



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**“CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA
POTABLE DE LOS SECTORES DOS RÍOS Y AEROPUERTO DOS DE LA
CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO”.**

AUTOR: Bryan David Tapia Naranjo

TUTOR: Ing. Mg. Galo Wilfrido Núñez Aldás

AMBATO – ECUADOR

Marzo – 2023

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES DOS RÍOS Y AEROPUERTO DOS DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO”**, elaborado por el Sr. Bryan David Tapia Naranjo, portador de la cédula de ciudadanía C.I. 1500896616, estudiante de la carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente trabajo experimental es original de su autor
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes
- Está concluido en su totalidad

Ambato, marzo 2023



Ing. Mg. Galo Wilfrido Núñez Aldás

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Bryan David Tapia Naranjo** con CI. 1500896616, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Trabajo Experimental con el tema: **“CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES DOS RÍOS Y AEROPUERTO DOS DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO”** , así como también los gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, marzo 2023



Bryan David Tapia Naranjo

C.I. 1500896616

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, marzo 2023



Bryan David Tapia Naranjo

C.I.1500896616

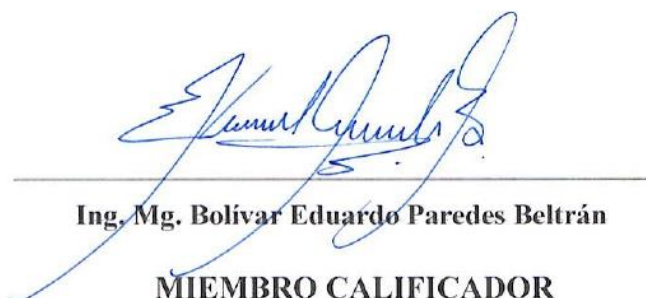
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el Trabajo Experimental, realizado por el estudiante Bryan David Tapia Naranjo, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES DOS RÍOS Y AEROPUERTO DOS DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO”**.

Ambato, marzo 2023

Para constancia firman:



Ing. Mg. Bolívar Eduardo Paredes Beltrán
MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Mg. Dilon Germán Moya Medina
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Quiero dedicar con todo mi corazón el presente trabajo de grado y toda mi carrera universitaria a las personas más importantes en mi vida, mi amada familia.

A mi querido padre David Tapia, quien siempre ha estado a mi lado brindándome todo su apoyo, cariño y consejos para hacer de mí una mejor persona. Papá, has fomentado en mí el deseo de superación y de triunfo en la vida. Gracias por todo el esfuerzo que has hecho en trabajar para que nunca me falte nada.

Al amor de mi vida, mi madre Hilda Naranjo, quien ha sabido ser la mujer más valiente, decidida, y luchadora por el bienestar de sus hijos. Has sembrado en mí los valores más profundos y puros, mismos que me acompañarán siempre a lo largo de mi vida. Me ayudaste a crecer con salud, supiste defenderme en todo momento y darme siempre tu amor infinito. El mejor recuerdo que me llevo de la vida universitaria son tus llamadas al final del día diciéndome “Sigue hasta el último hijo”. Mi corazón jamás dejará de quererte.

A mi tío Gonzalito y a mi tía Lupita, por ser mis ángeles en la tierra, mis protectores y mis mejores aliados. Queridos tíos, este logro se los dedico en gran parte a ustedes, ya que, sin tener alguna responsabilidad hacia mí, decidieron entregarlo todo; su cariño, su bondad, sus mejores consejos y ese interés tan grande por mi bienestar. Nunca olvidaré el enorme afecto con el que me abrieron las puertas de su hogar y me aceptaron como un hijo más en su hermosa familia. Gracias por nunca abandonarme. En mi memoria siempre estará el sentimiento de gratitud hacia ustedes.

A mi querida hermana Alyne, la amiga incondicional que dios me regaló, mi compañera de vida, quien siempre me ha acompañado en todos mis metas. Realmente has sido el mejor apoyo que he tenido durante todos estos años. Me gusta creer que tú y yo somos como las ramas de un árbol, crecemos en diferentes direcciones, pero nuestra raíz es una sola. Este logro es por y gracias a ti.

A todos y cada uno los miembros de familia que de una u otra forma han aportado un granito de arena para el logro de mis objetivos, por confiar en mí y siempre darme ánimos.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios, por haberme brindado salud, a mi familia y a las personas a las más que aprecio, permitiendo que sean partícipes de vivir junto a mí, la alegría de culminar mis estudios universitarios.

A mi alma mater, Universidad Técnica de Ambato, por haberme acogido entre sus aulas. A mi querida Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, y a mis estimados docentes por todos los conocimientos impartidos durante el proceso de mi formación académica.

A mi familia entera, por todo el apoyo incondicional y sacrificio que significó brindarme un estudio universitario. A mis padres y hermana por tanto cariño y ánimos que me brindaron, a mis tíos y tías por siempre estar pendientes de mí, a mis abuelitas Luzmila y Clarita por siempre tener en su corazón la ilusión de verme como profesional. A Gerardo Cabrera, por haberme mantenido siempre en sus oraciones, por todo el afecto, consejos y ayuda que me supo brindar al realizar mi proyecto de grado, por ser una excelente persona, que llegó a completar la pieza faltante del rompecabezas en la familia. A mis primos y primas, en especial a Andreita, Verito y Josy con las que pude compartir muchos bonitos momentos. Gracias por haber hecho que mi estancia en Ambato haya estado colmada de alegría.

A mi tutor de tesis, el Ing. Mg. Galo Núñez y a los Ingenieros Mg. Dilon Moya y Mg. Eduardo Paredes, por haber compartido conmigo su conocimiento y experiencia para que este trabajo llegue a su culminación de la mejor manera.

A mi estimada Ing. Alba Almeida, al Sr. Medardo Sarmiento y a mi amigo Javier Arteaga por su inigualable ayuda, ¡mil gracias!

A mis mejores amigos, César y Alexander, que los llevo en lo más profundo de mi corazón, ya que con ellos compartí los momentos más divertidos, tristes, sufridos y anecdóticos de mi vida universitaria. Resaltando de ti César, que siempre fuiste un amigo gracioso y ocurrido, no por nada fuiste el mejor en cálculo diferencial e integral. Y de ti Alexander, lo que más me llevo, es lo muy buen amigo que fuiste conmigo, nunca te negaste a brindarme ayuda cuando más lo necesité. Amigos, gracias por haber sido leales y constantes con nuestra amistad. ¡Lo logramos!

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES	i
PORTADA	i
CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
RESUMEN	xx
ABSTRACT	xxi
B. CONTENIDO	1
CAPÍTULO I	1
ANTECEDENTES	1
1.1. Tema	1
1.2. Antecedentes Investigativos	1
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	6
1.4.1. Objetivo General	6
1.4.2. Objetivos Específicos	6
CAPÍTULO II	7
FUNDAMENTACIÓN	7
2.1. Fundamentación teórica	7
2.1.1. El agua	7
2.1.2. Consumo de agua potable	8
2.1.3. Tipos de consumo de agua potable	8
2.1.4. Demanda	9
2.1.5. Aparatos de medición	9
2.1.6. Aparatos sanitarios	10
2.1.7. Pérdidas físicas	10
2.1.8. Caudal Máximo probable (QMP)	10
2.1.9. Dotación o consumo per cápita	11

2.1.10.	Variación del consumo.....	12
2.1.11.	Factores que afectan al consumo de una comunidad.....	12
2.1.12.	Coefficiente de consumo máximo diario (k1).....	14
2.1.13.	Coefficientes de variación diaria y horaria.....	14
2.1.14.	Coefficiente de consumo máximo horario (k2).....	15
2.1.15.	Caudal medio diario anual (Qmd).....	15
2.1.16.	Caudal máximo diario (QMD).....	16
2.1.17.	Caudal máximo horario (QMH).....	16
2.1.18.	Caudal máximo instantáneo.....	17
2.1.19.	Medidores de caudal.....	17
2.1.20.	Tipos de medidores de caudal.....	18
2.1.20.1.	Macro medidores.....	18
2.1.20.2.	Micro medidores.....	18
2.1.20.3.	Medidor volumétrico.....	19
2.1.20.4.	Medidor de caudal por velocidad.....	20
2.1.21.	Tipos de medidores por velocidad.....	20
2.1.21.1.	Medidor de chorro múltiple.....	20
2.1.21.2.	Medidor de chorro único.....	21
2.1.21.3.	Medidor de chorro axial.....	21
2.1.21.4.	Medidor tipo hélice.....	22
2.1.22.	Curva de consumo de agua potable.....	22
2.1.23.	Patrón de consumo.....	23
2.1.24.	Sistema de información geográfica (SIG).....	23
2.1.25.	Georreferenciación de datos.....	24
2.1.26.	Mapa Digital.....	24
2.2.	Hipótesis.....	24
2.3.	Señalamiento de las variables de la hipótesis.....	24
2.3.1.	Variable Independiente.....	24
2.3.2.	Variable Dependiente.....	24
CAPÍTULO III.....		25
METODOLOGÍA.....		25
3.1.	Nivel o tipo de investigación.....	25
3.2.	Población y muestra.....	26
3.2.1.	Población.....	26
3.2.2.	Muestra.....	26
3.3.	Operacionalización de variables.....	29
3.3.1.	Variable Independiente.....	29

3.3.2.	Variable dependiente	30
3.4.	Plan de recolección de información	31
3.5.	Plan de procesamiento y análisis de la información	32
3.5.1.	Plan de procesamiento de la información	32
3.5.2.	Plan de análisis de la información	32
CAPÍTULO IV		33
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		33
4.1.	Descripción del sector de estudio	33
4.1.1.	Provincia de Napo	33
4.1.2.	Ciudad de Tena	35
4.1.2.1.	Sector Aeropuerto Dos.....	36
4.1.2.2.	Sector Dos Ríos.....	38
4.1.3.	Representación de los sectores bajo estudio en la zona urbana de la ciudad de Tena en el sistema de información geográfica	41
4.2.	Recolección de información.....	42
4.2.1.	Encuestas	47
4.2.2.	Medición Diaria.....	51
4.2.2.1.	Tipos de equipos de micro medición.....	52
4.2.3.	Componentes de un micro medidor de velocidad	53
4.2.4.	Medición Horaria	55
4.2.5.	Medición de presiones.....	60
4.3.	Análisis de resultados	61
4.3.1.	Encuesta	62
4.3.1.1.	Tipología de vivienda.....	62
4.3.1.1.1.	Sector Aeropuerto Dos.....	62
4.3.1.1.2.	Sector Dos Ríos.....	63
4.3.1.2.	Tipo de vivienda	64
4.3.1.2.1.	Aeropuerto Dos	65
4.3.1.2.2.	Dos Ríos.....	66
4.3.1.3.	Número de usuarios por vivienda.....	67
4.3.1.3.1.	Aeropuerto Dos	67
4.3.1.3.2.	Dos Ríos.....	68
4.3.1.4.	Número de unidades sanitarias.....	69
4.3.1.4.1.	Aeropuerto Dos	70
4.3.1.4.2.	Dos Ríos.....	77
4.3.1.5.	Identificación de problemas	83
4.3.1.5.1.	Aeropuerto Dos	84

4.3.1.5.2.	Dos Ríos.....	85
4.3.1.6.1.	Dotación de agua en el sector	86
4.3.1.6.1.1.	Aeropuerto Dos	86
4.3.1.6.1.2.	Dos Ríos.....	87
4.3.1.7.	Presión de agua en el sector	88
4.3.1.7.1.	Aeropuerto Dos	88
4.3.1.7.2.	Dos Ríos.....	89
4.3.1.8.	Calidad del servicio de agua potable	90
4.3.1.8.1.	Aeropuerto Dos	91
4.3.1.8.2.	Dos Ríos.....	92
4.3.2.	Análisis de información de volúmenes de agua potable.....	94
4.3.2.1.	Consumo Diario.....	94
4.3.2.1.1.	Aeropuerto Dos	95
4.3.2.1.2.	Dos Ríos.....	102
4.3.2.2.	Consumo Semanal.....	109
4.3.2.2.1.	Aeropuerto Dos	109
4.3.2.2.2.	Dos Ríos.....	113
4.3.2.3.	Consumo Per-cápita.....	115
4.3.2.3.1.	Aeropuerto Dos	116
4.3.2.3.2.	Dos Ríos.....	122
4.3.2.4.	Consumo Horario.....	128
4.3.2.4.1.	Aeropuerto Dos	129
4.3.2.4.2.	Dos Ríos.....	135
4.3.2.5.	Extrapolación de consumos medios diarios	141
4.3.2.5.1.	Aeropuerto Dos	142
4.3.2.5.2.	Dos Ríos.....	144
4.3.2.6.	Patrones de consumo horario y diario	145
4.3.2.6.1.	Patrones de consumo horario.....	146
4.3.2.6.1.1.	Aeropuerto Dos	146
4.3.2.6.1.2.	Dos Ríos.....	150
4.3.2.6.2.	Patrones de consumo Diario.....	152
4.3.2.6.2.1.	Aeropuerto Dos	153
4.3.2.6.2.2.	Dos Ríos.....	154
4.3.2.7.	Variación de la presión en la red de distribución de agua potable....	155
4.3.2.7.1.	Aeropuerto Dos	156
4.3.2.7.2.	Dos Ríos.....	163
4.4.	Verificación de la hipótesis.....	168

