05	21520,44	33073,21	42844,90	54621,31	66481,91	78461,15	90337,50	101166,43	112126,51	123790,76	135289,46	145559,81	155902,97	167058,76	177974,69	189321,39	200085,21	211051,29	222071,76	232201,11	241400,38	250632,90	261989,11
14:00	66522,50	76763,39	88325,76	100040,25	111350,10	122061,99	888,11	10914,81	21535,60	33471,15	43317,68	55225,20	67070,20	78869,98	90919,82	101665,62	112584,24	124109,22	135603,51	142677,33	156590,54	167564,81	178374,72	189730,71	200431,61	211476,13	222361,74	232650,34	241799,92	251089,36	262559,83
15:00	66903,15	77202,12	89019,37	100748,20	112143,19	122527,91	1671,32	12115,31	22187,03	34315,12	44150,18	56020,06	67799,24	79688,59	91523,48	102285,97	113359,64	124827,72	136391,08	146694,33	157038,27	168106,03	179216,05	190416,41	201280,53	212290,54	223016,38	233388,63	242267,04	251555,14	263246,95
16:00	67398,66	77530,01	89513,43	101364,57	112735,16	122527,91	2702,44	13005,33	22717,66	34741,23	44745,96	56655,85	68252,26	80193,11	91731,88	102759,48	113863,50	125332,55	136937,44	147171,20	157568,12	168557,67	179649,23	190931,22	201635,41	212545,87	223207,07	233814,36	242466,79	252063,98	263763,81
17:00	67909,34	77997,66	89984,36	101826,36	113357,31	122527,91	3321,94	13468,01	23215,84	35348,05	45199,62	57071,76	68753,84	80693,78	92242,37	103286,57	114559,22	125929,87	137429,21	147750,55	157938,50	169008,86	180154,21	191445,02	201924,49	212945,16	223721,79	234007,12	242674,11	252654,21	264241,61
18:00	68267,00	78016,28	90497,09	102296,17	113564,80	123200,71	3451,64	13992,11	23989,08	35741,21	45831,79	57344,15	69356,09	81242,47	92571,54	104048,79	114922,94	126438,86	137864,13	148170,24	158473,90	169490,64	180752,68	191926,59	202034,63	213470,55	224147,65	234181,35	242788,78	253052,85	264845,60
19:00	68267,81	78396,42	90867,40	102763,64	113746,73	123796,04	3788,41	14361,24	24514,89	36222,36	46446,64	57727,00	69880,46	81676,20	93164,62	104398,27	115478,25	126923,29	138032,20	148670,62	158746,73	169910,36	181319,57	192142,11	202120,72	213734,39	224594,50	234262,83	242921,04	253655,13	265346,76
20:00	68847,50	78966,96	91412,25	103241,23	114169,34	124654,83	3901,92	13566,13	24897,60	36856,84	47060,08	58041,65	70282,63	82233,38	93469,23	104973,47	115983,56	127428,27	138298,85	148896,70	159168,43	169975,66	181739,21	192294,55	202794,86	214019,23	224700,93	234363,56	243083,02	254088,18	265794,02
21:00	69304,91	79440,39	92026,87	103774,16	114569,37	125195,53	3946,14	14781,91	25629,11	37430,00	47540,77	58476,55	70734,33	82882,70	93580,69	105354,01	116655,58	127880,57	138347,93	149079,23	159538,14	170203,04	182190,05	192444,89	203440,03	214651,57	224933,24	234506,20	243141,03	254458,10	266352,50
22:00	69754,26	79977,39	92446,12	104167,21	114711,07	125689,10	4101,57	14965,22	25858,03	37628,67	47887,71	58970,95	70892,43	83052,65	93786,81	105475,39	116682,67	128031,01	138532,19	149190,04	159717,17	170580,95	182344,76	192602,08	203721,40	214797,41	225052,94	234563,04	243385,96	254736,48	266612,58
23:00	79041,40	80419,41	92489,70	104682,08	115130,69	126531,92	4231,31	15160,69	25964,16	37924,77	48128,71	59175,39	70899,80	83220,92	94172,30	105650,37	116907,94	128483,43	138791,15	149364,22	160285,65	170793,60	182530,35	192777,21	203842,10	214951,00	225268,74	234728,80	243630,89	254968,10	266668,56
0:00	70372,53	81039,38	92965,76	104927,16	115433,55	126955,46	4379,20	15454,84	26190,74	38175,74	48836,60	59366,21	70967,90	83417,99	94496,62	105705,71	117105,80	128677,49	139027,67	149548,94	160413,52	171044,26	182691,61	193086,26	203980,35	215143,20	225398,51	234968,03	243802,34	254988,19	266936,16

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA



3.5.3.7. EJEMPLO DE REGISTRO DE TOMA DE DATOS DEL CAUDAL HORARIO EN EL RESERVORIO SANTA ANA EN EL MES DE MARZO DEL 2014

Figura N° 18 Registro de datos de caudal horario en el Reservoirio de Santa Ana en el mes de marzo del 2014

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																															
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																															
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL														TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ																	
AÑO DE REGISTRO : 2014														RESERVORIO: SANTA ANA (R3)																	
UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS)																															
Dia/Mes	1/03	2/03	3/03	4/03	5/03	6/03	7/03	8/03	9/03	10/03	11/03	12/03	13/03	14/03	15/03	16/03	17/03	18/03	19/03	20/03	21/03	22/03	23/03	24/03	25/03	26/03	27/03	28/03	29/03	30/03	31/03
Di - Sem	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun
1:00	105241,49	105940,94	106588,55	107190,29	107835,21	108076,73	108769,64	7,51	670,78	2,36	1249,25	1872,28	2442,54	3071,28	3708,29	4395,77	5102,44	5713,14	6269,95	6898,50	7477,54	8092,25	8723,85	9299,27	9848,57	10022,22	10255,89	10714,43	11221,81	12007,69	12719,29
2:00	105257,04	105952,08	106597,61	107204,76	107848,31	108087,12	108779,44	7,47	672,51	15,45	1265,78	1885,34	2449,41	3098,32	3722,61	4411,15	5109,20	5723,74	6274,60	6904,90	7477,74	8096,88	8733,41	9301,41	9848,57	10025,99	10258,97	10722,97	11225,35	12011,27	12726,83
3:00	105266,42	105961,39	106609,50	107213,54	107857,72	108098,10	108790,94	53,97	702,58	16,09	1283,65	1898,32	2458,15	3102,40	3740,55	4418,35	5140,00	5732,40	6316,43	6918,80	7507,27	8103,41	8748,74	9323,07	9848,57	10025,99	10261,61	10755,70	11248,27	12030,96	12728,24
4:00	105280,45	105971,28	106622,25	107225,35	107864,67	108108,06	108803,19	67,40	711,51	54,13	1302,24	1910,14	2467,81	3110,84	3747,64	4426,79	5153,86	5746,61	6325,62	6926,36	7537,61	8111,35	8755,85	9346,26	9848,57	10025,99	10265,34	10761,99	11296,81	12065,55	12734,20
5:00	105290,87	105880,00	106630,47	107268,98	107874,24	108117,56	108814,59	67,97	721,02	69,15	1311,48	1920,29	2477,18	3119,99	3757,61	4438,14	5169,13	5753,27	6341,31	6937,40	7554,02	8120,90	8765,26	9358,26	9849,77	10025,99	10270,84	10778,15	11334,23	12081,94	12744,65
6:00	105306,67	105993,61	106646,85	107252,04	107883,23	108129,75	108828,59	68,06	728,45	68,77	1328,20	1934,96	2498,44	3139,04	3772,69	4448,12	5187,72	5765,80	6356,58	6956,43	7573,70	8130,04	8775,70	9372,28	9752,79	10025,99	10281,08	10796,51	11350,63	12101,22	12758,02
7:00	105357,33	106014,65	106674,76	107226,93	107895,52	108168,84	108863,55	68,01	752,65	69,25	1362,20	1956,00	2521,58	3167,35	3811,89	4465,74	5216,18	5792,07	6392,50	6979,56	7608,87	8167,45	8797,30	9397,91	9790,53	10030,10	10301,26	10819,37	11392,92	12135,98	12780,89
8:00	105389,99	106053,73	106717,08	107315,60	107905,95	108219,22	108907,24	263,08	786,84	66,47	1395,94	1981,01	2575,68	3210,16	3838,86	4501,41	5167,06	5838,15	6431,31	7024,38	7649,93	8214,29	8830,35	9424,03	9904,58	10045,18	10336,21	10861,44	11466,72	12169,84	12828,28
9:00	105429,22	106094,39	106761,44	107365,45	107912,57	108260,41	108950,44	310,17	852,43	65,54	1442,22	2032,77	2619,05	3251,32	3890,30	4562,14	5311,00	5875,47	6484,04	7061,99	7692,19	8270,25	8855,27	9474,10	9922,21	10062,62	10375,67	10905,74	11504,01	12226,06	12870,70
10:00	105478,13	106143,91	106804,88	107415,16	107921,71	108308,01	108996,33	375,05	875,80	65,82	1477,44	2071,91	2661,56	3299,87	3941,81	4608,12	5343,00	5916,92	6524,97	7100,27	7735,69	8324,23	8909,58	9535,41	9935,95	10082,57	10412,75	10945,19	11562,36	12282,71	12908,86
11:00	105549,58	106216,44	106842,40	107451,56	107932,56	108363,54	109033,15	410,10	923,00	64,83	1520,52	2100,21	2697,74	3335,06	3995,29	4681,95	5378,73	5959,03	6561,89	7137,11	7777,48	8369,83	8953,43	9593,61	9946,15	10099,13	10454,15	10982,45	11626,18	12337,28	12949,42
12:00	105590,00	106270,52	106882,99	107495,57	107936,94	108405,88		448,80	966,75	64,54	1565,99	2136,15	2739,47	3377,22	4049,08	4730,52	5419,26	5988,16	6600,60	7183,52	7815,24	8411,38	8990,60	9638,10	9972,64	10116,75	10476,68	11027,48	11629,46	12393,93	12987,82
13:00	105627,68	106303,09	106918,79	107536,18	107945,61	108442,35		478,09	1024,82	63,66	1590,17	2170,99	2781,43	3411,99	4081,67	4786,81	5456,42	6021,14	6630,43	7214,28	7855,31	8456,27	9025,67	9700,08	9979,49	10132,97	10516,58	11052,01	11728,13	12441,57	13023,77
14:00	105679,52	106366,53	106947,91	107556,24	107952,76	108473,34	55,50	515,49	1061,39	63,71	1609,28	2189,98	2817,21	3435,51	4125,99	4827,05	5478,19	6038,90	6644,04	7256,33	7896,46	8496,39	9055,45	9131,42	10001,77	10145,72	10533,64	11076,22	11761,66	12477,26	13052,70
15:00	105715,00	106392,58	106994,73	107602,87	107964,43	108519,38	66,14	545,69	65,08	1247,31	1648,93	2227,27	2866,62	3481,24	4166,93	4868,35	5510,80	6078,02	6682,11	7288,71	7919,12	8537,00	9109,68	9770,96	10011,54	10170,62	10574,91	11121,29	11806,70	12524,63	13084,00
16:00	105744,43	106424,90	107023,51	107643,91	107973,44	108553,78	65,44	575,13	64,13	1247,31	1678,44	2261,58	2885,86	3513,62	4199,59	4901,09	5535,82	6110,13	6711,97	7318,17	7954,09	8574,75	9135,01	9798,87	10019,80	10192,36	10596,87	11156,28	11850,12	12558,72	13109,78
17:00	105760,56	106493,24	107057,90	107670,14	107983,51	108591,04	86,45	593,93	64,52	1243,12	1703,09	2286,61	2911,84	3542,66	4238,18	4941,06	5568,70	6143,61	6740,80	7354,97	7971,18	8605,24	9160,20	9823,72	10022,21	10192,96	10620,67	11178,52	11886,46	12592,60	13135,29
18:00	105811,27	106487,26	107072,99	107365,12	107992,49	108612,01	167,35	615,66	64,11	1247,31	1727,77	2213,22	2943,76	3573,09	4257,27	4983,38	5588,87	6173,30	6766,42	7380,32	7988,20	8629,99	9189,50	9846,59	10022,22	10206,29	10644,86	11199,28	11911,83	12614,38	13165,19
19:00	105835,40	106499,31	107092,55	107728,02	108000,79	108637,28	167,35	632,77	78,88	1247,31	1753,47	2342,07	2967,11	3592,69	4285,01	5001,76	5613,44	6199,12	6792,73	7413,10	8001,94	8650,24	9218,90	9848,16	10022,22	10217,42	10668,47	11201,38	11940,47	12647,92	13194,62
20:00	105863,60	106519,44	107113,47	107745,78	108011,79	108670,52	167,57	649,01	72,39	1247,31	1778,90	2357,34	2989,69	3620,99	4312,15	5030,00	5633,95	6223,53	6816,23	7435,26	8029,80	8670,62	9240,12	9848,16	10022,22	10263,45	10690,89	11201,01	11975,78	12656,76	13216,60
21:00	105882,23	106535,93	107135,84	107765,98	108022,40	108693,60	167,59	666,91	2,26	1247,31	1797,16	2374,22	3010,41	3646,84	4326,99	5053,80	5654,00	6251,46	6835,28	7454,91	8040,58	8691,25	9263,71	9848,16	10022,22	10233,99	10700,60	11208,35	11996,36	12666,21	13238,28
22:00	105898,11	106542,10	107146,04	107810,34	108023,29	108714,10	167,86	669,32	1,08	1249,25	1818,73	2394,64	3032,72	3659,80	4345,06	5081,90	5667,43	6262,05	6847,65	7470,69	8048,96	8703,28	9268,88	9848,16	10022,22	10238,81	10701,64	11209,89	11999,56	12690,18	13259,54
23:00	105912,03	106551,20	107160,19	107824,13	108048,65	108740,63	167,90	669,32	1,21	1249,25	1850,45	2419,21	3049,80	3682,46	4368,25	5090,67	5692,63	6266,07	6864,77	7477,08	8077,54	8709,12	9277,39	9848,16	10022,22	10244,28	10706,54	11215,30	12001,99	12692,15	13275,39
0:00	105926,48	106561,15	107182,41	107831,06	108069,05	108756,16	167,98	669,43	1,48	1249,25	1867,08	2423,14	3010,29	3698,51	4382,01	5096,07	5699,09	6267,81	6884,28	7477,34	8084,44	8715,73	9284,29	9848,16	10022,22	10247,41	10709,80	11218,99	12004,29	12702,12	13296,47

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA



3.5.3.8. EJEMPLO DE REGISTRO DE TOMA DE DATOS DEL CAUDAL HORARIO EN EL RESERVOIRIO AUXILIAR EN EL MES DE MARZO DEL 2014

Figura N° 19 Registro de datos de caudal horario en el Reservorio de Auxiliar en el mes de marzo del 2014

Table with columns for Date/Time (Dia/Mes, Dia - Sem, 1/03 to 31/03) and Caudal (LPS). Includes headers for 'UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO', 'ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL', 'DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL', 'RESERVOIRIO: AUXILIAR (S/N)', 'TESTISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ', and 'UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS)'. The table contains 31 rows of hourly data for the month of March 2014.

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Todos los registros de los reservorios Piuray, Puquin, Santa Ana, Auxiliar y Larapa se encuentran en el ítem de anexos.



3.5.3.9. REGISTRO DE CAUDALES PROMEDIOS MENSUAL REGISTRADOS DE INGRESO A LOS SISTEMA PIURAY SISTEMA VILCANOTA AÑO 2007 AL 2014

Figura N° 20 Registro de caudales promedios mensual en litros por segundo (lps) registrados el año 2007 en el Sistema Piuray

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL						TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ						
AÑO DE REGISTRO : 2007						UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)						
SISTEMA PIURAY												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario	300,06	304,96	306,87	316,87	305,80	302,12	285,53	292,49	287,82	285,57	290,04	298,9

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Figura N° 21 Registro de caudales promedios mensual en litros por segundo (lps) registrados el año 2007 en el sistema Vilcanota

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL						TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ						
AÑO DE REGISTRO : 2007						UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)						
SISTEMA VILCANOTA												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario	279,04	279,11	265,20	266,49	274,56	266,73	276,83	287,80	288,76	287,28	289,44	286,2

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Todos los registros de los años 2007 al 2014 del Sistema Piuray y Sistema Vilcanota se encuentran en el ítem de anexos.

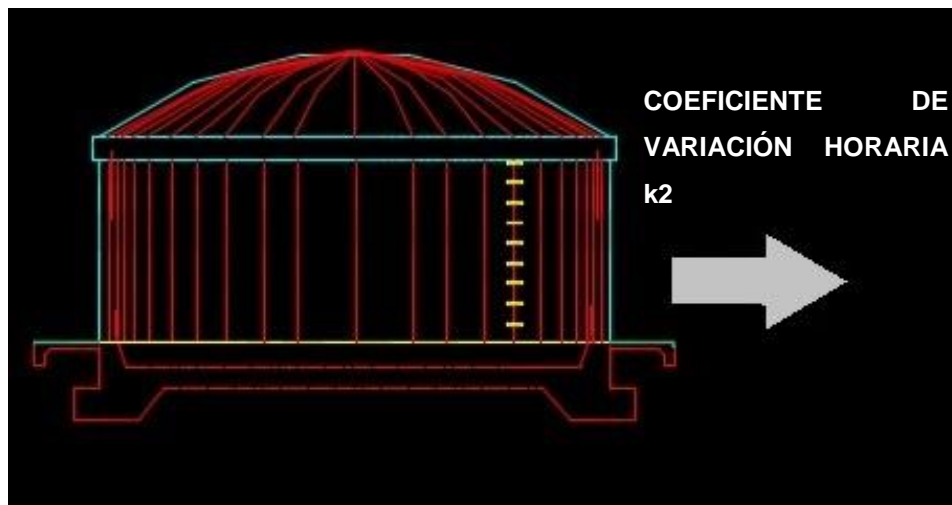
3. 6. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS

3.6.1. PROCESAMIENTO DE DATOS Y CÁLCULOS COMPLEMENTARIOS

3.6.1.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DEL K2 (FACTOR DE DEMANDA HORARIA DE AGUA).

Para el cálculo del factor de demanda horaria de agua (k_2) se tomaron los caudales de salida de cada línea.

Fotografía N° 16 Esquema del coeficiente de variación horaria k_2



FUENTE: TOMA PROPIA

Una vez procesada la información mediante el uso del programa de análisis estadístico SPSS, se identificaron valores que se encontraban fuera de una curva de tendencia, así que se ajustó a una curva de tendencia con un intervalo de confianza del 95%.

Para cada caso se realizó un análisis estadístico que consistió en lo siguiente:

1. Verificación del dato en el formato manual.
2. Comparación histórica de los datos para corregir el error con un índice de confianza del 95% con ayuda de software SPSS.
3. Se reemplazó del valor mediante un cálculo con el método "Interpolación lineal y mediana de puntos adyacentes" considerando los 4 valores



anteriores y posteriores al que se desea calcular, siempre considerando que este dentro del intervalo de confianza.

Para la corrección de datos “perdidos” con el Software SPSS se tienen diversos métodos, por lo que se analizó todos los métodos para elegir el que se ajuste mejor al índice de confianza del 95%.

Por ejemplo para el Reservorio Auxiliar el 04/03/14:

Se obtiene a través del software MiniTab un intervalo de confianza:

Fotografía N° 17 Índice de confianza e intervalo de confianza para el Reservorio Auxiliar 04/03/14

La desviación estándar supuesta = 64510

Variable	N	Media	Desv.Est.	Media del Error estándar	IC de 95%
Caudales	22	66319	64510	13754	(39363, 93276)

FUENTE: Software MiniTAB

Y se hace una evaluación de los valores perdidos de acuerdo con los métodos que el software nos ofrece, para este caso en el que existe mucha variación en el la frecuencia de toma de datos y considerando que hay datos perdidos en el inicio del día, al final del día, o en horas intermedias; los métodos más apropiados sería el método de Tendencia lineal en un punto adyacente, el cual es el más acertado según las pruebas realizadas con los valores faltantes como se ve abajo:

Fotografía N° 18 Análisis de valores perdidos Reservoirio Auxiliar 04/03/14

	TIEMPO	sinestimacion	estimado	promedio	Interpolacionlineal	TendenciaLinealenunpunto	var
1	1,00	.	433547,12	436658,72	.	433737,16	
2	2,00	.	433717,85	436658,72	.	433919,76	
3	3,00	.	433888,58	436658,72	.	434102,36	
4	4,00	.	434059,31	436658,72	.	434284,96	
5	5,00	.	434230,04	436658,72	.	434467,55	
6	6,00	.	434400,77	436658,72	.	434650,15	
7	7,00	.	434571,50	436658,72	.	434832,75	
8	8,00	.	434742,23	436658,72	.	435015,34	
9	9,00	.	434912,96	436658,72	.	435197,94	
10	10,00	435083,69	435083,69	435083,69	435083,69	435083,69	
11	11,00	435254,42	435254,42	435254,42	435254,42	435254,42	
12	12,00	435526,52	435526,52	435526,52	435526,52	435526,52	
13	13,00	435815,35	435815,35	435815,35	435815,35	435815,35	
14	14,00	436319,19	436319,19	436319,19	436319,19	436319,19	
15	15,00	436449,16	436449,16	436449,16	436449,16	436449,16	
16	16,00	436865,53	436865,53	436865,53	436865,53	436865,53	
17	17,00	437195,18	437195,18	437195,18	437195,18	437195,18	
18	18,00	437195,18	437195,18	437195,18	437195,18	437195,18	
19	19,00	437205,81	437205,81	437205,81	437205,81	437205,81	
20	20,00	437205,81	437205,81	437205,81	437205,81	437205,81	
21	21,00	437205,81	437205,81	437205,81	437205,81	437205,81	
22	22,00	437309,20	437309,20	437309,20	437309,20	437309,20	
23	23,00	437488,11	437488,11	437488,11	437488,11	437488,11	
24	24,00	437761,84	437761,84	437761,84	437761,84	437761,84	

FUENTE: Software SPSS

El coeficiente de correlacion (r) es la relacion de proximidad a la línea de tendencia donde los valores de r cercanos a 0 indican una relación lineal muy débil. La fuerza de la relación lineal aumenta a medida que r se aleja del 0 y se acerca al +1 o al -1.

Fotografía N° 19 Coeficiente de correlación de cada método

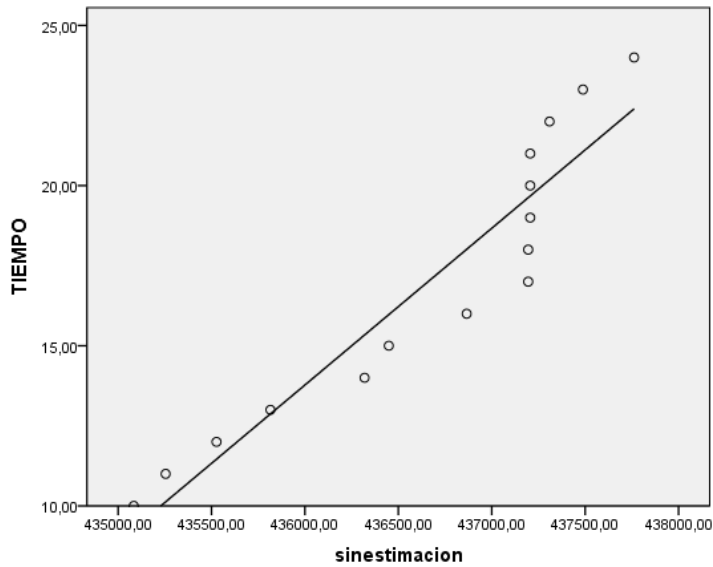
Métodos		TIEMPO
Valor sin estimacion	Correlación de Pearson (r)	,945**
	Cantidad de casos (N)	15
Estimado Matemáticamente (Regla de tres compuesta)	Correlación de Pearson (r)	,986**
	Cantidad de casos (N)	24
Promedio	Correlación de Pearson (r)	,466*
	Cantidad de casos (N)	24
Interpolación Lineal	Correlación de Pearson (r)	,945**
	Cantidad de casos (N)	15
Tendencia lineal en un punto	Correlación de Pearson (r)	,986**
	Cantidad de casos (N)	24

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

FUENTE: Software SPSS

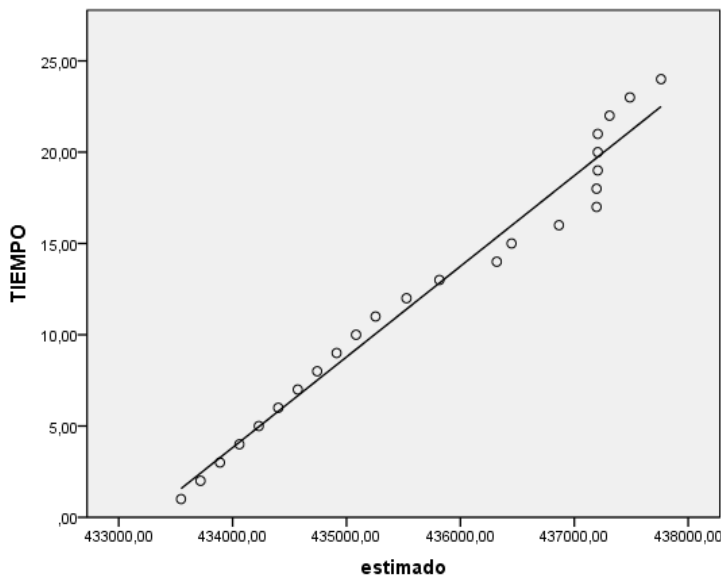
Graficamente se puede observar como afecta el valor del coeficiente de correlacion en una línea de tendencia:

Fotografía N° 20 Tendencia lineal del método de análisis – Sin estimación de datos perdidos.



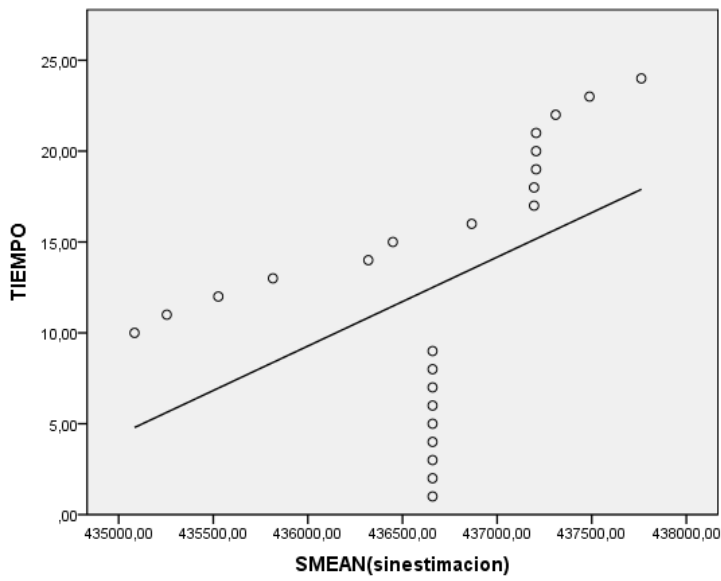
FUENTE: Software SPSS

Fotografía N° 21 Tendencia lineal del método de análisis – Estimado Matemáticamente (Regla de tres compuesta).



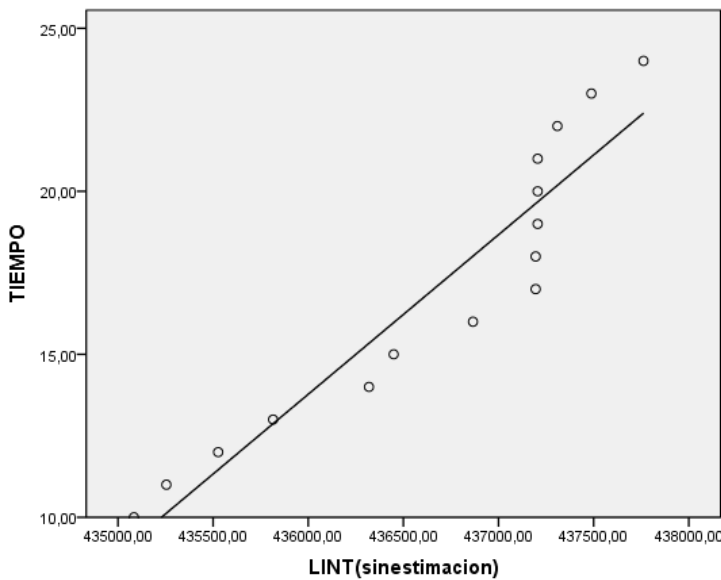
FUENTE: Software SPSS

Fotografía N° 22 Tendencia lineal del método de análisis – Promedio



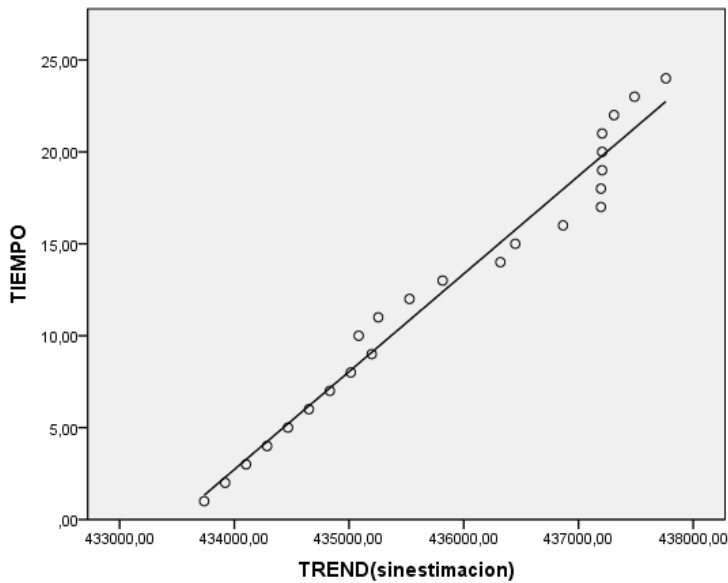
FUENTE: Software SPSS

Fotografía N° 23 Tendencia lineal del método de análisis – Interpolación Lineal



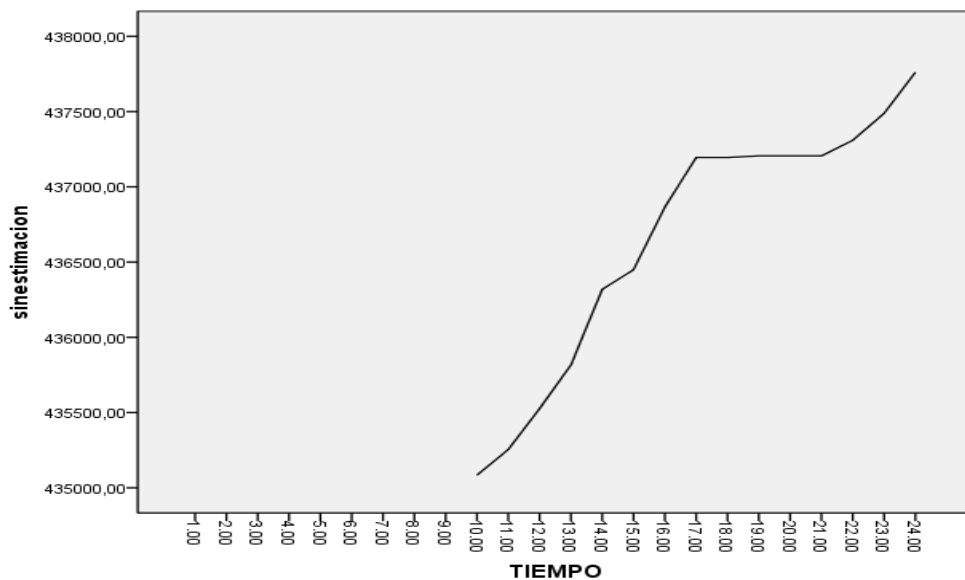
FUENTE: Software SPSS

Fotografía N° 24 Tendencia lineal del método de análisis – Tendencia lineal en un punto



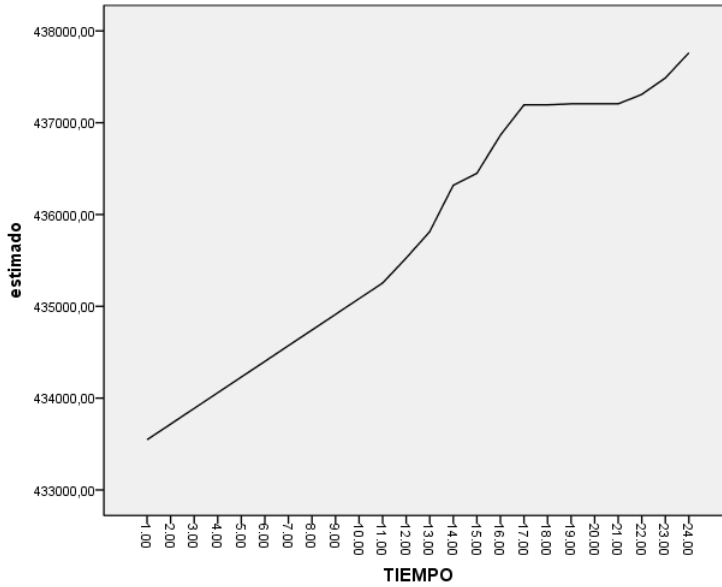
FUENTE: Software SPSS

Fotografía N° 25 Histograma de tendencia del caudal de consumo en el reservorio Auxiliar por hora el 04/03/14 sin estimación de datos faltantes.



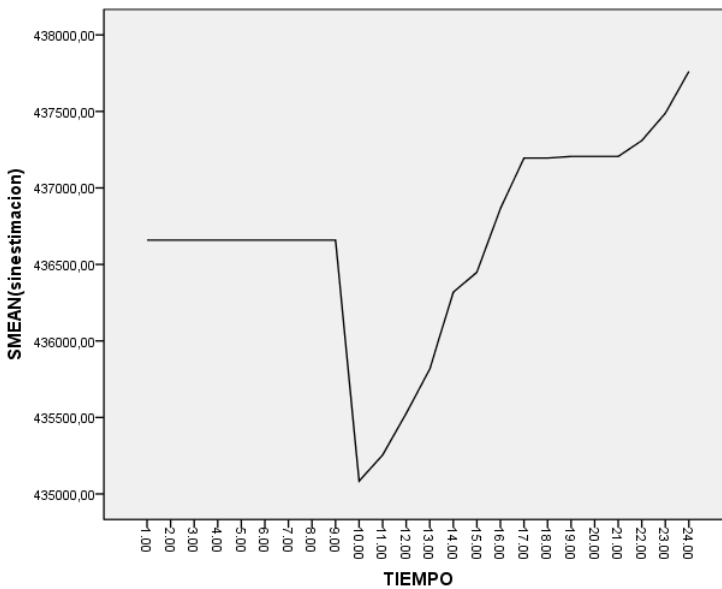
FUENTE: Software SPSS

Fotografía N° 26 Histograma de tendencia del caudal de consumo en el reservorio Auxiliar por hora el 04/03/14 con Interpolación lineal y mediana de puntos adyacentes.