CAPÍTULO V	169
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	169
5.1. Conclusiones	169
5.2. Recomendaciones	174
C. MATERIALES DE REFERENCIA	177
1. Bibliografía	177
2. Anexos	177
2.1. Anexo Fotográfico	182
2.2. Coordenadas geográficas y elevación por cada medidor	183
3. Anexo digital	187

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Dotaciones recomendadas según el tipo de clima y número de habitantes	11
Tabla 2.	Dotaciones para edificaciones de uso específico	12
Tabla 3.	Demanda de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo ..	17
Tabla 4.	Niveles de confianza comunes.....	27
Tabla 5.	Variable Independiente	29
Tabla 6.	Variable Dependiente	30
Tabla 7.	Plan de recolección de información.....	31
Tabla 8.	Límites territoriales de la Provincia de Napo	34
Tabla 9.	Datos técnicos acerca de la ciudad de Tena.....	36
Tabla 10.	Límites del cantón Tena.....	36
Tabla 11.	Aspectos de las encuestas tomados en cuenta para tabulación	61
Tabla 12.	Aspectos estudiados con respecto al volumen de agua potable utilizada	61
Tabla 13.	Tipología de vivienda correspondiente al sector Aeropuerto Dos.....	62
Tabla 14.	Tipología de vivienda correspondiente al sector Aeropuerto Dos.....	63
Tabla 15.	Tipo de vivienda en el sector Aeropuerto Dos	65
Tabla 16.	Tipo de vivienda en el sector Dos Ríos	66
Tabla 17.	Número de usuarios sector Aeropuerto Dos	68
Tabla 18.	Número de usuarios sector Dos Ríos.....	69
Tabla 19.	Número de unidades sanitarias por tipo de predio en Aeropuerto Dos ...	70
Tabla 20.	Número de unidades sanitarias en Residencia Unifamiliar	71
Tabla 21.	Número de unidades sanitarias en Residencia Bifamiliar	72
Tabla 22.	Número de unidades sanitarias en predio Comercial.....	73
Tabla 23.	Número de unidades sanitarias en Edificios destinados a Oficinas.....	74
Tabla 24.	Número de unidades sanitarias en instituciones de gobierno	75
Tabla 25.	Número de unidades sanitarias en Edificios destinados a vivienda.....	76
Tabla 26.	Número de unidades sanitarias por tipo de predio en Dos Ríos	77
Tabla 27.	Número de unidades sanitarias en Residencia Unifamiliar	79
Tabla 28.	Número de unidades sanitarias en Residencia Bifamiliar	80
Tabla 29.	Número de unidades sanitarias en predio de tipo Comercial.....	81
Tabla 30.	Número de unidades sanitarias en predio de tipo Edificio vivienda.....	82
Tabla 31.	Número de unidades sanitarias en predios de tipo Gubernamental	83

Tabla 32. Identificación de problemas en el sector Aeropuerto Dos respecto al servicio de agua potable	84
Tabla 33. Identificación de problemas en el sector Dos Ríos respecto al servicio de agua potable	85
Tabla 34. Percepción de dotación de agua potable sector Aeropuerto Dos.....	86
Tabla 35. Percepción de dotación de agua potable sector Aeropuerto Dos.....	87
Tabla 36. Percepción de presión de agua potable sector Aeropuerto Dos.....	88
Tabla 37. Percepción de presión de agua potable sector Dos Ríos.....	89
Tabla 38. Percepción de la calidad del agua en el sector Aeropuerto Dos	91
Tabla 39. Percepción de la calidad del agua en el sector Dos Ríos	92
Tabla 40. Valores de consumo diario en m ³ por cada medidor del sector Aeropuerto Dos	96
Tabla 41. Valores promediales de consumo por medidor sector Aeropuerto Dos	100
Tabla 42. Valores de consumo diario en m ³ por cada medidor del sector Dos Ríos	103
Tabla 43. Valores promediales de consumo por medidor sector Dos Ríos	106
Tabla 44. Valores de consumo semanal en (m ³ /día) sector Aeropuerto Dos.....	110
Tabla 45. Valores de consumo semanal en (m ³ /día) sector Dos Ríos.....	113
Tabla 46. Valores de consumo per-cápita (Litros/habitante/día) en el sector Aeropuerto Dos	116
Tabla 47. Valores de consumo per-cápita (Litros/habitante/día) en el sector Dos Ríos	122
Tabla 48. Consumo horario en intervalos de dos horas del sector Aeropuerto Dos para predio de tipo Edificio Vivienda	129
Tabla 49. Consumo horario en intervalos de dos horas del sector Aeropuerto Dos para Residencia Unifamiliar.....	132
Tabla 50. Consumo horario en intervalos de dos horas del sector Dos Ríos para Edificio tipo vivienda.....	135
Tabla 51. Consumo horario en intervalos de dos horas del sector Dos Ríos para Residencia Unifamiliar.....	138
Tabla 52. Valores promedio de consumo futuro de agua potable para el sector Aeropuerto Dos	142
Tabla 53. Valores promedio de consumo futuro de agua potable para el sector Dos Ríos	144
Tabla 54. Patrón de consumo en intervalos de 2 horas.....	146
Tabla 55. Patrón de consumo en intervalos de 4 horas.....	147
Tabla 56. Patrón de consumo en intervalos de 2 horas.....	150

Tabla 57. Patrón de consumo en intervalos de 4 horas.....	151
Tabla 58. Variación de consumo diario sector Aeropuerto Dos.....	153
Tabla 59. Variación de consumo diario sector Dos Ríos.....	154
Tabla 60. Variación de la presión por medidor sector Aeropuerto Dos	156
Tabla 61. Variación de la presión por medidor sector Dos Ríos	163
Tabla 62. Georreferenciación UTM de medidores sector Aeropuerto Dos	183
Tabla 63. Georreferenciación UTM de medidores sector Aeropuerto Dos	185

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Curvas de variación de consumo horario y diario	14
Figura 2.	Corte transversal de un medidor volumétrico de disco oscilante	19
Figura 3.	Funcionamiento de medidor volumétrico	19
Figura 4.	Medidor de tipo chorro múltiple	20
Figura 5.	Medidor de tipo chorro múltiple	20
Figura 6.	Medidor de tipo chorro único	21
Figura 7.	Mecanismo de medidor de agua de velocidad, tipo chorro único.	21
Figura 8.	Mecanismo de medidor de agua de velocidad, tipo chorro axial, marca Woltman, modelo WMAP EVO.	21
Figura 9.	Mecanismo de medidor de agua de velocidad, tipo chorro único.	22
Figura 10.	Curva de variación de consumo horario de agua potable	23
Figura 11.	Ubicación y emplazamiento geográfico de la provincia de Napo.....	33
Figura 12.	Cantones de la Provincia de Napo	35
Figura 13.	Sitios emblemáticos de la ciudad de Tena: Puente atirantado/Monumento Jumandy.....	35
Figura 14.	Delimitación del Barrio Aeropuerto Dos	37
Figura 15.	Listado de usuarios de agua potable sector Aeropuerto Dos	38
Figura 16.	Delimitación del Barrio Aeropuerto Dos	39
Figura 17.	Listado de usuarios de agua potable sector Dos Ríos	40
Figura 18.	Delimitación de sectores de estudio.....	41
Figura 19.	Georreferenciación de los medidores que conforman la muestra para el sector Aeropuerto Dos.....	43
Figura 20.	Georreferenciación de los medidores que conforman la muestra para el sector Dos Ríos	44
Figura 21.	Ruta establecida para recolección de datos en sector Aeropuerto Dos	45
Figura 22.	Ruta establecida para recolección de datos en sector Dos Ríos.....	46
Figura 23.	Formato de encuesta aplicada a usuarios pertenecientes al estudio	50
Figura 24.	Formato de anotación para lecturas de consumo diario	51
Figura 25.	Variedad marcas y modelos de medidores encontrados en Aeropuerto Dos y Dos Ríos	52
Figura 26.	Lectura típica de un micro medidor de velocidad.....	54
Figura 27.	Lectura típica con dígito a medio cambio	54
Figura 28.	Instalación de cámaras sobre medidores seleccionados en los sectores de estudio.	55

Figura 29.	Mini cámara de video IP WIFI IND-A9	58
Figura 30.	Interfaz de uso de la mini cámara de video IP WIFI IND-A9	58
Figura 31.	Formato de registro de datos para medición horaria.....	59
Figura 32.	Código de identificación del registro fotográfico de la medición horaria 59	
Figura 33.	Equipo para medición de presiones (Manómetro)	60
Figura 34.	Formato de registro de datos para medición horaria.....	61
Figura 35.	Gráfica formato pastel de tipología de vivienda del sector Aeropuerto Dos	63
Figura 36.	Gráfica formato pastel de tipología de vivienda del sector Dos Ríos ..	64
Figura 37.	Gráfica formato pastel de tipos de vivienda en sector Aeropuerto Dos 65	
Figura 38.	Gráfica formato pastel de tipos de vivienda en sector Dos Ríos.....	66
Figura 39.	Gráfico formato diagrama de barras de número de usuarios sector Aeropuerto Dos	68
Figura 40.	Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias por tipo de vivienda en sector Aeropuerto Dos.....	70
Figura 41.	Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en residencia Unifamiliar sector Aeropuerto Dos	71
Figura 42.	Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en residencia Bifamiliar sector Aeropuerto Dos	72
Figura 43.	Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en predio Comercial sector Aeropuerto Dos	73
Figura 44.	Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en Edificio Oficinal sector Aeropuerto Dos.....	74
Figura 45.	Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en instituciones gubernamentales.....	75
Figura 46.	Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en Edificios destinados a vivienda	76
Figura 47.	Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias por tipo de vivienda en sector Dos Ríos.....	77
Figura 48.	Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en Residencia Unifamiliar.....	79
Figura 49.	Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en Residencia Bifamiliar	80
Figura 50.	Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en predio de tipo Comercial	81

Figura 51.	Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en Edificio destinado a vivienda.	82
Figura 52.	Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en predio de tipo Gubernamental	83
Figura 53.	Gráfico formato diagrama de barras de problemas respecto al servicio de agua potable.....	84
Figura 54.	Gráfico formato diagrama de barras de problemas respecto al servicio de agua potable.....	85
Figura 55.	Gráfico formato pastel de Dotación de agua potable sector Aeropuerto Dos	87
Figura 56.	Gráfico formato pastel de Dotación de agua potable sector Dos Ríos.	87
Figura 57.	Gráfico formato pastel percepción de presión de agua potable sector Aeropuerto Dos	88
Figura 58.	Gráfico formato pastel percepción de presión de agua potable sector Dos Ríos	90
Figura 59.	Gráfico formato pastel de percepción de la calidad del agua Aeropuerto Dos	91
Figura 60.	Gráfico formato pastel de percepción de la calidad del agua Dos Ríos	92
Figura 61.	Consumo promedio diario por medidor correspondiente al sector Aeropuerto Dos	101
Figura 62.	Consumo promedio diario por medidor correspondiente al sector Dos Ríos	107
Figura 63.	Consumo promedio semanal sector Aeropuerto Dos.....	112
Figura 64.	Consumo promedio semanal sector Dos Ríos.....	114
Figura 65.	Consumo per-cápita correspondiente al sector Aeropuerto Dos.....	119
Figura 66.	Análisis del consumo per-cápita de agua potable basado en el Sistema de Información Geográfica del sector Aeropuerto Dos	121
Figura 67.	Consumo per-cápita correspondiente al sector Dos Ríos.....	124
Figura 68.	Análisis del consumo per-cápita de agua potable basado en el Sistema de Información Geográfica del sector Dos Ríos	127
Figura 69.	Variación de consumo de agua potable por día y por intervalo de 2 horas correspondiente al sector Aeropuerto Dos para Edificio Vivienda	130
Figura 70.	Variación de consumo de agua potable por día y por intervalo de 2 horas correspondiente al sector Aeropuerto Dos para Residencia Unifamiliar	133
Figura 71.	Variación de consumo de agua potable por día y por intervalo de 2 horas correspondiente al sector Dos Ríos para Edificio Vivienda.....	136
Figura 72.	Variación de consumo de agua potable por día y por intervalo de 2 horas correspondiente al sector Dos Ríos para Residencia Unifamiliar	139

Figura 73.	Curva de persistencia de valores de consumo futuros para el sector Aeropuerto Dos	142
Figura 74.	Curva de persistencia de valores de consumo futuros para el sector Dos Ríos	144
Figura 75.	Patrón de consumo en intervalos de 2 horas	147
Figura 76.	Patrón de consumo en intervalos de 4 horas	148
Figura 77.	Patrón de consumo en intervalos de 2 horas	150
Figura 78.	Patrón de consumo en intervalos de 4 horas	151
Figura 79.	Patrón de consumo diario sector Aeropuerto Dos.....	153
Figura 80.	Patrón de consumo diario sector Dos Ríos	155
Figura 81.	Variación de la presión promedio sector Aeropuerto Dos	159
Figura 82.	Presión de agua potable sector Aeropuerto Dos	161
Figura 83.	Correlación Medidor-Presión sector Aeropuerto Dos.....	162
Figura 84.	Variación de la presión promedio sector Dos Ríos.....	164
Figura 85.	Presión de agua potable sector Dos Ríos	166
Figura 86.	Correlación Medidor-Presión sector Dos Ríos	167
Figura 87.	Sustento digital de datos utilizados en el desarrollo del proyecto	187

RESUMEN

El presente trabajo experimental, estudia los hábitos de consumo de agua potable de los sectores Aeropuerto Dos y Dos Ríos, mediante lo cual, se determinan curvas de consumo que permiten plantear criterios de diseño y mantenimiento para sistemas de distribución, mejorando así la calidad de vida de las personas.