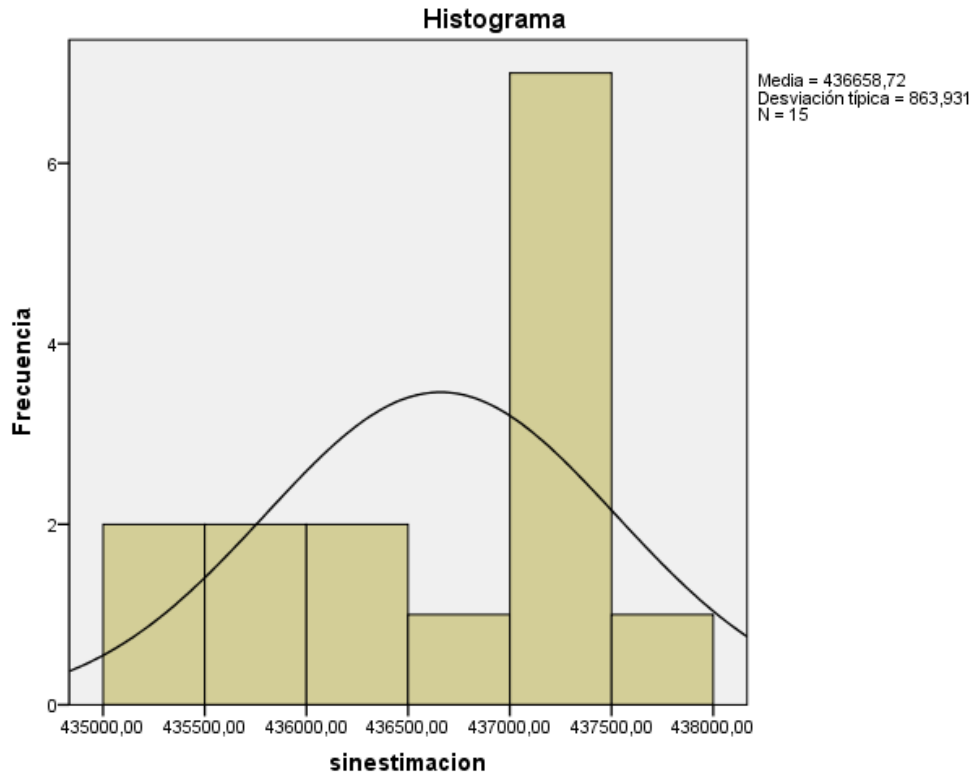
FUENTE: TOMA PROPIA

Fotografía N° 27 Histograma de tendencia del caudal de consumo en el reservorio Auxiliar por hora el 04/03/14 con Promedio de valores.



FUENTE: TOMA PROPIA

Fotografía N° 28 Histograma de tendencia del caudal de consumo en el reservorio Auxiliar el 04/03/14.



FUENTE: TOMA PROPIA

Con el análisis de estos métodos concluimos en que la Interpolación Lineal es el método más adecuado para la solución a los valores perdidos en esta tesis, y se encuentra dentro del intervalo de confianza.

Una vez obtenidos todos los meses requeridos completos, se procede a verificar que las unidades de caudal sean las correctas, en litros por segundo (LPS). Luego se procede a sumar todas las líneas para obtener el caudal promedio (Q_p) por día durante cada uno de los cuatro meses.

$$Q_p = \frac{\sum Q}{24}$$

$\sum Q$ = Sumatoria de caudales durante las 24 horas.

Q_p = Caudal Promedio.

Para el cálculo de k_2 se busca el caudal máximo en cada día para que sea nuestro Q_{mh} según los datos obtenidos en campo, para familiarizarnos más con la siguiente fórmula.

$$Q_{mh} = Q_p * k_2$$

Q_{mh} = Caudal Máximo horario.

Q_p = Caudal Promedio.

k_2 = Factor Máximo Horario.

Se despeja el k_2 dividiendo el caudal máximo de cada día sobre promedio de los cuatro meses

$$k_2 = \frac{Q_{mh}}{Q_p} [lps]$$

Q_{mh} = Caudal Máximo horario.

Q_p = Caudal Promedio.

k_2 = Factor Máximo Horario.

Este valor se obtiene diario, para obtener el resumen del k_2 en el año que es lo que buscamos calcular. Para el resultado del factor k_2 de la Ciudad del Cusco se obtiene la suma de ambos Sistemas y de igual forma se analiza como si fuese un solo Sistema evaluando el Caudal Máximo y su respectivo k_2 como resultado final.

3.6.1.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DEL K1 (FACTOR DE DEMANDA DIARIA DE AGUA).

Para el cálculo de k_1 se tomaron los caudales de ingreso a cada línea desde el año 2007 al año 2014.

Fotografía N° 29 Esquema del coeficiente de variación diaria k_1

ambos sistemas (Piuray y Vilcanota) para que los valores anuales representen a la Ciudad del Cusco, y se analiza como si fuese otro sistema, obteniendo un Caudal Máximo y su respectivo k_1 como se hizo para cada sistema.

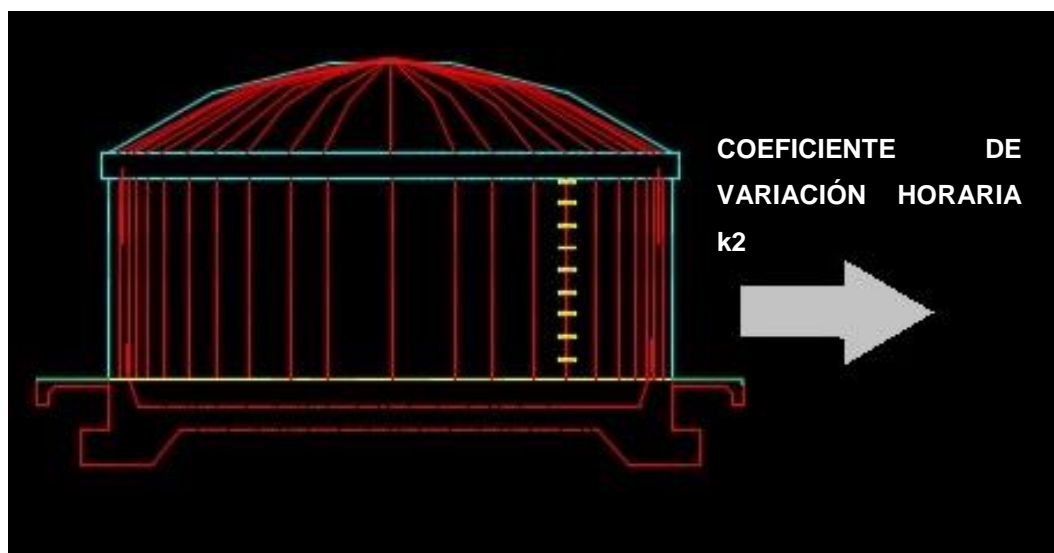
3.6.2. PROCEDIMIENTOS, CÁLCULOS Y DIAGRAMAS.

Luego de llenar los caudales faltantes con la ayuda del software SPSS se procede con los cálculos de los factores de demanda y diagramas para una mejor visualización.

3.6.2.1. CÁLCULO DEL k_2 (FACTOR DE DEMANDA HORARIA DE AGUA).

Con los datos tomados de todos los caudales de salida de las líneas del sistema Piuray y sistema Vilcanota se calcula un k_2 para cada sistema independientemente y otro k_2 para la Ciudad del Cusco.

Fotografía N° 30 Esquema del coeficiente de variación horaria k_2



FUENTE: TOMA PROPIA

3.6.2.1.1. COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA K2 PARA EL SISTEMA VILCANOTA

Se obtiene el caudal promedio (Q_p) para cada día del mes de MARZO, JUNIO, SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE.

$$Q_p = \frac{\sum Q}{24} [lps]$$

$\sum Q$ = Sumatoria de caudales durante las 24 horas.

Q_p = Caudal Promedio.

Por ejemplo (01/03/2014 Línea Norte):

$$Q_p = \frac{\sum Q}{24} = \frac{38331}{24} = 1597.13 [lps]$$

Con el caudal promedio de cada día se procedió a identificar el caudal máximo producido por el reservorio para dicha línea en el día y se aplica en la ecuación.

$$k_2 = \frac{Q_{mh}}{Q_p}$$

Q_{mh} = Caudal Máximo horario

k_2 = Factor Máximo Horario

Q_p = Caudal Promedio

Por ejemplo (01/03/2014 Línea Norte):

$$k_2 = \frac{Q_{mh}}{Q_p} = \frac{2587}{1597.13} = 1.6198$$

De aquí se obtiene los siguientes valores en la tabla resumen de cada día por cada mes.

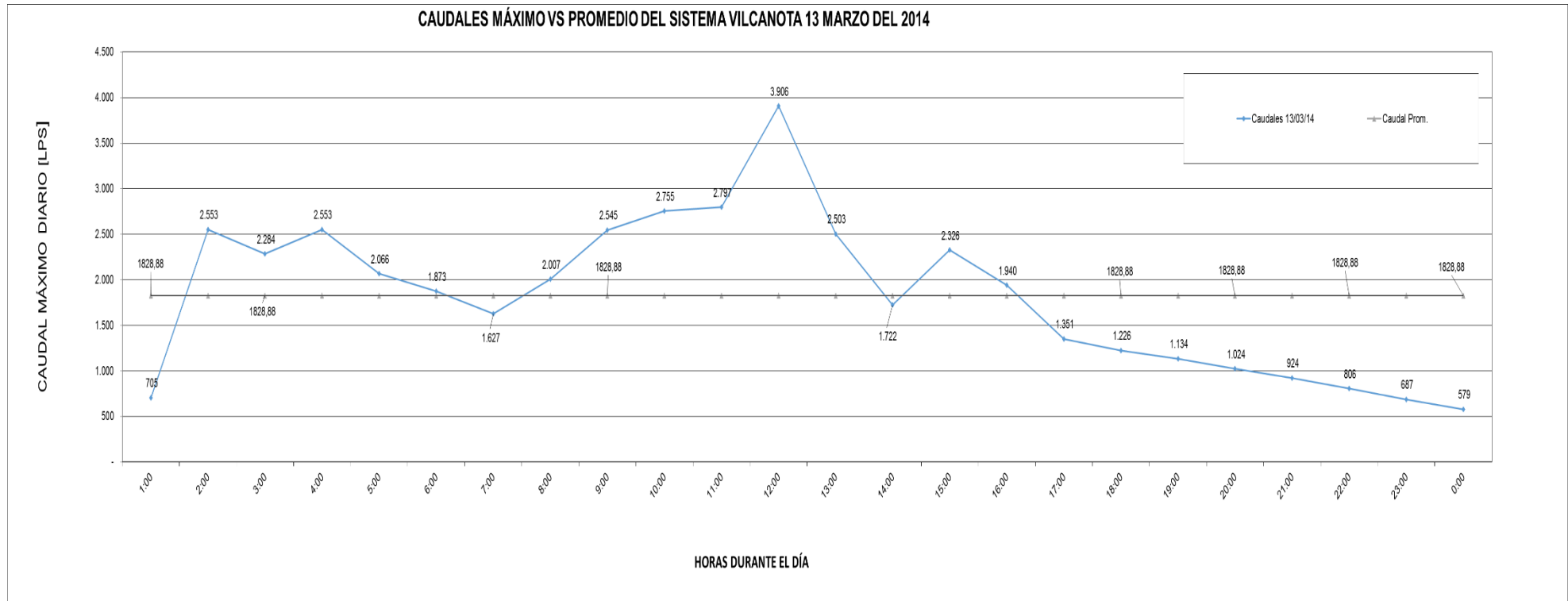


Tabla N° 7 k2 para el mes de marzo del Sistema Vilcanota

MARZO 2014		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																														
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																														
		DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL															TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ															
		AÑO DE REGISTRO : 2014															UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS)															
		SISTEMA VILCANOTA																														
Día/Mes	Día - Sem	1/03	2/03	3/03	4/03	5/03	6/03	7/03	8/03	9/03	10/03	11/03	12/03	13/03	14/03	15/03	16/03	17/03	18/03	19/03	20/03	21/03	22/03	23/03	24/03	25/03	26/03	27/03	28/03	29/03	30/03	31/03
		Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun
1:00		1.544	731	529	1.528	2.276	2.100	1.705	1.327	2.046	1.780	1.968	2.278	705	1.705	1.806	1.856	1.780	1.848	2.184	646	1.890	546	1.814	2.184	504	1.780	1.806	588	1.965	2.074	2.100
2:00		1.100	722	2.469	1.108	2.032	1.755	1.411	1.386	1.647	1.108	1.386	1.990	2.553	1.125	1.453	1.503	1.436	1.453	1.839	2.654	1.755	2.016	1.512	1.984	2.730	1.386	1.234	1.562	1.671	1.705	1.612
3:00		1.150	714	1.856	1.117	2.074	1.554	1.486	1.638	1.478	1.066	1.268	1.879	2.284	999	1.243	1.218	1.150	1.285	1.663	2.133	1.663	1.562	1.436	2.001	1.587	1.318	1.478	1.436	1.621	1.436	
4:00		1.276	705	1.982	1.218	2.175	1.978	1.504	1.705	1.367	1.016	1.201	2.410	2.551	940	1.310	1.251	1.024	1.234	1.574	1.184	1.755	1.604	1.503	2.266	2.284	2.032	1.436	1.504	1.377	1.579	
5:00		1.260	697	1.621	1.327	1.873	1.083	2.536	1.814	1.374	1.176	882	2.447	2.066	956	1.503	1.276	1.008	1.134	1.512	1.814	1.854	1.696	1.450	2.587	2.301	2.671	1.411	1.470	1.150	1.327	
6:00		1.327	689	1.419	1.411	1.965	865	2.931	1.512	1.201	1.152	915	2.481	1.873	940	1.990	1.260	915	991	1.150	1.108	1.234	1.234	1.252	2.580	1.713	2.570	1.310	1.302	907	1.176	
7:00		1.528	680	1.377	1.428	2.133	856	2.520	949	848	956	1.167	2.074	1.627	856	1.394	991	856	865	890	991	991	991	898	1.722	1.478	1.940	840	1.117	840	957	
8:00		1.873	672	1.864	1.520	2.116	848	1.890	873	949	966	1.360	1.680	2.007	865	1.409	856	865	1.158	932	1.033	915	898	1.050	1.579	1.505	2.099	1.066	890	856	848	
9:00		2.419	663	2.593	1.797	1.083	840	1.369	915	882	1.454	1.360	1.879	2.545	873	991	882	874	1.344	1.024	1.176	1.110	1.134	1.260	1.629	1.780	2.133	1.528	890	974	882	
10:00		2.184	655	1.554	1.453	1.344	915	982	982	924	1.436	1.302	2.167	2.755	1.092	1.041	890	907	1.554	1.520	1.646	2.638	1.873	1.360	2.410	2.578	2.562	2.184	940	1.050	924	
11:00		2.587	647	2.158	1.436	1.050	697	991	991	940	1.495	1.512	2.587	2.797	949	907	898	1.075	1.562	2.049	2.410	2.058	1.461	1.680	2.738	3.276	2.436	1.839	949	1.192	940	
12:00		2.360	638	2.570	1.503	991	882	957	966	974	1.386	1.873	3.108	3.906	949	924	949	1.276	966	2.545	3.124	2.310	1.528	2.368	3.250	3.460	3.124	2.256	1.134	766	982	
13:00		2.289	630	2.696	2.108	1.209	999	1.066	940	1.738	1.814	1.117	3.502	2.503	856	940	957	1.856	991	2.578	3.864	2.385	1.596	2.880	3.704	2.906	2.570	2.578	999	957	991	
14:00		2.368	621	2.125	1.432	1.377	957	957	966	1.054	1.318	1.562	2.940	1.722	915	932	966	1.285	1.251	2.108	3.763	2.427	1.074	2.763	3.641	2.276	1.864	2.377	1.226	974	982	
15:00		1.856	613	1.587	1.192	898	991	949	966	982	940	1.470	2.696	2.326	924	915	982	1.083	1.369	1.789	2.646	1.125	999	1.806	3.141	2.032	1.411	1.965	1.100	1.050	991	
16:00		1.965	605	2.318	1.444	1.369	882	949	966	974	991	999	3.124	1.940	1.302	932	957	1.075	1.780	1.352	1.621	1.705	1.033	1.461	1.730	1.705	1.394	1.117	1.125	1.050	932	
17:00		1.974	596	1.578	1.318	1.402	991	949	1.016	991	1.260	1.108	3.276	1.351	1.201	1.386	907	1.318	1.396	1.354	1.402	1.402	1.285	1.369	1.024	1.386	1.254	1.008	1.016	974	1.008	
18:00		1.369	588	999	1.226	1.302	1.075	915	1.243	1.10	1.139	1.686	2.478	1.226	1.092	1.318	857	1.201	1.310	1.344	1.318	1.251	1.184	1.234	940	1.335	1.150	924	848	1.302	940	
19:00		1.234	579	957	1.134	1.150	974	714	1.142	1.436	1.058	1.528	1.117	1.134	991	1.125	756	1.075	1.209	1.243	1.167	1.150	1.058	1.124	840	1.201	1.050	756	730	1.327	840	
20:00		1.125	571	856	991	1.075	840	623	991	1.302	940	1.335	1.041	1.024	823	991	680	974	1.108	1.108	1.075	1.041	924	974	730	1.092	924	546	630	1.226	673	
21:00		1.024	563	756	890	907	730	512	890	1.184	840	1.226	924	924	874	872	596	856	974	1.008	971	940	823	873	596	991	806	512	596	1.075	547	
22:00		940	554	680	789	806	629	485	789	1.084	939	1.125	823	806	596	752	549	754	890	924	868	840	722	789	540	890	705	496	546	974	546	
23:00		840	546	649	688	789	588	420	688	954	674	1.008	747	687	512	649	512	663	789	823	764	759	621	620	529	781	604	445	487	873	512	
0:00		739	537	618	586	856	445	386	546	856	655	907	646	579	420	512	478	546	697	722	579	638	546	520	420	680	546	369	428	762	445	
Caudal Max H.		2587	730.6	2696	2108	2276	2100	2931	1814	2046	1814	1968	3500	3906	1705	1990	1856	1856	1848	2578	3864	2638	2016	2880	3704	3460	3124	2578	1562	1965	2074	
Caudal Prom.		1597.13	634.00	1582.63	1276.83	1427.17	1019.75	1216.96	1091.71	1137.29	1146.29	1302.71	2095.38	1828.88	941.46	1137.29	959.46	1077.17	1214.92	1468.13	1664.88	1451.50	1181.54	1416.50	1865.21	1796.58	1691.58	1305.13	981.46	1113.67	1022.83	
Coeff (k2)		1.6198	1.1524	1.7035	1.6510	1.5948	2.0593	2.4085	1.6616	1.7990	1.5797	1.5107	1.6714	2.1357	1.8110	1.7498	1.9344	1.7230	1.5211	1.7560	2.3209	1.8174	1.7062	2.0332	1.9858	1.9259	1.8468	1.9753	1.5915	1.7644	2.0277	

FUENTE: Elaboración Propia

Figura N° 22 Caudal máximo horario 13 de marzo del 2014 Sistema Vilcanota



Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.1.2. COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA K2 PARA EL SISTEMA PIURAY

Se obtiene el caudal promedio (Q_p) para cada día del mes de MARZO, JUNIO, SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE.

$$Q_p = \frac{\Sigma \text{Caudal en el día lt/hr}}{24 \text{ hr}}$$

Por ejemplo 05/03/2014:

$$Q_p = \frac{\Sigma \text{Caudal en el día lt/hr}}{24 \text{ hr}} = \frac{32432694}{24} = 1351362,24 \text{ lps}$$

Con el caudal promedio de cada día se procedió a identificar el caudal máximo producido por el reservorio para dicha línea en el día y se aplica en la ecuación.

$$k_2 = \frac{Q_{mh}}{Q_p}$$

Q_{mh} = Caudal Máximo horario

k_2 = Factor Máximo Horario

Q_p = Caudal Promedio

Por ejemplo 31/03/2014:

$$k_2 = \frac{Q_{mh}}{Q_p} = \frac{1364051,62}{1351362,24} = 1.0094$$

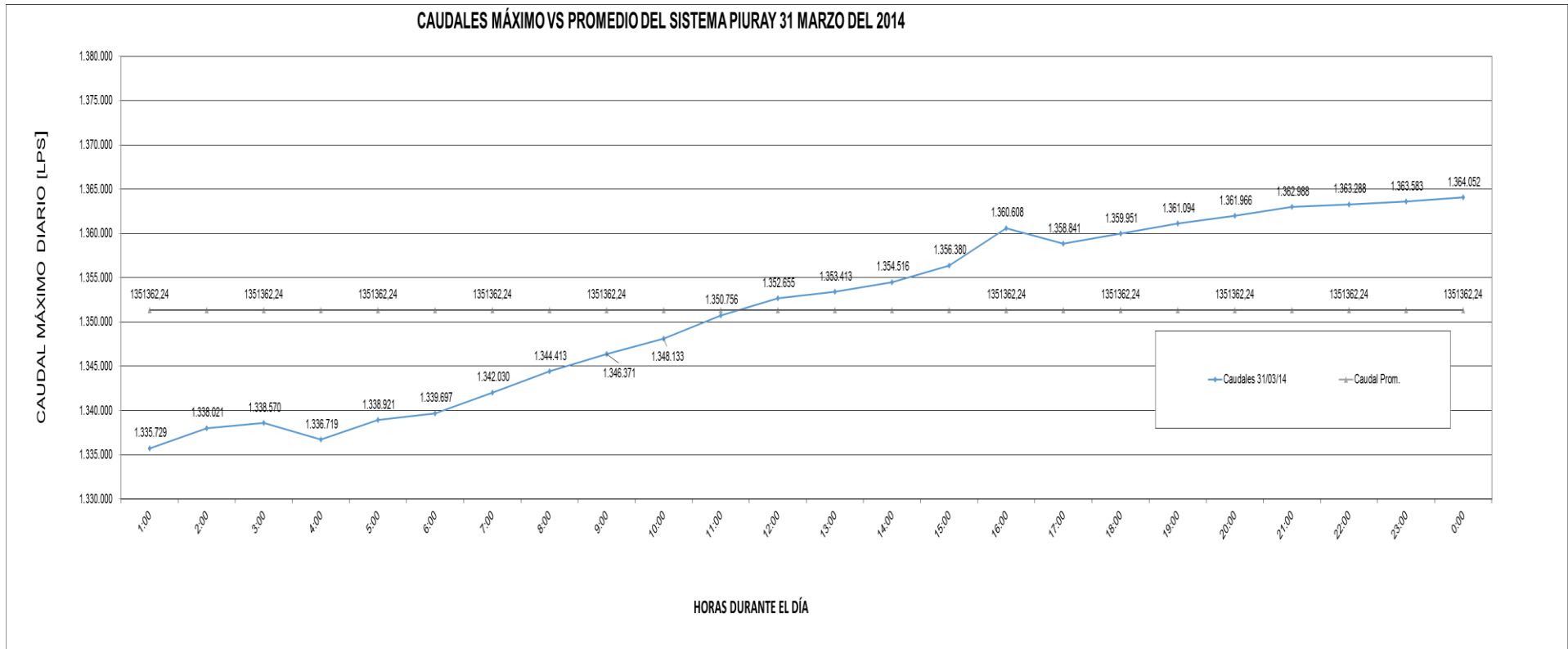
De aquí se obtiene los siguientes valores en la tabla resumen de cada día por cada mes.



Tabla N° 8 k2 para el mes de marzo del Sistema Piuray

MARZO 2014		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																														
		EESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																														
		TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ																														
		UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS)																														
		SISTEMA PIURAY																														
		AÑO DE REGISTRO : 2014																														
		DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL																														
		Qmax 1364051.62 lps k2: 1.0094																														
Horas	Día/Mes	1/03	2/03	3/03	4/03	5/03	6/03	7/03	8/03	9/03	10/03	11/03	12/03	13/03	14/03	15/03	16/03	17/03	18/03	19/03	20/03	21/03	22/03	23/03	24/03	25/03	26/03	27/03	28/03	29/03	30/03	31/03
Die - 5 am	Die - 5 am	Sáb	Dom	Lun	Mar	MiÉ	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	MiÉ	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	MiÉ	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	MiÉ	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	
1:00	1.182.486	1.201.739	1.220.484	1.237.872	1.256.220	1.280.504	1.299.852	485.712	482.408	497.446	528.848	554.328	581.752	718.232	744.048	771.216	818.112	870.840	913.696	950.144	984.074	1.018.802	1.044.184	1.079.088	1.123.857	1.161.887	1.203.812	1.254.184	1.288.903	1.299.585	1.338.719	
2:00	1.183.074	1.202.138	1.221.019	1.238.096	1.256.912	1.281.216	1.300.128	485.984	482.422	497.826	528.120	553.917	589.242	718.624	744.282	771.120	814.134	871.927	915.228	951.207	984.229	1.019.102	1.044.066	1.079.488	1.124.229	1.162.485	1.204.429	1.254.728	1.289.226	1.299.820	1.338.921	
3:00	1.183.662	1.202.666	1.221.314	1.238.751	1.258.081	1.282.464	1.301.552	486.240	482.584	498.124	528.000	554.088	589.520	719.024	744.858	771.528	814.258	872.087	915.428	951.428	984.488	1.019.387	1.044.387	1.079.828	1.124.587	1.162.887	1.204.887	1.255.249	1.289.787	1.299.820	1.339.021	
4:00	1.184.250	1.203.248	1.221.623	1.239.581	1.259.089	1.283.504	1.302.804	486.496	482.828	498.368	528.048	554.192	589.624	719.524	745.398	772.122	814.398	872.254	915.584	951.584	984.664	1.019.584	1.044.584	1.080.048	1.124.848	1.163.188	1.205.188	1.255.588	1.290.126	1.299.820	1.339.221	
5:00	1.184.838	1.203.848	1.222.023	1.240.381	1.260.381	1.284.800	1.304.120	486.752	483.084	498.624	528.120	554.264	589.696	720.024	745.924	772.424	814.724	872.424	915.724	951.724	984.804	1.019.724	1.044.724	1.080.208	1.125.008	1.163.348	1.205.348	1.255.748	1.290.286	1.299.820	1.339.421	
6:00	1.185.426	1.204.448	1.222.423	1.241.484	1.261.484	1.285.904	1.305.224	487.008	483.340	498.880	528.160	554.304	589.736	720.524	746.424	772.924	814.924	872.624	915.924	951.924	985.004	1.019.924	1.044.924	1.080.408	1.125.208	1.163.548	1.205.548	1.255.948	1.290.486	1.299.820	1.339.621	
7:00	1.186.014	1.205.048	1.223.023	1.242.084	1.262.084	1.286.504	1.305.824	487.264	483.596	499.128	528.200	554.344	589.776	721.024	746.924	773.424	815.124	872.824	916.124	952.124	985.204	1.019.924	1.044.924	1.080.408	1.125.208	1.163.548	1.205.548	1.255.948	1.290.486	1.299.820	1.339.821	
8:00	1.186.602	1.205.648	1.223.623	1.242.684	1.262.684	1.287.104	1.306.424	487.520	483.852	499.484	528.240	554.384	589.816	721.524	747.424	773.824	815.324	873.224	916.324	952.324	985.404	1.019.924	1.044.924	1.080.408	1.125.208	1.163.548	1.205.548	1.255.948	1.290.486	1.299.820	1.339.821	
9:00	1.187.190	1.206.248	1.224.223	1.243.284	1.263.284	1.287.704	1.307.024	487.776	484.108	499.948	528.280	554.424	589.856	722.024	747.924	774.224	815.524	873.624	916.524	952.524	985.604	1.019.924	1.044.924	1.080.408	1.125.208	1.163.548	1.205.548	1.255.948	1.290.486	1.299.820	1.339.821	
10:00	1.187.778	1.206.848	1.224.823	1.243.884	1.263.884	1.288.304	1.307.624	488.032	484.364	500.128	528.320	554.464	589.896	722.524	748.424	774.724	815.824	874.024	916.824	952.824	985.904	1.019.924	1.044.924	1.080.408	1.125.208	1.163.548	1.205.548	1.255.948	1.290.486	1.299.820	1.339.821	
11:00	1.188.366	1.207.448	1.225.423	1.244.484	1.264.484	1.288.904	1.308.224	488.288	484.620	500.484	528.360	554.504	590.336	723.024	748.924	775.024	816.024	874.324	917.024	953.024	986.104	1.019.924	1.044.924	1.080.408	1.125.208	1.163.548	1.205.548	1.255.948	1.290.486	1.299.820	1.339.821	
12:00	1.188.954	1.208.048	1.226.023	1.245.084	1.265.084	1.289.504	1.308.824	488.544	484.876	500.788	528.400	554.544	590.376	723.524	749.424	775.524	816.224	874.624	917.324	953.324	986.404	1.019.924	1.044.924	1.080.408	1.125.208	1.163.548	1.205.548	1.255.948	1.290.486	1.299.820	1.339.821	
13:00	1.189.542	1.208.648	1.226.623	1.245.684	1.265.684	1.290.104	1.309.124	488.800	485.132	501.088	528.440	554.584	590.416	724.024	750.024	776.024	816.424	874.924	917.624	953.624	986.704	1.019.924	1.044.924	1.080.408	1.125.208	1.163.548	1.205.548	1.255.948	1.290.486	1.299.820	1.339.821	
14:00	1.190.130	1.209.248	1.227.223	1.246.284	1.266.284	1.290.704	1.309.424	489.056	485.388	501.344	528.480	554.624	590.448	724.524	750.524	776.524	816.624	875.224	917.924	953.924	986.804	1.019.924	1.044.924	1.080.408	1.125.208	1.163.548	1.205.548	1.255.948	1.290.486	1.299.820	1.339.821	
15:00	1.190.718	1.209.848	1.227.823	1.246.884	1.266.884	1.291.304	1.309.724	489.312	485.644	501.608	528.520	554.664	590.480	725.024	751.024	777.024	816.824	875.524	918.224	954.224	986.904	1.019.924	1.044.924	1.080.408	1.125.208	1.163.548	1.205.548	1.255.948	1.290.486	1.299.820	1.339.821	
16:00	1.191.306	1.210.448	1.228.423	1.247.484	1.267.484	1.291.904	1.310.024	489.568	485.900	501.872	528.560	554.704	590.512	725.524	751.524	777.524	817.024	875.824	918.524	954.524	987.004	1.019.924	1.044.924	1.080.408	1.125.208	1.163.548	1.205.548	1.255.948	1.290.486	1.299.820	1.339.821	
17:00	1.191.894	1.211.048	1.229.023	1.248.084	1.268.084	1.292.504	1.310.624	489.824	486.156	502.136	528.600	554.744	590.544	726.024	752.024	778.024	817.224	876.024	918.824	954.824	987.104	1.019.924	1.044.924	1.080.408	1.125.208	1.163.548	1.205.548	1.255.948	1.290.486	1.299.820	1.339.821	
18:00	1.192.482	1.211.648	1.229.623	1.248.684	1.268.684	1.293.104	1.311.024	490.080	486.412	502.408	528.640	554.784	590.576	726.524	752.524	778.524	817.424	876.324	919.124	955.124	987.204	1.019.924	1.044.924	1.080.408	1.125.208	1.163.548	1.205.548	1.255.948	1.290.486	1.299.820	1.339.821	
19:00	1.193.070	1.212.248	1.230.223	1.249.284	1.269.284	1.293.704	1.311.424	490.336	486.668	502.672	528.680	554.824	590.608	727.024	753.024	779.024	817.624	876.624	919.424	955.424	987.304	1.019.924	1.044.924	1.080.408	1.125.208	1.163.548	1.205.548	1.255.948	1.290.486	1.299.820	1.339.821	
20:00	1.193.658	1.212.848	1.230.823	1.249.884	1.269.884	1.294.304	1.311.824	490.592	486.924	502.936	528.720	554.864	590.640	727.524	753.524	779.524	817.824	876.924	919.724	955.724	987.404	1.019.924	1.044.924	1.080.408	1.125.208	1.163.548	1.205.548	1.255.948	1.290.486	1.299.820	1.339.821	
21:00	1.194.246	1.213.448	1.231.423	1.250.484	1.270.484	1.294.904	1.312.224	490.848	487.180	503.208	528.760	554.904	590.672	728.024	754.024	780.024	818.024	877.224	919.924	956.024	987.504	1.019.924	1.044.924	1.080.408	1.125.208	1.163.548	1.205.548	1.255.948	1.290.486	1.299.820	1.339.821	
22:00	1.194.834	1.214.048	1.232.023	1.251.084	1.271.084	1.295.504	1.312.624	491.104	487.436	503.472	528.800	554.944	590.704	728.524	754.524	780.524	818.224	877.524	920.224	956.324	987.604	1.019.924	1.044.924	1.080.408	1.125.208	1.163.548	1.205.548	1.255.948	1.290.486	1.299.820	1.339.821	
23:00	1.195.422	1.214.648	1.232.623	1.251.684	1.271.684	1.296.104	1.313.024	491.360	487.692	503.736	528.840	554.984	590.736	729.024	755.024	781.024	818.424	877.824	920.524	956.624	987.704	1.019.924	1.044.924	1.080.408	1.125.208	1.163.548	1.205.548	1.255.948	1.290.486	1.299.820	1.339.821	
0:00	1.196.010	1.215.248	1.233.223	1.252.284	1.272.284	1.296.704	1.313.424	491.616	487.948	504.008	528.880	555.024	590.768	729.524	755.524	781.524	818.624	878.124	920.824	956.924	987.804	1.019.924	1.044.924	1.080.408	1.125.208	1.163.548	1.205.548	1.255.948	1.290.486	1.299.820	1.339.821	
Qualif. Max. H.	1.209.87.08	1.211.96.08	1.213.78.08	1.215.71.47	1.217.00.08	1.218.95.38	1.220.98.48	480.13.4.79	497.08.4.6	520.04.72	553.17.6.89	584.88.4.17	708.15.5.7	748.90.8.1	777.01.4.08	812.80.0	858.18.8	911.62.7.3	948.88.0.8	987.17.8.8	1.015.57.1.8	1.044.02.2.2</										

Figura N° 23 Caudal máximo horario 31 de marzo del 2014 Sistema Piuray



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

3.6.2.1.3. COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA K2 PARA LA CIUDAD DEL CUSCO

Se obtiene el caudal promedio (Q_p) para cada día del mes de MARZO, JUNIO, SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE de los sistemas de abastecimientos elegidos (Sistema Piuray y Sistema Vilcanota).

$$Q_p = \frac{\Sigma \text{Caudal en el día lt/hr}}{24 \text{ hr}}$$

Por ejemplo 31/03/2014:

$$Q_p = \frac{\Sigma \text{Caudal en el día lt/hr}}{24 \text{ hr}} = \frac{32455416}{24} = 1352308,99 \text{ lps}$$

Con el caudal promedio de cada día se procedió a identificar el caudal máximo producido sumando todos los reservorios estudiados que abastecen a la Ciudad del Cusco diariamente y se aplica en la ecuación.

$$k_2 = \frac{Q_{mh}}{Q_p}$$

Q_{mh} = Caudal Máximo horario.

Q_p = Caudal Promedio.

k_2 = Factor Máximo Horario.

Por ejemplo 31/03/2014:

$$k_2 = \frac{Q_{mh}}{Q_p} = \frac{1364496,62}{1352308,99} = 1,0090$$

De aquí se obtienen los siguientes valores en la tabla resumen de cada día por cada mes.

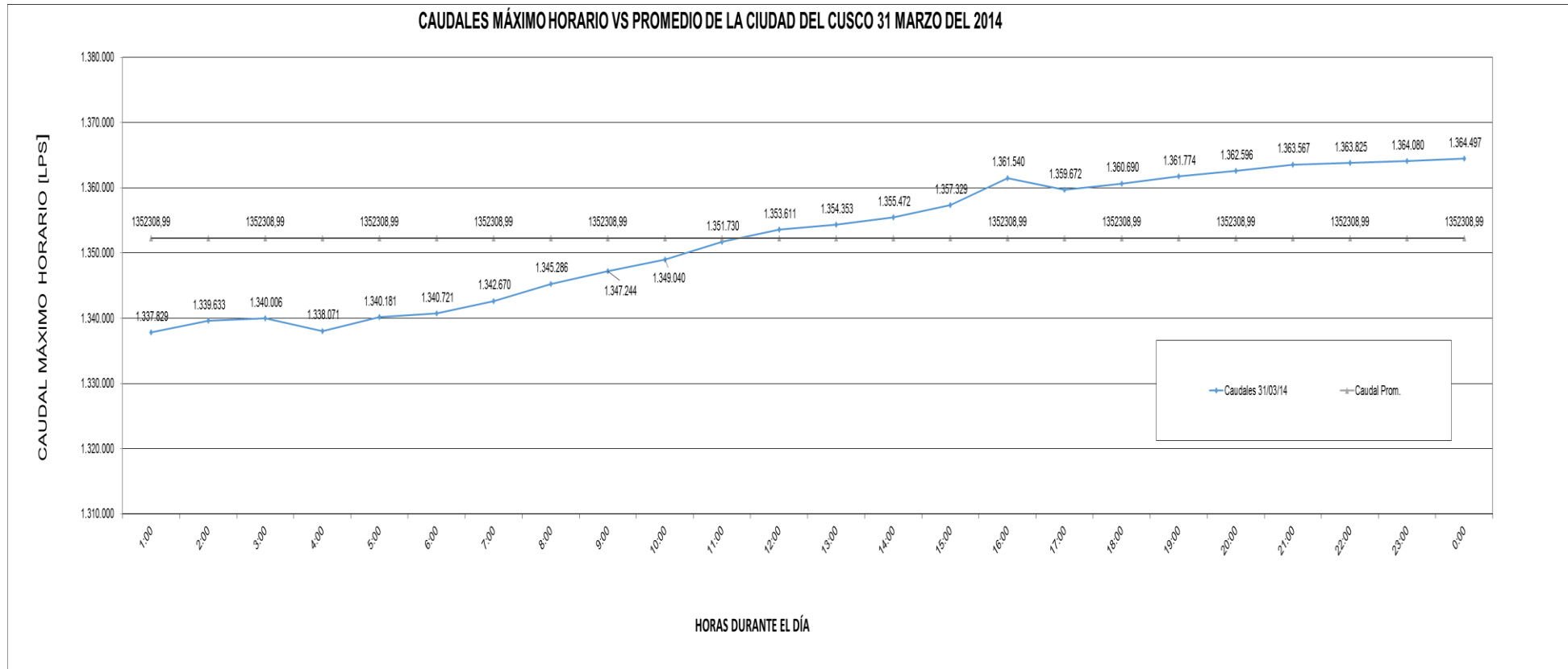


Tabla N° 9 k2 para el mes de marzo en la Ciudad del Cusco

Table with columns for Date (Dia/Mes), Hour (Hora), and flow rate (Caudal). Includes summary statistics: Qmax 1364496.62 lps, k2: 1.0090. Source: DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL. Ciudad del Cusco (Sistema Piuray + Sistema Vilcanota).

FUENTE: Elaboración Propia

Figura N° 24 Caudal máximo horario 31 de marzo del 2014 Ciudad del Cusco

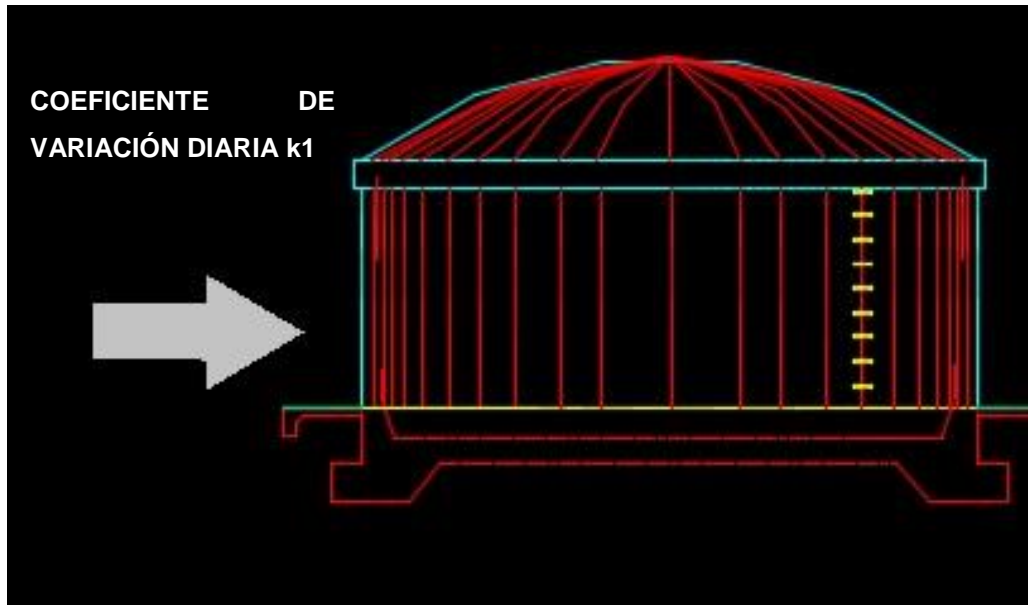


Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

3.6.2.2. CÁLCULO DEL K1 (FACTOR DE DEMANDA DIARIA DE AGUA).

Para el cálculo de k1 se tomaron los caudales de ingreso a cada reservorio desde el año 2007 al año 2014.

Fotografía N° 31 Esquema del coeficiente de variación diaria k1



FUENTE: TOMA PROPIA

Para este caso el caudal promedio obtenido de la base de datos desde el 2007 fue el caudal máximo diario, y el caudal promedio fue obtenido por cada mes lo cual facilitó el reemplazo en la fórmula:

$$k1 = \frac{Qp}{Qmd}$$

Qmh= Caudal Máximo horario.

Qp= Caudal Promedio.

k2 = Factor Máximo Horario.



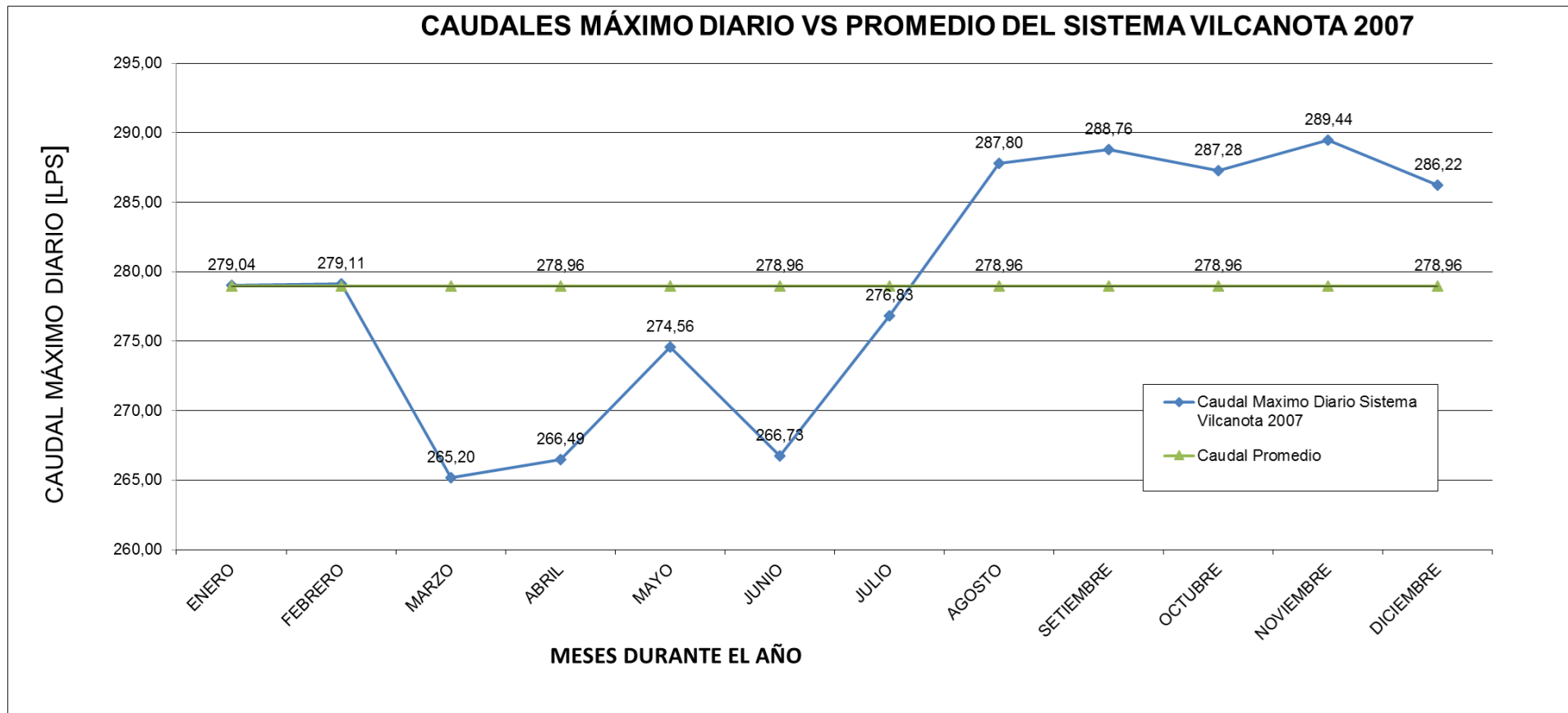
3.6.2.2.1. COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIA K1 EN EL SISTEMA VILCANOTA

Tabla N° 10 k1 para el año 2007 en el Sistema Vilcanota

VILCANOTA 2007												Qmax	289,44	lps	k2:	1,0376
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL						TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ										
AÑO DE REGISTRO : 2007						UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)										
SISTEMA VILCANOTA																
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE				
Caudal Máximo Diario	279,04	279,11	265,20	266,49	274,56	266,73	276,83	287,80	288,76	287,28	289,44	286,22				
Caudal Promedio	278,96	278,96	278,96	278,96	278,96	278,96	278,96	278,96	278,96	278,96	278,96	278,96				
k1 mensual	1,0003	1,0006	0,9507	0,9553	0,9842	0,9562	0,9924	1,0317	1,0352	1,0299	1,0376	1,0260				
Caudal Máximo Diario Final							289,44									
Caudal Promedio							278,96									
k1 Sistema Vilcanota							1,0376									

FUENTE: Elaboración Propia

Figura N° 25 Caudales máximos y promedios en el año 2007 en el Sistema Vilcanota



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA



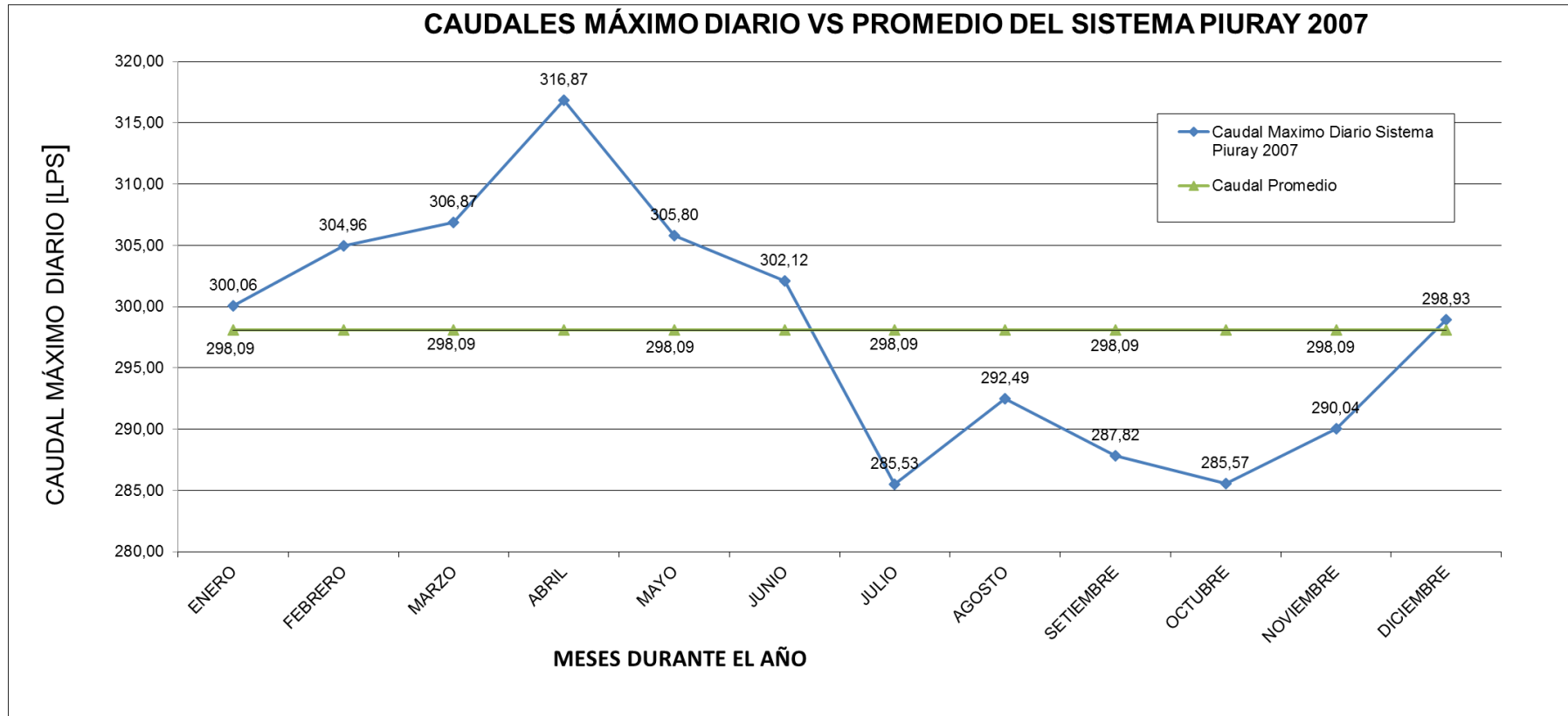
3.6.2.2.2. COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIA K1 EN EL SISTEMA PIURAY

Tabla N° 11 k1 para el año 2007 en el Sistema Piuray

PIURAY 2007												
							Qmax	316,87	lps	k2:	1,0630	
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL						TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ						
AÑO DE REGISTRO : 2007						UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)						
SISTEMA PIURAY												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario	300,06	304,96	306,87	316,87	305,80	302,12	285,53	292,49	287,82	285,57	290,04	298,93
Caudal Promedio	298,09	298,09	298,09	298,09	298,09	298,09	298,09	298,09	298,09	298,09	298,09	298,09
k1 mensual	1,0066	1,0230	1,0295	1,0630	1,0259	1,0135	0,9579	0,9812	0,9656	0,9580	0,9730	1,0028
Caudal Máximo Diario Final							316,87					
Caudal Promedio							298,09					
k1 Sistema Piuray							1,0630					

FUENTE: Elaboración Propia

Figura N° 26 Caudales máximos y promedios en el año 2007 en el Sistema Piuray



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

3.6.2.2.3. COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIA K1 EN LA CIUDAD DEL CUSCO

Se obtiene el caudal promedio (Q_p) de ambos sistemas de abastecimiento elegidos (Sistema Piuray Y Sistema Vilcanota).

$$Q_p = \frac{\Sigma \text{Caudales de los sistemas Piuray y Vilcanota}}{2 * (12) \text{ meses}}$$

Por ejemplo abril 2007:

$$Q_p = \frac{\Sigma \text{Caudales de los sistemas Piuray y Vilcanota}}{2 * (12) \text{ meses}} = \frac{6924,53}{24} = 288,52 \text{ lps}$$

Con el caudal promedio de cada día se procedió a identificar el caudal máximo producido sumando los sistemas de abastecimiento estudiados que abastecen a la Ciudad del Cusco diariamente y se aplica en la ecuación.

$$k_1 = \frac{Q_{mh}}{Q_p}$$

Q_{mh} = Caudal Máximo horario.

Q_p = Caudal Promedio.

K_1 = Factor Máximo horario.

Por ejemplo abril 2007

$$k_1 = \frac{Q_{mh}}{Q_p} = \frac{316,87}{288,52} = 1,0983$$

De aquí se obtiene los siguientes valores en la tabla resumen del 2007, el resto de tablas están adjuntos en el ítem de anexos.

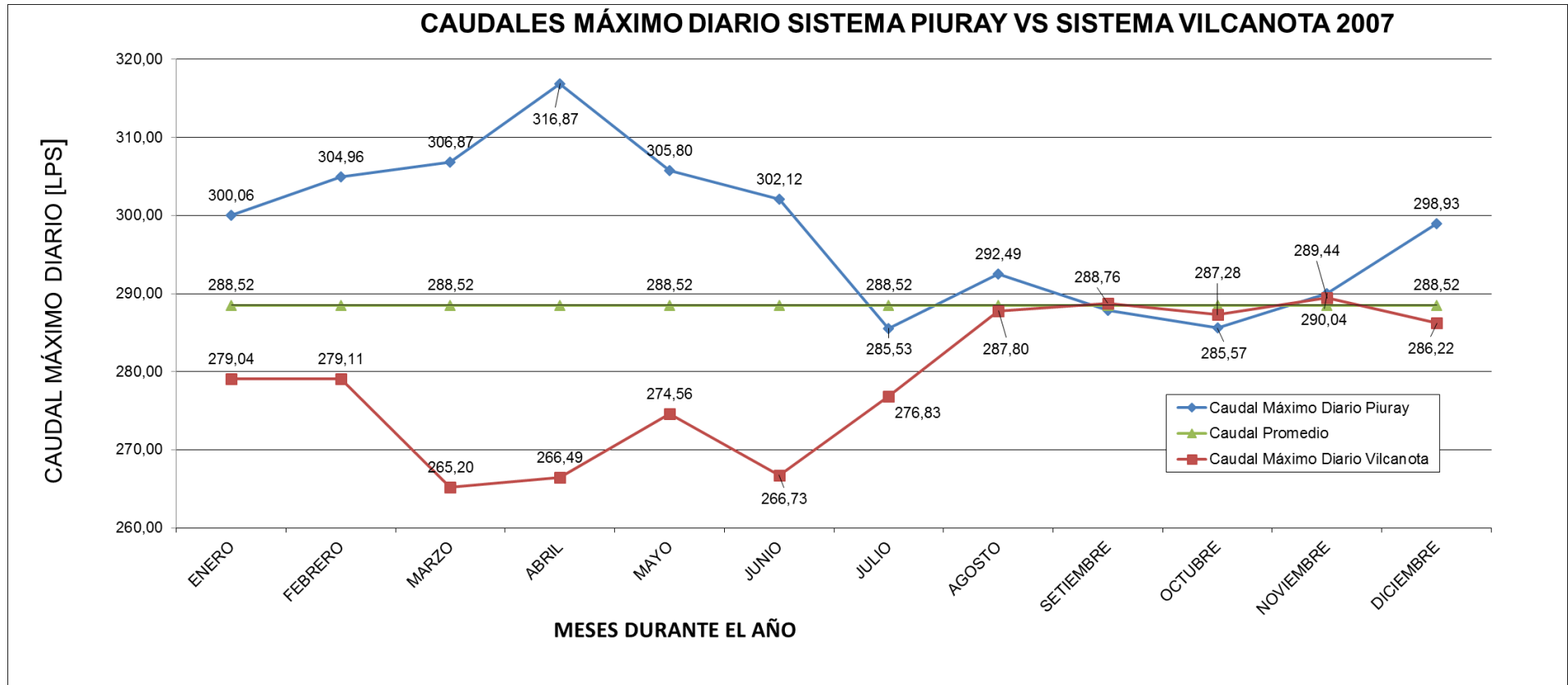


Tabla N° 12 k1 para el año 2007 en la Ciudad del Cusco

CUSCO 2007												
						Qmax	316,87	lps	k2:	1,0983		
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL						TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ						
AÑO DE REGISTRO : 2007						UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)						
CIUDAD DEL CUSCO (SISTEMA PIURAY + SISTEMA VILCANOTA)												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario Piuray	300,06	304,96	306,87	316,87	305,80	302,12	285,53	292,49	287,82	285,57	290,04	298,93
Caudal Máximo Diario Vilcanota	279,04	279,11	265,20	266,49	274,56	266,73	276,83	287,80	288,76	287,28	289,44	286,22
Caudal Máximo Diario	300,06	304,96	306,87	316,87	305,80	302,12	285,53	292,49	288,76	287,28	290,04	298,93
Caudal Promedio	288,52	288,52	288,52	288,52	288,52	288,52	288,52	288,52	288,52	288,52	288,52	288,52
k1 mensual	1,0400	1,0570	1,0636	1,0983	1,0599	1,0471	0,9896	1,0137	1,0008	0,9957	1,0053	1,0361
Caudal Máximo Diario Final	316,87											
Caudal Promedio	288,52											
k1 Ciudad del Cusco	1,0983											

FUENTE: Elaboración Propia

Figura N° 27 Caudales máximos y promedios en el año 2007 en la Ciudad del Cusco



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4. 1. RESULTADOS K1 DE LOS SISTEMA PIURAY Y VILCANOTA

Tras la recolección de datos desde el 2007 y los cálculos realizados, se presenta un resumen de los valores del k1 (factor de demanda diaria de agua potable) para el Sistema Piuray y Vilcanota y un promedio de ambas.

Tabla N° 13 Resumen de valores del factor de demanda de agua diaria K1 obtenidos en el Sistema Piuray

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ			
AÑO DE REGISTRO : 2007 - 2014				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)			
SISTEMA PIURAY							
	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014
Caudal Máximo Diario Final	316,87	308,60	266,81	255,01	316,15	333,38	335,06
Caudal Promedio	298,09	276,23	242,78	243,10	290,87	308,13	314,46
k1 Sistema Piuray	1,0630	1,12	1,10	1,05	1,09	1,08	1,05
Resultado durante el periodo 2007 - 2014							
Caudal Máximo Diario Final	335,06						
Caudal Promedio	281,95						
k1 Sistema Piuray	1,19						

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla N° 14 Resumen de valores del factor de demanda de agua diaria K1 obtenidos en el Sistema Vilcanota

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ			
AÑO DE REGISTRO : 2007 - 2014				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)			
SISTEMA VILCANOTA							
	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014
Caudal Máximo Diario Final	289,44	269,19	266,53	277,99	254,96	273,50	297,09
Caudal Promedio	278,96	260,94	255,50	261,04	242,08	252,40	270,29
k1 Sistema Piuray	1,0376	1,03	0,98	1,06	1,05	1,08	1,00
Resultado durante el periodo 2007 - 2014							
Caudal Máximo Diario Final	297,09						
Caudal Promedio	260,17						
k1 Sistema Vilcanota	1,14						

FUENTE: Elaboración Propia

4. 2. RESULTADO K1 DE LA CIUDAD DEL CUSCO

En resumen se obtuvo un promedio de los k1 de ambos sistemas para obtener un solo valor para la Ciudad del Cusco y no de ambos sistemas por individual lo cual podría ser conveniente según el diseño hidráulico que se desee diseñar posteriormente.

Tabla N° 15 Resumen de valores del factor de demanda de agua diaria K1 para la Ciudad del Cusco.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ			
AÑO DE REGISTRO : 2007 - 2014				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)			
CIUDAD DEL CUSCO (SISTEMA PIURAY + SISTEMA VILCANOTA)							
	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014
Caudal Máximo Diario Final	316,87	308,60	266,81	277,99	316,15	333,38	335,06
Caudal Promedio	288,52	268,59	249,14	252,07	266,48	280,27	292,37
k1 Sistema Piuray	1,0983	1,15	1,07	1,10	1,19	1,19	1,13
Resultado durante el periodo 2007 - 2014							
Caudal Máximo Diario Final	335,06						
Caudal Promedio	271,06						
k1 Ciudad del Cusco	1,24						

FUENTE: Elaboración Propia

4. 3. RESULTADO K2 DE LOS SISTEMAS PIURAY Y VILCANOTA

Luego del procesar los datos por hora de los caudales de los sistemas de Piuray y Vilcanota se tiene el siguiente resumen del año 2014 del k2 (factor de demanda horaria de agua) y el promedio de ambos sistemas.

Tabla N° 16 Resumen de valores del factor de demanda de agua horaria k2 obtenidos en el Sistema Piuray

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL			TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ	
AÑO DE REGISTRO : 2014			UNIDADES : SIN UNIDAD	
SISTEMA PIURAY				
MES	MARZO	JUNIO	SETIEMBRE	DICIEMBRE
	VERANO			
Caudal Máximo	1364051,62	1711042,04	730820,09	1416656,587
k2 Por mes	1,0094	2,0644	1,0017	1,0026
Caudal Máximo Horario Sistema Piuray	1711042,04			
k2 de la ciudad del Cusco	2,0644			

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla N° 17 Resumen de valores del factor de demanda de agua horaria k2 obtenidos en el Sistema Vilcanota

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL		TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ		
AÑO DE REGISTRO : 2014		UNIDADES : SIN UNIDAD		
SISTEMA VILCANOTA				
MES	MARZO	JUNIO	SETIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo	3906,00	2410,00	2788,00	3981,00
k2 Por mes	2,1357	1,9594	1,0026	1,9191
Caudal Máximo Horario Sistema Vilcanota	3981,00			
k2 de la ciudad del Cusco	1,9191			

FUENTE: Elaboración Propia

4. 4. RESULTADO K2 DE LA CIUDAD DEL CUSCO

En resumen se obtuvo un promedio de los k2 de ambos sistemas para obtener un solo valor para la Ciudad del Cusco y no de ambos sistemas por individual lo cual podría ser conveniente según el diseño hidráulico que se desee diseñar posteriormente.

Tabla N° 18 Resumen de valores del factor de demanda de agua horaria k2 promedio de ambos sistemas

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL		TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ		
AÑO DE REGISTRO : 2014		UNIDADES : SIN UNIDAD		
CIUDAD DEL CUSCO (SISTEMA PIURAY + SISTEMA VILCANOTA)				
MES	MARZO	JUNIO	SETIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo	1364496,62	1478044,01	733063,98	1418016,587
k2 Por mes	1,0090	2,0630	1,0028	1,0028
Caudal Máximo Horario de la Ciudad del Cusco	1478044,01			
k2 de la ciudad del Cusco	2,0630			

FUENTE: Elaboración Propia

4. 5. RESULTADO DE K1 Y K2 DE LA CIUDAD DEL CUSCO

El resultado final en ésta investigación del factor de demanda diaria k1 y factor de demanda horaria k2 para la Ciudad del Cusco es:

Tabla N° 19 Resumen de valores del factor de demanda de agua diaria y horaria en la Ciudad del Cusco

FACTORES DE DEMANDA		
F.D.DIARIA	K1	1,236
F.D.HORARIA	K2	2,063

FUENTE: Elaboración Propia

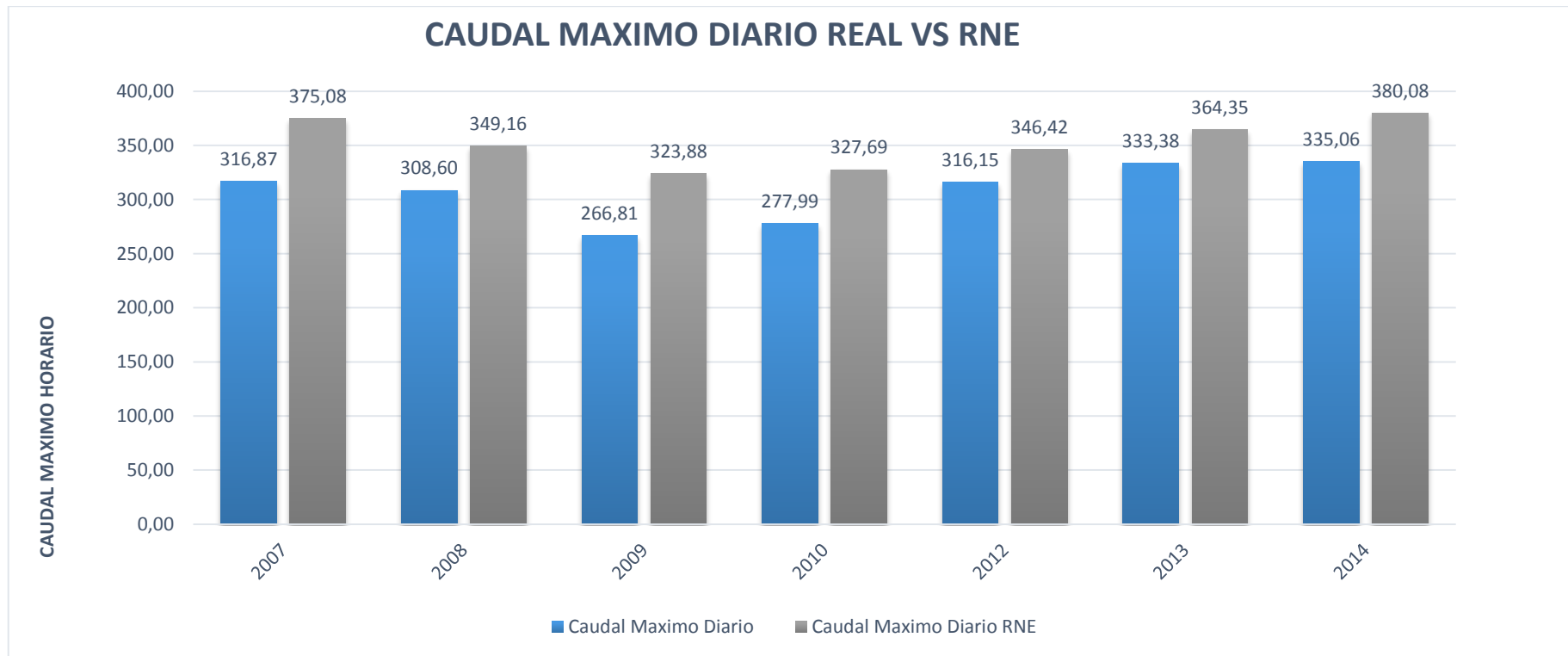
4. 6. COMPARACIÓN GRAFICA

Tabla N° 20 Cuadro comparativo de los caudales máximos diarios del RNE con los calculados

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO								
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL					TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ			
AÑO DE REGISTRO : 2007 - 2014					UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)			
CIUDAD DEL CUSCO (SISTEMA PIURAY + SISTEMA VILCANOTA)								
AÑO	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	Resultado durante el periodo 2007 - 2014
Caudal Máximo Diario	316,87	308,60	266,81	277,99	316,15	333,38	335,06	335,06
Caudal Promedio	288,52	268,59	249,14	252,07	266,48	280,27	292,37	271,06
k1 Ciudad del Cusco	1,10	1,15	1,07	1,10	1,19	1,19	1,13	1,24
Caudal Máximo Diario RNE	375,08	349,16	323,88	327,69	346,42	364,35	380,08	352,38
Caudal Promedio RNE	288,52	268,59	249,14	252,07	266,48	280,27	292,37	271,06
k1 RNE	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30

FUENTE: Elaboración Propia

Figura N° 28 Comparación grafica de los caudales máximos diarios del RNE con los calculados



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

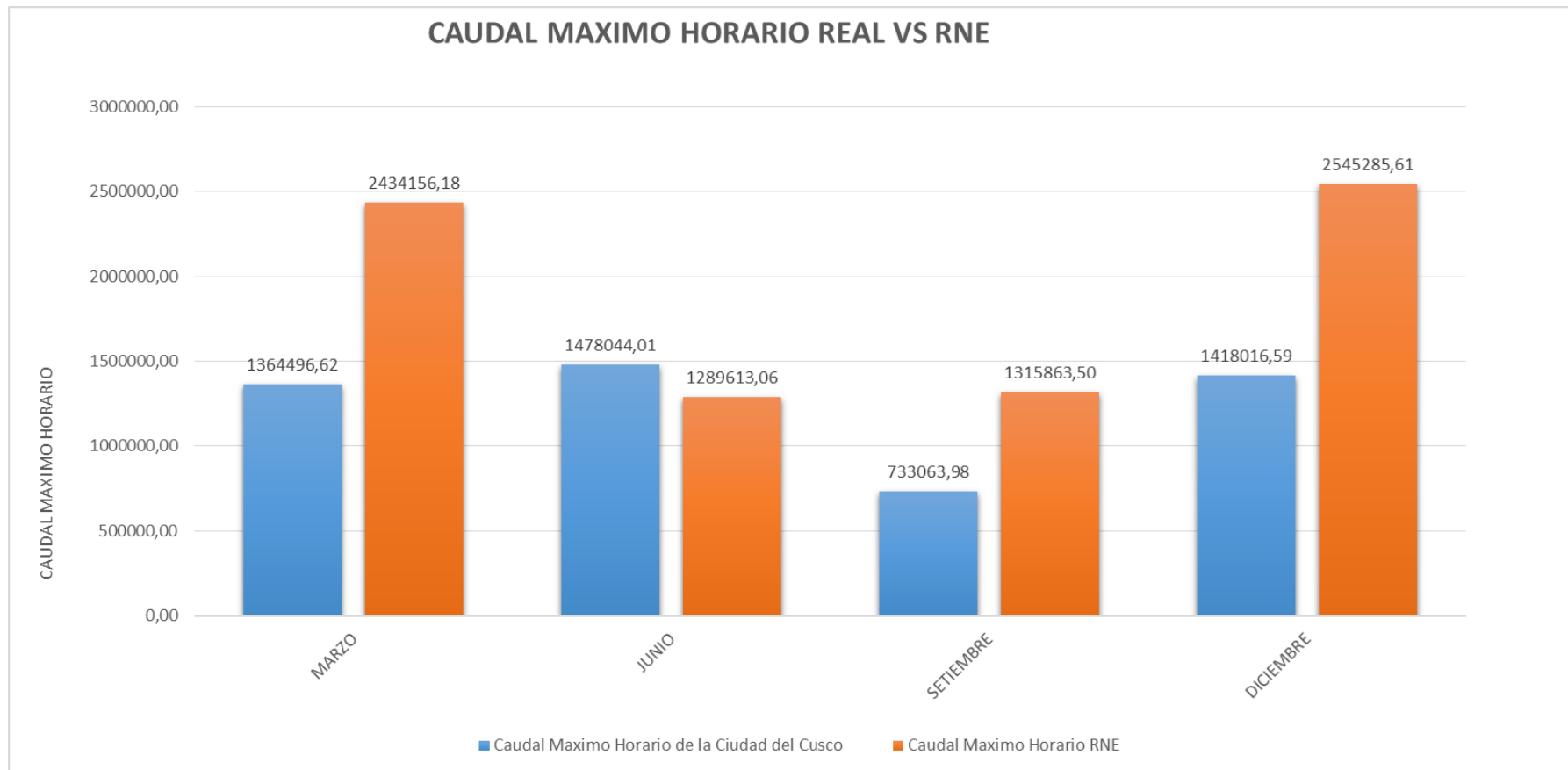


Tabla N° 21 Cuadro comparativo de los caudales máximos horarios del RNE con los calculados

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL		TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ		
AÑO DE REGISTRO : 2014		UNIDADES : SIN UNIDAD		
CIUDAD DEL CUSCO (SISTEMA PIURAY + SISTEMA VILCANOTA)				
MES	MARZO	JUNIO	SETIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Horario de la Ciudad del Cusco	1364496,62	1478044,01	733063,98	1418016,59
Caudal Promedio de la Ciudad del Cusco	1352308,99	716451,70	731035,28	1414047,56
k2 Por mes	1,0090	2,0630	1,0028	1,0028
Caudal Máximo Horario de la Ciudad del Cusco	1478044,01			
Caudal Promedio	716451,7014			
k2 de la ciudad del Cusco	2,063005792			
Caudal Máximo Horario RNE	2434156,18	1289613,06	1315863,50	2545285,61
Caudal Promedio	1352308,99	716451,70	731035,28	1414047,56
k2 RNE	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000

FUENTE: Elaboración Propia

Figura N° 29 Comparación grafica de los caudales máximos horarios del RNE con los calculados



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

a) ¿Cuál es la diferencia entre los valores calculados con el que nos establece el RNE?