La metodología empleada en el estudio consistió en el registro diario de valores de consumo durante 32 días consecutivos para todas las viviendas escogidas como parte de la muestra, resultando ser; 103 predios en el sector Aeropuerto Dos y 60 en Dos Ríos, dichos datos se recopilaron en dos jornadas por día, una en la mañana y otra en la tarde respectivamente.

Para el consumo horario se instalaron 5 cámaras de video; 3 en el sector Aeropuerto Dos y 2 en el sector Dos Ríos, durante un periodo de tiempo de 7 días consecutivos, también se recopilaron valores de presiones por cada vivienda que conforma la muestra, durante el mismo periodo que el registro horario.

Culminados los levantamientos de información se aplicaron encuestas a los usuarios permanentes o jefes de hogar a fin de identificar la configuración típica por predio, de los siguientes aspectos: Tipo de vivienda, cantidad de habitantes, número de unidades sanitarias, entre otros.

En la parte final, después de haber sido recopilada, digitalizada, tabulada y georreferenciada la información, se determinó que el consumo promedio de agua potable por predio, para los sectores Aeropuerto Dos y Dos Ríos es de: 0.951 y 0.933 metros cúbicos por día respectivamente.

Palabras clave: Agua Potable, Patrón de consumo, Consumo horario, Curva de consumo, Dotación de agua, Medidores de caudal, Presión de agua, Consumo per cápita.

ABSTRACT

The present experimental work studies the drinking water consumption habits of the “Aeropuerto Dos” and “Dos Ríos” sectors, by means of which consumption curves are determined that will allow us to propose design and maintenance criteria for distribution systems, thus improving people's quality of life.

The methodology used in the study consisted of the daily recording of consumption values during 32 consecutive days for all the houses chosen as part of the sample, resulting in 103 properties in the “Aeropuerto Dos” sector and 60 in “Dos Ríos”, such data were collected in two days per day, one in the morning and the other in the afternoon, respectively.

For hourly consumption, 5 video cameras were installed; 3 in the “Aeropuerto Dos” sector and 2 in the “Dos Ríos” sector, during a period of 7 consecutive days, pressure values were also collected for each house in the sample, during the same period as the hourly recordings.

Once the data collection was completed, surveys were applied to the permanent users or heads of household in order to identify the typical configuration per property, of the following aspects: Type of housing, number of inhabitants, number of sanitary units, among others.

In the final part, after the information was compiled, digitalized, tabulated and georeferenced, it was determined that the average consumption of potable water per property for the sectors “Aeropuerto Dos” and “Dos Ríos” is 0.951 and 0.933 cubic meters per day, respectively.

Key words: Drinking water, Consumption pattern, Hourly consumption, Consumption curve, Water allocation, Flow meters, Water pressure, Per-capita consumption.

B. CONTENIDO

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1.Tema

“CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES DOS RÍOS Y AEROPUERTO DOS DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO”

1.2.Antecedentes Investigativos

En el transcurso de la historia de la humanidad se ha identificado que todas las antiguas civilizaciones compartían un aspecto en común, y es que todas comprendían la importancia que tiene el agua para asegurar su supervivencia, motivo por el cual las tribus se asentaban en zonas que poseían abundante agua como lagos y ríos, mismos que eran utilizados para regadío de cultivos, consumo diario y como medio de comunicación.[1]

De los aproximadamente 113.00 km³ de agua que se precipitan cada año sobre la Tierra en el ciclo hidrológico, cerca de 71.000 km³ se evaporan y retornan a la atmósfera, el resto, unos 42.000 km³, recargan los acuíferos o retornan a los océanos por la vía de los ríos. Constituyen los recursos acuáticos renovables, las aguas dulces del planeta. Sin embargo, los volúmenes realmente disponibles de estos recursos sólo se estiman entre 9.000 a 14.000 km³. Y, lo que, es más: un monto sustancial, aproximadamente el 70%, es necesario para sostener los ecosistemas terrestres, lo que reduce a un 30%, unos 4.200 km³, las disponibilidades reales para todos los usos humanos directos. Si este volumen se divide entre los 7753 millones de seres humanos que actualmente habitan la Tierra, a cada persona le corresponderían unos 542 m³ al año.[2]

El volumen y la distribución del agua dulce en la Tierra han cambiado notablemente como resultado de los esfuerzos humanos por controlarlos y manejarlos para satisfacer sus necesidades vitales y en beneficio de intereses económicos y políticos. Estas alteraciones se acentuaron conforme el hombre se hizo más hábil para producir sus alimentos y para organizar su vida urbana. Las principales acciones directas se basaron en el control de los

flujos de los ríos, la construcción de grandes obras de canalización y vasos de almacenamiento, los acueductos para el transporte de agua a los centros urbanos, el drenaje de los humedales para abrir áreas al cultivo y permitir la expansión de las ciudades, la explotación de los acuíferos y la irrigación de tierras. La agricultura, la industria, la generación de energía y los usos domésticos marcaron los patrones de consumo de la humanidad, desde la Antigüedad hasta nuestros días. Estos patrones han terminado por alterar los equilibrios del ciclo hidrológico, cambiando sensiblemente las tasas de evaporación y la calidad de las aguas, por los usos intensivos y por los efectos de una amplísima gama de desechos tóxicos creados por la civilización industrial. [3]

De acuerdo con los balances hídricos globales, y en las condiciones tecnológicas actuales, solamente el 0.007% de las aguas dulces del planeta se encuentran realmente disponibles para los usos humanos, Des esta pequeñísima porción depende prácticamente el destino de la humanidad. Las previsiones menos pesimistas plantean que para el año 2025 al menos la mitad de la humanidad sufrirá algún estrés por la falta de este líquido vital. [3]

La distribución de los recursos acuáticos del planeta varía considerablemente en espacio y tiempo. La mayor parte de estos recursos se ubican en Asia y Sudamérica (13.500 y 12.000 km³ por año, respectivamente) y los montos menores se encuentran en Europa, Australia y Oceanía (2.900 y 2.400 km³ por año, respectivamente). [2]

La mayoría de los recursos de agua dulce del planeta se concentran en sólo seis países: Brasil, Rusia, Canadá, EE.UU., China e India. Más del 40% de los ríos del mundo se concentran en estos países. El mayor de ellos, el Amazonas, contribuye con el 16% de los montos totales descargados por los ríos del planeta. El 27% de las aguas dulces de la Tierra corresponden a los aportes de cinco grandes cuencas de aguas: Amazonas, Ganges-Bramaputra, Congo, Yantzé y Orinoco. [2]

Latinoamérica se caracteriza por ser una región privilegiada en relación a sus recursos naturales, siendo las reservas de agua una de sus principales potencialidades, sin embargo, lo afirmado no se compadece en relación al acceso a los servicios de agua potable y saneamiento, pues según ONU-Hábitat (2012), uno de los problemas de la zona es la falta de acceso a estos servicios debido a los dificultades relacionadas con la infraestructura,

eficiencia y gestión del servicio, además de la marcada desigualdad en el suministro entre la zona urbana y rural. [4]

En Ecuador al día una persona gasta, en promedio, 249 litros de agua. Esta cifra es mayor a los 100 litros recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para satisfacer las necesidades de consumo e higiene, un 40% más que el promedio de la región. [7] Así mismo, y dentro del contexto de la pandemia COVID-19, según datos del Municipio de Quito, durante los primeros meses, cuando los ciudadanos estaban confinados en sus casas, el consumo llegó a un pico de 300 litros diarios por persona. [5]

Por todo lo anteriormente mencionado es absolutamente fundamental realizar un consumo responsable de agua incorporando una nueva cultura que esté fundamentada en el ahorro, el aprovechamiento y la optimización de su gestión, para con esto ayudar a conservar nuestras fuentes puras y seguras para las generaciones futuras. [6] [7]

1.3. Justificación

El agua es fundamental para la vida en la Tierra. Para que los grupos humanos y los ecosistemas puedan prosperar, esa agua debe ser limpia, permanecer limpia y, más importante aún, debe estar al alcance de todos. [8]

Según los autores Pedro Cantú y Gabriela Monteforte en su artículo “ESCENARIOS DEL AGUA EN MÉXICO” se menciona que: El consumo de agua per cápita en los países desarrollados es entre 500 y 800 litros al día mientras que en los países en desarrollo es entre 60 y 150 litros al día, lo cual implica que existe una relación positiva entre la urbanización y el desarrollo respecto al consumo de agua. [9]

El crecimiento poblacional y la industrialización dieron como resultado un incremento en la demanda del líquido. La ausencia de una planeación del crecimiento para determinar si el agua era suficiente para abastecer las demandas generadas por los centros urbanos, ha sido una de las principales causas del deterioro del recurso hídrico y de los actuales problemas de disponibilidad. La situación de escasez se ve agravada por los niveles de consumo cada vez mayores influenciados por el estilo de vida asociado al proceso de urbanización. [9]

La realidad es que la distribución del agua dulce es desigual entre las regiones naturales y económicas del planeta. Cerca del 75% de la población humana se concentra en países y regiones donde sólo existe el 20% de las disponibilidades de agua. Por el acelerado deterioro de los recursos acuáticos esta situación empeorará en el futuro próximo. Se espera, en efecto, que hacia el 2025, el 80% de la población de la Tierra viva bajo condiciones de alta y muy alta escasez de recursos hídricos. Para esa época, una tercera parte de la población vivirá en situaciones consideradas como altamente catastróficas por la falta de agua. [2]

La preocupación internacional acerca de la utilización de los recursos hídricos del planeta ha llevado a algunos autores a incluir en el análisis el concepto de “agua virtual”, referido al agua que contienen los productos. Desde su aparición a comienzos de los años 90, este concepto ha sido empleado para calcular el uso real de agua de un país (su huella hídrica). [10]

Los cambios socio-económicos ocurridos en las últimas décadas han afectado la demografía y las costumbres de consumo de agua potable de las poblaciones. Los consumos de agua potable varían según las características de las poblaciones y son considerados para establecer las dotaciones mínimas de diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable. Las dotaciones asignadas en la realización de los estudios para la construcción de los sistemas de agua potable en el Ecuador, se basan actualmente en la Norma CPE INEN 005-9-1 (INEN, 1992) que fue elaborada en los años 70 y no ha recibido actualizaciones importantes hasta ahora. La carencia de agua potable en muchas poblaciones ecuatorianas podría deberse a una selección inadecuada de esas dotaciones o a que las dotaciones no sean las correctas. [11]

Las dotaciones actuales se basan en rangos poblacionales y tipos de clima (frío, templado y cálido). Las características demográficas en las poblaciones ecuatorianas actuales son diferentes a las de los años 70, principalmente debido a la migración del campo a las zonas urbanas. Además, las características climáticas no fueron definidas en la norma ecuatoriana y es susceptible de interpretaciones ambiguas por parte de los diseñadores. [11]

En el artículo web “ESTADO Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL ECUADOR” por autoría del Dr. Ing. Remigio H. Galárraga Sánchez, M.Sc, se menciona que: El área urbana y la cobertura de infraestructura de agua potable y alcantarillado del Ecuador se ha incrementado notablemente en las últimas cuatro décadas, dando lugar al desarrollo acelerado de ciudades intermedias. Y en lo que a cobertura urbana se refiere, las carencias mayores se encuentran en las provincias de Napo, Guayas y Esmeraldas, con coberturas menores al 50%. [12]

Para toda empresa prestadora del servicio de agua potable es importante conocer el modo como los usuarios demandan el servicio, el caudal neto entregado, su distribución en el tiempo y el rango de caudales en los que se consume la mayor parte del volumen de agua entregado. Igualmente, es importante contar con curvas características y patrón de consumo reales para cada tipo de usuario, que permitan determinar los consumos netos reales diarios para cada habitante. [13] Es por esto que, ante todo lo enunciado anteriormente, el objetivo principal del presente trabajo es establecer la curva de consumo diario de agua potable de los sectores “Dos Ríos y Aeropuerto 2” en la ciudad de Tena, Provincia de Napo y así brindar valores de consumo reales basados en las costumbres y hábitos de la población, que permita una distribución correcta y ecuánime del recurso agua, además de plantear una estadística comparativa entre las dos zonas de estudio para establecer propuestas técnicas de comunicación con la ciudadanía respecto a temas de consumo y sostenibilidad del servicio.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Establecer la curva de consumo diario de agua potable de los sectores “Dos Ríos y Aeropuerto 2” de la ciudad de Tena, Provincia de Napo, a partir de las costumbres y hábitos propios de los usuarios.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a) Obtener patrones de consumo diario de los sectores Dos Ríos y Aeropuerto 2, en la ciudad de Tena, provincia de Napo.
- b) Realizar la georreferenciación del sector de investigación, caracterizando el tipo de zona.
- c) Digitalizar la información y resultados obtenidos mediante un software GIS (Geographical Information System)
- d) Determinar la demanda per cápita del consumo de agua potable de los sectores, considerando la variable económica.
- e) Obtener las curvas de consumo diario de los sectores Dos Ríos y Aeropuerto 2, de la ciudad de Tena, provincia de Napo.
- f) Establecer una comparativa entre las curvas de consumo de los sectores estudiados.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1. Fundamentación teórica

2.1.1. El agua

Es el componente más abundante de la superficie terrestre y, más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en compuestos naturales. La podemos encontrar en distintas formas en la naturaleza tales como:

Agua salada. - Agua en la que la concentración de sales es relativamente alta (más de 10 000 mg/L).

Agua dulce. - Agua natural con una baja concentración de sales, o generalmente considerada adecuada, previo tratamiento, para producir agua potable.