El Reglamento Nacional de Edificaciones brinda los siguientes valores para la Ciudad del Cusco.

Tabla N° 22 Factores de demanda de agua diaria y horaria en la Ciudad del Cusco según el RNE.

FACTORES DE DEMANDA RNE		
F.D.DIARIA	K1	1,300
F.D.HORARIA	K2	1,8 - 2,5

FUENTE: Elaboración Propia

A diferencia de lo demostrado en ésta investigación donde se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 23 Factor de demanda de agua diaria y horaria en la Ciudad del Cusco calculados.

FACTORES DE DEMANDA		
F.D.DIARIA	K1	1,236
F.D.HORARIA	K2	2,063

FUENTE: Elaboración Propia

Se demuestra que los valores establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones; tal como se planteó en las hipótesis no son las que mejor se ajustan a la realidad de la Ciudad del Cusco:

Tabla N° 24 Cuadro comparativo de factores de demanda de agua diaria y horaria en la Ciudad del Cusco.

FACTORES DE DEMANDA		RNE	CALCULADO
F.D.DIARIA	K1	1,300	1,236
F.D.HORARIA	K2	1,800	2,063

FUENTE: Elaboración Propia

b) ¿Cómo se interpretan los resultados hallados en ésta investigación?

Los resultados hallados demuestran que los factores que establece el RNE varían respecto a los reales, lo que indica que si las estructuras hidráulicas están diseñadas podrían funcionar con mayor eficiencia si se diseñaran con el valor real ajustado a la demanda real de la población.

c) ¿Cuál es el aporte más importante que brinda ésta investigación?

Con dichos factores se puede mejorar los diseños hidráulicos con los datos reales, esta investigación es relevante especialmente para la Ciudad del Cusco, sobre todo porque se demuestra un estudio con los valores reales comparando con el que el Ministerio de Vivienda nos ofrece en el RNE; un valor que se usa para todas las estructuras hidráulicas en el Perú.

d) ¿Cómo afectarían estos valores a los sistemas actuales de abastecimiento?

Los sistemas de abastecimiento y diseños hidráulicos de la Ciudad del Cusco fueron diseñados conforme la población crecía y se fueron ampliando en etapas para satisfacer las necesidades de la población, es por ello que este valor no afecta al abastecimiento, pero en futuros diseños se podría evitar ampliaciones y realizar las construcciones de las infraestructuras en una sola etapa para un mayor periodo de uso de acuerdo a un estudio de rentabilidad económica previa.



e) ¿Este resultado se puede plantear para otras zonas alto andinas?

Si se desea usar estos factores en otra población se debe evaluar si las condiciones son las mismas, como el clima, geografía, población y sobre todo el tipo de sistema que se desea emplear.

f) ¿Cuáles son los aspectos positivos y negativos que se puedan considerar en esta investigación?

Entre los aspectos positivos el más relevante es el que se tenga un factor de demanda diaria y horaria que se ajusten a la realidad para futuros diseños hidráulicos, y entre los aspectos negativos una de las mayores limitaciones es que estos valores solo se pueden aplicar en sistemas similares y en condiciones similares.

g) ¿Por qué no se consideró al año 2011 para el cálculo del coeficiente de variación de demanda diaria y horaria en la Ciudad del Cusco?

El año 2011 hubo fuertes variaciones en los sistemas Vilcanota y Piuray debido a incidentes de los sistemas, por ello para evitar variaciones abruptas se omitió el año 2011 para el cálculo del k_1 .

h) ¿Por qué no se consideraron los sistemas: Kor Kor, Jaquira y Salkantay?

No se consideraron los sistemas Kor Kor, Jaquira y Salkantay ya que abastecen a menos del 10 % de la población de la Ciudad del Cusco, y como muestra representativa se tomó a los sistemas Piuray y Vilcanota que abastecen a la mayor parte de la población y que se tiene una toma de datos continua de los años requeridos para esta investigación.

i) ¿Los consumos de la población varían dependiendo al día de la semana en el que se registró el consumo?

Coincidentemente los caudales máximos registrados en su mayoría evaluados por mes corresponden a los días martes cercanos a fin de mes, como se representa en la tabla:

Tabla N° 25 Consumo máximo de acuerdo al día de la semana en el año 2014.

MES	REGISTRO	Dom	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
MARZO	Caudal Max. (lps)	1330797,4	1364496,62	1258203,47	1299977,38	1330797,4	1297641,76	1299977,38
	Fecha de registro	30/3/14	31/3/14	25/3/14	27/3/14	30/3/14	29/3/14	27/3/14
JUNIO	Caudal Max. (lps)	1680963,8	1703079,24	1712112,94	1593086,08	1680963,8	1650948,46	1593086,08
	Fecha de registro	29/6/14	30/6/14	24/6/14	26/6/14	29/6/14	28/6/14	26/6/14
SETIEMBRE	Caudal Max. (lps)	726862,74	729232,21	733063,98	716039,92	726862,74	723175,64	716039,92
	Fecha de registro	28/9/14	29/9/14	30/9/14	25/9/14	28/9/14	27/9/14	25/9/14
DICIEMBRE	Caudal Max. (lps)	1395745,68	1404853,73	1409939,06	1375615,85	1395745,68	1390026,27	1375615,85
	Fecha de registro	28/12/14	29/12/14	30/12/14	25/12/14	28/12/14	27/12/14	25/12/14

FUENTE: Elaboración Propia

Esto puede ser a criterio del autor porque corresponden a días festivos no tiene mucho que ver a los días de la semana, por ejemplo en junio el mayor registro está en el día 24/06/14, el día central del Cusco, día feria que la gran mayoría aprovecha en el aseo de la casa días de paso, o tal vez una reunión generando un mayor consumo en los distintos servicios. Otro ejemplo en diciembre el 30/12/14, con los preparativos de fin de año y también feriado en la mayoría de empresas es cuando la población no tiene horarios ni restricciones los niños están en casa y también pueden disponer de todos los servicios a cualquier hora.

j) ¿Los meses de registro representaron a un año como se esperaba?

Si, ya que los caudales máximos registrados están dentro del periodo de cada estación para el Hemisferio sur como se demuestra en la tabla siguiente:

Tabla N° 26 Consumo Máximo por estación en el año 2014

Estación	Periodo	Caudal Max. (lps)	Fecha
VERANO	Diciembre 22 - Marzo 21	1409939,06	30/12/14
OTOÑO	Marzo 22 - Junio 21	1364496,62	31/3/14
INVIERNO	Junio 22 - Septiembre 22	1712112,94	24/6/14
PRIMAVERA	Septiembre 23 - Diciembre 21	733063,98	30/9/14

FUENTE: Elaboración Propia



k) ¿Por qué se eligió el mes de marzo y por que variarían los valores de K1 y K2?

Inicialmente se eligió el mes de marzo por la mayor continuidad en la toma de datos y no por las condiciones climáticas propias de dicho mes en la ciudad del Cusco; al finalizar los análisis en esta investigación se puede comprobar que marzo es el mes en el que menos agua se consume y ya que los coeficientes k_1 y k_2 son determinados por los caudales máximos y caudales promedios en el año no varía considerablemente.

l) ¿Influiría el incremento poblacional en esta investigación?

No debido a que este valor solo lo tomamos como referencia en el cálculo se desprecia ya que tomamos el valor real del consumo de la población de la ciudad del Cusco, pero se debe tener en cuenta que para un diseño de un sistema hidráulico se consideran ampliaciones en periodos de las instalaciones de acuerdo a como establece el RNE esto es proporcional al crecimiento poblacional.

m) ¿La continuidad en el servicio de agua potable es una limitante en esta investigación?

Ya que los valores que se obtuvieron en campo fueron de acuerdo al consumo real de la población y al volumen de ingreso de agua a los reservorios este valor de continuidad de servicio se desprecia pues los valores en campo ya están condicionados a estas limitaciones.



GLOSARIO

- EPS SEDA CUSCO: Empresa Proveedora de Servicio SEDA CUSCO.
- INEI: Instituto Nacional de Estadística e informática.
- SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
- RNE: Reglamento Nacional de Edificaciones.
- OS: Obras Sanitarias.
- ABASTECIMIENTO: Actividad realizadas con fines de cubrir una necesidad de consumo de un grupo de individuos.
- DEMANDA: Bines y servicios que pueden ser adquiridos a diferentes precios según el conjunto de consumidores o el precio del mercado.
- AGUA POTABLE: Es denominada al agua apta para el consumo humano, la cual pasa por un proceso de purificación, o cloración de tal forma que no presente riesgos en la salud.
- DOTACIÓN: Asignación de un bien o servicio a un grupo de consumidores, por categorías.
- CONEXIONES: Enlace entre un proveedor de servicio y un consumidor para brindar individualmente el servicio que se ofrece.
- CONSUMO: Acción o efecto de gastar un elemento o bien, en este caso el agua potable.
- CENSO: Recuento descriptivo de individuos agrupados por un interés, o característica en común.
- CAUDAL: Cantidad de fluido o volumen de un fluido que atraviesa una sección en un determinado tiempo.
- SANEAMIENTO: Conjunto de procedimientos para dotar a un edificio de las condiciones de salubridad necesarias para preservarlo de la humedad y vías de agua.
- FUGAS: Salida de un fluid por una abertura u orificio producidas accidentalmente, que provoca pérdidas de presión.
- VIDA ÚTIL: Duración estimada de una infraestructura o un sistema el cual funcione y cumpla correctamente las funciones a la cual fue construida.
- PER CÁPITA: Se refiere a la dotación por persona en una estadística social determinada.



CONCLUSIONES

- CONCLUSIÓN N°01

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

- CONCLUSIÓN N°02

No se demostró la sub hipótesis: “La variación horaria de agua en la Ciudad del Cusco, es menor al que se establece en el RNE” ya que el coeficiente de variación de demanda horaria de agua es de 2,063 que resulta mayor a 1,8 establecida por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

- CONCLUSIÓN N°03

Se demostró la sub hipótesis: “La variación del consumo diario de agua en la Ciudad del Cusco, es menor al que se establece en el RNE ya que el coeficiente de variación de demanda horaria de agua es de 1,236 que resulta menor a 1,3 establecida por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

- CONCLUSIÓN N°04

No se demostró la sub hipótesis: “El caudal máximo diario de agua potable que demanda la ciudad del Cusco, es menor al caudal máximo diario calculado por los coeficientes del RNE”. Ya que el coeficiente de variación de demanda diaria de agua es mayor al establecido por el RNE se demuestra que el caudal es mayor lo contrario a la sub hipótesis establecida.



- CONCLUSIÓN N°05

Se demostró la sub hipótesis: “El caudal máximo horario de agua potable que demanda la ciudad del Cusco, es menor al caudal máximo calculado por los coeficientes del RNE.” Ya que el coeficiente de variación de demanda diaria de agua es menor al establecido por el RNE se demuestra que el caudal es menor.

- CONCLUSIÓN N°06

Se demostró la sub hipótesis: “La curva de consumo real diario y horario de la Ciudad del Cusco, varía considerablemente con la que se calcularía con los coeficientes del RNE. Mediante un gráfico en el cual se demuestra como varia con los valores tomados en las condiciones reales y con los establecidos por el RNE.



RECOMENDACIONES

- En el procedimiento de llenado manual de datos en los formatos utilizados por SEDACUSCO debe incluirse la verificación de los datos; por un responsable, ya que debe verificarse que los datos ingresados tengan una relación los unos con los otros. Esto debido a que al ser llenados manualmente, quien ha realizado el registro de datos puede cometer errores que luego provoquen conflictos en futuras investigaciones y controles propios de la empresa.
- Para este tipo de investigaciones se recomienda tener la mayor cantidad de años (al menos tres), que permitan establecer una tendencia para el cálculo del k_1 para obtener valores más reales, y para el cálculo del k_2 tener por lo menos un mes de cada estación para que sea una muestra representativa.
- Tomar como muestra para la Ciudad del Cusco a los sistemas que abastezcan a la mayor población de la ciudad u otra ciudad a estudiar.
- Realizar un mejor control en la toma de datos de salida de cada sistema para así obtener la mayor cantidad de caudales registrados, con el nuevo sistema que implementó la empresa SEDACUSCO SRL evita este tipo de errores al anotar o faltas de datos.
- Se recomienda también usar estos valores calculados para futuras investigaciones y diseños hidráulicos de la ciudad del Cusco o para ciudades con sistemas similares, teniendo en consideración las limitaciones de esta investigación.
- Se recomienda que en futuras investigaciones en la que se desee realizar el análisis de los valores de coeficiente de variación de demanda diaria y horaria de agua potable en la ciudad del Cusco de consideren otros meses que no incluya al mes de marzo para evaluar las posibles variaciones con los valores obtenidos en la presente investigación.
- Se recomienda en futuras investigaciones realizar una evaluación específica del consumo en los locales comerciales para valores mas precisos en relación a consumo general de la Ciudad del Cusco.

**REFERENCIAS**

- (INEI), I. N. (Junio de 2012). PERU: Estimaciones y Proyecciones de Población por Sexo de las Principales Ciudades, 2000 - 2015. *Boletín Especial N°23*, 15 -33. Obtenido de INEI CENSO 2014: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>
- AccuWeather. (16 de 01 de 2016). *AccuWeather | Temperatura de Cusco Año 2015*. Obtenido de AccuWeather: <http://www.accuweather.com/es/pe/cusco/257812/>
- Aricoche, M. M. (2012). Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para cuatro poblados rurales del Distrito de Lancones. PIURA, PERU.
- Arocha R., S. (1980). *Abastecimiento de Agua*. Caracas: Ediciones Vega SRL.
- Centro Peruano de Estudios Sociales. (09 de JULIO de 2014). *CEPRES*. Obtenido de CEPRES: http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable_3.pdf
- Lorena, G. C. (2011). Estimación del Consumo de Agua Potable en Colombia. SANTIAGO DE CALI, COLOMBIA.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2012). REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES OS100.
- Ministerio de viviendas, construcción y saneamiento. (2007). *Normas de Saneamiento*. Lima: Gráfica Arsam.
- Olivardi Feijoo, O. P. (2008). Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado del Centro poblado Cruz de Medano - Lambayeque. LIMA, PERU.
- Pittman, R. A. (1870). *Agua Potable para poblaciones rurales*. Lima - Perú.
- QC, S. (Setiembre de 2013). *Informe Abastecimiento de Agua Potable en el Cusco*. Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/doc/167400973/Fuentes-Del-Cusco#scribd>



Ruiz, P. R. (2001). Abastecimiento de Agua . En P. R. Ruiz, *Abastecimiento de Agua* (pág. 499). Oaxaca.

SEDACUSCO. (09 de JULIO de 2014). *www.sedacusco.com*. Obtenido de *www.sedacusco.com*:

<http://www.sedacusco.com/websedacusco/files/AguaDesagueCusco.pdf>

f



ANEXOS



REGISTRO TRANSCRITO DE LOS VALORES DE LOS CAUDALES HORARIOS REGISTRADOS EN CADA RESERVORIO

REGISTRO HORARIO DE CAUDALES DEL SISTEMA VILCANOTA EN EL RESERVORIO LARAPA (R-12) DE LOS MESES DE MARZO, JUNIO, SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE DEL 2014

Figura N° 30 Registro Horario de Caudales del Reservoirio de Larapa en mes de marzo del 2014

Table with 31 columns for days of the month and 24 rows for hours. Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO: 2014, RESERVORIO: LARAPA (R12), TESIS: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS).

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA.

Figura N° 31 Registro Horario de Caudales del Reservoirio de Larapa en mes de junio del 2014

Table with 31 columns for days of the month and 24 rows for hours. Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO: 2014, RESERVORIO: LARAPA (R12), TESIS: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS).

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA.



Figura N° 32 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Larapa en mes de septiembre del 2014

Table with columns for Date/Time, Day of Week, and flow rate (LPS) for each day of the month. Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO : 2014, RESERVORIO: LARAPA (R12), TESIS: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS).

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Figura N° 33 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Larapa en mes de diciembre del 2014

Table with columns for Date/Time, Day of Week, and flow rate (LPS) for each day of the month. Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO : 2014, RESERVORIO: LARAPA (R12), TESIS: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS).

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA



REGISTRO HORARIO DE CAUDALES DEL SISTEMA PIURAY EN EL RESERVOIRIO LÍNEA NORTE (R-1) DE LOS MESES DE MARZO, JUNIO, SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE DEL 2014

Figura N° 34 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Línea Norte en mes de marzo del 2014

Table with 31 columns (Día/Mes, 1/03 to 31/03) and 24 rows (1:00 to 0:00). Includes headers for Universidad Andina del Cusco, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, and Reservoirio: Línea Norte (R1).

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Figura N° 35 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Línea Norte en mes de junio del 2014

Table with 31 columns (Día/Mes, 1/06 to 30/06) and 24 rows (1:00 to 0:00). Includes headers for Universidad Andina del Cusco, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, and Reservoirio: Línea Norte (R1).

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA



Figura N° 36 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Línea Norte en mes de septiembre del 2014

Table with columns for Date/Time, Day of Week, and flow rate (LPS) for the month of September 2014. Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, TESIS: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS).

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Figura N° 37 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Línea Norte en mes de diciembre del 2014

Table with columns for Date/Time, Day of Week, and flow rate (LPS) for the month of December 2014. Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, TESIS: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS).

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA



REGISTRO HORARIO DE CAUDALES DEL SISTEMA PIURAY EN EL RESERVOIRIO PUQUIN (R-4) DE LOS MESES DE MARZO, JUNIO, SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE DEL 2014

Figura N° 38 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Puquin en mes de marzo del 2014

Table with columns for Date/Time, Day of Week, and flow rate (LPS) for each hour of the day in March 2014. Includes university and school information at the top.

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Figura N° 39 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Puquin en mes de junio del 2014

Table with columns for Date/Time, Day of Week, and flow rate (LPS) for each hour of the day in June 2014. Includes university and school information at the top.

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA



Figura N° 40 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Puquin en mes de septiembre del 2014

Table with columns for Date/Time, Day of Week, and flow rate (LPS) for the month of September 2014. Includes headers for university, school, and reservoir name.

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Figura N° 41 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Puquin en mes de diciembre del 2014

Table with columns for Date/Time, Day of Week, and flow rate (LPS) for the month of December 2014. Includes headers for university, school, and reservoir name.

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA



REGISTRO HORARIO DE CAUDALES DEL SISTEMA PIURAY EN EL RESERVORIO PICCHU (R-2) DE LOS MESES DE MARZO, JUNIO, SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE DEL 2014

Figura N° 42 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Picchu en mes de marzo del 2014

Table with columns for Day/Month, Hour, and flow rate (LPS) for the month of March 2014. Includes university and school information at the top.

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Figura N° 43 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Picchu en mes de junio del 2014

Table with columns for Day/Month, Hour, and flow rate (LPS) for the month of June 2014. Includes university and school information at the top.

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA



Figura N° 44 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Picchu en mes de septiembre del 2014

Table with columns for Date/Day, Hour, and flow rate (LPS) for the month of September 2014. Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, TESISISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, AÑO DE REGISTRO: 2014, RESERVORIO: PICCHU (R2), UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS).

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Figura N° 45 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Picchu en mes de diciembre del 2014

Table with columns for Date/Day, Hour, and flow rate (LPS) for the month of December 2014. Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, TESISISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, AÑO DE REGISTRO: 2014, RESERVORIO: PICCHU (R2), UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS).

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA



REGISTRO HORARIO DE CAUDALES DEL SISTEMA PIURAY EN EL RESERVORIO SANTA ANA (R-3) DE LOS MESES DE MARZO, JUNIO, SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE DEL 2014

Figura N° 46 Registro Horario de Caudales del Reservoirio de Santa Ana en mes de marzo del 2014

Table with 31 columns (Día/Mes, 1/03 to 31/03) and 24 rows (1:00 to 0:00). Includes headers for 'UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO', 'DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL', 'RESERVORIO: SANTA ANA (R3)', and 'UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS)'. The table contains numerical data for flow rates.

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Figura N° 47 Registro Horario de Caudales del Reservoirio de Santa Ana en mes de junio del 2014

Table with 31 columns (Día/Mes, 1/06 to 30/06) and 24 rows (1:00 to 0:00). Includes headers for 'UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO', 'DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL', 'RESERVORIO: SANTA ANA (R3)', and 'UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS)'. The table contains numerical data for flow rates.

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA



Figura N° 48 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Santa Ana en mes de septiembre del 2014

Table with columns for Date (Dia/Mes), Day of Week (Dia - Sem), and flow rate (LPS) for each day from 1/09 to 30/09. Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO : 2014, TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS), RESERVORIO: SANTA ANA (R3).

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Figura N° 49 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Santa Ana en mes de diciembre del 2014

Table with columns for Date (Dia/Mes), Day of Week (Dia - Sem), and flow rate (LPS) for each day from 1/12 to 31/12. Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO : 2014, TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS), RESERVORIO: SANTA ANA (R3).

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA



REGISTRO HORARIO DE CAUDALES DEL SISTEMA PIURAY EN EL RESERVORIO AUXILIAR (S/N) DE LOS MESES DE MARZO, JUNIO, SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE DEL 2014

Figura N° 50 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Auxiliario en mes de marzo del 2014

Table with columns for Date/Time, Day of Week, and flow rate (LPS) for the month of March 2014. Includes university and school information at the top.

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Figura N° 51 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Auxiliario en mes de junio del 2014

Table with columns for Date/Time, Day of Week, and flow rate (LPS) for the month of June 2014. Includes university and school information at the top.

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA



Figura N° 52 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Auxiliar en mes de septiembre del 2014

Table with columns for Date (Día/Mes), Hour (Día - Sem), and Flow (Litros por Segundo). Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO: 2014, TESISISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS), RESERVORIO: AUXILIAR (S/N).

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Figura N° 53 Registro Horario de Caudales del Reservorio de Auxiliar en mes de diciembre del 2014

Table with columns for Date (Día/Mes), Hour (Día - Sem), and Flow (Litros por Segundo). Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO: 2014, TESISISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS), RESERVORIO: AUXILIAR (S/N).

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA



REGISTRO DE VALORES TRANSCRITOS Y PROCESADOS DE LOS CAUDALES HORARIOS REGISTRADOS EN CADA RESERVORIO

REGISTRO DE VALORES PROCESADOS DE LOS CAUDALES HORARIO DEL SISTEMA VILCANOTA EN EL RESERVORIO LARAPA (R-12) DE LOS MESES DE MARZO, JUNIO, SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE DEL 2014

Tabla N° 27 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservoirio de Larapa en el mes de marzo del 2014

Table with columns for Date/Time, Day of Week, and flow rate (LPS) for March 2014. Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO: 2014, TESISISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS), RESERVORIO: LARAPA (R12).

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla N° 28 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservoirio de Larapa en el mes de junio del 2014

Table with columns for Date/Time, Day of Week, and flow rate (LPS) for June 2014. Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO: 2014, TESISISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS), RESERVORIO: LARAPA (R12).

FUENTE: Elaboración Propia



Tabla N° 29 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Larapa en el mes de septiembre del 2014

Table with columns for Day/Month, Hour, and flow rate (LPS) for the month of September 2014. Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO: 2014, RESERVORIO: LARAPA (R12), TESISISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS).

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla N° 30 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Larapa en el mes de diciembre del 2014

Table with columns for Day/Month, Hour, and flow rate (LPS) for the month of December 2014. Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO: 2014, RESERVORIO: LARAPA (R12), TESISISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS).

FUENTE: Elaboración Propia



REGISTRO DE VALORES PROCESADOS DE LOS CAUDALES HORARIO DEL SISTEMA PIURAY EN EL RESERVOIRIO LÍNEA NORTE (R-1) DE LOS MESES DE MARZO, JUNIO, SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE DEL 2014

Tabla N° 31 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Línea Norte en el mes de marzo del 2014

Table with columns for Date, Hour, and flow rate (LPS) for the month of March 2014. Includes header information from Universidad Andina del Cusco.

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla N° 32 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Línea Norte en el mes de junio del 2014

Table with columns for Date, Hour, and flow rate (LPS) for the month of June 2014. Includes header information from Universidad Andina del Cusco.

FUENTE: Elaboración Propia



Tabla N° 33 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Línea Norte en el mes de septiembre del 2014

Table with columns for Date/Time, Day of Week, and 30 days of September 2014. Includes headers for 'UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO', 'ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL', 'DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL', 'AÑO DE REGISTRO : 2014', 'RESERVOIR: LÍNEA NORTE (R1)', 'TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ', and 'UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS)'. The table contains 30 rows of hourly data.

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla N° 34 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Línea Norte en el mes de diciembre del 2014

Table with columns for Date/Time, Day of Week, and 31 days of December 2014. Includes headers for 'UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO', 'ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL', 'DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL', 'AÑO DE REGISTRO : 2014', 'RESERVOIR: LÍNEA NORTE (R1)', 'TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ', and 'UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS)'. The table contains 31 rows of hourly data.

FUENTE: Elaboración Propia



REGISTRO DE VALORES PROCESADOS DE LOS CAUDALES HORARIO DEL SISTEMA PIURAY EN EL RESERVORIO PUQUIN (R-4) DE LOS MESES DE MARZO, JUNIO, SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE DEL 2014

Tabla N° 35 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservoirio de Puquin en el mes de marzo del 2014

Table with columns for Date/Time, Day of Week, and flow rate (LPS) for each day of the month. Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO : 2014, RESERVORIO: PUQUIN (R4), UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS).

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla N° 36 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservoirio de Puquin en el mes de junio del 2014

Table with columns for Date/Time, Day of Week, and flow rate (LPS) for each day of the month. Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO : 2014, RESERVORIO: PUQUIN (R4), UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS).

FUENTE: Elaboración Propia



Tabla N° 37 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Puquin en el mes de septiembre del 2014

Table with columns for Date (Dia/Mes), Hour (Hora), and flow rate (Litros por Segundo) for the month of September 2014. Includes university and school information.

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla N° 38 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Puquin en el mes de diciembre del 2014

Table with columns for Date (Dia/Mes), Hour (Hora), and flow rate (Litros por Segundo) for the month of December 2014. Includes university and school information.

FUENTE: Elaboración Propia



REGISTRO DE VALORES PROCESADOS DE LOS CAUDALES HORARIO DEL SISTEMA PIURAY EN EL RESERVORIO PICCHU (R-2) DE LOS MESES DE MARZO, JUNIO, SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE DEL 2014

Tabla N° 39 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservoirio de Picchu en el mes de marzo del 2014

Table with columns for Date, Hour, and flow rate (LPS) for March 2014. Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO: 2014, RESERVORIO: PICCHU (R2), TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS).

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla N° 40 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservoirio de Picchu en el mes de junio del 2014

Table with columns for Date, Hour, and flow rate (LPS) for June 2014. Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO: 2014, RESERVORIO: PICCHU (R2), TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS).

FUENTE: Elaboración Propia



Tabla N° 41 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Picchu en el mes de septiembre del 2014

Table with columns for Date/Time, Day of Week, and 30 days of flow data (LPS). Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO : 2014, TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS), RESERVORIO: PICCHU (R2).

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla N° 42 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Picchu en el mes de diciembre del 2014

Table with columns for Date/Time, Day of Week, and 31 days of flow data (LPS). Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO : 2014, TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS), RESERVORIO: PICCHU (R2).

FUENTE: Elaboración Propia



REGISTRO DE VALORES PROCESADOS DE LOS CAUDALES HORARIO DEL SISTEMA PIURAY EN EL RESERVOIRIO SANTA ANA (R-3) DE LOS MESES DE MARZO, JUNIO, SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE DEL 2014

Tabla N° 43 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Santa Ana en el mes de marzo del 2014

Table with columns for Date, Hour, and flow rate (LPS) for March 2014. Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO: 2014, RESERVOIRIO: SANTA ANA (R3), TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS).

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla N° 44 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Santa Ana en el mes de junio del 2014

Table with columns for Date, Hour, and flow rate (LPS) for June 2014. Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO: 2014, RESERVOIRIO: SANTA ANA (R3), TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS).

FUENTE: Elaboración Propia



Tabla N° 45 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservoirio de Santa Ana en el mes de septiembre del 2014

Table with 30 columns for days of the month and 24 rows for hours (1:00 to 24:00). Includes headers for university, school, and data source. The table contains numerical data for flow rates in liters per second.

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla N° 46 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservoirio de Santa Ana en el mes de diciembre del 2014

Table with 31 columns for days of the month and 24 rows for hours (1:00 to 24:00). Includes headers for university, school, and data source. The table contains numerical data for flow rates in liters per second.

FUENTE: Elaboración Propia



REGISTRO DE VALORES PROCESADOS DE LOS CAUDALES HORARIO DEL SISTEMA PIURAY EN EL RESERVORIO AUXILIAR (S/N) DE LOS MESES DE MARZO, JUNIO, SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE DEL 2014

Tabla N° 47 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Auxiliar en el mes de marzo del 2014

Table with columns for Date (Dia/Mes), Hour (Hora), and flow rate (Litros por Segundo) for the month of March 2014. Includes header information for Universidad Andina del Cusco and Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla N° 48 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Auxiliar en el mes de junio del 2014

Table with columns for Date (Dia/Mes), Hour (Hora), and flow rate (Litros por Segundo) for the month of June 2014. Includes header information for Universidad Andina del Cusco and Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

FUENTE: Elaboración Propia



Tabla N° 49 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Auxiliar en el mes de septiembre del 2014

Table with columns for Date/Time (Dia/Mes, Dia - Sem, 1/09 to 30/09) and values for flow rate (LPS). Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO : 2014, TESISISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS), RESERVORIO: AUXILIAR (S/N).

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla N° 50 Registro de valores procesados de los caudales horarios en el Reservorio de Auxiliar en el mes de diciembre del 2014

Table with columns for Date/Time (Dia/Mes, Dia - Sem, 1/12 to 31/12) and values for flow rate (LPS). Includes header information: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL, AÑO DE REGISTRO : 2014, TESISISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ, UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS), RESERVORIO: AUXILIAR (S/N).

FUENTE: Elaboración Propia



REGISTRO DE VALORES PROCESADOS DE LOS CAUDALES HORARIO DE LA CIUDAD DEL CUSCO (SISTEMA VILCANOTA Y PIURAY) DE LOS MESES DE MARZO, JUNIO, SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE DEL 2014

Tabla N° 51 Registro de valores procesados de los caudales horarios en la Ciudad del Cusco en el mes de marzo del 2014

Table with columns for Date/Time, Day of Week, and flow rate (LPS) for various months in 2014. Includes header information for Universidad Andina del Cusco and Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla N° 52 Registro de valores procesados de los caudales horarios en la Ciudad del Cusco en el mes de junio del 2014

Table with columns for Date/Time, Day of Week, and flow rate (LPS) for various months in 2014. Includes header information for Universidad Andina del Cusco and Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla N° 53 Registro de valores procesados de los caudales horarios en la Ciudad del Cusco en el mes de septiembre del 2014



Table with 31 columns (Día/Mes, 1/09 to 30/09) and 24 rows (1:00 to 0:00). Title: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL. DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL. AÑO DE REGISTRO: 2014. CIUDAD DEL CUSCO (SISTEMA PIURAY + SISTEMA VILCANOTA). TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ. UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS).

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla N° 54 Registro de valores procesados de los caudales horarios en la Ciudad del Cusco en el mes de dicimbre del 2014

Table with 31 columns (Día/Mes, 1/12 to 31/12) and 24 rows (1:00 to 0:00). Title: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL. DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL. AÑO DE REGISTRO: 2014. CIUDAD DEL CUSCO (SISTEMA PIURAY + SISTEMA VILCANOTA). TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ. UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS).

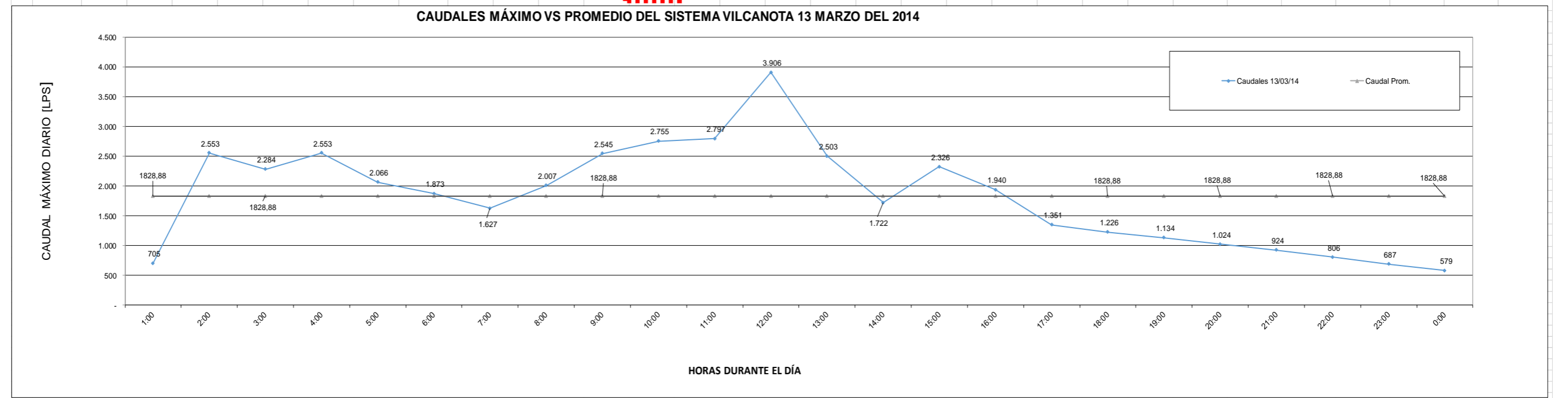
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K2 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA HORARIA) PARA EL SISTEMA VILCANOTA EN EL MES DE MARZO 2014

Tabla N° 55 Resultados de valores K2 para el Sistema Vilcanota Marzo 2014

MARZO 2014		Qmax		3906,00		lps		k2:		2,1357																						
		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO										ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																				
		DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL										TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ																				
		AÑO DE REGISTRO : 2014										UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS)																				
		SISTEMA VILCANOTA																														
Día/Mes	1/03	2/03	3/03	4/03	5/03	6/03	7/03	8/03	9/03	10/03	11/03	12/03	13/03	14/03	15/03	16/03	17/03	18/03	19/03	20/03	21/03	22/03	23/03	24/03	25/03	26/03	27/03	28/03	29/03	30/03	31/03	
Día - Sem	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	
1:00	1.544	731	529	1.528	2.276	2.100	1.705	1.327	2.046	1.780	1.968	2.278	705	1.705	1.806	1.856	1.780	1.848	2.184	646	1.890	546	1.814	2.184	504	1.780	1.806	588	1.965	2.074	2.100	
2:00	1.100	722	2.469	1.108	2.032	1.755	1.411	1.386	1.647	1.108	1.386	1.990	2.553	1.125	1.453	1.503	1.436	1.453	1.839	2.654	1.755	2.016	1.512	1.984	2.730	1.386	1.234	1.562	1.671	1.705	1.612	
3:00	1.150	714	1.856	1.117	2.074	1.554	1.486	1.638	1.478	1.066	1.268	1.879	2.284	999	1.243	1.218	1.150	1.285	1.663	2.133	1.663	1.562	1.436	2.001	2.234	1.587	1.318	1.478	1.436	1.621	1.436	
4:00	1.276	705	1.982	1.218	2.175	1.978	1.504	1.705	1.367	1.016	1.201	2.410	2.553	940	1.310	1.251	1.024	1.234	1.574	1.184	1.755	1.604	1.503	2.266	2.284	2.032	1.436	1.504	1.377	1.579	1.352	
5:00	1.260	697	1.621	1.327	1.873	1.083	2.536	1.814	1.374	1.176	882	2.447	2.066	956	1.503	1.276	1.008	1.134	1.512	1.814	1.854	1.696	1.450	2.587	2.301	2.671	1.411	1.470	1.150	1.327	1.260	
6:00	1.327	689	1.419	1.411	1.965	865	2.931	1.512	1.201	1.152	915	2.481	1.873	940	1.990	1.260	915	991	1.150	1.108	1.234	1.234	1.252	2.580	1.713	2.570	1.310	1.302	907	1.176	1.024	
7:00	1.528	680	1.377	1.428	2.133	856	2.520	949	848	956	1.167	2.074	1.627	856	1.394	991	856	865	890	991	991	940	898	1.722	1.478	1.940	840	1.117	840	957	640	
8:00	1.873	672	1.864	1.520	2.116	848	1.890	873	949	966	1.360	1.680	2.007	865	1.409	856	865	1.158	932	1.033	915	898	1.050	1.579	1.505	2.099	1.066	890	856	848	873	
9:00	2.419	663	2.593	1.797	1.083	840	1.369	915	882	1.454	1.360	1.879	2.545	873	991	882	874	1.344	1.024	1.176	110	1.134	1.260	1.629	1.780	2.133	1.528	890	974	882	873	
10:00	2.184	655	1.554	1.453	1.344	915	982	982	924	1.436	1.302	2.167	2.755	1.092	1.041	890	907	1.554	1.520	1.646	2.638	1.873	1.360	2.410	2.578	2.562	2.184	940	1.050	924	907	
11:00	2.587	647	2.158	1.436	1.050	697	991	991	940	1.495	1.512	2.587	2.797	949	907	898	1.075	1.562	2.049	2.410	2.058	1.461	1.680	2.738	3.276	2.436	1.839	949	1.192	940	974	
12:00	2.360	638	2.570	1.503	991	882	957	966	974	1.386	1.873	3.108	3.906	949	924	949	1.276	966	2.545	3.124	2.310	1.528	2.368	3.250	3.460	3.124	2.256	1.134	766	982	956	
13:00	2.289	630	2.696	2.108	1.209	999	1.066	940	1.738	1.814	1.117	3.502	2.503	856	940	957	1.856	991	2.578	3.864	2.385	1.596	2.880	3.704	2.906	2.570	2.578	999	957	991	940	
14:00	2.368	621	2.125	1.432	1.377	957	957	966	1.054	1.318	1.562	2.940	1.722	915	932	966	1.285	1.251	2.108	3.763	2.427	1.074	2.763	3.641	2.276	1.864	2.377	1.226	974	982	956	
15:00	1.856	613	1.587	1.192	898	991	949	966	982	940	1.470	2.696	2.326	924	915	982	1.083	1.369	1.789	2.646	1.125	999	1.806	3.141	2.032	1.411	1.965	1.100	1.050	991	949	
16:00	1.965	605	2.318	1.444	1.369	882	949	966	974	991	999	3.124	1.940	932	932	957	1.075	1.780	1.352	1.621	1.705	1.033	1.461	1.730	1.705	1.394	1.117	1.125	1.050	1.058	932	
17:00	1.974	596	1.750	1.318	1.402	991	949	1.016	991	1.260	1.108	3.276	1.351	1.201	1.386	907	1.318	1.396	1.354	1.402	1.402	1.285	1.369	1.024	1.386	1.254	1.008	1.016	974	1.008	831	
18:00	1.369	588	999	1.226	1.302	1.075	915	1.243	110	1.139	1.686	2.478	1.226	1.092	1.318	857	1.201	1.310	1.344	1.318	1.251	1.184	1.234	940	1.335	1.150	924	848	1.302	940	739	
19:00	1.234	579	957	1.134	1.150	974	714	1.142	1.436	1.058	1.528	1.117	1.134	991	1.125	756	1.075	1.209	1.243	1.167	1.150	1.058	1.124	840	1.201	1.050	758	730	1.327	840	680	
20:00	1.125	571	856	991	1.075	840	623	991	1.302	940	1.335	1.041	1.024	823	991	680	974	1.108	1.108	1.075	1.041	924	974	730	1.092	924	546	630	1.226	673	630	
21:00	1.024	563	756	890	907	730	512	890	1.184	840	1.226	924	924	714	872	596	856	974	1.008	971	940	823	873	596	991	1.008	806	512	596	1.075	547	579
22:00	940	554	680	789	806	629	485	789	1.084	939	1.125	823	806	596	752	549	754	890	924	868	840	722	789	540	890	705	496	546	974	546	537	
23:00	840	546	649	688	789	588	420	688	954	674	1.008	747	687	512	649	512	663	789	823	764	759	621	620	529	781	604	445	487	873	512	497	
0:00	739	537	618	586	856	445	386	546	856	655	907	646	579	420	512	478	546	697	722	579	638	546	520	420	680	546	369	428	762	445	445	
Caudal Max H.	2587	730,6	2696	2108	2276	2100	2931	1814	2046	1814	1968	3503	3906	1705	1990	1856	1856	1848	2578	3864	2638	2016	2880	3704	3460	3124	2578	1562	1965	2074	2100	
Caudal Prom.	1597,13	634,00	1582,63	1276,83	1427,17	1019,75	1216,96	1091,71	1137,29	1148,29	1302,71	2095,58	1828,88	941,46	1137,29	959,46	1077,17	1214,92	1468,13	1664,88	1451,50	1181,54	1416,50	1865,21	1796,58	1691,58	1305,13	981,46	1113,67	1022,83	946,75	
Coef (K2)	1,6198	1,1524	1,7035	1,6510	1,5948	2,0593	2,4085	1,6616	1,7990	1,5797	1,5107	1,6711	2,1357	1,8110	1,7498	1,9344	1,7230	1,5211	1,7560	2,3209	1,8174	1,7062	2,0332	1,9858	1,9259	1,8468	1,9753	1,5915	1,7644	2,0277	2,2181	



FUENTE: Elaboración Propia

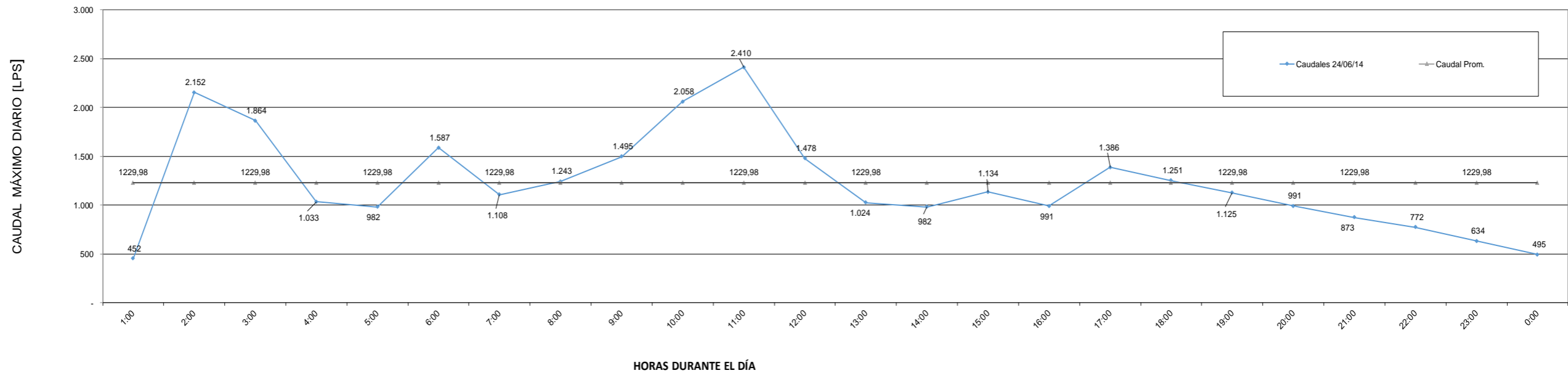


RESULTADOS DE VALORES K2 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA HORARIA) PARA EL SISTEMA VILCANOTA EN EL MES DE JUNIO 2014

Tabla N° 56 Resultados de valores K2 para el Sistema Vilcanota Junio 2014

JUNIO 2014		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																													
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																													
		DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL														TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ															
		AÑO DE REGISTRO : 2014														UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS)															
SISTEMA VILCANOTA																															
Día/Mes	1/06	2/06	3/06	4/06	5/06	6/06	7/06	8/06	9/06	10/06	11/06	12/06	13/06	14/06	15/06	16/06	17/06	18/06	19/06	20/06	21/06	22/06	23/06	24/06	25/06	26/06	27/06	28/06	29/06	30/06	
Día - Sem	Dom	Lun	Mar	MiÉ	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	MiÉ	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	MiÉ	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	MiÉ	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	
1:00	448	515	582	649	716	783	850	917	984	1051	1118	1185	1253	1320	1387	1454	1521	1588	1655	1722	1789	1856	478	1856	452	619	495	912	2184	1890	537
2:00	451	518	585	652	719	786	853	920	987	1054	1121	1188	1255	1322	1389	1456	1524	1591	1658	1725	1792	1859	2268	1426	2152	1554	2100	1486	1990	1470	2226
3:00	453	520	588	655	722	789	856	923	990	1057	1124	1191	1258	1325	1392	1459	1526	1593	1660	1728	1795	1862	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
4:00	456	523	590	657	724	791	858	925	992	1059	1126	1193	1260	1327	1394	1461	1528	1595	1662	1730	1797	1864	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
5:00	459	526	593	660	727	794	861	928	995	1062	1129	1196	1263	1330	1397	1464	1531	1598	1665	1732	1800	1867	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
6:00	462	529	596	663	730	797	864	931	998	1065	1132	1200	1267	1334	1401	1468	1535	1602	1669	1736	1803	1870	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
7:00	465	532	599	666	733	800	867	934	1001	1068	1135	1202	1269	1336	1403	1470	1537	1604	1671	1738	1805	1872	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
8:00	467	534	601	668	735	802	869	936	1003	1070	1137	1204	1271	1338	1405	1472	1539	1606	1673	1740	1807	1874	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
9:00	470	537	604	671	738	805	872	939	1006	1073	1140	1207	1274	1341	1408	1475	1542	1609	1676	1743	1810	1877	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
10:00	473	540	607	674	741	808	875	942	1009	1076	1143	1210	1277	1344	1411	1478	1545	1612	1679	1746	1813	1880	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
11:00	476	543	610	677	744	811	878	945	1012	1079	1146	1213	1280	1347	1414	1481	1548	1615	1682	1749	1816	1883	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
12:00	479	546	613	680	747	814	881	948	1015	1082	1149	1216	1283	1350	1417	1484	1551	1618	1685	1752	1819	1886	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
13:00	481	548	615	682	749	816	883	950	1017	1084	1151	1218	1285	1352	1419	1486	1553	1620	1687	1754	1821	1888	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
14:00	484	551	618	685	752	819	886	953	1020	1087	1154	1221	1288	1355	1422	1489	1556	1623	1690	1757	1824	1891	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
15:00	487	554	621	688	755	822	889	956	1023	1090	1157	1224	1291	1358	1425	1492	1559	1626	1693	1760	1827	1894	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
16:00	490	557	624	691	758	825	892	959	1026	1093	1160	1227	1294	1361	1428	1495	1562	1629	1696	1763	1830	1897	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
17:00	493	560	627	694	761	828	895	962	1029	1096	1163	1230	1297	1364	1431	1498	1565	1632	1700	1767	1834	1901	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
18:00	495	562	629	696	764	831	898	965	1032	1099	1166	1233	1300	1367	1434	1501	1568	1635	1702	1769	1836	1903	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
19:00	498	565	632	699	766	833	900	967	1034	1101	1168	1235	1302	1369	1436	1503	1570	1637	1704	1771	1838	1905	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
20:00	501	568	635	702	769	836	903	970	1037	1104	1171	1238	1305	1372	1439	1506	1573	1640	1707	1774	1841	1908	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
21:00	504	571	638	705	772	839	906	973	1040	1107	1174	1241	1308	1375	1442	1509	1576	1643	1710	1777	1844	1911	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
22:00	506	574	641	708	775	842	909	976	1043	1110	1177	1244	1311	1378	1445	1512	1579	1646	1713	1780	1847	1914	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
23:00	509	576	643	710	778	845	912	979	1046	1113	1180	1247	1314	1381	1448	1515	1582	1649	1716	1783	1850	1917	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
0:00	512	579	646	713	780	847	914	981	1048	1115	1182	1250	1317	1384	1451	1518	1585	1652	1719	1786	1853	1920	1417	1864	1402	1864	1369	1688	1396	1515	
Caudal Max H.	512,06	579,12	646,18	713,24	780,3	847,36	914,42	981,48	1048,54	1115,6	1182,66	1250,72	1317,78	1384,84	1451,9	1518,96	1585,02	1652,08	1719,14	1786,2	1853,26	1920,32	1417,38	1864,44	1402,5	1864,56	1369,62	1688,68	1396,74	1515,8	
Caudal Prom.	479,93	546,99	614,05	681,11	748,17	815,23	882,29	949,35	1016,41	1083,47	1150,53	1217,59	1284,65	1351,71	1418,77	1485,83	1552,89	1619,95	1687,01	1754,07	1821,13	1888,19	1417,38	1864,44	1402,5	1864,56	1369,62	1688,68	1396,74	1515,8	
Coef (K2)	1,0670	1,0587	1,0523	1,0472	1,0429	1,0394	1,0364	1,0338	1,0316	1,0297	1,0279	1,0264	1,0250	1,0238	1,0226	1,0216	1,0207	1,0198	1,0190	1,0183	1,0176	1,0170	1,0164	1,0158	1,0152	1,0146	1,0140	1,0134	1,0128	1,0122	

CAUDALES MÁXIMO VS PROMEDIO DEL SISTEMA VILCANOTA 24 JUNIO DEL 2014



FUENTE: Elaboración Propia

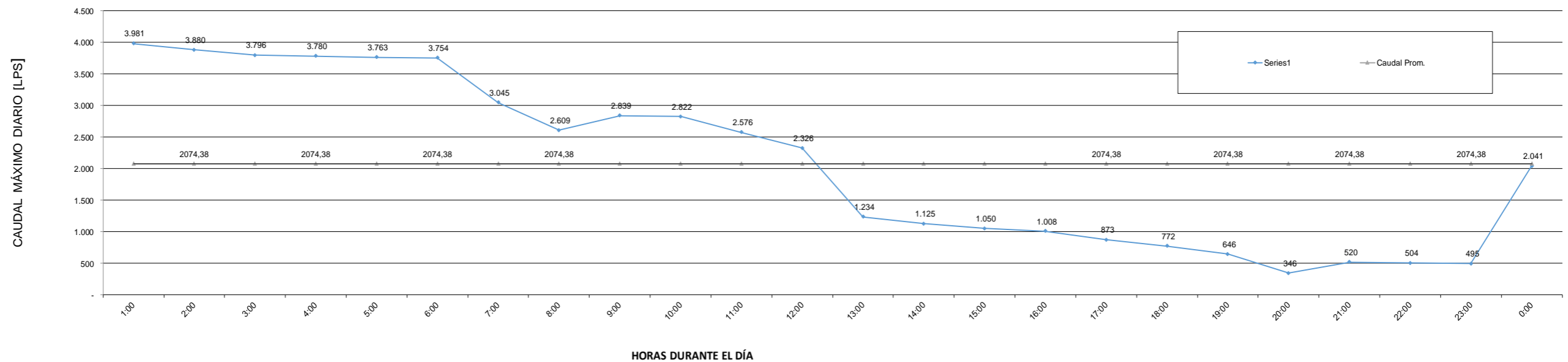


RESULTADOS DE VALORES K2 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA HORARIA) PARA EL SISTEMA VILCANOTA EN EL MES DE DICIEMBRE 2014

Tabla N° 58 Resultados de valores K2 para el Sistema Vilcanota Diciembre 2014

DICIEMBRE 2014		SISTEMA VILCANOTA																													
		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																													
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																													
		DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL														TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ															
		AÑO DE REGISTRO : 2014														UNIDADES DE REGISTRO: LITROS POR SEGUNDO (LPS)															
Día/Mes	1/12	2/12	3/12	4/12	5/12	6/12	7/12	8/12	9/12	10/12	11/12	12/12	13/12	14/12	15/12	16/12	17/12	18/12	19/12	20/12	21/12	22/12	23/12	24/12	25/12	26/12	27/12	28/12	29/12	30/12	31/12
Día - Sem	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Juev	Vier	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié
1:00	1.688	2.041	1.486	1.621	2.032	2.007	1.629	2.049	1.512	1.957	1.290	1.764	1.408	1.848	1.923	1.596	2.242	2.226	1.814	2.502	3.981	1.562	1.831	1.898	1.323	2.310	1.925	2.007	1.730	1.982	1.722
2:00	1.604	1.974	1.360	1.789	2.007	2.024	1.587	2.058	1.453	1.965	1.243	1.764	1.386	1.587	1.831	1.906	1.470	2.226	2.562	2.016	2.486	3.880	1.587	1.814	1.890	1.780	2.301	1.873	1.990	1.612	1.612
3:00	1.470	1.915	1.218	1.814	1.982	2.066	1.495	2.083	1.352	1.948	1.192	1.764	1.276	1.822	1.890	1.386	2.167	2.872	2.091	2.469	3.796	1.592	1.831	1.881	1.625	2.201	1.671	1.974	1.554	1.974	1.545
4:00	1.386	1.806	1.125	1.831	1.948	2.108	1.406	2.083	1.209	1.461	1.159	1.730	1.209	1.814	1.870	1.302	2.551	2.973	2.284	2.452	3.780	1.638	1.797	1.890	1.520	2.266	1.512	1.965	1.386	1.974	1.461
5:00	1.024	1.621	1.545	1.848	1.831	2.780	1.134	2.125	1.705	1.176	974	982	915	949	1.906	1.495	2.360	3.091	3.208	2.461	3.763	982	1.782	1.924	1.033	2.478	1.990	1.948	1.218	1.545	1.386
6:00	932	1.612	2.352	1.554	1.965	1.797	1.083	2.100	1.722	1.218	940	882	882	882	1.167	1.554	2.368	3.181	3.343	2.604	3.754	1.100	1.789	2.444	915	3.007	2.666	2.007	1.142	907	1.335
7:00	940	1.134	2.923	1.864	2.713	1.806	140	2.108	1.320	1.192	924	924	957	848	943	2.217	3.015	3.301	3.208	2.578	3.045	1.411	2.100	2.956	957	2.906	1.730	2.410	1.218	927	1.327
8:00	932	1.260	3.150	1.906	2.368	1.797	1.134	1.814	1.545	966	932	932	922	823	949	2.200	2.704	3.813	3.301	2.696	2.609	1.646	1.915	3.460	1.066	2.074	1.625	2.150	1.461	940	1.444
9:00	1.032	1.184	3.284	1.806	2.049	1.806	1.041	1.948	1.621	982	957	966	957	772	1.461	2.192	2.469	3.964	3.080	2.898	2.839	1.620	1.654	2.856	1.100	1.839	1.638	1.402	1.990	957	1.453
10:00	1.032	1.150	2.612	1.873	1.663	1.839	1.016	2.343	1.814	1.218	1.428	924	1.008	890	1.327	2.175	2.780	3.519	3.208	1.362	2.822	1.680	1.705	2.570	1.024	1.218	1.024	1.327	1.117	924	1.352
11:00	1.142	1.108	2.587	1.840	1.612	1.873	1.125	2.276	1.570	1.050	991	1.974	999	991	1.245	2.184	3.007	3.246	3.200	1.360	2.576	1.646	1.772	2.646	1.091	1.167	1.604	1.314	1.512	1.075	1.083
12:00	1.024	1.041	1.982	1.873	1.713	1.033	1.016	1.176	1.024	974	882	1.142	1.066	974	1.892	1.814	3.395	3.049	3.250	1.354	2.326	982	1.755	2.902	1.016	1.503	1.192	1.285	1.705	1.008	1.024
13:00	991	991	2.461	1.134	1.764	1.176	957	1.108	1.008	949	991	1.030	1.033	991	1.117	1.276	2.746	3.648	3.460	1.134	1.234	996	1.117	2.041	991	1.965	1.100	1.300	1.512	1.008	1.083
14:00	1.024	1.016	2.620	1.260	982	1.041	940	1.018	1.293	966	1.100	1.117	966	1.083	1.150	974	3.074	3.620	3.528	1.663	1.125	1.051	1.814	1.932	1.008	2.301	1.419	957	1.008	907	1.083
15:00	982	1.394	3.074	1.218	1.024	1.150	1.150	982	1.276	982	1.285	1.327	940	1.083	1.050	1.016	3.276	3.292	3.225	1.528	1.050	1.106	2.318	1.822	991	2.910	982	1.159	982	974	932
16:00	974	1.195	1.562	1.218	901	191	1.369	966	1.108	1.106	1.806	1.327	982	974	966	1.159	3.180	3.763	2.562	1.167	1.008	1.092	1.915	1.134	982	2.108	915	856	143	1.050	940
17:00	915	996	940	1.148	1.134	932	1.158	1.106	974	940	2.091	1.503	940	949	957	1.075	2.410	2.847	1.218	1.176	873	945	1.276	1.024	949	1.461	932	730	1.377	974	840
18:00	1.142	1.092	882	1.078	1.159	1.218	1.125	1.057	1.008	915	1.092	1.493	1.251	1.243	840	854	1.008	1.806	1.075	991	772	747	1.201	906	924	1.335	1.117	697	1.268	1.134	814
19:00	1.033	1.982	781	1.008	1.008	1.008	1.041	1.008	890	924	991	1.312	1.150	1.125	736	789	856	1.708	957	701	646	680	1.108	722	823	1.218	991	571	1.184	1.024	605
20:00	924	1.383	680	915	898	907	1.024	999	680	873	890	1.318	1.058	1.024	672	722	781	1.596	856	761	346	613	991	697	705	1.125	890	554	1.108	823	596
21:00	831	784	613	823	789	873	824	803	632	747	806	1.268	966	992	577	596	697	1.846	721	714	520	546	907	579	613	1.092	789	524	1.008	781	546
22:00	740	736	554	730	724	806	705	898	595	680	705	1.201	864	814	546	579	606	1.638	680	680	504	479	806	562	567	824	679	478	991	705	512
23:00	640	638	478	637	629	709	672	567	655	630	1.150	781	781	781	495	520	546	1.419	623	571	495	412	700	520	1.140	630	462	840	646	478	478
0:00	540	540	1.654	545	245	897	1.974	446	539	630	2.200	1.099	1.654	747	444	461	2.570	1.200	1.167	462	2.041	345	1.705	478	2.346	1.456	2.385	446	2.520	587	1.360
Caudal Max H.	1688	2041	3284	1906	2713	2780	1974	2343	1814	1965	2200	1974	1654	1848	1923	2217	3395	3964	3528	2898	3981	1680	2318	3460	2346	3007	2666	2410	2520	1990	1722
Caudal Prom.	1039,25	1274,71	1746,79	1388,88	1464,17	1410,17	1110,50	1467,75	1184,04	1103,08	1145,79	1287,21	1065,42	1093,73	1167,88	1316,92	2209,75	2757,50	2253,13	1615,42	2074,38	1102,42	1566,79	1738,92	1077,85	1841,88	1368,79	1290,63	1313,96	1121,54	1098,21
Coef (K2)	1,6242	1,6012	1,8800	1,3723	1,8529	1,9714	1,7776	1,5963	1,5320	1,7814	1,9201	1,5336	1,5524	1,6896	1,6466	1,6835	1,5364	1,4375	1,5658	1,7940	1,9191	1,5239	1,4795	1,9897	2,1765	1,6326	1,9477	1,8673	1,9179	1,7743	1,5680

CAUDALES MÁXIMO VS PROMEDIO DEL SISTEMA VILCANOTA 21 DICIEMBRE DEL 2014



FUENTE: Elaboración Propia

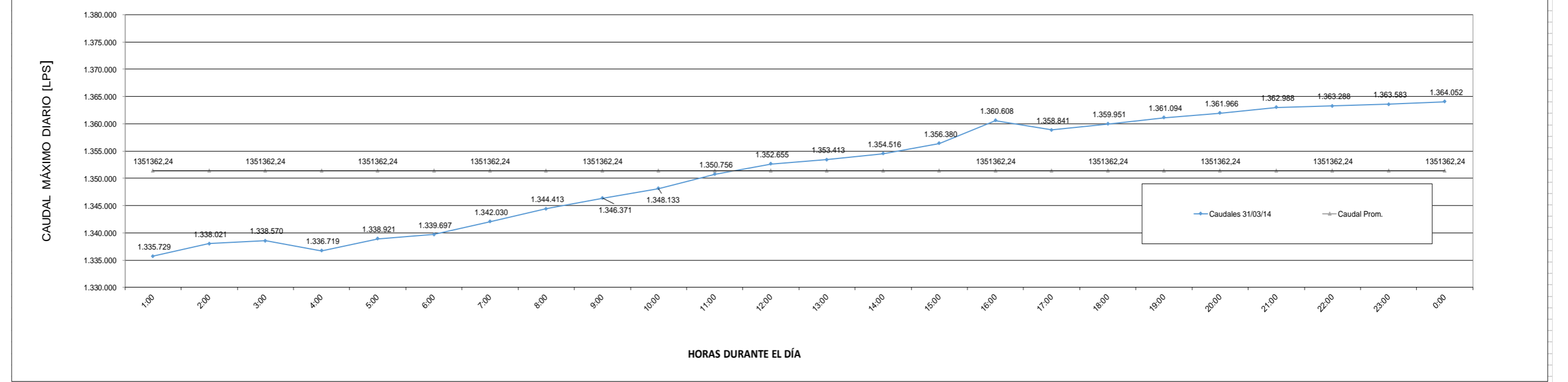


RESULTADOS DE VALORES K2 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA HORARIA) PARA EL SISTEMA PIURAY EN EL MES DE MARZO 2014

Tabla N° 59 Resultados de valores K2 para el Sistema Piuray Marzo 2014

Table with columns for Date/Time (Día/Mes, Día - Sem, Hora) and 31 days of March 2014. It includes summary statistics like Qmax (1364051,62 lps) and k2 (1,0094). The table is divided into sections for 'UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO' and 'SISTEMA PIURAY'.

CAUDALES MÁXIMO VS PROMEDIO DEL SISTEMA PIURAY 31 MARZO DEL 2014



FUENTE: Elaboración Propia

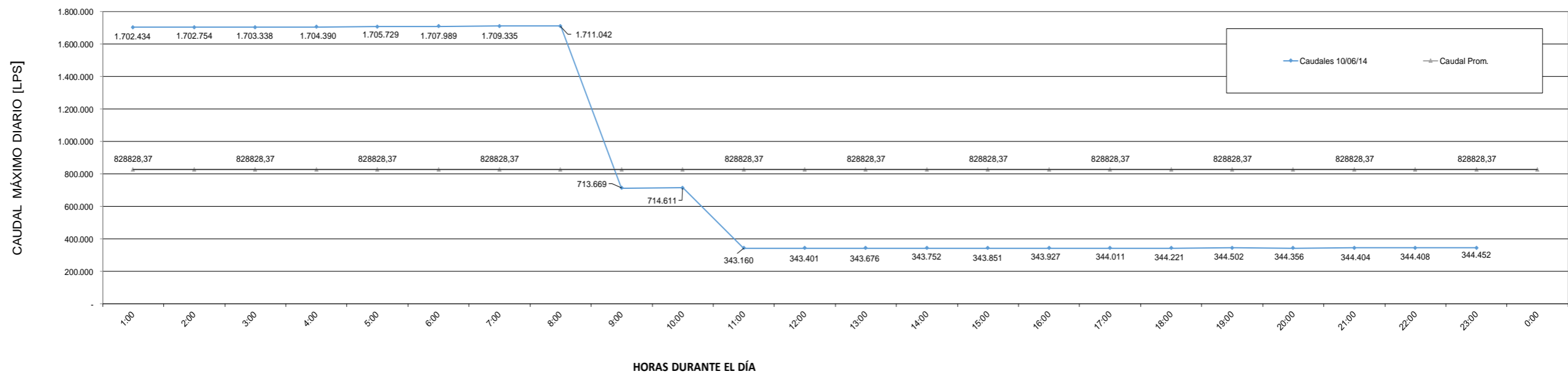


RESULTADOS DE VALORES K2 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA HORARIA) PARA EL SISTEMA PIURAY EN EL MES DE JUNIO 2014

Tabla N° 60 Resultados de valores K2 para el Sistema Piuray Junio 2014

Table with columns for date (Junio 2014), flow rate (lps), K2 coefficient, and daily flow data. Includes summary statistics like Qmax (1711042,04) and K2 (2,0644).

CAUDALES MÁXIMO VS PROMEDIO DEL SISTEMA PIURAY 10 JUNIO DEL 2014



FUENTE: Elaboración Propia

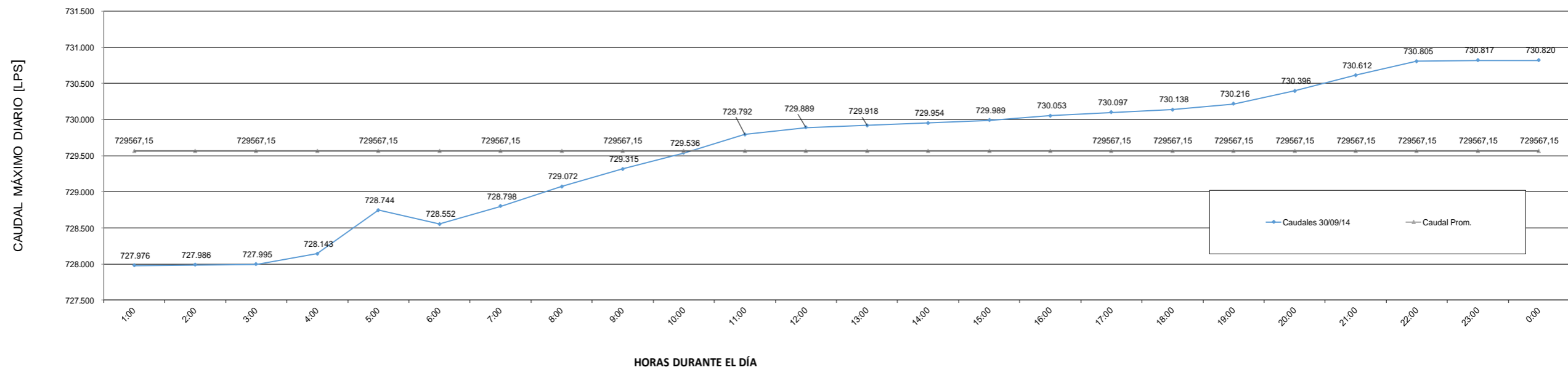


RESULTADOS DE VALORES K2 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA HORARIA) PARA EL SISTEMA PIURAY EN EL MES DE SEPTIEMBRE 2014

Tabla N° 61 Resultados de valores K2 para el Sistema Piuray Septiembre 2014

Table with columns for dates (1/09 to 30/09), flow rates (LPS), and K2 coefficients. Includes summary statistics like Qmax (730820,09) and K2 (1,0017). Source: Universidad Andina del Cusco, Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

CAUDALES MÁXIMO VS PROMEDIO DEL SISTEMA PIURAY 30 SETIEMBRE DEL 2014



FUENTE: Elaboración Propia

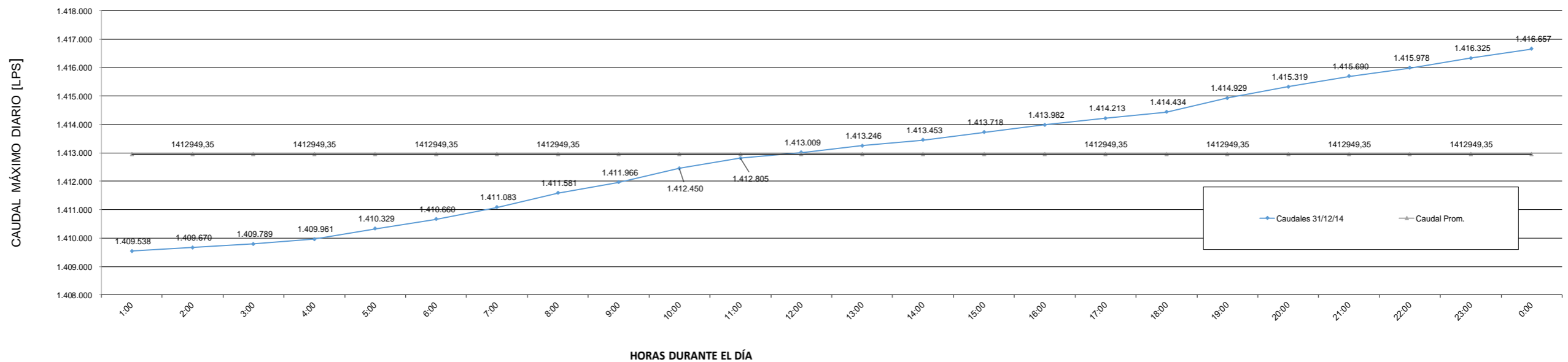


RESULTADOS DE VALORES K2 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA HORARIA) PARA EL SISTEMA PIURAY EN EL MES DE DICIEMBRE 2014

Tabla N° 62 Resultados de valores K2 para el Sistema Piuray Diciembre 2014

Table with columns for Date/Time, Qmax (1416656,59), K2 (1,0026), and a grid of flow data for each hour of the day. Includes summary statistics like Caudal Max H. (1213706,27) and Caudal Prom. (1210216,41).