Agua dura. - Agua que contiene un gran número de iones positivos. La dureza está determinada por el número de átomos de calcio y magnesio presentes. El jabón generalmente se disuelve malamente en las aguas duras.

Agua blanda. - Agua sin dureza significativa.

Aguas negras. - Agua de abastecimiento de una comunidad después de haber sido contaminada por diversos usos. Puede ser una combinación de residuos, líquidos o en suspensión, de tipo doméstico, municipal e industrial, junto con las aguas subterráneas, superficiales y de lluvia que puedan estar presentes.

Aguas grises. - Aguas domésticas residuales compuestas por agua de lavar procedente de la cocina, cuarto de baño, aguas de los fregaderos, y lavaderos.

Aguas residuales. - Fluidos residuales en un sistema de alcantarillado. El gasto o agua usada por una casa, una comunidad, una granja, o industria que contiene materia orgánica disuelta o suspendida.

Agua bruta. - Agua que no ha recibido tratamiento de ningún tipo, o agua que entra en una planta para su ulterior tratamiento.

Aguas muertas. - Aguas en estado de escasa o nula circulación, generalmente con déficit de oxígeno.

Agua alcalina. - Agua cuyo pH es superior a 7. [14]

2.1.2. Consumo de agua potable

Es considerado como consumo de agua potable a la cantidad de agua potable que habitualmente utilizan las personas persona para sus necesidades diarias de consumo, aseo, limpieza, riego, etc. y se expresa en m^3 día/ o lt día/. [15]

El consumo de agua potable de cada sector está determinado por distintos factores como son: Clima, nivel de vida de la población, costumbres de la población, sistema de provisión y cobranza, 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. [15]

Es oportuno hacer énfasis en que la forma de provisión de agua ejerce notable influencia en el consumo total de una ciudad, pues en las localidades donde el consumo es medido por medio de hidrómetros, se constata que el mismo es sensiblemente menor en relación a aquellas ciudades donde tal medición no es efectuada.[15]

2.1.3. Tipos de consumo de agua potable

En el abastecimiento de una localidad, deben ser consideradas varias formas de consumo de agua, que se pueden discriminar así:

- Consumo de uso doméstico
- Consumo de uso comercial
- Consumo de uso industrial
- Consumo de uso público
- Consumo de usos especiales
- Pérdidas y desperdicios.[15]

a) Consumo de uso doméstico:

Es el consumo generado a partir de la descarga del excusado, aseo corporal, cocina, bebida, lavado de ropa, riego de jardines y patios, limpieza en general, lavado de automóviles, aire acondicionado.[15]

b) Consumo de uso comercial:

Es aquel generado por sitios comerciales como: tiendas, bares, restaurantes, estaciones de servicio.[15]

c) Consumo de uso industrial:

Es el resultado de que al agua se le utiliza como materia prima, agua consumida en procesamiento industrial, agua utilizada para congelación, agua necesaria para las instalaciones sanitarias, comedores, etc. [15]

d) Consumo de uso 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.[15]

e) Consumo de usos especiales:

Combate contra incendios, instalaciones deportivas, ferrocarriles y autobuses, puertos y aeropuertos, estaciones terminales de autobús.[15]

f) Pérdidas y desperdicios:

Pérdidas en el conducto, pérdidas en la depuración, pérdidas en la red de distribución, pérdidas domiciliarias, desperdicios. [15]

2.1.4. Demanda

Cantidad de agua requerida en las tomas para consumo de una localidad o área de proyecto, considerando los diferentes usuarios (domésticos, comerciales, industriales, turísticos, entre otros) que ahí tienen lugar, más las pérdidas físicas del sistema.[16]

2.1.5. Aparatos de medición

Los medidores de agua, independientemente de su diseño de funcionamiento y la tecnología que utilicen, son aparatos que registran de forma continua el paso del agua que circula a través de ellos.[17]

En nuestro medio la mayor parte de instituciones públicas o privadas que se encargan del suministro de agua potable, utilizan medidores con un diámetro nominal de ½” pulgada para usuarios residenciales.[17]

2.1.6. Aparatos sanitarios

Son aquellos aparatos que demandan agua para su funcionamiento y brindan un servicio directo al usuario con la consecutiva generación de un caudal de aguas servidas que requieren de un desagüe. Cada aparato sanitario debe llevar su propia llave de corte. [16]

2.1.7. Pérdidas físicas

El agua que se pierde por diversos motivos en las líneas de conducción, tanques, red de distribución y tomas domiciliarias se conoce con el nombre genérico de fugas; son las pérdidas físicas y se pueden determinar mediante aforos, inspecciones, distritos hidrométricos, etc. Estas pérdidas dependen de factores como: calidad y edad de las tuberías y accesorios, proceso constructivo, presión del agua, mantenimiento y operación del sistema, etc. [16]

2.1.8. Caudal Máximo probable (QMP)

También llamado como caudal instantáneo máximo es la suma de los caudales instantáneos debidos a cada uno de los aparatos sanitarios funcionando simultáneamente. Sin embargo, el consumo real de una edificación es menor puesto que el funcionamiento simultáneo de todos los aparatos en condiciones normales de funcionamiento nunca se presenta. El caudal máximo probable de una edificación hace referencia al caudal esperado en el sistema teniendo en cuenta la simultaneidad de uso.

El caudal máximo probable (QMP) se determina en base a la ecuación propuesta en la Norma Hidrosanitaria del Ecuador NHE Agua, sección 16.5.3.3, referente a la “Estimación de Caudales”. Así también, es indispensable hallar el valor correspondiente al coeficiente de simultaneidad (Ks), dichas ecuaciones se presentan a continuación:[16]

$$QMP = k_s * \sum q_i \quad Ec.1$$

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F * \left(0.04 + 0.04 * \log(\log(n)) \right) \quad Ec.2$$

n = número total de aparatos servidos

ks = coeficiente de simultaneidad

qi = caudal mínimo de los aparatos suministrados

F = factor que toma los siguientes valores:

F = 0, según Norma Francesa NFP 41204

F = 1, para edificios de oficinas y semejantes

F = 2, para edificios habitacionales

F = 3, hoteles, hospitales y semejantes

F = 4, edificios académicos, cuarteles y semejantes

F = 5, edificios e inmuebles con valores de demanda superiores.[16]

2.1.9. Dotación o consumo per cápita

La dotación o la demanda per cápita, es la cantidad de agua que requiere cada persona de la población, expresada en *litros habitante día*%. [15]

Esta dotación es una consecuencia del estudio de las necesidades de agua de una población, quien la demanda por los usos siguientes: para saciar la sed, para el lavado de ropa, para el aseo personal, la cocina, para el aseo de la habitación, para el riego de calles, para los baños, para usos industriales y comerciales, así como para el uso público. [15]

La dotación no es una cantidad fija, sino que se ve afectada por un factor principal como es el clima y la ocupación por lo que a continuación se muestran las siguientes tablas:

Tabla 1: Dotaciones recomendadas por el tipo de clima y número de habitantes, además contamos también con la Tabla 2: Dotaciones para edificaciones de uso específico.[15]

Tabla 1. Dotaciones recomendadas según el tipo de clima y número de habitantes

POBLACIÓN (Habitantes)	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA (L/Hab/Día)
Hasta 5000	Frío	120-150
	Templado	130-160
	Cálido	170-200
5000 a 50000	Frío	180-200
	Templado	190-220
	Cálido	200-230
Más de 50000	Frío	>200
	Templado	>220
	Cálido	>230

Fuente: C.E.C. Normas para estudio y diseño de sistema de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.

Realizado por: Bryan Tapia

Tabla 2. Dotaciones para edificaciones de uso específico

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m ² área útil/día	40 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro comercial	L/m ² área útil/día	15 a 25
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	500 a 1000
Cuarteles	L/persona/día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400
Hoteles hasta 4 estrellas en adelante	L/ocupante/día	350 a 800
Internados, hogar de ancianos y niños	L/ocupante/día	200 a 300
Jardines y ornamentación con recirculación	L/m ² /día	2 a 8
Lavanderías y tintorerías	L/kg de ropa	30 a 50
Mercados	L/puesto/día	100 a 500
Oficinas	L/persona/día	50 a 90
Piscinas	L/m ² área útil/día	15 a 30
Prisiones	L/puesto/día	350 a 600
Salas de fiesta y casinos	L/m ² área útil/día	20 a 40
Servicios sanitarios públicos	L/mueble sanitario/día	300
Talleres, industrias y agencias	L/trabajador/jornada	80 a 120
Terminales de autobuses	L/pasajero/día	10 a 15
Universidades	L/estudiante/día	40 a 60
Zonas industriales, agropecuarias y fábricas*	L/s/Ha	1 a 2

Fuente: NEC -11. Capítulo 16, Norma Hidrosanitaria NHE Agua, pág. 16, 2011

Realizado por: Bryan Tapia

2.1.10. Variación del consumo

El consumo es un valor que no permanece constante durante todo el año, inclusive se presentan cambios durante el día, por lo que para crear sistemas más eficientes es necesario que se calculen gastos máximos diarios y máximos horarios, para el cálculo de estos es necesario utilizar Coeficientes de Variación diaria y horaria respectivamente. [15]

2.1.11. Factores que afectan al consumo de una comunidad

El consumo de agua está determinado por diferentes variables que se incluyen en los siguientes factores:

a) Tipo de comunidad. La división del uso de suelo en sectores industriales, comerciales, residenciales y recreacionales impone el tipo de consumo predominante de agua. Si el área es residencial, el consumo predominante será el doméstico; si el área es industrial y/o comercial, los consumos predominantes serán industriales y se obtendrán de acuerdo con el tipo de industria. [18]

b) Factores económico sociales. El tipo de vivienda puede evidenciar las características económico-sociales de una población. Mientras mayor sea el nivel económico, aumentarán las exigencias en el requerimiento del agua, ya que la gente puede satisfacer mejor sus necesidades y comodidades. [18]

c) Factores meteorológicos. Los consumos de una localidad por lo general varían a lo largo del año en base a las condiciones climatológicas como la temperatura ambiental y la distribución de las precipitaciones. Por ejemplo, la temperatura ambiente de la zona define, en cierto modo, los consumos correspondientes a la higiene personal que influye en los consumos per cápita. [18]

d) Tamaño de la comunidad. Investigaciones realizadas en países desarrollados han demostrado que los consumos per cápita aumentan con el tamaño de la comunidad. En consecuencia, se espera que el crecimiento poblacional asociado con el desarrollo económico produce un incremento del consumo per cápita. [18]

e) Calidad, cantidad y control. A pesar de que estas variables influyen directamente en el consumo, no son factores a considerar en el diseño, pues de hecho son características que deben estar asociadas a un buen diseño del sistema. [18]

f) Presión del agua. Una presión excesiva o por el contrario muy baja, provocan que aumente la cantidad de agua que se consume, en el primer caso debido a fugas en el sistema y en el segundo debido a desperdicios. Es importante procurar de suministrar el servicio, con una presión mínima de 14 psi y máxima de 70 psi. [18]

g) Existencia de Medidor. La instalación de medidores provoca la disminución del consumo de agua, debido a que se debe pagar por ella; los desperdicios se reducen notablemente. El uso de medidores ahorra hasta en un 40% el consumo de agua. [18]

2.1.12. Coeficiente de consumo máximo diario (k1)

La estadística nos demuestra que existen días con picos elevados de consumos, así como también, consumos notablemente pequeños con relación al consumo medio diario anual. Es por esto que, se toma en consideración el valor del coeficiente k1, mismo que surge de despeje de la ecuación 3, que se muestra a continuación, producto de esto tenemos que el valor de k_1 es la relación entre el Caudal Máximo Diario (QMD) y el Caudal Medio Diario, como se observa a continuación en la ecuación 4, como lo estipula el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000. [19]

$$QMD = Q_{md} * k_1 \text{ Ec.3}$$

$$k_1 = \frac{\text{Mayor consumo diario}}{\text{Consumo medio diario (Qmd)}} \text{ Ec.4}$$

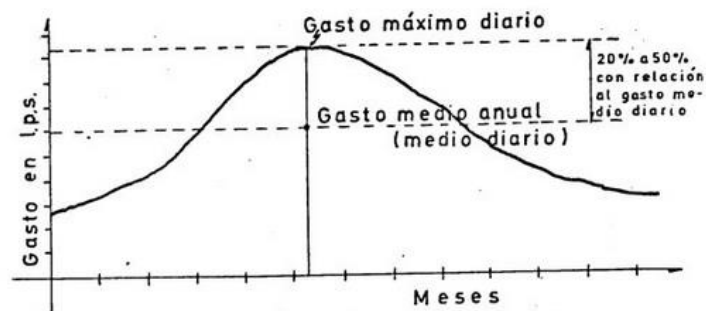
En el caso de no obtener datos durante el tiempo mínimo, la Norma Hidrosanitaria NHE Agua, recomienda utilizar valores de k_1 comprendidos entre: 1,3-1,5. [19]

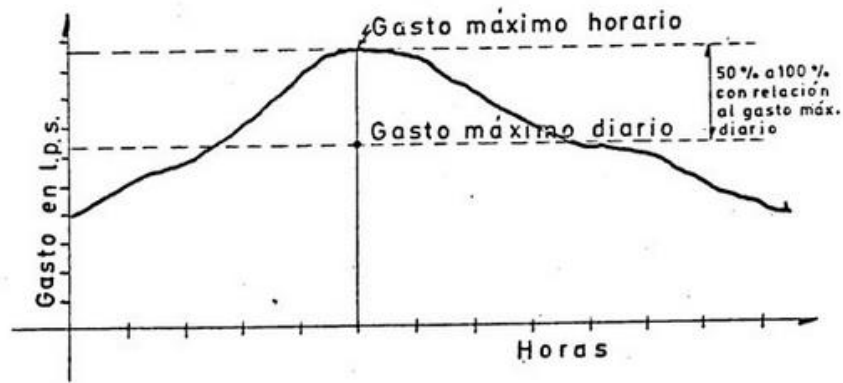
En el caso de no obtener datos durante el tiempo mínimo se recomienda utilizar valores de k_1 entre: 1,3-1,5. [19]

2.1.13. Coeficientes de variación diaria y horaria

Expresan la relación entre el gasto máximo y el gasto medio que conduciría la tubería, que se utiliza ante todo para revisar la capacidad de la tubería de diseño. [20]

Figura 1. Curvas de variación de consumo horario y diario





Fuente: Rodríguez Ruiz P. (2010). Artículo web “Variación de consumo-sistema de agua potable”

Los coeficientes de variación del consumo máximo diario y consumo máximo horario se deben establecerse en base a estudios en sistemas existentes, y aplicar por analogía al proyecto en estudio. En el caso de no disponer de los estudios necesarios se recomienda utilizar los siguientes valores: [20]

2.1.14. Coeficiente de consumo máximo horario (k2)

El consumo de agua potable durante las 24 horas del día no es constante, debido a varios factores como: clima, ubicación geográfica, condiciones económicas, número de usuarios entre otras. Por esto, en ciertas horas existirá mayor o menor demanda de agua. Para poder satisfacer las demandas máximas durante el día, es necesario incrementar el valor de gasto máximo diario en un coeficiente que cubra estas demandas máximas horarias.