CAUDALES MÁXIMO VS PROMEDIO DEL SISTEMA PIURAY 31 DICIEMBRE DEL 2014



FUENTE: Elaboración Propia

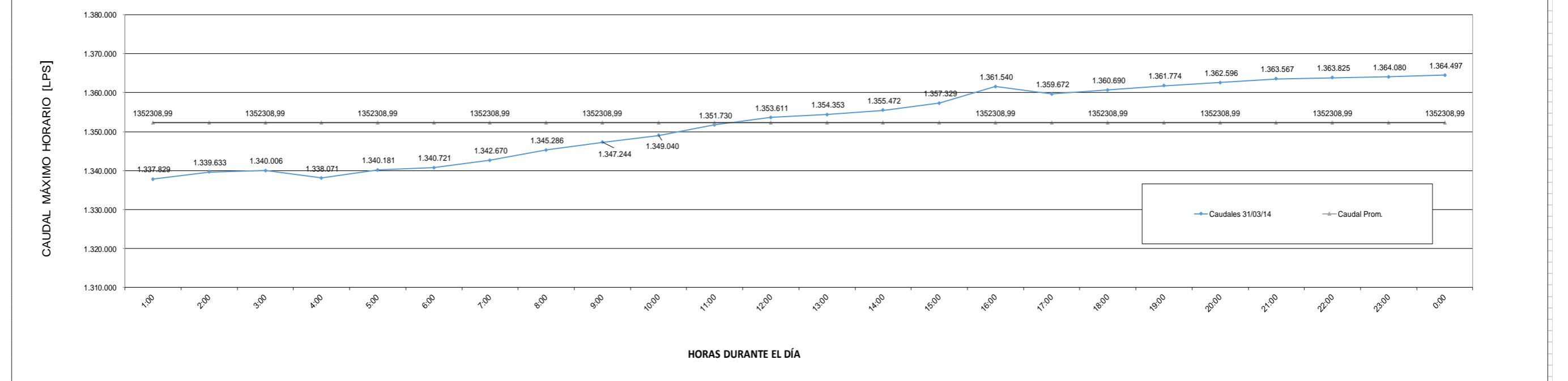


RESULTADOS DE VALORES K2 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA HORARIA) PARA LA CIUDAD DEL CUSCO EN EL MES DE MARZO 2014

Tabla N° 63 Resultados de valores K2 para la Ciudad del Cusco Marzo 2014

Table with columns for Date/Time (Día/Mes, Hora), flow rate (lps), and K2 coefficient. Includes summary statistics like Qmax (1364496,62) and K2 (1,0090). Source: DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL.

CAUDALES MÁXIMO HORARIO VS PROMEDIO DE LA CIUDAD DEL CUSCO 31 MARZO DEL 2014



FUENTE: Elaboración Propia

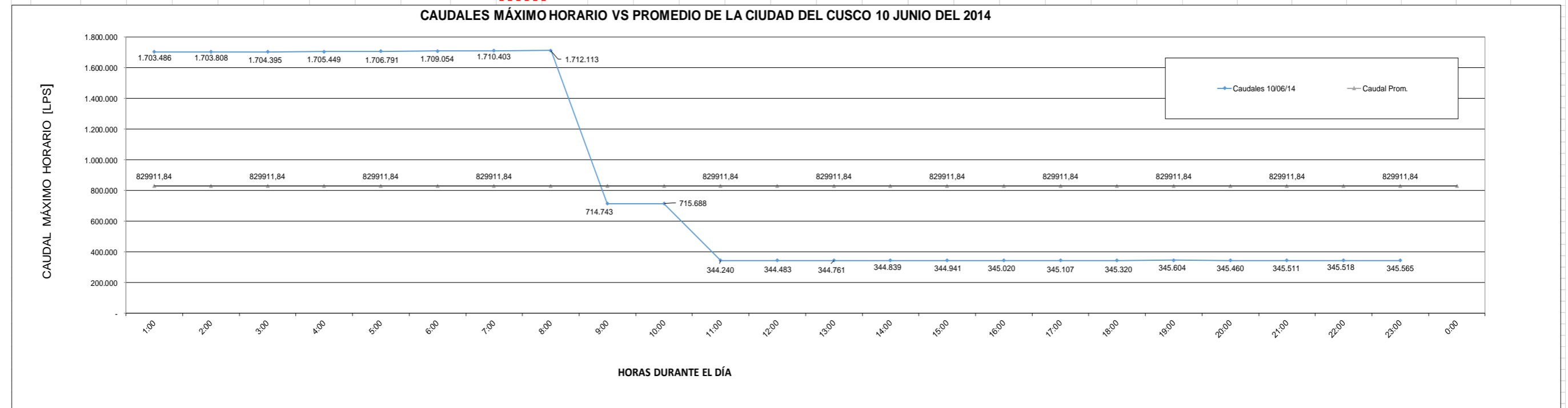


RESULTADOS DE VALORES K2 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA HORARIA) PARA LA CIUDAD DEL CUSCO EN EL MES DE JUNIO 2014

Tabla N° 64 Resultados de valores K2 para la Ciudad del Cusco Junio 2014

Table with columns for date, time, and various flow rate values. Includes summary statistics like Qmax (1712112,94 lps) and k2 (2,0630). Source: Universidad Andina del Cusco, Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

CAUDALES MÁXIMO HORARIO VS PROMEDIO DE LA CIUDAD DEL CUSCO 10 JUNIO DEL 2014



FUENTE: Elaboración Propia

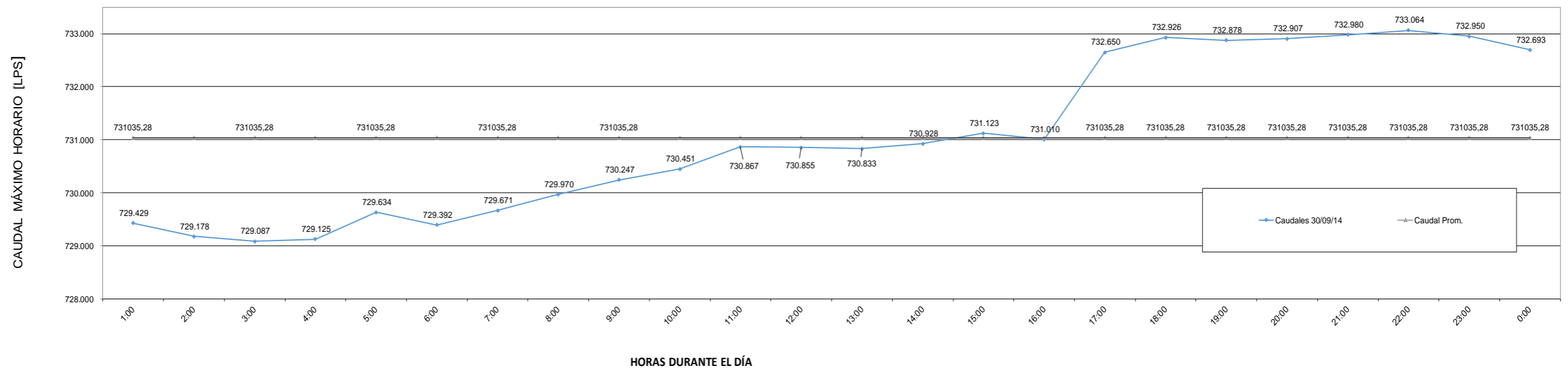


RESULTADOS DE VALORES K2 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA HORARIA) PARA LA CIUDAD DEL CUSCO EN EL MES DE SEPTIEMBRE 2014

Tabla N° 65 Resultados de valores K2 para la Ciudad del Cusco Septiembre 2014

Table with columns for date, hour, and flow rate (LPS). Includes summary statistics: Qmax 733063,98, k2: 1,0028. Source: DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL. AÑO DE REGISTRO: 2014.

CAUDALES MÁXIMO HORARIO VS PROMEDIO DE LA CIUDAD DEL CUSCO 30 SETIEMBRE DEL 2014



FUENTE: Elaboración Propia

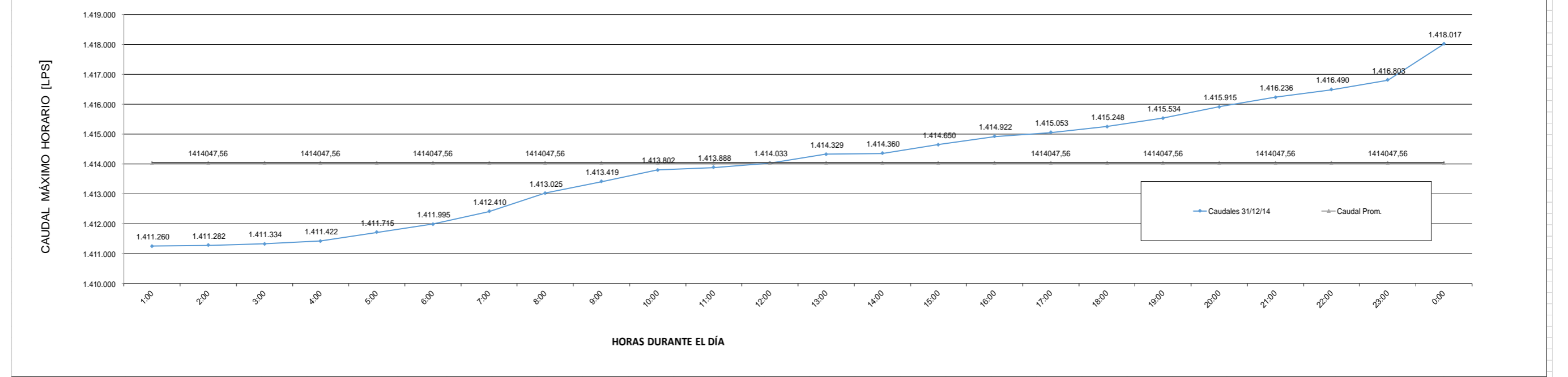


RESULTADOS DE VALORES K2 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA HORARIA) PARA LA CIUDAD DEL CUSCO EN EL MES DE DICIEMBRE 2014

Tabla N° 66 Resultados de valores K2 para la Ciudad del Cusco Diciembre 2014

Table with columns for dates (1/12 to 31/12), flow rate (lps), and K2 coefficient. Includes summary statistics: Qmax 1418016,59, k2: 1,0028. Source: DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL.

CAUDALES MÁXIMO HORARIO VS PROMEDIO DE LA CIUDAD DEL CUSCO 31 DICIEMBRE DEL 2014



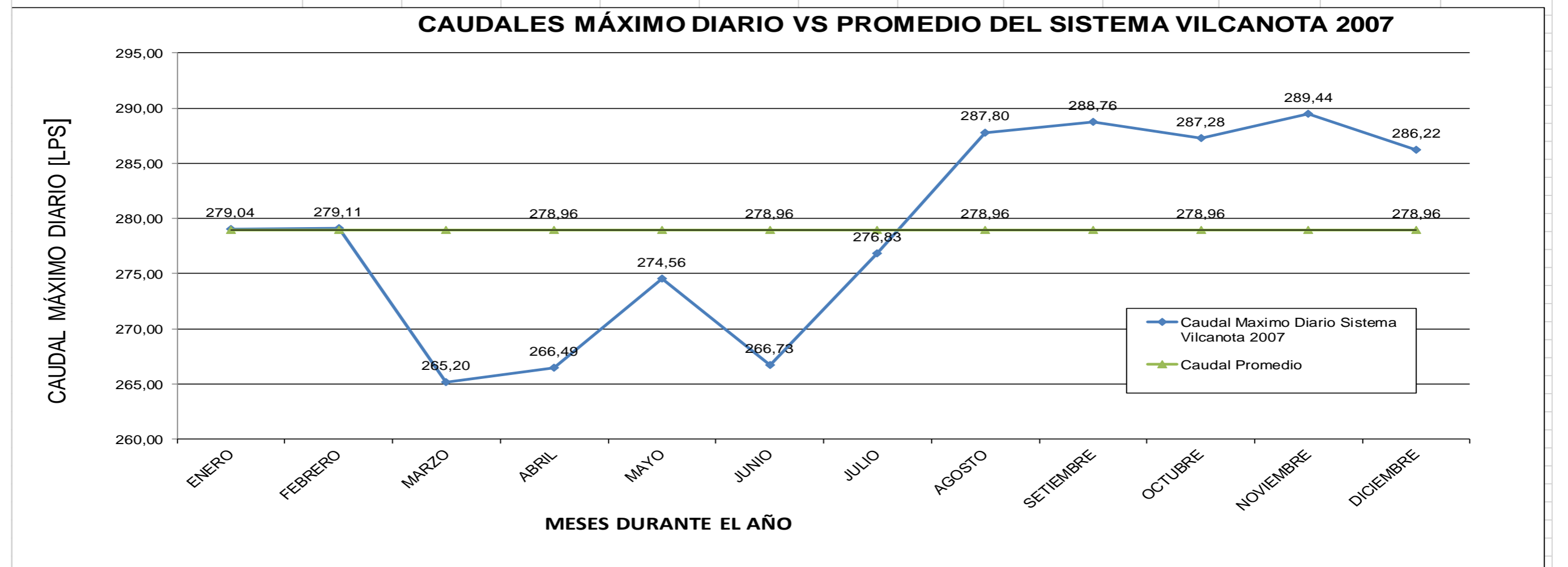
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K1 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA) PARA EL SISTEMA VILCANOTA EN EL AÑO 2007

Tabla N° 67 Resultados de valores K1 para el Sistema Vilcanota 2007

VILCANOTA 2007		Qmax	289,44	lps	k2:	1,0376						
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ								
AÑO DE REGISTRO : 2007				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)								
SISTEMA VILCANOTA												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario	279,04	279,11	265,20	266,49	274,56	266,73	276,83	287,80	288,76	287,28	289,44	286,22
Caudal Promedio	278,96	278,96	278,96	278,96	278,96	278,96	278,96	278,96	278,96	278,96	278,96	278,96
k1 mensual	1,0003	1,0006	0,9507	0,9553	0,9842	0,9562	0,9924	1,0317	1,0352	1,0299	1,0376	1,0260
Caudal Máximo Diario Final												289,44
Caudal Promedio												278,96
k1 Sistema Vilcanota												1,0376



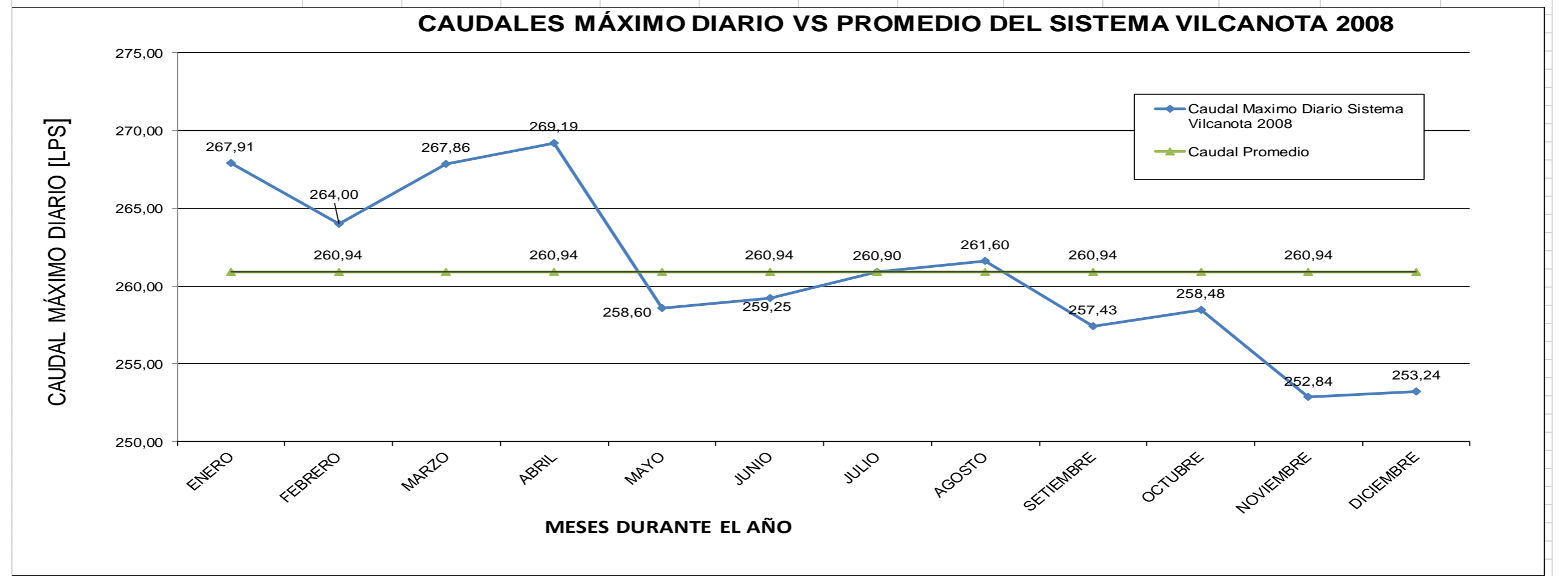
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K1 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA) PARA EL SISTEMA VILCANOTA EN EL AÑO 2008

Tabla N° 68 Resultados de valores K1 para el Sistema Vilcanota 2008

VILCANOTA 2008		Qmax	269,19	lps	k2:	1,0316						
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ								
AÑO DE REGISTRO : 2008				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)								
SISTEMA VILCANOTA												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario	267,91	264,00	267,86	269,19	258,60	259,25	260,90	261,60	257,43	258,48	252,84	253,24
Caudal Promedio	260,94	260,94	260,94	260,94	260,94	260,94	260,94	260,94	260,94	260,94	260,94	260,94
k1 mensual	1,0267	1,0117	1,0265	1,0316	0,9910	0,9935	0,9998	1,0025	0,9865	0,9906	0,9690	0,9705
Caudal Máximo Diario Final							269,19					
Caudal Promedio							260,94					
k1 Sistema Vilcanota							1,0316					



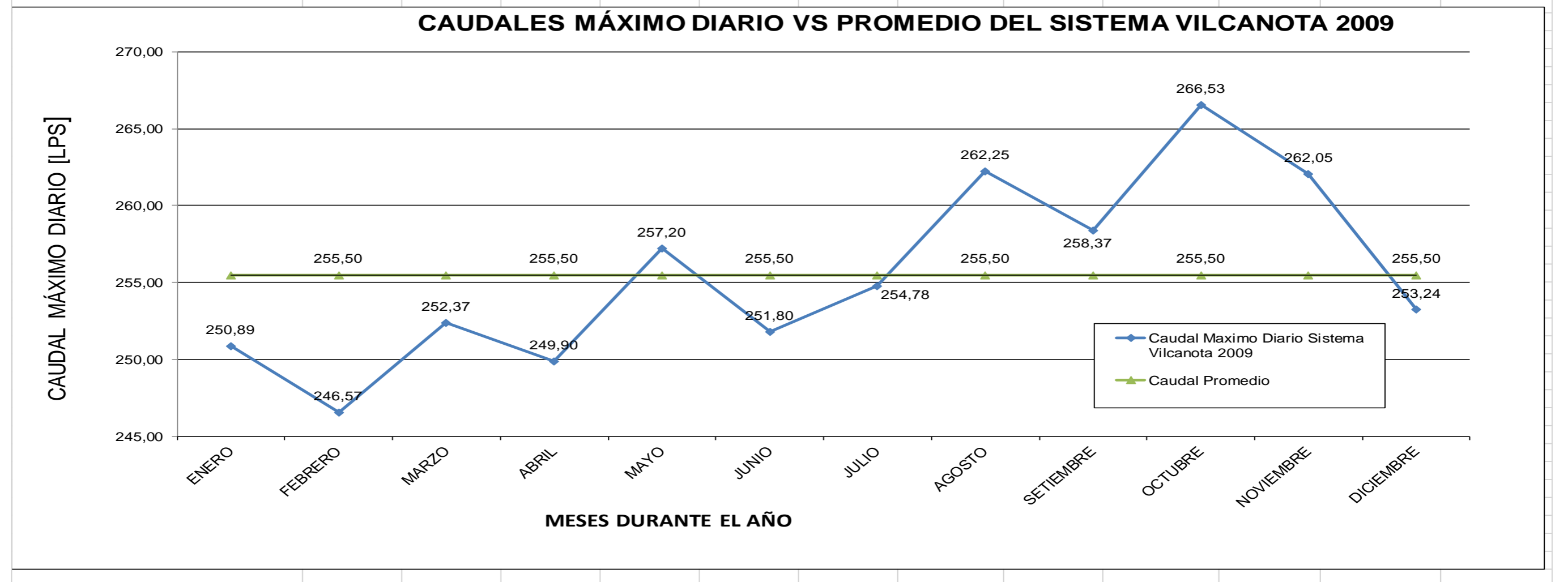
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K1 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA) PARA EL SISTEMA VILCANOTA EN EL AÑO 2009

Tabla N° 69 Resultados de valores K1 para el Sistema Vilcanota 2009

VILCANOTA 2009		Qmax	266,53	lps	k2:	1,0432						
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ								
AÑO DE REGISTRO : 2009				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)								
SISTEMA VILCANOTA												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario	250,89	246,57	252,37	249,90	257,20	251,80	254,78	262,25	258,37	266,53	262,05	253,24
Caudal Promedio	255,50	255,50	255,50	255,50	255,50	255,50	255,50	255,50	255,50	255,50	255,50	255,50
k1 mensual	0,9820	0,9651	0,9878	0,9781	1,0067	0,9855	0,9972	1,0265	1,0112	1,0432	1,0257	0,9912
Caudal Máximo Diario Final	266,53											
Caudal Promedio	255,50											
k1 Sistema Vilcanota	1,0432											



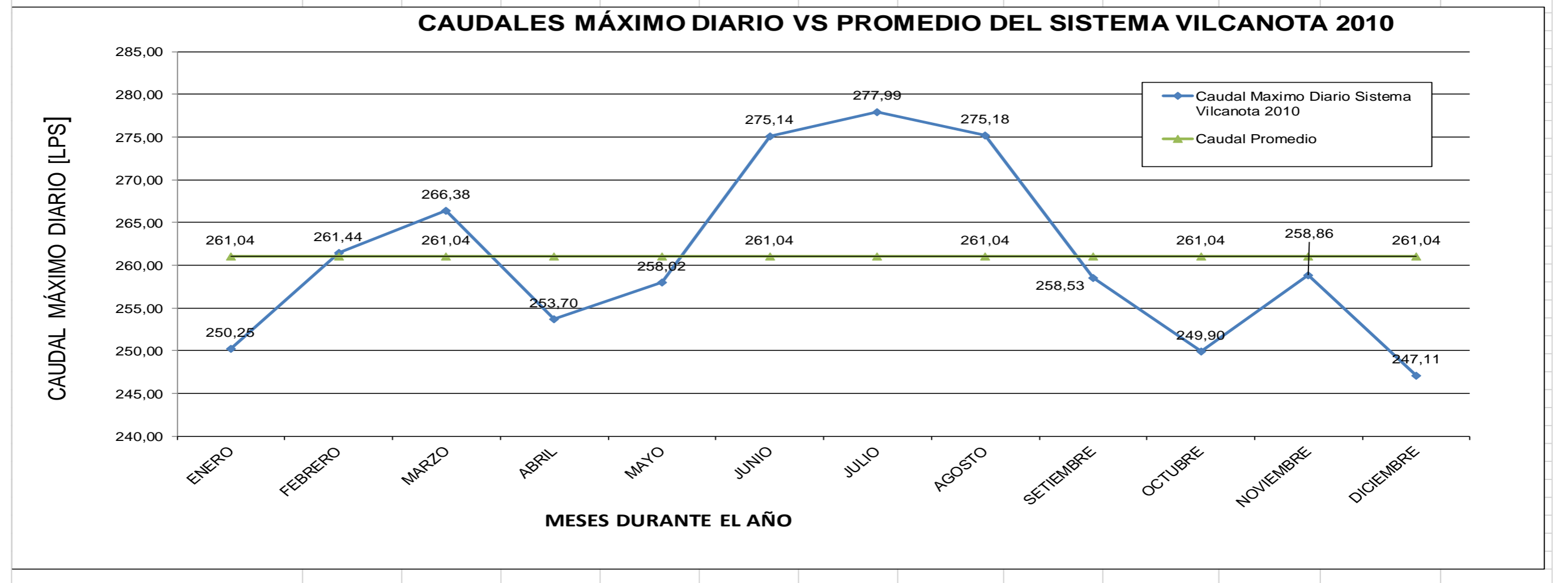
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K1 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA) PARA EL SISTEMA VILCANOTA EN EL AÑO 2010

Tabla N° 70 Resultados de valores K1 para el Sistema Vilcanota 2010

VILCANOTA 2010												Qmax	277,99	lps	k2:	1,0649
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL						TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ										
AÑO DE REGISTRO : 2010						UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)										
SISTEMA VILCANOTA																
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE				
Caudal Máximo Diario	250,25	261,44	266,38	253,70	258,02	275,14	277,99	275,18	258,53	249,90	258,86	247,11				
Caudal Promedio	261,04	261,04	261,04	261,04	261,04	261,04	261,04	261,04	261,04	261,04	261,04	261,04				
k1 mensual	0,9586	1,0015	1,0204	0,9719	0,9884	1,0540	1,0649	1,0541	0,9904	0,9573	0,9917	0,9466				
Caudal Máximo Diario Final							277,99									
Caudal Promedio							261,04									
k1 Sistema Vilcanota							1,0649									



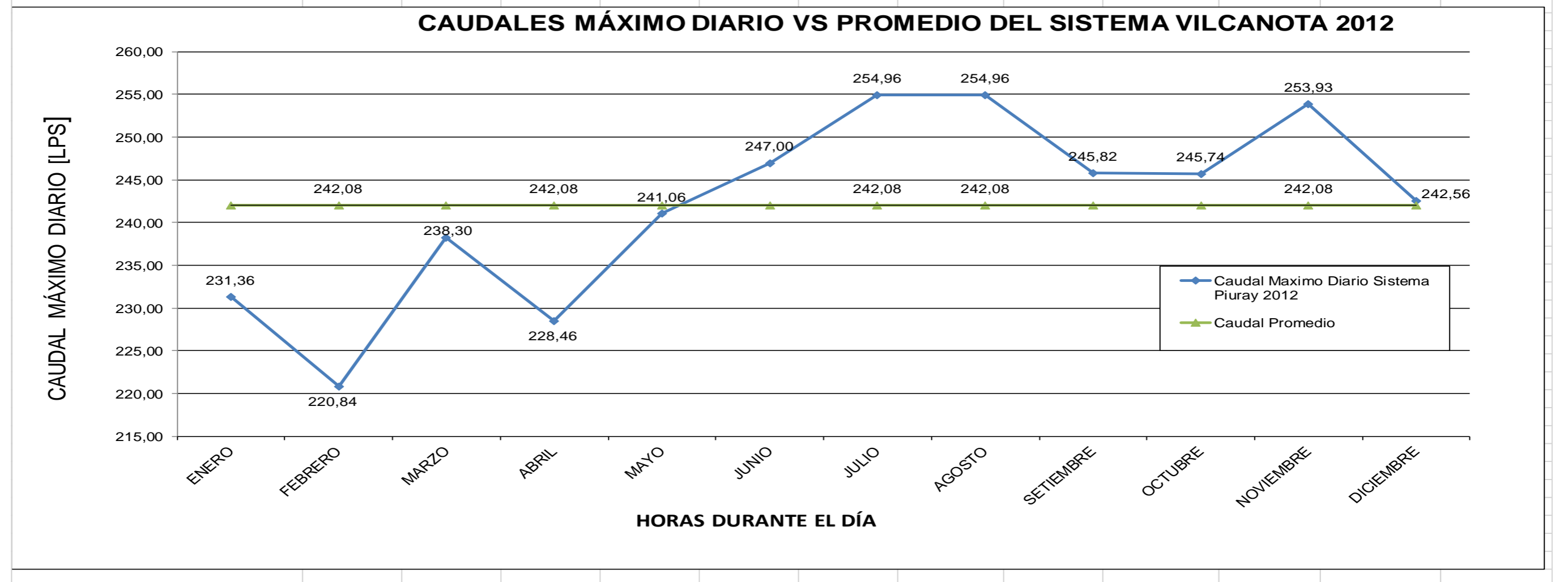
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K1 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA) PARA EL SISTEMA VILCANOTA EN EL AÑO 2012

Tabla N° 71 Resultados de valores K1 para el Sistema Vilcanota 2012

VILCANOTA 2012		Qmax	254,96	lps	k2:	1,0532						
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ								
AÑO DE REGISTRO : 2012				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)								
SISTEMA VILCANOTA												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario	231,36	220,84	238,30	228,46	241,06	247,00	254,96	254,96	245,82	245,74	253,93	242,56
Caudal Promedio	242,08	242,08	242,08	242,08	242,08	242,08	242,08	242,08	242,08	242,08	242,08	242,08
k1 mensual	0,9557	0,9123	0,9844	0,9437	0,9958	1,0203	1,0532	1,0532	1,0154	1,0151	1,0489	1,0020
Caudal Máximo Diario Final							254,96					
Caudal Promedio							242,08					
k1 Sistema Vilcanota							1,0532					



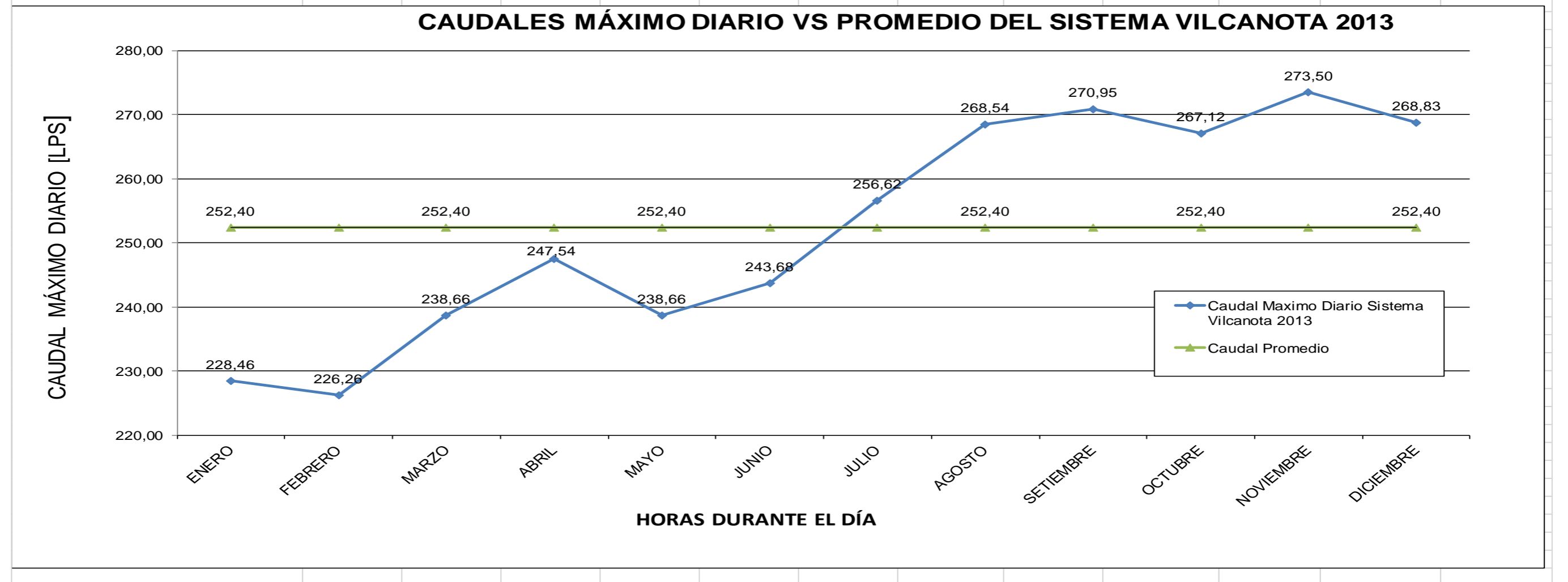
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K1 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA) PARA EL SISTEMA VILCANOTA EN EL AÑO 2013

Tabla N° 72 Resultados de valores K1 para el Sistema Vilcanota 2013

VILCANOTA 2013		Qmax	273,50	lps	k2:	1,0836						
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ								
AÑO DE REGISTRO : 2013				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)								
SISTEMA VILCANOTA												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario	228,46	226,26	238,66	247,54	238,66	243,68	256,62	268,54	270,95	267,12	273,50	268,83
Caudal Promedio	252,40	252,40	252,40	252,40	252,40	252,40	252,40	252,40	252,40	252,40	252,40	252,40
k1 mensual	0,9051	0,8964	0,9456	0,9808	0,9456	0,9654	1,0167	1,0639	1,0735	1,0583	1,0836	1,0651
Caudal Máximo Diario Final	273,50											
Caudal Promedio	252,40											
k1 Sistema Vilcanota	1,0836											



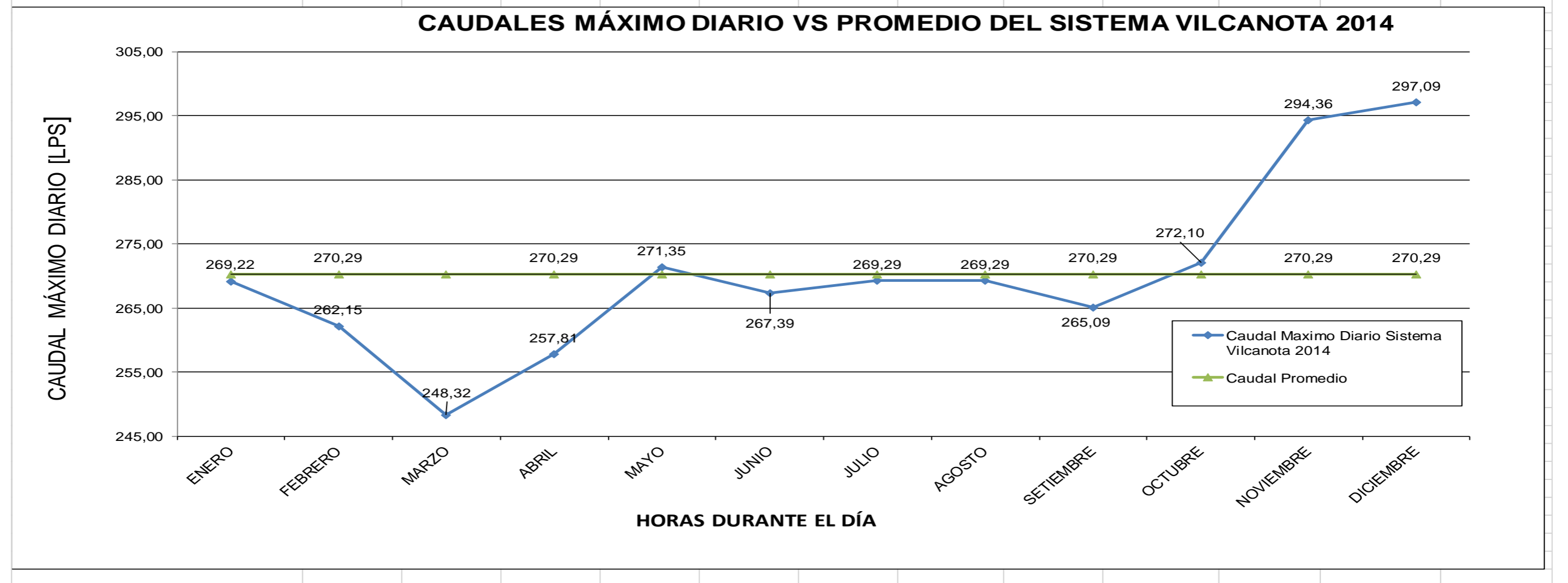
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K1 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA) PARA EL SISTEMA VILCANOTA EN EL AÑO 2014