Este coeficiente lo que nos permite es poder determinar el valor del Caudal Máximo Horario, como se muestra en la ecuación 8, y de la cual, mediante despeje, se calcula el valor de k_2 .[21]

$$k_2 = \frac{\text{Caudal máximo horario (QMH)}}{\text{Consumo máximo diario (QMD)}} \quad \text{Ec.5}$$

En el caso de no obtener datos durante el tiempo mínimo, la Norma Hidrosanitaria NHE Agua recomienda utilizar valores de k_2 comprendidos entre: 2,0 -2,3. [21]

2.1.15. Caudal medio diario anual (Qmd)

Este parámetro 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.

Conceptualmente también se lo ubica como, el promedio de los consumos diarios (24 horas) durante un año de registro. Los caudales medios se emplean para la determinación de la capacidad de una planta de tratamiento y para obtener los caudales de diseño. También se puede emplear para evaluar los costos de bombeo, inversión en productos químicos, volumen de lodos y carga orgánica

Y se calcula mediante la siguiente ecuación: [15]

$$Q_{md} = \frac{pf*d}{86400} m^3/s \quad Ec.6$$

Donde:

Q_{md}: Consumo medio diario

d: Dotación (lt/hab/día)

pf: Población futura (Hab)

2.1.16. Caudal máximo diario (QMD)

El caudal máximo diario se refiere al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un periodo de un año. Se lo determina multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de consumo máximo diario. [17]

$$QMD = Q_{md} * k1 \quad Ec.7$$

Donde *QMD* se refiere el caudal máximo diario, *Q_{md}* es el caudal medio diario, y *k1* es el coeficiente de consumo máximo diario. [17]

2.1.17. Caudal máximo horario (QMH)

El caudal máximo horario se refiere al consumo máximo registrado durante una hora en un periodo de un año, sin tomar en consideración el caudal de incendios. Se determina mediante el caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente de consumo máximo horario. [17]

$$QMH = QMD * k2 \quad Ec.8$$

Donde QMH se refiere caudal máximo horario, QMD es el caudal máximo diario, y k_2 es el coeficiente de consumo máximo horario. [17]

2.1.18. Caudal máximo instantáneo

Es el caudal más alto que se presenta en cada tramo de tubería, con el que se debería diseñar el sistema. Para su determinación es necesario llevar a cabo mediciones a un sistema real operando de manera normal durante un periodo de tiempo considerable, empleando aparatos de medición que permitan determinar con exactitud dicho caudal pico o máximo instantáneo, y para que los resultados puedan ser extrapolados a sistemas nuevos de condiciones similares, se requiere que el tamaño de la muestra sea representativo. [22]

En la siguiente tabla, se presenta las demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos sanitarios: [22]

Tabla 3. Demanda de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		Recomendada (m.c.a.)	mínima (m.c.a.)	
Bañera/tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores/calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadera cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, ó hidromasaje domésticos	1.00	15.0	10.0	25

Fuente: NEC -11. Capítulo 16, Norma Hidrosanitaria NHE Agua, pág. 15, 2011

Realizado por: Bryan Tapia

2.1.19. Medidores de caudal

Es un instrumento de medida para la medición de caudal o gasto volumétrico de un fluido. El movimiento del elemento móvil es transmitido mecánicamente o por otros medios al dispositivo indicador que totaliza el volumen de agua que ha pasado por el medidor. [23] El objetivo principal de este instrumento es controlar y contrarrestar la producción entre el consumo y el cobro del servicio de agua potable. [23]

2.1.20. Tipos de medidores de caudal

2.1.20.1. Macro medidores

La macro medición es la medición de caudales generales entregados a la red de distribución, es decir es la medición de volúmenes entregados a los diferentes sistemas y sectores de distribución, con la finalidad de disponer de los datos precisos necesarios conjuntamente con los de micro medición, para evaluar con precisión el IANC% (El Índice de Agua No Contabilizada, parámetro de control por medio del cual se puede conocer la relación entre los volúmenes del agua producida y consumida) en cada zona. [24]

Los macro medidores son dispositivos que sirven para medir tanto el flujo (caudal) instantáneo de agua que circula a través de una tubería, como el total acumulado de agua que ha fluido durante un tiempo determinado. No contienen partes móviles o mecánicas que se desgasten o atasquen, no ofrecen restricción al paso del agua y las partes en contacto con el agua están aprobadas y certificadas para su uso en agua potable. [25]

Además, este tipo de medidores están diseñados para medir altos caudales con una pérdida mínima de carga, por lo general son utilizados en industrias, tanques distribuidores de agua, obras hidráulicas, sistemas agrícolas, instituciones y demás lugares. [26]

2.1.20.2. Micro medidores

Son instrumentos de medición diseñados para medir caudales pequeños que trabajan con la lectura de presiones hidráulicas y volúmenes menores como los consumos en residencias, locales comerciales y servicios públicos. Estos son instalados por tanto en las acometidas finales donde habitan nuestros usuarios y a la vez nos permiten realizar las lecturas sobre las cuales se realizan los cobros de consumo estos tipos de dispositivos se encuentran en 2 tipos los cuales son: Volumétricos y de velocidad. [27]

Los medidores de velocidad su vez se sub clasifican en: medidores de chorro único y medidores de chorro múltiple. [27]

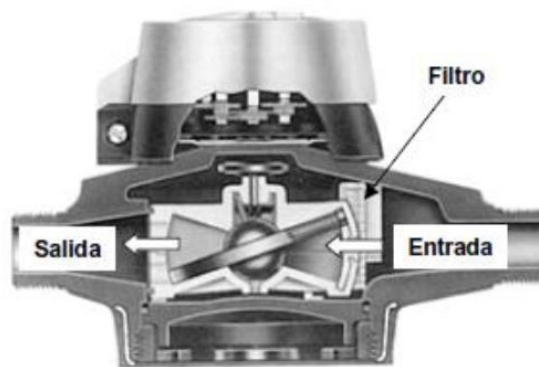
2.1.20.3. Medidor volumétrico

El medidor de tipo volumétrico corresponde a un dispositivo colocado dentro de un conducto cerrado, compuesto por cámaras de volumen conocido y por un mecanismo de disco oscilante o de pistón rotativo accionado por la presión del flujo, mediante el cual estas cámaras se llenan y vacían sucesivamente con agua. Con base en el conteo del número de los volúmenes que pasan a través de él, el mecanismo registrador totaliza e indica el volumen. También se denominan medidores de desplazamiento positivo. [28]

Este medidor presenta como ventaja el hecho de funcionar adecuadamente indiferente del fluido que se esté midiendo sin importar su viscosidad dado que mide directamente el volumen del mismo. Así mismo no se ve afectado por turbulencias en el fluido. [28]

Presenta el inconveniente de ser afectado por aguas arenosas o con tendencia a formar depósitos, ya que estas partículas dejan huellas y permiten el paso de agua sin contabilizar. [28]

Figura 2. Corte transversal de un medidor volumétrico de disco oscilante



Fuente: Garzón, A. (2014). Evaluación patrones de consumo y caudales máximos instantáneos de usuarios residenciales de la ciudad de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia.

Figura 3. Funcionamiento de medidor volumétrico



Fuente: MAPAS, Sistemas de medición de agua: producción, operación y consumo

2.1.20.4. Medidor de caudal por velocidad

Corresponde a los medidores que aforan el consumo de acuerdo con un dispositivo de medida de velocidad, tal como un rotor, hélice o turbina, colocado dentro de un conducto cerrado y accionado directamente por la velocidad del flujo de agua que impacta sobre la turbina. La contabilización del consumo de agua se realiza totalizando el número de vueltas de la turbina cuando el agua incide sobre ella. La velocidad de giro de la turbina es proporcional al caudal circulante en cada momento, lo que permite que se transmita luego, mediante procedimientos mecánicos o de alguna otra naturaleza, al mecanismo indicador, el cual totaliza e indica el volumen. Es precisamente debido a que el factor de proporcionalidad no se mantiene constante en todo el rango de caudales, sobre todo en los más bajos, que la curva de error de este tipo de contador tiene la forma de una U invertida. En general los medidores de velocidad presentan varias ventajas como son: el ser silenciosos, tener costos de mantenimiento bajos y producir pérdidas de presión aceptables. [28]

Dentro de las desventajas se puede mencionar que se ven afectados por el fluido que registran, debido a las variaciones de la viscosidad en donde se hace necesario calibrarlos, como en la mayoría de los casos se registra agua no es necesario calibrarlos, ya que las variaciones en la viscosidad son mínimas. [28]

2.1.21. Tipos de medidores por velocidad

2.1.21.1. Medidor de chorro múltiple

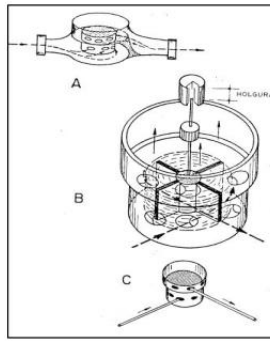
Es considerado de chorro múltiple si el chorro de ingreso hace contacto de manera simultánea con diferentes puntos con la hélice en el interior del mismo, y así acciona su mecanismo de conteo. [26]

Figura 4. Medidor de tipo chorro múltiple



Fuente: Catálogo de medidores BERMAD, Abastecimiento de agua.

Figura 5. Medidor de tipo chorro múltiple



Fuente: Catálogo de medidores BERMAD, Abastecimiento de agua.

2.1.21.2. Medidor de chorro único

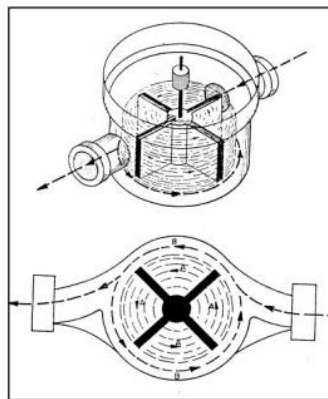
Son medidores los cuales tiene un solo orificio en el interior que sirve para que el agua entre en contacto con las hélices y se produzca el mecanismo de conteo. [26]

Figura 6. Medidor de tipo chorro único



Fuente: Catálogo de productos y servicios ITRÓN, 2018.

Figura 7. Mecanismo de medidor de agua de velocidad, tipo chorro único.



Fuente: Catálogo de productos y servicios ITRÓN, 2018.

2.1.21.3. Medidor de chorro axial

Aquellos en el que el flujo del agua es paralelo al eje de rotación y por consiguiente la pérdida es menor. [28]

Figura 8. Mecanismo de medidor de agua de velocidad, tipo chorro axial, marca Woltman, modelo WMAP EVO.

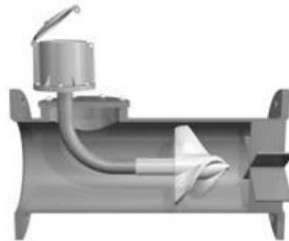


Fuente: Catálogo de productos y servicios Maddalena, 2022.

2.1.21.4. Medidor tipo hélice

Medidor de velocidad que consiste de un rotor de álabes helicoidales que gira alrededor del eje del flujo, que se presenta en el interior del medidor. [16]

Figura 9. Mecanismo de medidor de agua de velocidad, tipo chorro único.



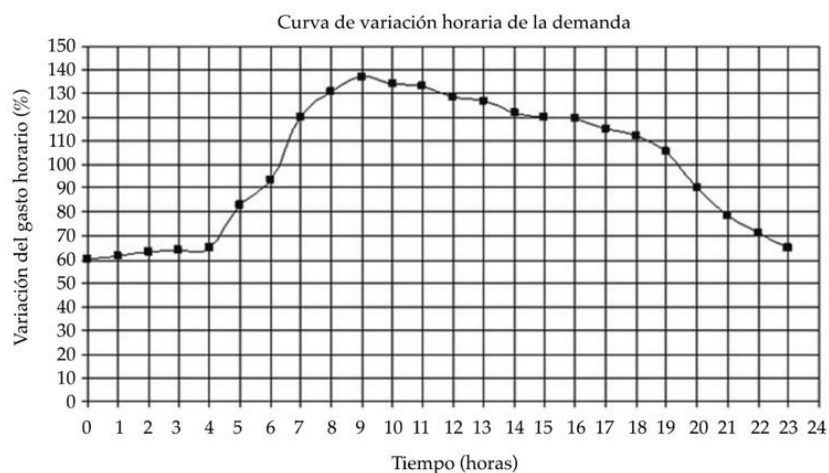
Fuente: IMA, Especificaciones para medidores de flujo de hélice McCrometer

2.1.22. Curva de consumo de agua potable

La curva característica de consumo de una población es una herramienta fundamental al momento de optimizar recurso ya que a través de ella se puede asegurar a la población el suministro suficiente y continuo de agua en calidad y presión adecuada, ya que su manejo nos ayuda a entender y representar de forma precisa un modelo teórico, como es la manera en que la población consume agua facilitando así la información sobre los caudales reales demandados por el usuario a lo largo del día y permitiéndonos determinar los caudales de máximo y mínimo consumo así como las horas pico y horas valle en que se presentan dichos consumos. [15]

Esta curva de consumo es característica de cada zona, puesto que está en función de distintos factores como: condiciones climáticas, hora del día, estrato social, costumbres de cada zona, tipo de vivienda y número de habitantes. Y generalmente se encuentra representada en función de la demanda y el tiempo como se muestra en la Figura que es un ejemplo de una curva típica de consumo diario. [15]

Figura 10. Curva de variación de consumo horario de agua potable



Fuente: Revista SciELO, Modelación de la variación del consumo de agua potable con métodos estocásticos

2.1.23. Patrón de consumo

Representa el comportamiento de cada individuo en el consumo de agua en una instalación residencial permitiendo conocer el volumen utilizado de este líquido por habitante o usuario y la hora a la que se produce dicho consumo, permitiéndonos determinar los caudales máximos y mínimos, así como las horas pico en las que se presentan estos consumos. [23]

Las curvas de patrón y perfil son representativas de cada lugar y dependen de los hábitos de consumo, distintas variables pueden influir como el tipo de vivienda, clima, estrato, número de habitantes, época del año, entre otras. [23]

2.1.24. Sistema de información geográfica (SIG)

Un SIG se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos. [16]

Las soluciones para muchos problemas frecuentes requieren acceso a varios tipos de información que sólo pueden ser relacionadas por geografía o distribución espacial. Sólo la tecnología SIG permite almacenar, manipular información usando geografía, analizar

patrones, relaciones, y tendencias en la información, todo con el interés de contribuir a la toma de mejores decisiones. [16]

2.1.25. Georreferenciación de datos

La georreferenciación es un proceso que permite determinar la posición de un elemento en un sistema de coordenadas espacial diferente al que se encuentra. La georreferenciación se utiliza frecuentemente en los sistemas de información geográfica (SIG) para relacionar información vectorial e imágenes ráster de las que se desconoce la proyección cartográfica, el sistema geodésico de referencia, o las distorsiones geométricas que afecta la posición de datos. [16]

2.1.26. Mapa Digital

Es el conjunto de datos que representan información espacial y atributos, almacenados en el ordenador. Es el almacenamiento de información espacial como dibujos electrónicos hechos a base de elementos gráficos sencillos (líneas, puntos, círculos, etc.) organizados en capas, con el objetivo de una salida impresa o por pantalla. [15]

2.2.Hipótesis

La demanda de agua potable de los habitantes de los sectores Aeropuerto Dos y Dos Ríos del Cantón Tena influye en la curva de consumo diario.

2.3.Señalamiento de las variables de la hipótesis

2.3.1. Variable Independiente

La demanda de agua potable de los habitantes de los sectores Aeropuerto Dos y Dos Ríos del Cantón Tena.

2.3.2. Variable Dependiente

Curva de consumo diario.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Nivel o tipo de investigación

En el presente proyecto se aplicarán tres tipos de niveles de investigación, siendo estos los siguientes:

Investigación de campo o exploratoria: Se aplicará esta metodología debido a que en una primera fase será necesario el reconocimiento de los sectores “Aeropuerto Dos” y “Dos Ríos”. Posteriormente, en la segunda etapa, se llevará a cabo la recopilación de información implementando diferentes herramientas, siendo estas: Encuestas aplicadas a los usuarios de cada predio para la obtención de características físicas y socioeconómicas de la residencia, así como la cuantificación del número de habitantes en el predio. Además, registro de lecturas diarias y horarias del consumo de agua potable marcado en los medidores mediante archivos fotográficos. Y simultáneamente, la toma de presiones en todos los medidores correspondientes a la muestra seleccionada.

Investigación analítica: Se empleará este nivel investigativo una vez culminada la digitalización, transcripción y tabulación de las lecturas de consumo recolectadas, las respuestas de las encuestas y de los valores correspondientes a las presiones de agua, para entonces analizar en forma esquemática la información e interpretarla por medio gráficos que plasmen el comportamiento en el uso del agua potable, añadiendo al análisis la consideración de las variables de estudio con el propósito brindar solución al problema de investigación.

Investigación descriptiva: Se incorporará este nivel de investigación una vez culminado el proyecto, ya que, se dispondrá de información como: presiones de flujo, curvas de consumo diario, patrones de consumo, así como, caudales máximos horarios y diarios de las residencias sujetas al presente estudio de los sectores Aeropuerto Dos y Dos Ríos de la ciudad de Tena. Por último, toda esta información será plasmada digitalmente gracias a un sistema de información geográfica, misma que servirá para corroborar veracidad de la hipótesis de estudio.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población que se tomó para la elaboración del presente estudio fue facilitada por el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal del Cantón Tena, mediante información predial y rural disponible en la Dirección de Catastros, donde se encontró que en el sector Aeropuerto Dos actualmente existen 520 predios urbanos, así como, 311 predios urbanos pertenecientes al sector Dos Ríos.

3.2.2. Muestra

La metodología aplicada para establecer la muestra del presente proyecto fue la denominada “*Muestreo Probabilístico*” la cual expone que se utiliza métodos de selección aleatoria. Por ende, el requisito más importante este tipo de muestreo radica en que todos los elementos de la muestra tengan la misma oportunidad de ser seleccionados. Dicho método nos ofrece la mejor oportunidad de crear una muestra representativa para el fin de este estudio.

El método probabilístico se vale dos factores predominantes, la población de estudio y el nivel de confiabilidad requerida.

Debido a que el proceso de determinación de la muestra es probabilístico, es necesario la utilización de una ecuación, misma que engloba varios parámetros que estimen la precisión del muestreo para un tamaño de población finita. [29]

$$n = \frac{k^2 * q * p * N}{e^2 * (N - 1) + k^2 * p * q} \quad Ec.9$$

Nomenclatura:

n: Número total de la muestra

e: Margen de error estimado

k: Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza de la muestra

p: Probabilidad de acierto del evento estudiado

q: Probabilidad de no acierto del evento estudiado

N: Tamaño de la población en estudio

Los niveles típicos de confiabilidad para un muestreo son 99%, 95% y 90%, ya que para obtener un 100% de confiabilidad sería necesario recopilar todos los datos existentes, implicando un aumento en costos y tiempo. El criterio para la elección nivel de confiabilidad radica directamente en la magnitud de la población, ya que, mientras más grande sea el valor de la población menor será el nivel de confiabilidad escogido. El valor estándar utilizado por la mayoría de investigadores es de 95%. Es por eso que, se ha seleccionado un nivel de confiabilidad del 95%. [29]

Tabla 4. Niveles de confianza comunes

Niveles de confianza	Factor K
99%	2.58
98%	2.33
96%	2.05
95%	1.96
90%	1.645
80%	1.28
50%	0.674

Fuente: Lidia Barbero D. Niveles de confianza. SlidePlayer, 2016.

Realizado por: Bryan Tapia

El margen de error (e) estimado para el presente trabajo experimental es de 6.89%, valor que tiene incidencia en la precisión de los resultados, no obstante, se mantiene dentro de los parámetros adecuados para un estudio de este tipo.

La variable (p), probabilidad de acierto del evento estudiado presenta un valor de 50% dado que un predio tiene el 50% de probabilidad de ser seleccionado para el muestreo, así como la variable (q), probabilidad de no acierto del evento estudiado, un valor de 50%.

Tomando en cuenta lo anteriormente mencionado se estableció un tamaño de la muestra, en base a la aplicación de la (Ec.8), dándonos un valor estimado de 163 predios que serán seleccionados mediante el método aleatorio simple. De los 163 predios serán repartidos 103 al sector “Aeropuerto Dos” y los otros 60 predios al sector “Dos Ríos”.

A continuación, en la *Ec.10* se presenta el desarrollo y cálculo del margen de error estimado para el estudio:

$$n = \frac{k^2 * q * p * N}{e^2 * (N - 1) + k^2 * p * q}$$

$$163 = \frac{(1.96)^2 * (0.5) * (0.5) * (831)}{e^2 * (831 - 1) + (1.96)^2 * (0.5) * (0.5)} \quad Ec. 10$$

$$163 = \frac{798.0924}{e^2 * (830) + 0.9604}$$

$$[e^2 * (830) + 0.9604] * 163 = 798.0924$$

$$135290e^2 + 156.5452 = 798.0924$$

$$135290e^2 = 798.0924 - 156.5452$$

$$135290e^2 = 641.5472$$

$$e = \sqrt{\frac{641.5472}{135290}} * 100\%$$

$$e = 6.89\%$$

3.3.Operacionalización de variables

3.3.1. Variable Independiente

Demanda de agua potable de los habitantes

Tabla 5. Variable Independiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Es el volumen de agua apta para el consumo humano, es decir, que puede beberse directamente o utilizarse para lavar y/o preparar alimentos sin riesgo para la salud, [30] en cantidad y calidad, que los ciudadanos están dispuestos a adquirir o desean recibir de la correspondiente entidad suministradora para satisfacer un determinado objetivo de producción o consumo. [31]	Agua potable	Volumen	¿Cuál es el volumen de agua potable que se consume en cada vivienda?	Lecturas diarias del volumen consumido en los micromedidores de velocidad instalados en cada vivienda.
	Aparatos sanitarios	Número	¿Cuál es el número de aparatos sanitarios funcionales existen en cada residencia?	Encuesta realizada a los usuarios de cada residencia
	Usuarios	Número	¿Cuál es el número de usuarios que residen en cada vivienda?	Encuesta realizada a los usuarios de cada vivienda

Fuente: Bryan Tapia

Realizado por: Bryan Tapia

3.3.2. Variable dependiente

Curva de consumo diario.

Tabla 6. Variable Dependiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Es una herramienta que representa gráficamente la relación entre el volumen de agua potable consumido y la hora del día en que se realiza dicho consumo, permitiéndonos precisar los caudales de consumo máximos y mínimos, así como las horas pico y las horas de menor demanda a lo largo de las 24 horas del día.	Caudal	Caudal máximo diario	¿Cuál es el caudal máximo diario suministrado en la zona de investigación?	Curvas de consumo diario de agua potable.
		Variaciones	¿Cómo se presenta la variación del caudal consumido a través del tiempo?	Curvas de consumo diario de agua potable.
	Usuarios	Dotación per-cápita	¿Cuál es la dotación per-cápita de agua potable para los usuarios de la zona de estudio?	Procesamiento de información y análisis de resultados
	Tiempo	Día de mayor consumo	¿Qué día se registra el mayor consumo de agua potable?	Procesamiento de información y análisis de resultados: gráficas de consumo (Volumen promedio consumido vs. Días)
Horas de mayor consumo		¿Cuál es la hora de mayor consumo de agua potable?	Procesamiento de información y análisis de resultados: gráficas de variación de consumo diario (Ltrs. versus Hora del día)	

Fuente: Bryan Tapia
Realizado por: Bryan Tapia

3.4. Plan de recolección de información

La recopilación de información se realizó mediante una encuesta personal aplicada a los jefes de hogar de cada una de las residencias en los dos sectores investigados, la cual permitió obtener toda la información necesaria para la fundamentación del proyecto.

En la Tabla 6, se expone de manera detallada la recolección de información en campo.

Tabla 7. Plan de recolección de información

Preguntas básicas	Explicación
1. ¿Para qué?	Para obtener la caracterización de la curva de consumo diario de agua potable de los sectores Dos Ríos y Aeropuerto Dos, de la ciudad de Tena, Provincia de Napo.
2. ¿Sobre qué evaluar?	Sobre la cantidad de agua potable consumida por cada usuario.
3. ¿Sobre qué aspectos?	Referente al Día y Hora de mayor consumo.
4. ¿Quién evalúa?	Bryan David Tapia Naranjo
5. ¿A quiénes evalúa?	A los usuarios de las zonas urbanas seleccionadas
6. ¿Dónde evalúa?	En los sectores Dos Ríos y Aeropuerto Dos
7. ¿Con qué técnica e instrumento?	<ul style="list-style-type: none">a) Mediante mediciones diarias de caudales consumidos por usuarios de los sectores, durante 30 días consecutivos y valiéndose de micro medidores de velocidad instalados en cada uno de los predios.b) Aplicando encuestas a los usuarios sobre los hábitos de consumo de agua potable y características de la residencia.c) Realizando lecturas de presión del caudal de agua potable de los usuarios en los sectores mediante un manómetro con capacidad de 100 psi.