Tabla N° 73 Resultados de valores K1 para el Sistema Vilcanota 2014

VILCANOTA 2014		Qmax	297,09	lps	k2:	1,0992						
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ								
AÑO DE REGISTRO : 2014				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)								
SISTEMA VILCANOTA												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario	269,22	262,15	248,32	257,81	271,35	267,39	269,29	269,29	265,09	272,10	294,36	297,09
Caudal Promedio	270,29	270,29	270,29	270,29	270,29	270,29	270,29	270,29	270,29	270,29	270,29	270,29
k1 mensual	0,9960	0,9699	0,9187	0,9538	1,0039	0,9893	0,9963	0,9963	0,9808	1,0067	1,0891	1,0992
Caudal Máximo Diario Final												297,09
Caudal Promedio												270,29
k1 Sistema Vilcanota												1,0992



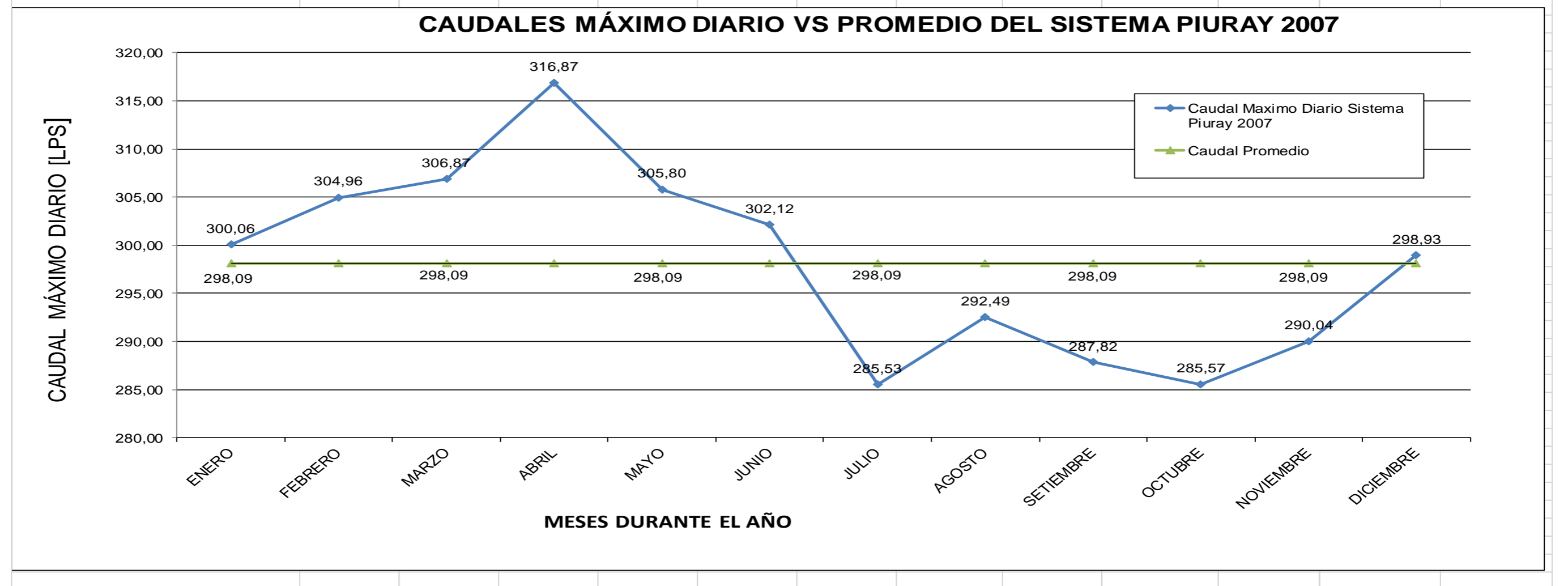
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K1 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA) PARA EL SISTEMA PIURAY EN EL AÑO 2007

Tabla N° 74 Resultados de valores K1 para el Sistema Piuray 2007

PIURAY 2007		Qmax	316,87	lps	k2:	1,0630						
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ								
AÑO DE REGISTRO : 2007				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)								
SISTEMA PIURAY												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario	300,06	304,96	306,87	316,87	305,80	302,12	285,53	292,49	287,82	285,57	290,04	298,93
Caudal Promedio	298,09	298,09	298,09	298,09	298,09	298,09	298,09	298,09	298,09	298,09	298,09	298,09
k1 mensual	1,0066	1,0230	1,0295	1,0630	1,0259	1,0135	0,9579	0,9812	0,9656	0,9580	0,9730	1,0028
Caudal Máximo Diario Final							316,87					
Caudal Promedio							298,09					
k1 Sistema Piuray							1,0630					



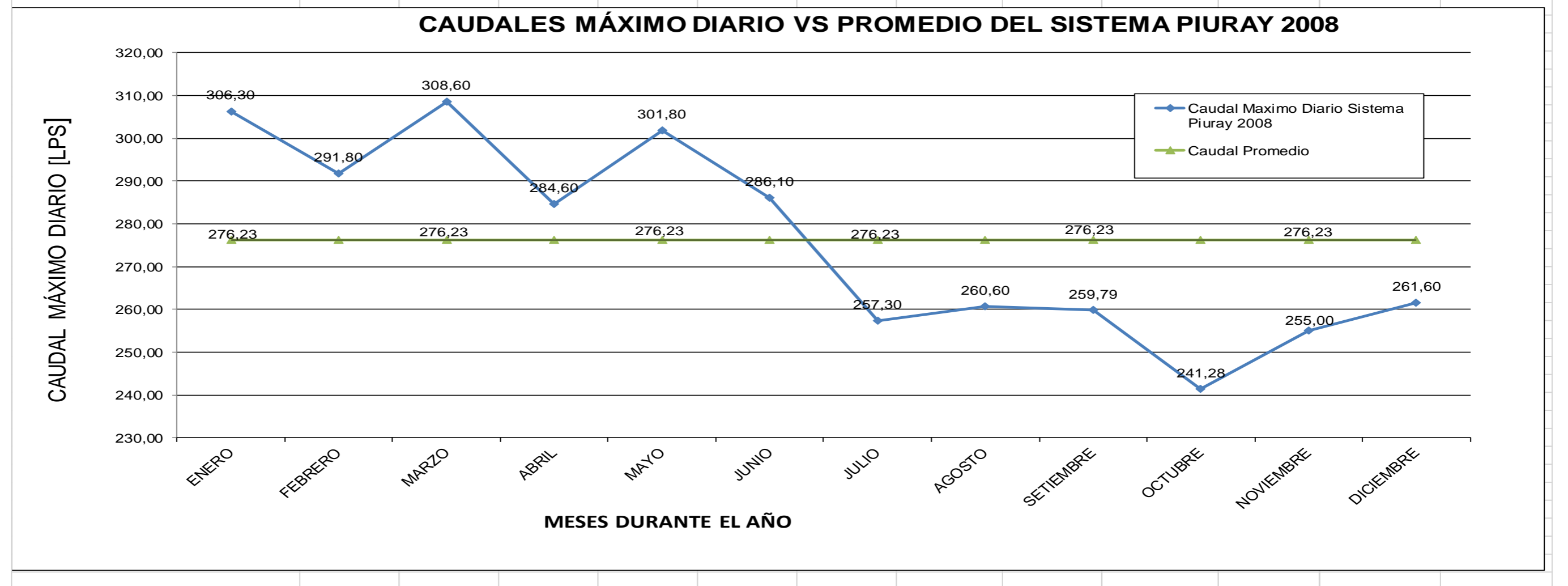
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K1 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA) PARA EL SISTEMA PIURAY EN EL AÑO 2008

Tabla N° 75 Resultados de valores K1 para el Sistema Piuray 2008

PIURAY 2008		Qmax	308,60	lps	k2:	1,1172						
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ								
AÑO DE REGISTRO : 2008				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)								
SISTEMA PIURAY												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario	306,30	291,80	308,60	284,60	301,80	286,10	257,30	260,60	259,79	241,28	255,00	261,60
Caudal Promedio	276,23	276,23	276,23	276,23	276,23	276,23	276,23	276,23	276,23	276,23	276,23	276,23
k1 mensual	1,1089	1,0564	1,1172	1,0303	1,0926	1,0357	0,9315	0,9434	0,9405	0,8735	0,9231	0,9470
Caudal Máximo Diario Final	308,60											
Caudal Promedio	276,23											
k1 Sistema Piuray	1,1172											



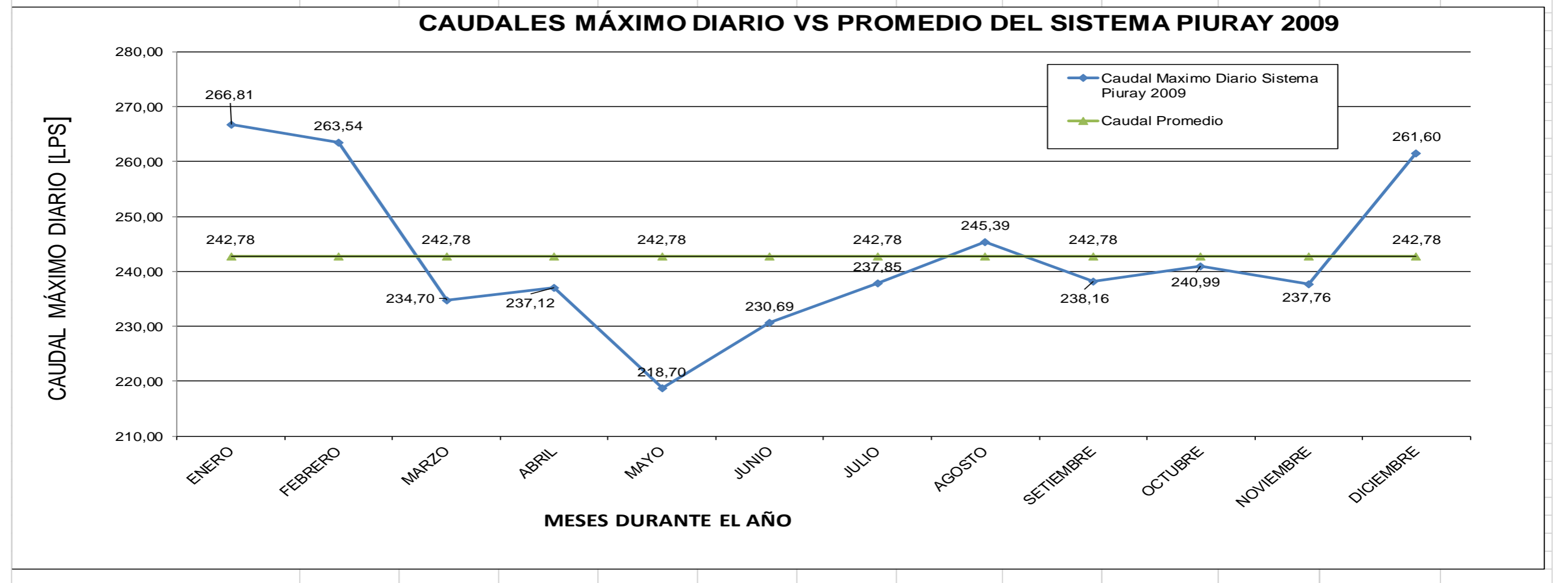
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K1 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA) PARA EL SISTEMA PIURAY EN EL AÑO 2009

Tabla N° 76 Resultados de valores K1 para el Sistema Piuray 2009

PIURAY 2009		Qmax	266,81	lps	k2:	1,0990						
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ								
AÑO DE REGISTRO : 2009				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)								
SISTEMA PIURAY												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario	266,81	263,54	234,70	237,12	218,70	230,69	237,85	245,39	238,16	240,99	237,76	261,60
Caudal Promedio	242,78	242,78	242,78	242,78	242,78	242,78	242,78	242,78	242,78	242,78	242,78	242,78
k1 mensual	1,0990	1,0855	0,9667	0,9767	0,9008	0,9502	0,9797	1,0107	0,9810	0,9927	0,9793	1,0776
Caudal Máximo Diario Final	266,81											
Caudal Promedio	242,78											
k1 Sistema Piuray	1,0990											



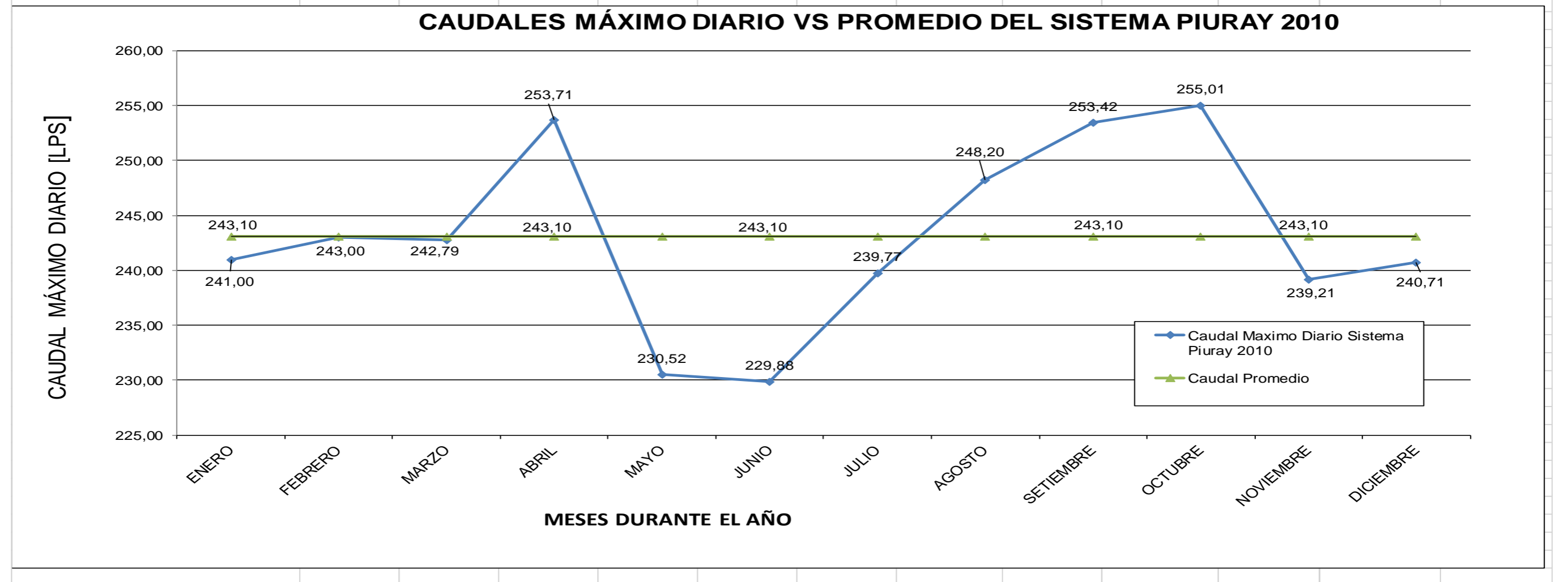
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K1 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA) PARA EL SISTEMA PIURAY EN EL AÑO 2010

Tabla N° 77 Resultados de valores K1 para el Sistema Piuray 2010

PIURAY 2010		Qmax	255,01	lps	k2:	1,0490						
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ								
AÑO DE REGISTRO : 2010				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)								
SISTEMA PIURAY												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario	241,00	243,00	242,79	253,71	230,52	229,88	239,77	248,20	253,42	255,01	239,21	240,71
Caudal Promedio	243,10	243,10	243,10	243,10	243,10	243,10	243,10	243,10	243,10	243,10	243,10	243,10
k1 mensual	0,9914	0,9996	0,9987	1,0436	0,9482	0,9456	0,9863	1,0210	1,0425	1,0490	0,9840	0,9901
Caudal Máximo Diario Final	255,01											
Caudal Promedio	243,10											
k1 Sistema Piuray	1,0490											



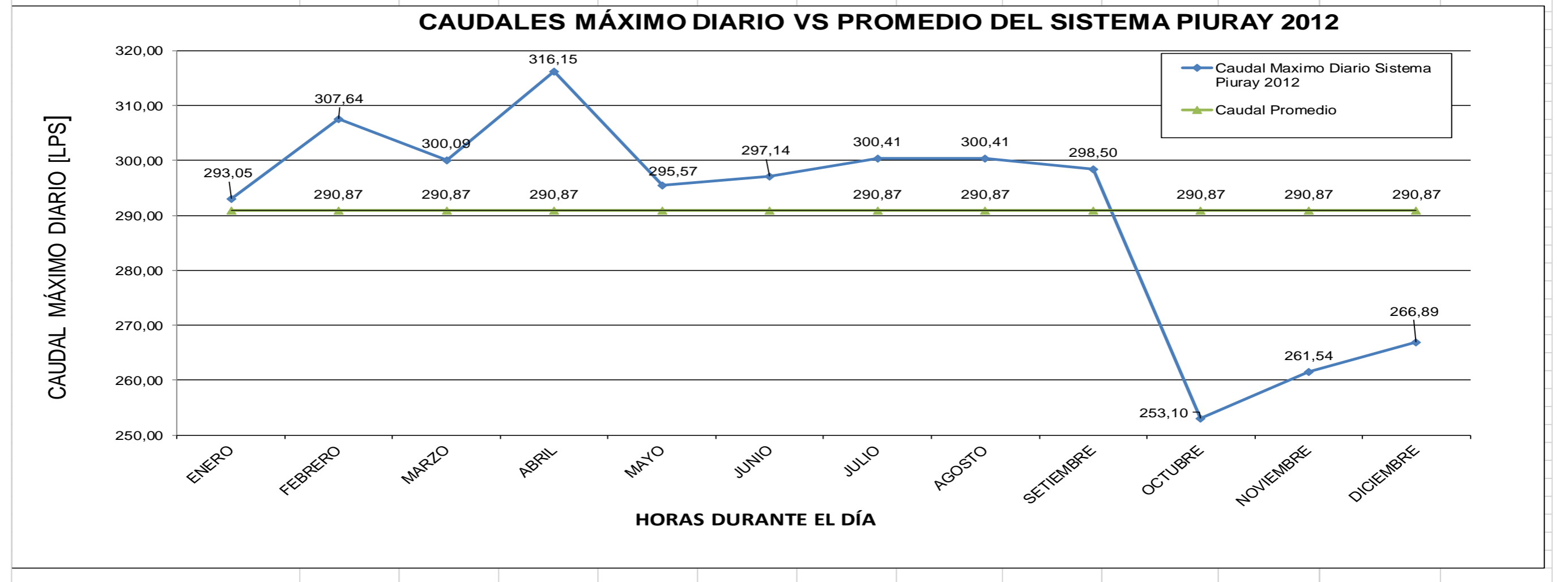
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K1 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA) PARA EL SISTEMA PIURAY EN EL AÑO 2012

Tabla N° 78 Resultados de valores K1 para el Sistema Piuray 2012

PIURAY 2012		Qmax	316,15	lps	k2:	1,0869						
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ								
AÑO DE REGISTRO : 2012				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)								
SISTEMA PIURAY												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario	293,05	307,64	300,09	316,15	295,57	297,14	300,41	300,41	298,50	253,10	261,54	266,89
Caudal Promedio	290,87	290,87	290,87	290,87	290,87	290,87	290,87	290,87	290,87	290,87	290,87	290,87
k1 mensual	1,0075	1,0576	1,0317	1,0869	1,0161	1,0215	1,0328	1,0328	1,0262	0,8701	0,8992	0,9176
Caudal Máximo Diario Final	316,15											
Caudal Promedio	290,87											
k1 Sistema Piuray	1,0869											



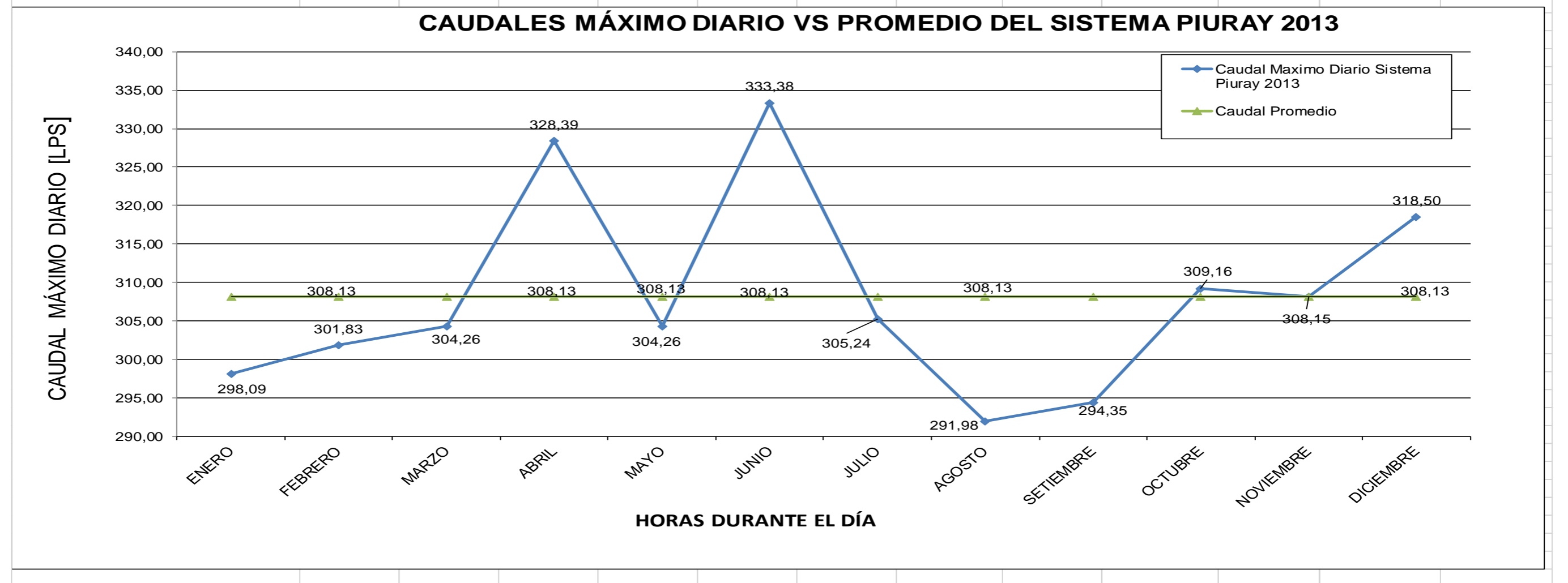
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K1 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA) PARA EL SISTEMA PIURAY EN EL AÑO 2013

Tabla N° 79 Resultados de valores K1 para el Sistema Piuray 2013

PIURAY 2013		Qmax	333,38	lps	k2:	1,0819						
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ								
AÑO DE REGISTRO : 2013				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)								
SISTEMA PIURAY												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario	298,09	301,83	304,26	328,39	304,26	333,38	305,24	291,98	294,35	309,16	308,15	318,50
Caudal Promedio	308,13	308,13	308,13	308,13	308,13	308,13	308,13	308,13	308,13	308,13	308,13	308,13
k1 mensual	0,9674	0,9796	0,9874	1,0658	0,9874	1,0819	0,9906	0,9476	0,9553	1,0033	1,0000	1,0336
Caudal Máximo Diario Final	333,38											
Caudal Promedio	308,13											
k1 Sistema Piuray	1,0819											



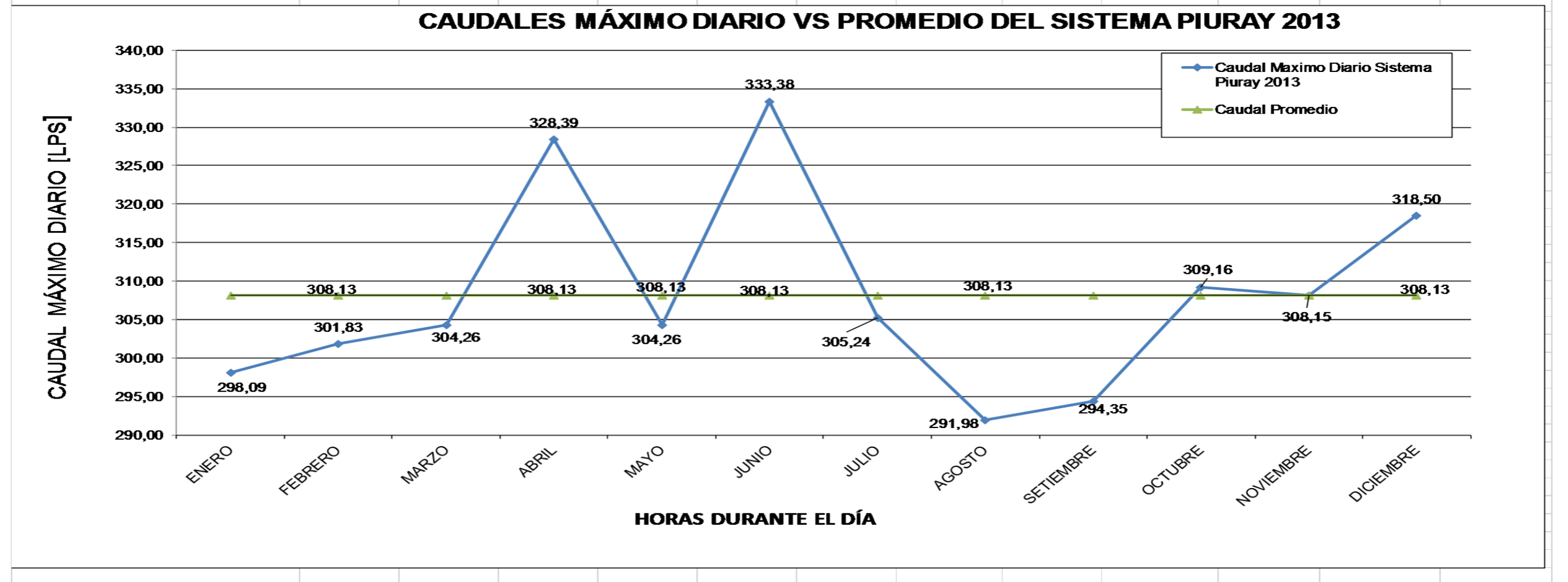
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K1 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA) PARA EL SISTEMA PIURAY EN EL AÑO 2014

Tabla N° 80 Resultados de valores K1 para el Sistema Piuray 2014

PIURAY 2013		Qmax	333,38	lps		k2:	1,0819					
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ								
AÑO DE REGISTRO : 2013				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)								
SISTEMA PIURAY												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario	298,09	301,83	304,26	328,39	304,26	333,38	305,24	291,98	294,35	309,16	308,15	318,50
Caudal Promedio	308,13	308,13	308,13	308,13	308,13	308,13	308,13	308,13	308,13	308,13	308,13	308,13
k1 mensual	0,9674	0,9796	0,9874	1,0658	0,9874	1,0819	0,9906	0,9476	0,9553	1,0033	1,0000	1,0336
Caudal Máximo Diario Final												333,38
Caudal Promedio												308,13
k1 Sistema Piuray												1,0819



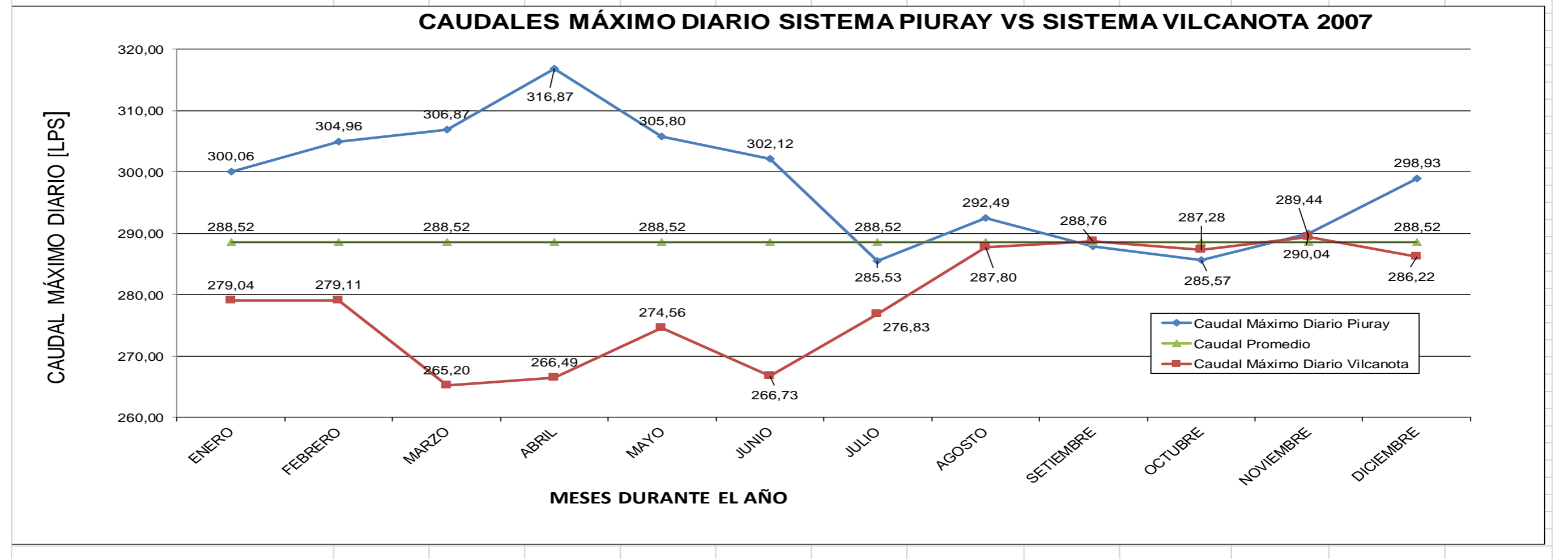
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K1 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA) PARA LA CIUDAD DEL CUSCO EN EL AÑO 2007

Tabla N° 81 Resultados de valores K1 para la Ciudad del Cusco 2007

CUSCO 2007		Qmax	316,87	lps		k2:	1,0983					
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ								
AÑO DE REGISTRO : 2007				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)								
CIUDAD DEL CUSCO (SISTEMA PIURAY + SISTEMA VILCANOTA)												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario Piuray	300,06	304,96	306,87	316,87	305,80	302,12	285,53	292,49	287,82	285,57	290,04	298,93
Caudal Máximo Diario Vilcanota	279,04	279,11	265,20	266,49	274,56	266,73	276,83	287,80	288,76	287,28	289,44	286,22
Caudal Máximo Diario	300,06	304,96	306,87	316,87	305,80	302,12	285,53	292,49	288,76	287,28	290,04	298,93
Caudal Promedio	288,52	288,52	288,52	288,52	288,52	288,52	288,52	288,52	288,52	288,52	288,52	288,52
k1 mensual	1,0400	1,0570	1,0636	1,0983	1,0599	1,0471	0,9896	1,0137	1,0008	0,9957	1,0053	1,0361
Caudal Máximo Diario Final							316,87					
Caudal Promedio							288,52					
k1 Ciudad del Cusco							1,0983					



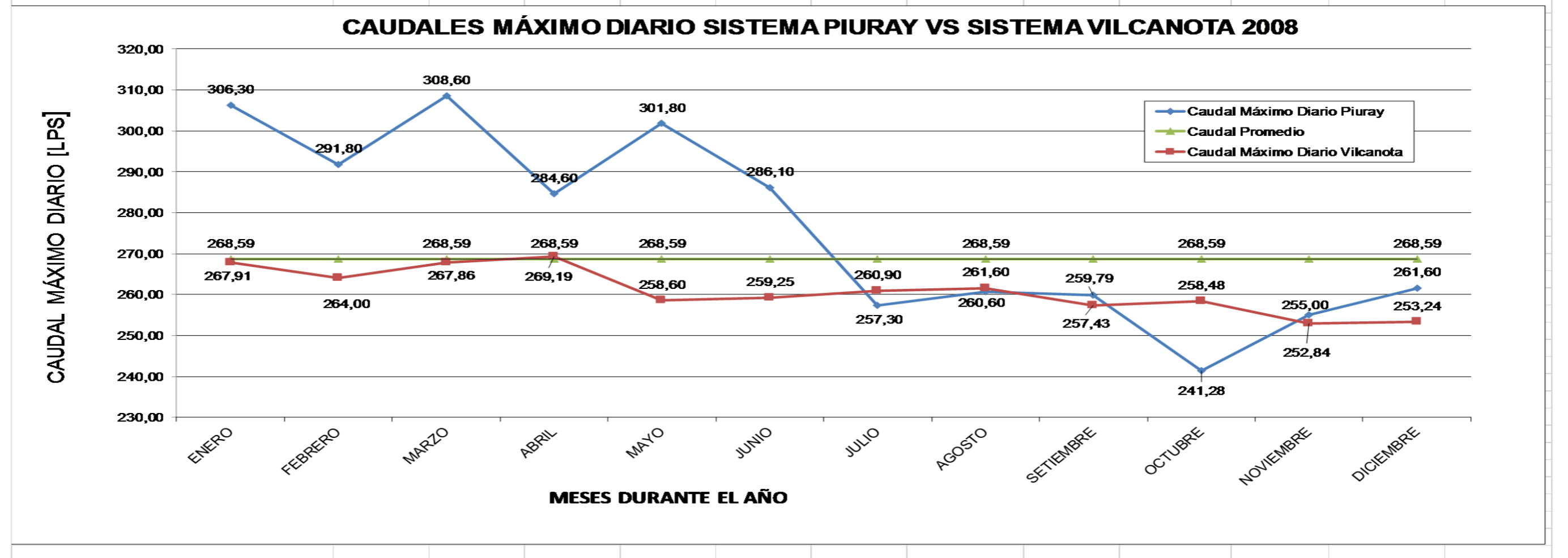
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K1 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA) PARA LA CIUDAD DEL CUSCO EN EL AÑO 2008