Fuente: Bryan Tapia

Realizado por: Bryan Tapia

3.5. Plan de procesamiento y análisis de la información

3.5.1. Plan de procesamiento de la información

- a) Realizar indagación para interpretar el caso de estudio, seguido de recopilación y procesamiento de información bibliográfica referente a la metodología idónea para la obtención de las curvas de variación de consumo diario de agua potable, y del mismo modo, para la estimación del consumo per-cápita de los usuarios de cada sector.
- b) Establecer una metodología práctica y eficaz para el registro de caudales consumidos en cada predio de la muestra seleccionada y las presiones caudal de agua.
- c) Aplicar una encuesta a los usuarios residenciales pertenecientes a la muestra con la finalidad de obtener información referente a aspectos de la vivienda como: el número de habitantes, cantidad de aparatos sanitarios funcionales en la residencia, tipo de vivienda, entre otros.
- d) Registrar la información en campo mediante lecturas diarias de caudales, toma de presiones en las residencias y las encuestas a los usuarios de cada sector.
- e) Categorizar los datos de campo a medida que se vayan recolectando.
- f) Tabular y corroborar la información
- g) Relacionar la información obtenida, en función del estrato social, el tipo de vivienda, cantidad de aparatos sanitarios funcionales disponibles, número de usuarios por cada vivienda, presencia de fugas de agua y el tipo de utilización que se dé a la misma.

3.5.2. Plan de análisis de la información

- a) Análisis estadístico y matemático de la información obtenida, mediante el uso de un software especializado.
- b) Digitalizar la información analizada y los resultados obtenidos por medio de un software GIS.
- c) Plantear la caracterización de la curva de consumo diario de agua potable de cada sector de estudio.
- d) Verificar la hipótesis, establecer conclusiones en base a los objetivos planteados y plantear recomendaciones producto de la experiencia de trabajo.

CAPÍTULO IV

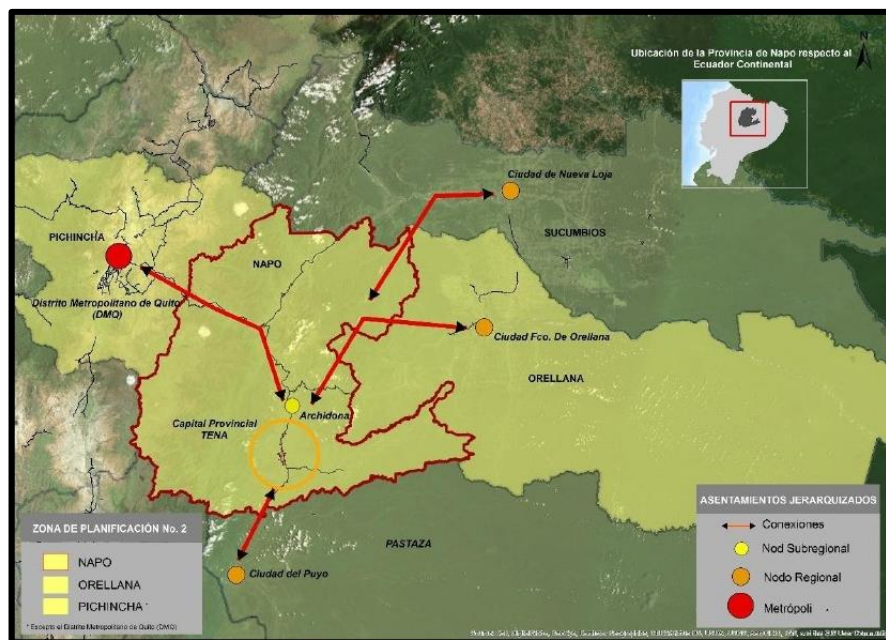
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.Descripción del sector de estudio

El presente estudio se realizó en la ciudad de Tena, provincia de Napo, contemplando dos sectores de la ciudad, siendo estos “Aeropuerto Dos” y “Dos Ríos”. Estos sectores fueron escogidos debido a que se encuentran dentro del área urbana de la ciudad y las actividades cotidianas que se desarrollan son notablemente representativas para el fin del estudio.

4.1.1. Provincia de Napo

Figura 11. Ubicación y emplazamiento geográfico de la provincia de Napo



Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Napo/2020-2023

La provincia de Napo se encuentra ubicada en el centro norte de la Región Amazónica y actualmente sus límites son:[32]

Tabla 8. Límites territoriales de la Provincia de Napo

NORTE	Provincia de Sucumbíos.
SUR	Provincias de Pastaza y Tungurahua.
ESTE	Provincia de Orellana
OESTE	Provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua.

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Napo

Realizado por: Bryan Tapia

Por su ubicación geográfica la temperatura media que se presenta actualmente en la provincia comprende valores entre los 24 y 26°C, con los picos más altos en el mes de octubre y los menores en julio. [32]

La superficie de la provincia alcanza los 12.524,89 km², y tiene una población de 103.697 habitantes al 2010, con una proyección al 2019 de 130.976 habitantes según el INEC. [32]

La provincia de Napo es rica en ecosistemas acuáticos, ríos, lagos y lagunas que cubren el 121,79 km, correspondiente al 0,97% de la superficie provincial. Según datos de la SENAGUA (2018) el total del caudal utilizado en la provincia es igual a 357.147,23 l/s, de los cuales el 85,10% representan concesiones de tipo particular y el 9,22% de tipo estatal y el 5,68% seccionales.[32]

En lo que respecta a infraestructura, acceso y calidad de servicios básicos, la provincia de Napo cuenta con apenas dos parroquias que cuentan con una alta disponibilidad de servicios básicos, en tanto que la mayoría de su territorio (cerca del 70%) tiene baja a muy baja disponibilidad de servicios.[32]

Es por esto que en cuanto al manejo y eliminación de excretas, la provincia según datos del INEC (2010), el 43,22% de las viviendas están conectados a los servicios de red pública de alcantarillado; el 20,66% no posee ningún servicio higiénico de eliminación; mientras que el resto utiliza otras formas de eliminación de excretas, por ejemplo, el 14,27% de las viviendas disponen de pozos sépticos; el 12,98% de las viviendas poseen pozos ciegos; el 6,28% descargan las excretas al río, lago o quebrada y el 2,61% utilizan letrinas. [32]

En la provincia de Napo el recurso hídrico es abundante, el servicio de agua por red pública es mayoritario con un 59,37%; seguido de las fuentes como ríos, acequias, entre otras, con el 27,22%; agua de pozo 6,68%; agua lluvia/albarrada con 6,59% y carro repartidor 0,13%. Es decir, el 40,63% del consumo de agua proviene de fuentes no adecuadas para el uso humano. [32]

4.1.2. Ciudad de Tena

También conocida como “San Juan de los dos ríos de Tena” es la capital de la Provincia de Napo, así como la urbe más grande y poblada de la misma. Se localiza en los flancos externos de la cordillera oriental de los Andes, a tres horas y media de la ciudad de Quito y a tres horas de la ciudad de Ambato. La misma se encuentra rodeada por los ríos Tena y Pano.

Figura 12. Cantones de la Provincia de Napo



Fuente: Enciclopedia libre/Provincia de Napo

Figura 13. Sitios emblemáticos de la ciudad de Tena: Puente atirantado/Monumento Jumandy



Fuente: Portal web de la Alcaldía de Tena

Tabla 9. Datos técnicos acerca de la ciudad de Tena

ASPECTOS RELEVANTES	
<i>Población</i>	60.880 habitantes
<i>Temperatura promedio</i>	25°C
<i>Superficie</i>	3904.3 km ²
<i>Altitud</i>	510 msnm
<i>Humedad</i>	90 al 100%

Fuente: Portal web de la Alcaldía de Tena

Realizado por: Bryan Tapia

Tabla 10. Límites del cantón Tena

LÍMITES DEL CANTÓN TENA	
<i>Norte</i>	Cantón Archidona (Napo) y cantón Loreto (Orellana)
<i>Sur</i>	Provincias de Tungurahua, cantón Carlos Julio Arosemena Tola (Napo) y Pastaza.
<i>Este</i>	Provincia de Orellana
<i>Oeste</i>	Provincias de Cotopaxi y Tungurahua

Fuente: Portal web de la Alcaldía de Tena

Realizado por: Bryan Tapia

Con respecto a la delimitación interna, durante el transcurso de la vida de la ciudad de Tena se han creado 2 tipos de agrupaciones de personas que habitan como sociedad, los barrios y las comunidades. Los barrios son característicos del sector urbano, mientras que las comunidades pertenecen al área rural. Existiendo más de 250 comunidades en todo el cantón Tena y 37 barrios bien organizados en la ciudad de Tena, según la Ordenanza No.20 – 2015 con temática “Delimitación de barrios de la ciudad de Tena”. [33]

4.1.2.1.Sector Aeropuerto Dos

Según la ordenanza No.20-2015 emitida por el GAD Municipal de Tena, el barrio denominado AEROPUERTO DOS, se encuentra ubicado en la zona norte, comprende las lotizaciones Aeropuerto Dos, Asociación de Empleados del Municipio de Tena, Mirador

de las Palmas, Puliurco, y las Urbanizaciones Colinas de las Palmas y Los Cedros, dentro de los siguientes linderos.

NORTE: Con el polígono de la Urbanización Los Cedros, Lotización Aeropuerto Dos y continúa con el polígono de la Lotización Colinas de Las Palmas hasta la calle Marpindo continua con la calle Canelos hasta el límite del área deportiva del barrio Las Palmas, continua por la Av. Tamiahurco hasta la calle Luis E. Dávila.

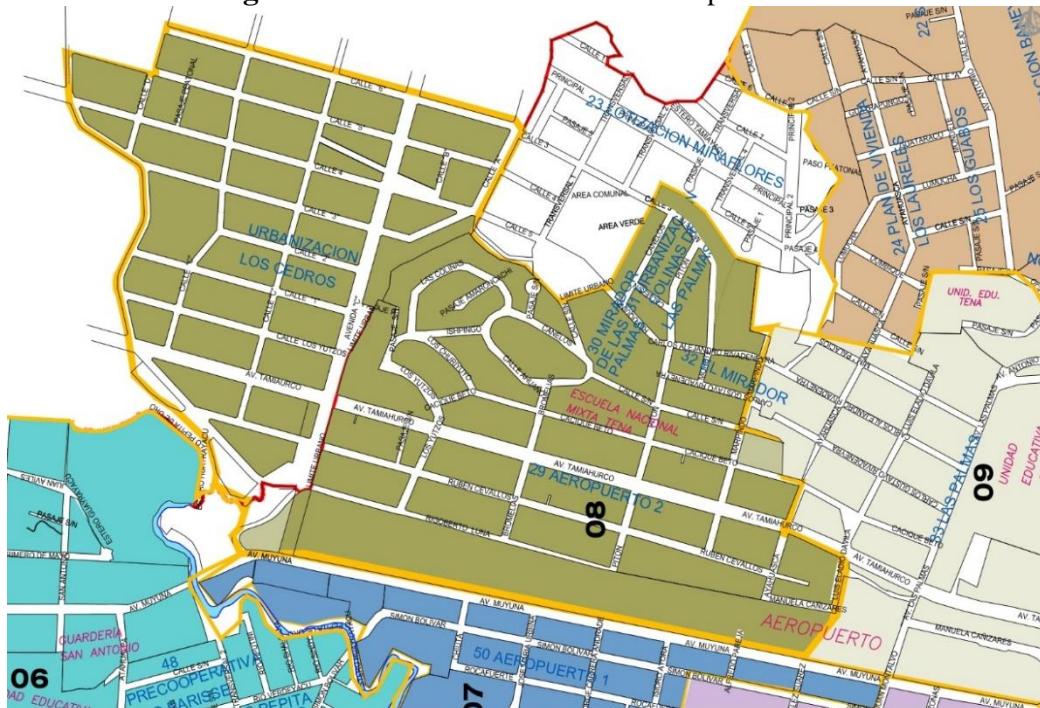
SUR: Con la Av. Muyuna desde la prolongación de la calle Luis E. Dávila hasta el estero Guayrayacu

ESTE: Con la prolongación de la calle Luis E. Dávila desde la Av. Muyuna hasta la Av. Tamiahurco y continua con la calle Ayahuasca hasta la calle Cacique Beto continua por el límite de área deportiva del barrio Las Palmas, continua por la calle Ayahuasca hasta el límite de la Lotización Miraflores

OESTE: Con el polígono de la Urbanización de Los Cedros continuando por el estero Guayrayacu hasta la intersección con la Av. Muyuna.

SUPERFICIE: 68.84 Hectáreas.

Figura 14. Delimitación del Barrio Aeropuerto Dos



Fuente: GAD Municipal de Tena/ Dirección de Agua Potable y Alcantarillado

Nota: Barrio Aeropuerto Dos delimitado por color verde oliva

En base a información proporcionada por el GAD Municipal de Tena, y la Dirección de Agua Potable y Alcantarillado, hasta la fecha de elaboración de este proyecto (diciembre 2022) en el sector Aeropuerto Dos existen 520 usuarios legalmente registrados para el servicio de agua potable.