Tabla N° 82 Resultados de valores K1 para la Ciudad del Cusco 2008

CUSCO 2008		Qmax	308,60	lps		k2:	1,1490					
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ								
AÑO DE REGISTRO : 2008				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)								
CIUDAD DEL CUSCO (SISTEMA PIURAY + SISTEMA VILCANOTA)												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario Piuray	306,30	291,80	308,60	284,60	301,80	286,10	257,30	260,60	259,79	241,28	255,00	261,60
Caudal Máximo Diario Vilcanota	267,91	264,00	267,86	269,19	258,60	259,25	260,90	261,60	257,43	258,48	252,84	253,24
Caudal Máximo Diario	306,30	291,80	308,60	284,60	301,80	286,10	260,90	261,60	259,79	258,48	255,00	261,60
Caudal Promedio	268,59	268,59	268,59	268,59	268,59	268,59	268,59	268,59	268,59	268,59	268,59	268,59
k1 mensual	1,1404	1,0864	1,1490	1,0596	1,1237	1,0652	0,9714	0,9740	0,9672	0,9624	0,9494	0,9740
Caudal Máximo Diario Final	308,60											
Caudal Promedio	268,59											
k1 Ciudad del Cusco	1,1490											



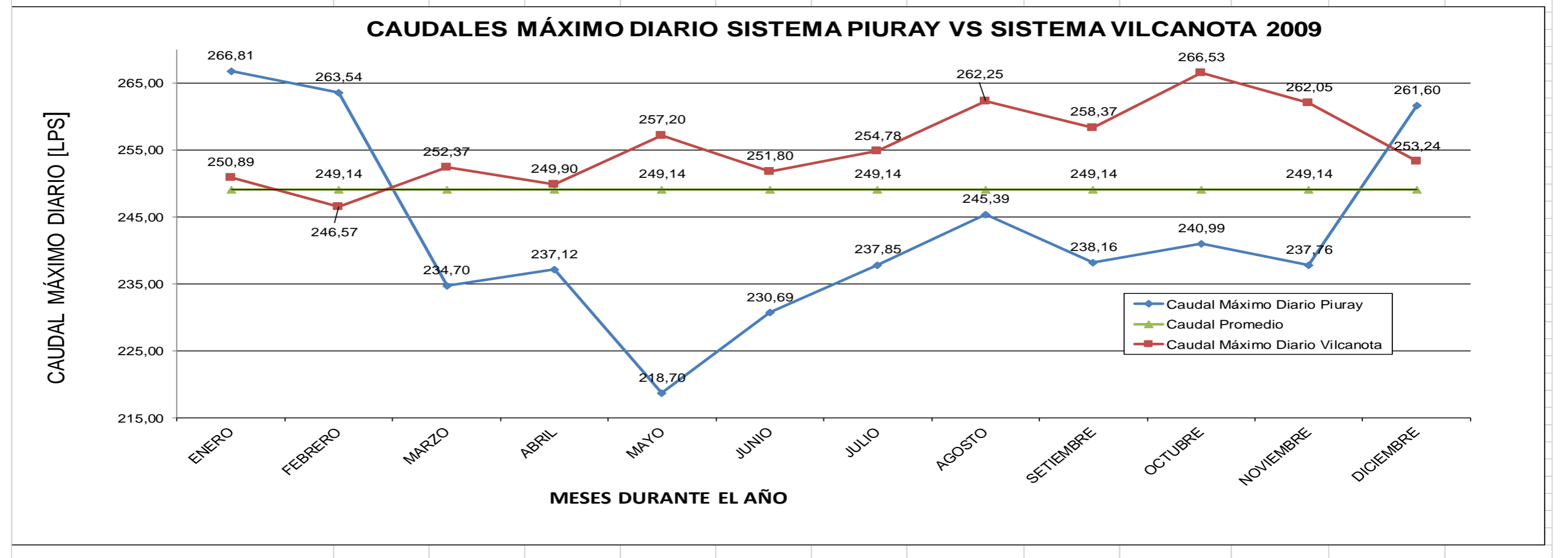
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K1 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA) PARA LA CIUDAD DEL CUSCO EN EL AÑO 2009

Tabla N° 83 Resultados de valores K1 para la Ciudad del Cusco 2009

CUSCO 2009		Qmax	266,81	lps	k2:	1,0709						
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ								
AÑO DE REGISTRO : 2009				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)								
CIUDAD DEL CUSCO (SISTEMA PIURAY + SISTEMA VILCANOTA)												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario Piuray	266,81	263,54	234,70	237,12	218,70	230,69	237,85	245,39	238,16	240,99	237,76	261,60
Caudal Máximo Diario Vilcanota	250,89	246,57	252,37	249,90	257,20	251,80	254,78	262,25	258,37	266,53	262,05	253,24
Caudal Máximo Diario	266,81	263,54	252,37	249,90	257,20	251,80	254,78	262,25	258,37	266,53	262,05	261,60
Caudal Promedio	249,14	249,14	249,14	249,14	249,14	249,14	249,14	249,14	249,14	249,14	249,14	249,14
k1 mensual	1,0709	1,0578	1,0130	1,0031	1,0324	1,0107	1,0227	1,0527	1,0371	1,0698	1,0518	1,0500
Caudal Máximo Diario Final	266,81											
Caudal Promedio	249,14											
k1 Ciudad del Cusco	1,0709											



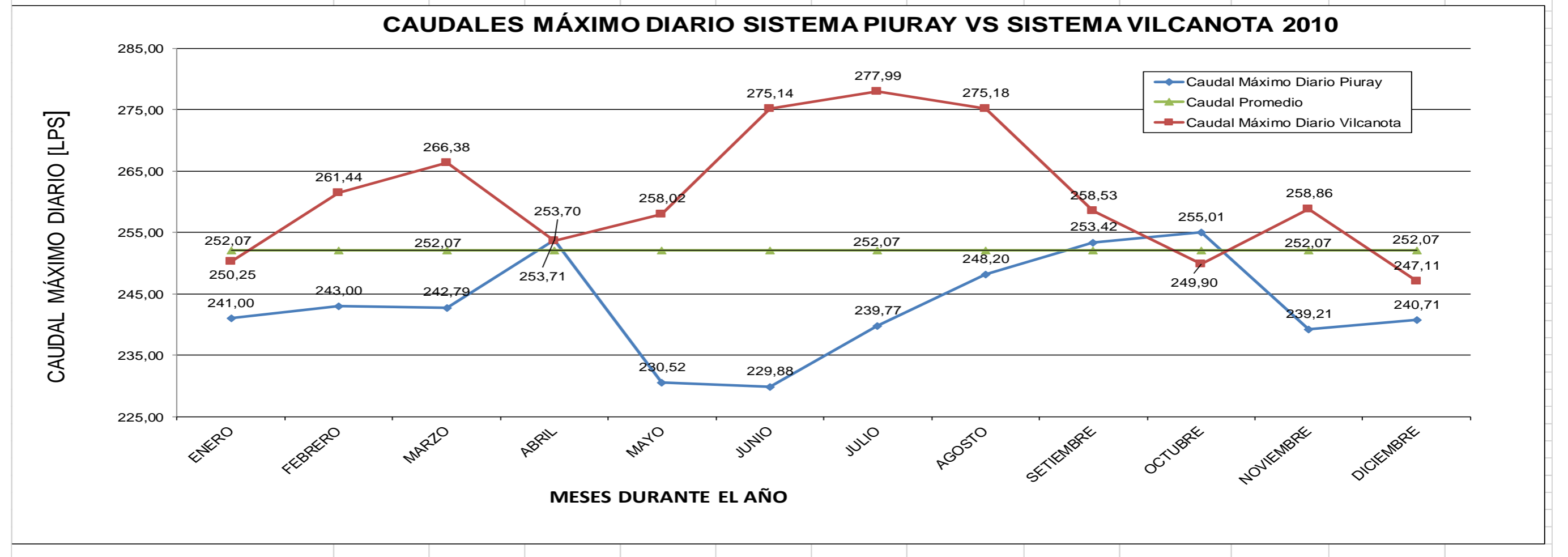
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K1 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA) PARA LA CIUDAD DEL CUSCO EN EL AÑO 2010

Tabla N° 84 Resultados de valores K1 para la Ciudad del Cusco 2010

CUSCO 2010		Qmax	277,99	lps		k2:	1,1028					
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ								
AÑO DE REGISTRO : 2010				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)								
CIUDAD DEL CUSCO (SISTEMA PIURAY + SISTEMA VILCANOTA)												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario Piuray	241,00	243,00	242,79	253,71	230,52	229,88	239,77	248,20	253,42	255,01	239,21	240,71
Caudal Máximo Diario Vilcanota	250,25	261,44	266,38	253,70	258,02	275,14	277,99	275,18	258,53	249,90	258,86	247,11
Caudal Máximo Diario	250,25	261,44	266,38	253,71	258,02	275,14	277,99	275,18	258,53	255,01	258,86	247,11
Caudal Promedio	252,07	252,07	252,07	252,07	252,07	252,07	252,07	252,07	252,07	252,07	252,07	252,07
k1 mensual	0,9928	1,0372	1,0568	1,0065	1,0236	1,0915	1,1028	1,0917	1,0256	1,0117	1,0269	0,9803
Caudal Máximo Diario Final	277,99											
Caudal Promedio	252,07											
k1 Ciudad del Cusco	1,1028											



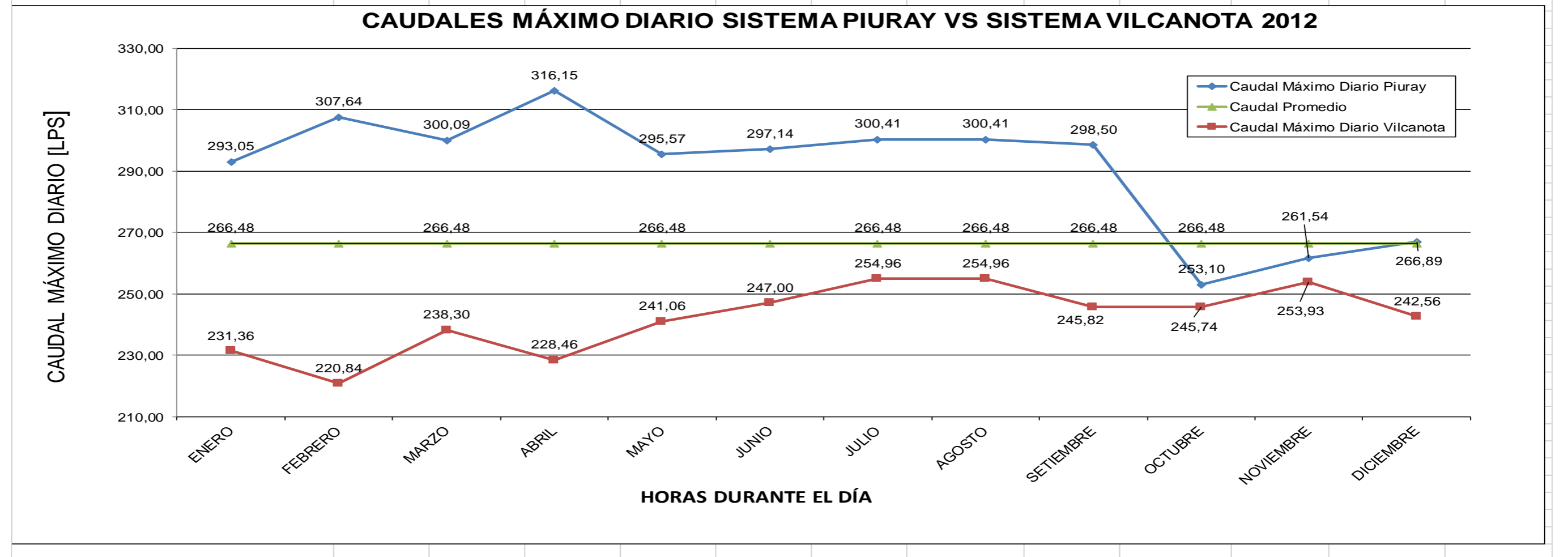
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K1 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA) PARA LA CIUDAD DEL CUSCO EN EL AÑO 2012

Tabla N° 85 Resultados de valores K1 para la Ciudad del Cusco 2012

CUSCO 2012		Qmax	316,15	lps		k2:	1,1864					
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ								
AÑO DE REGISTRO : 2012				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)								
CIUDAD DEL CUSCO (SISTEMA PIURAY + SISTEMA VILCANOTA)												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario Piuray	293,05	307,64	300,09	316,15	295,57	297,14	300,41	300,41	298,50	253,10	261,54	266,89
Caudal Máximo Diario Vilcanota	231,36	220,84	238,30	228,46	241,06	247,00	254,96	254,96	245,82	245,74	253,93	242,56
Caudal Máximo Diario	293,05	307,64	300,09	316,15	295,57	297,14	300,41	300,41	298,50	253,10	261,54	266,89
Caudal Promedio	266,48	266,48	266,48	266,48	266,48	266,48	266,48	266,48	266,48	266,48	266,48	266,48
k1 mensual	1,0997	1,1544	1,1261	1,1864	1,1092	1,1151	1,1273	1,1273	1,1202	0,9498	0,9815	1,0016
Caudal Máximo Diario Final								316,15				
Caudal Promedio								266,48				
k1 Ciudad del Cusco								1,1864				



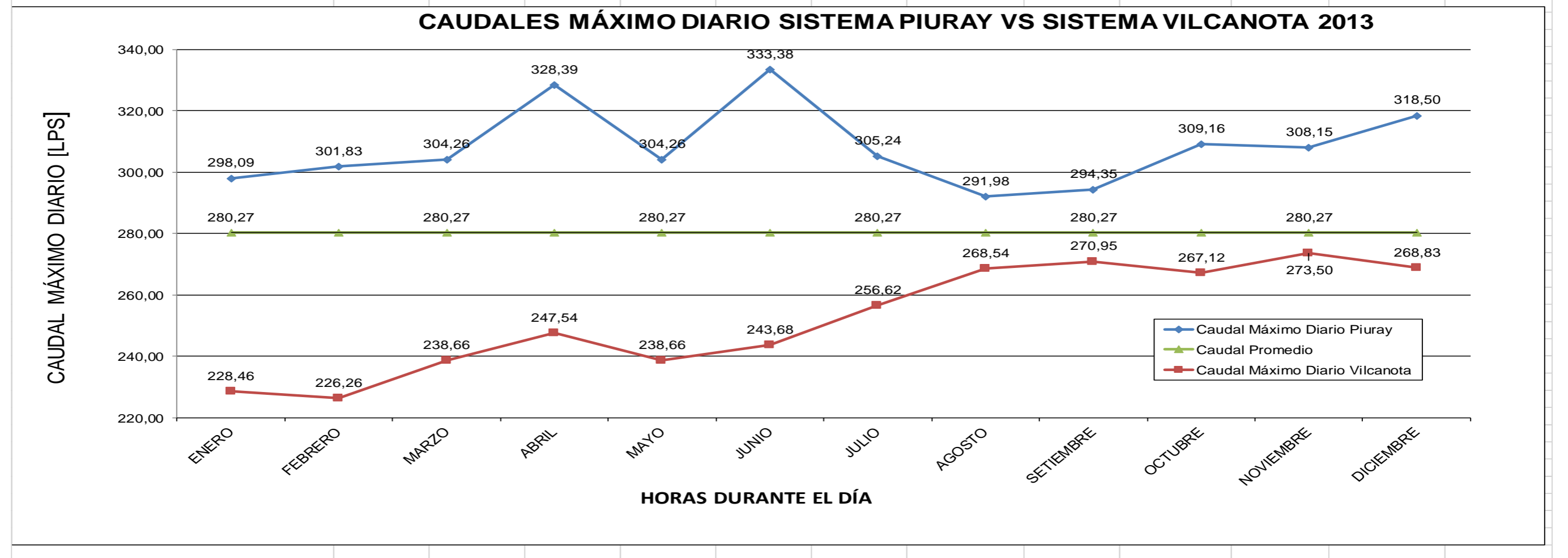
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K1 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA) PARA LA CIUDAD DEL CUSCO EN EL AÑO 2013

Tabla N° 86 Resultados de valores K1 para la Ciudad del Cusco 2013

CUSCO 2013		Qmax	333,38	lps	k2:	1,1895						
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ								
AÑO DE REGISTRO : 2013				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)								
CIUDAD DEL CUSCO (SISTEMA PIURAY + SISTEMA VILCANOTA)												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario Piuray	298,09	301,83	304,26	328,39	304,26	333,38	305,24	291,98	294,35	309,16	308,15	318,50
Caudal Máximo Diario Vilcanota	228,46	226,26	238,66	247,54	238,66	243,68	256,62	268,54	270,95	267,12	273,50	268,83
Caudal Máximo Diario	298,09	301,83	304,26	328,39	304,26	333,38	305,24	291,98	294,35	309,16	308,15	318,50
Caudal Promedio	280,27	280,27	280,27	280,27	280,27	280,27	280,27	280,27	280,27	280,27	280,27	280,27
k1 mensual	1,0636	1,0769	1,0856	1,1717	1,0856	1,1895	1,0891	1,0418	1,0502	1,1031	1,0995	1,1364
Caudal Máximo Diario Final							333,38					
Caudal Promedio							280,27					
k1 Ciudad del Cusco							1,1895					



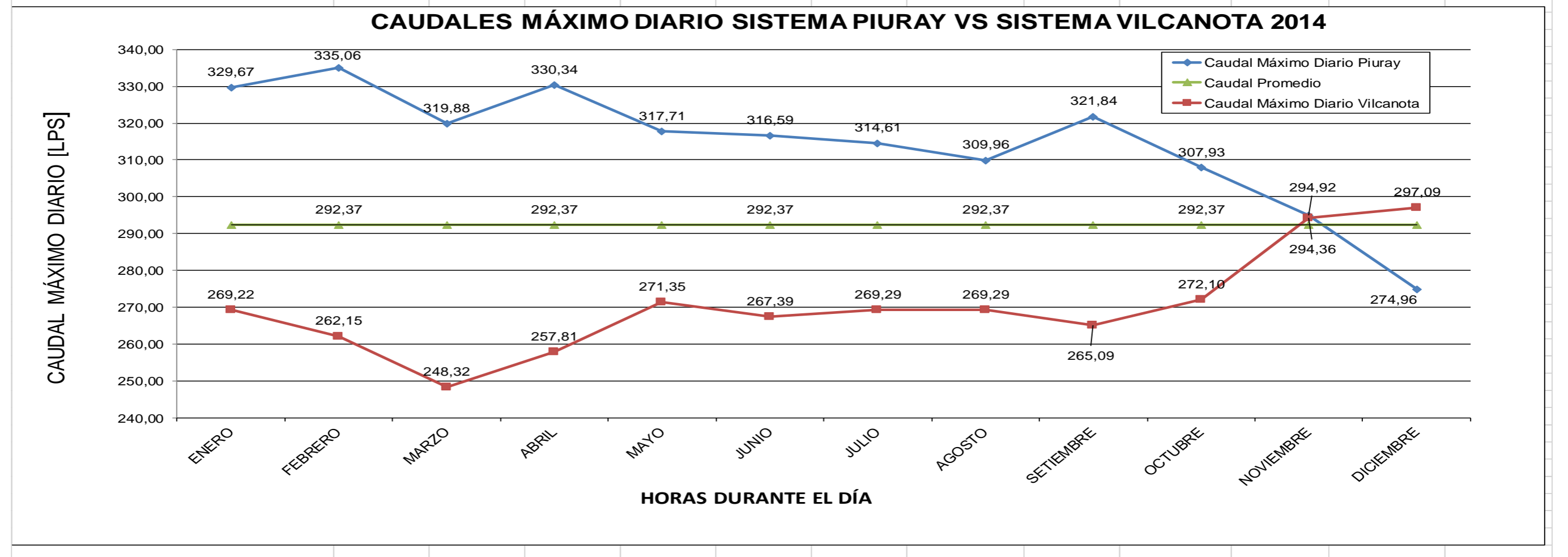
FUENTE: Elaboración Propia



RESULTADOS DE VALORES K1 (COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE DEMANDA DIARIA) PARA LA CIUDAD DEL CUSCO EN EL AÑO 2014

Tabla N° 87 Resultados de valores K1 para la Ciudad del Cusco 2014

CUSCO 2014		Qmax	335,06	lps	k2:	1,1460						
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
DATOS OBTENIDOS DE: EPS SEDA CUSCO SRL				TESISTA: BACH. NICOLE ALESSANDRA WILSON GONZALEZ								
AÑO DE REGISTRO : 2014				UNIDADES : LITROS POR SEGUNDO (CAUDAL)								
CIUDAD DEL CUSCO (SISTEMA PIURAY + SISTEMA VILCANOTA)												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Caudal Máximo Diario Piuray	329,67	335,06	319,88	330,34	317,71	316,59	314,61	309,96	321,84	307,93	294,92	274,96
Caudal Máximo Diario Vilcanota	269,22	262,15	248,32	257,81	271,35	267,39	269,29	269,29	272,10	294,36	294,36	297,09
Caudal Máximo Diario	329,67	335,06	319,88	330,34	317,71	316,59	314,61	309,96	321,84	307,93	294,92	297,09
Caudal Promedio	292,37	292,37	292,37	292,37	292,37	292,37	292,37	292,37	292,37	292,37	292,37	292,37
k1 mensual	1,1276	1,1460	1,0941	1,1299	1,0867	1,0828	1,0761	1,0602	1,1008	1,0532	1,0087	1,0161
Caudal Máximo Diario Final							335,06					
Caudal Promedio							292,37					
k1 Ciudad del Cusco							1,1460					



FUENTE: Elaboración Propia

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

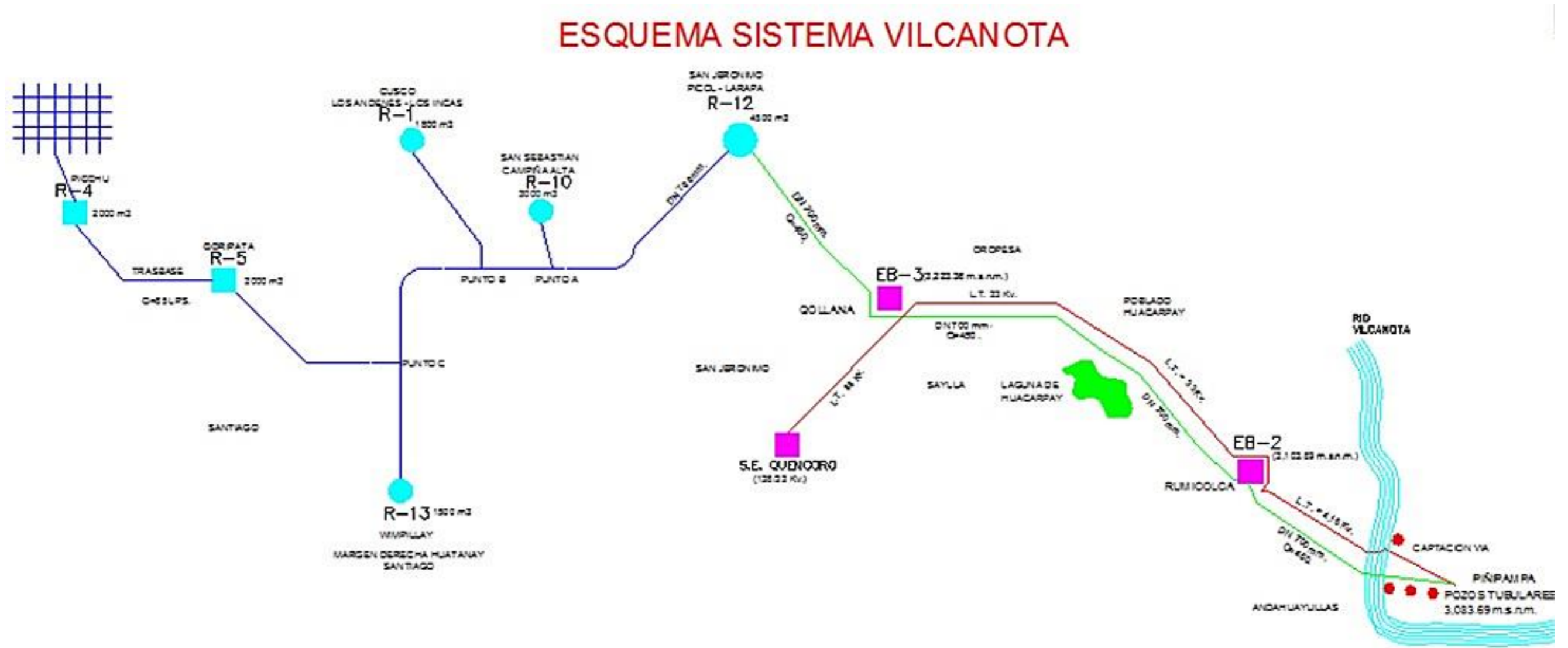
Tabla N° 88 Matriz de consistencia

TEMA: "Determinación del coeficiente de variación de demanda diaria y horaria de agua potable en la Ciudad del Cusco".						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	FUENTE
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADORES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE		
¿Cuál es el valor más representativo para el coeficiente de variación diario y horario para la demanda de agua de la ciudad del Cusco?	Determinar el valor más representativo para los coeficientes de variación diario y horario, de la demanda anual de agua potable de la ciudad del Cusco.	Los valores de los coeficientes de variación de la demanda diaria y horaria establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones, no se ajustan a las condiciones reales de variación del consumo diario y horario de agua potable de la ciudad del Cusco.	<ul style="list-style-type: none"> •Clima •Población 	CIUDAD DEL CUSCO CLIMA <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura (°C) • Precipitación (mm) POBLACIÓN <ul style="list-style-type: none"> • Habitantes 	Precipitaciones y temperaturas del SENAMHI, Censos y estadísticas del INEI	Páginas Web Cartas y Mapas
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	SUB-HIPÓTESIS	VARIABLES DEPENDIENTES	INDICADORES DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES		
¿Cuál es el coeficiente de variación del consumo horario de agua en la ciudad del Cusco?	Determinar el coeficiente de variación del consumo horario de agua en la Ciudad del Cusco	El coeficiente de variación del horario de agua en la Ciudad del Cusco, es menor al que se establece en el RNE	<ul style="list-style-type: none"> • Coeficiente de variación de la Demanda Diaria 	COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LA DEMANDA DIARIA <ul style="list-style-type: none"> • Caudal máximo diario • Caudal mínimo diario 	Entrevistas Base de datos	Bibliografía Reglamento Nacional de Edificaciones Páginas Web
¿Cuál es el coeficiente de variación del consumo diario de agua en la ciudad del Cusco?	Determinar el coeficiente de variación del consumo diario de agua en la Ciudad del Cusco	El coeficiente de variación del consumo diario de agua en la Ciudad del Cusco, es menor al que se establece en el RNE	<ul style="list-style-type: none"> • Coeficiente de variación de la demanda Horaria 	COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LA DEMANDA HORARIA <ul style="list-style-type: none"> • Caudal máximo horario • Caudal mínimo horario 	Entrevistas Base de datos	Bibliografía Reglamento Nacional de Edificaciones Páginas Web
¿Cuánto es el caudal máximo diario de agua en la ciudad del Cusco?	Determinar el caudal máximo diario de la Ciudad del Cusco	El caudal máximo diario de agua potable que demanda la ciudad del Cusco, es menor al caudal máximo diario calculado por los coeficientes del RNE	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo Horario 	CONSUMO HORARIO <ul style="list-style-type: none"> • Consumo máximo horario • Consumo mínimo horario 	Entrevistas Base de datos	Bibliografía Reglamento Nacional de Edificaciones Páginas Web
¿Cuánto es el caudal máximo horario de agua en la ciudad del Cusco?	Determinar el caudal máximo horario de la Ciudad del Cusco	El caudal máximo horario de agua potable que demanda la ciudad del Cusco, es menor al caudal máximo horario calculado por los coeficientes del RNE.	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo Diario 	CONSUMO DIARIO <ul style="list-style-type: none"> • Consumo máximo diario • Consumo mínimo diario 	Entrevistas Base de datos	Bibliografía Reglamento Nacional de Edificaciones Páginas Web
¿Cuál es la curva real del consumo diario y horario de agua en la ciudad del Cusco?	Determinar la curva real de consumo diario y horario de la Ciudad del Cusco	La curva de consumo real diario y horario de la Ciudad del Cusco, varía considerablemente con la que se calcularía con los coeficientes del RNE	<ul style="list-style-type: none"> • Variación de consumo diario y horario. 	VARIACIÓN DE CONSUMO DIARIO Y HORARIO. <ul style="list-style-type: none"> • Consumo diario RNE VS Consumo diario real • Consumo horario RNE VS Consumo diario real 	Entrevistas Base de datos	Bibliografía Reglamento Nacional de Edificaciones Páginas Web

FUENTE: Elaboración Propia

ESQUEMA DEL SISTEMA VILCANOTA

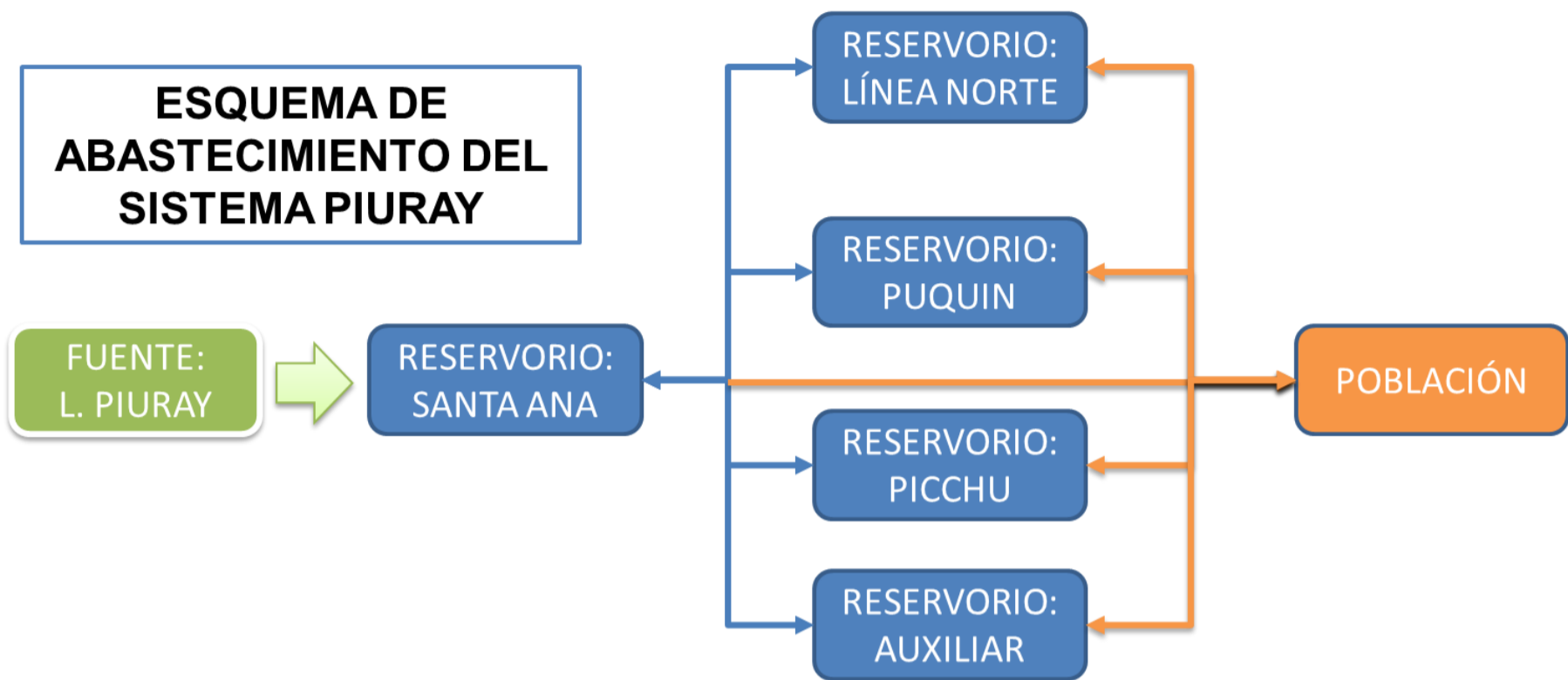
Figura N° 55 Esquema del Sistema Vilcanota



Fuente: SEDACUSCO

ESQUEMA DE ABASTECIMIENTO DEL SISTEMA PIURAY

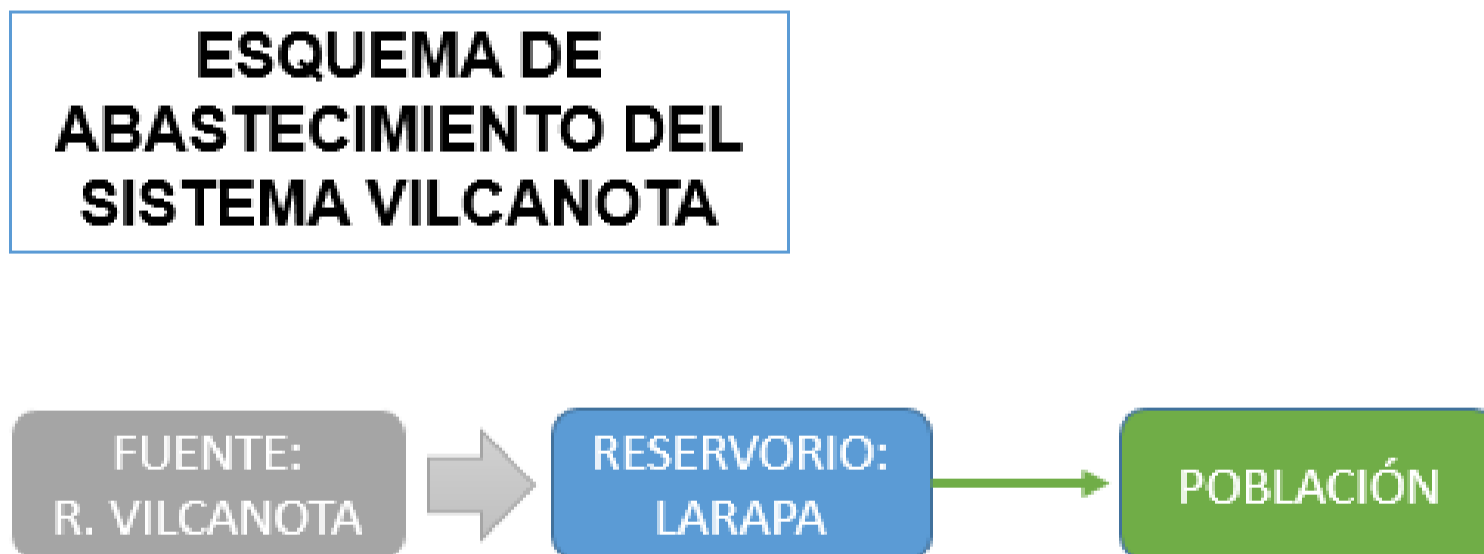
Figura N° 56 Esquema de Abastecimiento del Sistema Piuray



Fuente: Elaboración Propia

ESQUEMA DE ABASTECIMIENTO DEL SISTEMA VILCANOTA

Figura N° 57 Esquema de Abastecimiento del Sistema Vilcanota



Fuente: Elaboración Propia