Figura 15. Listado de usuarios de agua potable sector Aeropuerto Dos

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE TENA									
Agua Potable									
15/06/2022 16:19:20								Página 11 de 11	
SECTOR AEROPUERTO 2									
CIU	Contribuyente	Direccion	Categ	Medidor	Secuen.	Lectura	Lectura Actual	Obs.	
6143	MORENO CASTILLO FABIAN ISMAEL	AEROP 2.(L.DAVILA Y TAMIAHURCO	RES	211016702	004900	10260			
3396	MORENO RAMOS BLANCA GRACIELA	AEPTO2.(AV.TAMIAHURCO Y L.DAV	RES	21507	004910	3630			
4162	MORENO RAMOS JORY EDITH	AEPTO2(AV.TAMIAHURCO Y L.DAV	COM	1408006288	004920	7428			
186	LUCIO PARCO JOSE MESIAS	AEROPTO 2.(L.DAVILA Y AV.TAMIA	RES	1011038213	004930	4388			
1952	CAÑAR BASANTES SEGUNDO VICTOR	AEPTO2.(AV.TAMIAHURCO Y L.DAV	COM	211016703	004940	17210			
2613	PANTOJA REGALADO ALICIA VENUS	AEPTO2 (AV TAMIAHURCO Y LUJIS	RES	583869	00495	869			
30292	HARO VAQUERO CARLOS ANDRES	AEPTO.2(AV.TAMIAHURCO Y S/N)	RES	13371883	00495				
2613	PANTOJA REGALADO ALICIA VENUS	AEPTO2 (AV TAMIAHURCO Y LUJIS	RES	583870	00496	588			
57678	MANITTO MANITTO ELVIA PIEDAD	AEPTO.2(C.RIVADENEYRA Y MARPI	RES	13369172	00497	134			
4295	MERA OBANDO DARWIN JEOVANNY	AEPTO.2(AV.TAMIAHURCO Y S/N)	RES	13370637	00497	42			
5491	CHECA SILVA DALIA MARISOL	AEPTO.2(R.CEVALLOS Y PITON)	COM	1408011022	00497	221			
55556	CAMACHO JUMBO LILIA ROSARIO	AEPTO.2(S/N Y AV.TAMIAHURCO)	RES	13371178	00497	12			
51020	USCA ZAMORA BERNARDO VICENTE	AEPTO.2(AV.TAMIAHURCO Y S/N)	RES	13371179	00497	26			
31919	FLORES CUMBIJUS ROSA FRANCISCA	AEPTO.2(S/N Y S/N)	RES	18000220	00497	532			
3477	LOZADA VASCO KARINA DEL ROCIO	AEPTO.2(AV.TAMIAHURCO Y YUTZ	RES	13371116	00497	49			
3387	MONTOYA AGUIRRE GLORIA LORENA	AEPTO.2(YUTZOS Y AV.TAMIAHURC	RES	13371117	00497	11			
27707	CAMPAÑA CARRILLO MONICA PATRICI	AEPTO.2(R.CEVALLOS Y YUTZOS)	RES	13370884	00497	1			
30060	AMORES VALDIVIEZO CARMEN AMELI	AEPTO.2(C.RIVADENEYRA Y AYAHU	RES	13369904	00497	219			
4216	CHICAIZA AMAGUAY EDWIN WILFRID	AEPTO.2(COLINA Y PITON)	RES	18000268	00497	770			
56046	CUEVA VARGAS MILTON PATRICIO	AEPTO.2(PITON Y AV.TAMIAHURCO	COM	1104021547	00497	579			
62282	OREJUELA LUNA MARCIA ALEXANDRA	AEPTO.2(R.CEVALLOS Y YUTZOS)	RES	18000346	00497	117			
27707	CAMPAÑA CARRILLO MONICA PATRICI	AEPTO.2(R.CEVALLOS Y YUTZOS)	RES	18000461	00497	19			
26953	TABANGO QUITIAQUEZ PABLO ANIBA	AEPTO.2(S/N Y S/N)	RES	18000286	00497	371			
28254	ROMERO CEVALLOS MICAELA ELIZABET	AEPTO.2(AV.TAMIAHURCO Y S/N)	RES	13369458	00497	106			
51691	ANCHALI YAGUACHE EFREN NEPTALI	AEPTO.2(S/N Y S/N)	RES	13369457	00497	70			
3031	NARVAEZ SHIGUANGO RITA ADELA	AEPTO.2(CANELOS Y ISHPINGO)	RES	18000457	00497	131			
3476	VELAÑA SINCHIGUANO VILMA LUCIA	AEPTO.2(S/N Y AV.TAMIAHURCO)	RES	18000265	00497	81			
44919	HERNANDEZ ESPINOSA CINTIA DEL PIL	AEPTO.2(R.CEVALLOS Y S/N)	RES	13369453	00497	102			
6350	CHAGCHA LOPEZ HOLGUER HERIBERT	AEPTO.2(R.LUNA Y YUTZOS)	RES	18000229	00497	153			
14962	CEVALLOS BRAVO MARIAN MERCEDES	AEPTO.2(AV.TAMIAHURCO Y S/N)	RES	13370497	00497	24			
Total Abonados						520			

Fuente: GAD Municipal de Tena/ Dirección de Agua Potable y Alcantarillado

4.1.2.2.Sector Dos Ríos

Según la ordenanza No.20-2015 emitida por el GAD Municipal de Tena, el barrio denominado DOS RÍOS ubicado en la zona norte, comprende las Lotizaciones Obras

Públicas Fiscales, Carlos Rivadeneyra una parte de la lotización Heckel Rivadeneyra y el centro de operaciones sectoriales (COS 2), dentro de los siguientes linderos:

NORTE: Con la calle Andrés Riza desde la Av. Jumandy hasta el límite de la lotización Heckel Rivadeneyra

SUR: Con el estero Tamiayacu desde la Av. Jumandy hasta la desembocadura al río Misahuallí

ESTE: Con el límite de la Lotización San Vicente de Morete, a partir de la calle PabloVillaruel y continua por el río Misahuallí hasta el estero Tamiayacu

OESTE: Con la Av. Jumandy desde la calle Andrés Rizo hasta el estero Tamiayacu.

SUPERFICIE: 31.93 Hectáreas.

Figura 16. Delimitación del Barrio Aeropuerto Dos



Fuente: GAD Municipal de Tena/ Dirección de Agua Potable y Alcantarillado

Nota: Barrio Dos Ríos delimitado por color gris

En base a información proporcionada por el GAD Municipal de Tena, y la Dirección de Agua Potable y Alcantarillado, hasta la fecha de elaboración de este proyecto (diciembre 2022) en el sector Dos Ríos existen 311 usuarios legalmente registrados para el servicio de agua potable.

Figura 17. Listado de usuarios de agua potable sector Dos Ríos

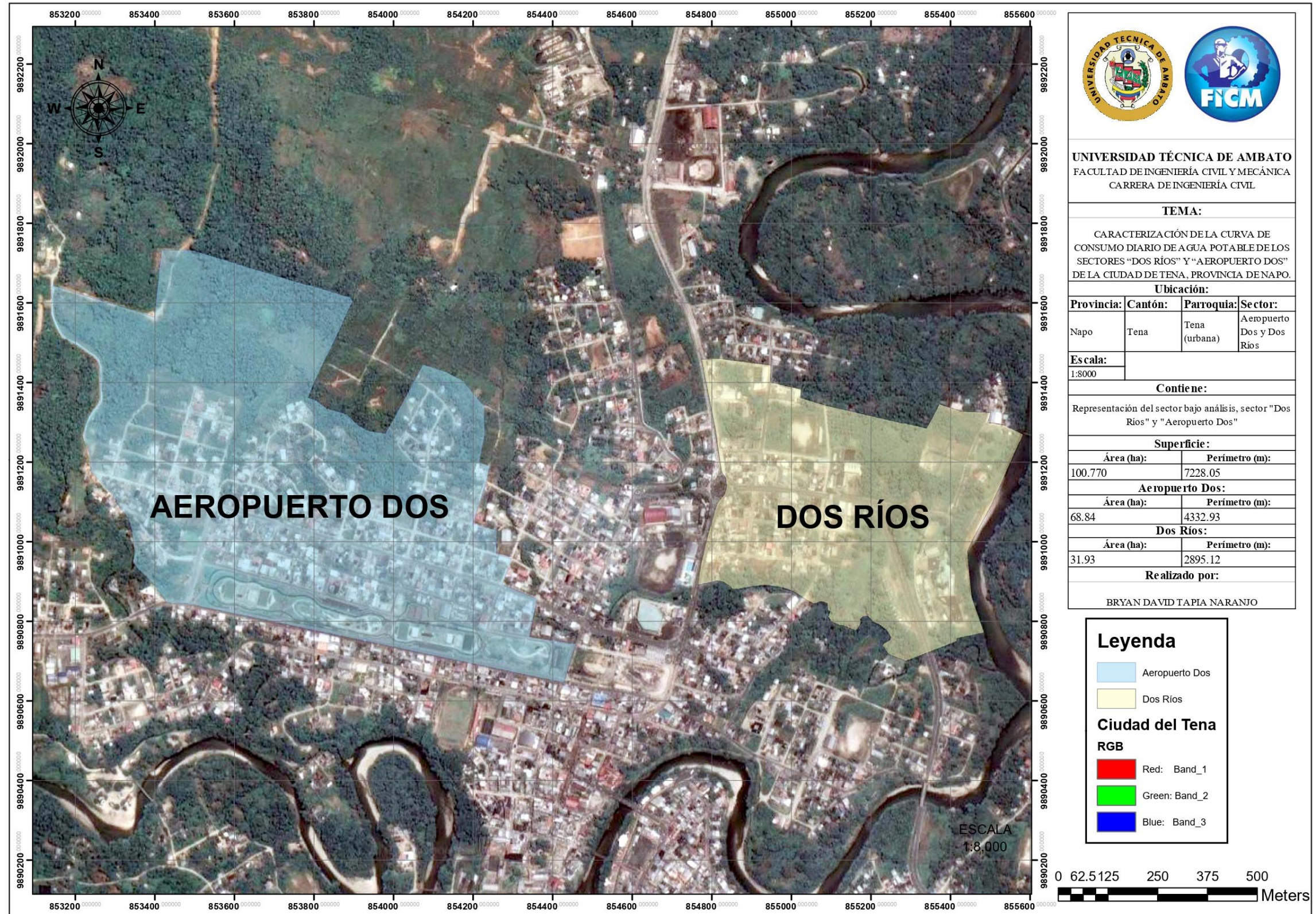
GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE TENA								
15/06/2022 16:16:22		Agua Potable				Página 7 de 7.		
SECTOR DOS RIOS								
CIU	Contribuyente	Direccion	Categ	Medidor	Secuen.	Lectura	Lectura Actual	Obs.
5496	PALADINES GUEVARA OLINDA CLEMEN	DOS RIOS(A.CALAPUCHA Y V.CARB	RES	13370885	00178	9		
2089	CALAPUCHA GREFA LOIDA ISABEL	DOS RIOS(SECTOR AWAPUNGO) CA	RES	14993401	00178	394		
2369	CASTILLO TOLEDO JOSE MARIA	DOS RIOS(SECTOR RUBEN LERZON	RES	18003196	00178	107		
2089	CALAPUCHA GREFA LOIDA ISABEL	DOS RIOS(SECTOR AWAPUNGO) CA	RES	18003129	00178	321		
3662	CARRERA VITERI FREDY GONZALO	DOS RIOS(MORETE Y S/N)	RES	13370882	00178	14		
10763	DONOSO BASANTE JHONNY FERNAND	DOS RIOS(J.MASQUIO Y A.CALAPU	RES	18000270	00178	25		
3610	GAIBOR VILLALVA MORAIMA LUSMILA	DOS RIOS(AGUAPUNGO Y S/N)	RES	13371704	00178			
57904	MARIO PEREZ CONSTRUCCIONES CIA.	DOS RIOS(AV.DOS RIOS Y S/N) PER	RES	191053005	00178	501		
39684	ZAMBRANO GAIBOR CYNTHIA VIVIAN	DOS RIOS(AGUAPUNGO Y S/N)	RES	18000302	00178	127		
510	HERRERA MALLITASIG ANGEL MARIO	DOS RIOS(V.CARBONE Y AV.JUMAN	RES	18000296	00178	87		
510	HERRERA MALLITASIG ANGEL MARIO	DOS RIOS(V.CARBONE Y AV.JUMAN	RES	18000295	00178	68		
48163	PROAÑO CANDO NESTOR MARCELO	DOS RIOS(AV. DOS RIOS Y S/N)	RES	13370969	00178	83		
48163	PROAÑO CANDO NESTOR MARCELO	DOS RIOS(AV.DOS RIOS Y S/N)	RES	13370968	00178	47		
2089	CALAPUCHA GREFA LOIDA ISABEL	DOS RIOS(SECTOR AWAPUNGO) GR	RES	18002938	00178	484		
4191	CORREA CORDOVA REGINA MARLENE	DOS RIOS(SECTOR AWAPUNGO)	RES	18003198	00178	168		
38620	CRUZ RECALDE CHRISTIAN MAURICIO	DOS RIOS(A.CALAPUCHA Y V.CARB	RES	13369465	00178	54		
5596	TORRES SALAZAR RENEE ESTHER	DOS RIOS(AV.DOS RIOS Y AV.JUM	RES	13371127	00178	1		
Total Abonados						311		

Fuente: GAD Municipal de Tena/ Dirección de Agua Potable y Alcantarillado

A continuación, en la Figura 18, se muestra una fotografía satelital de la zona urbana de la ciudad de Tena y la localización los sectores “Aeropuerto Dos” y “Dos Ríos” seleccionaos para el presente estudio vinculados al sistema de información geográfica.

4.1.3. Representación de los sectores bajo estudio en la zona urbana de la ciudad de Tena en el sistema de información geográfica

Figura 18. Delimitación de sectores de estudio



Realizado por: Bryan Tapia

4.2.Recolección de información

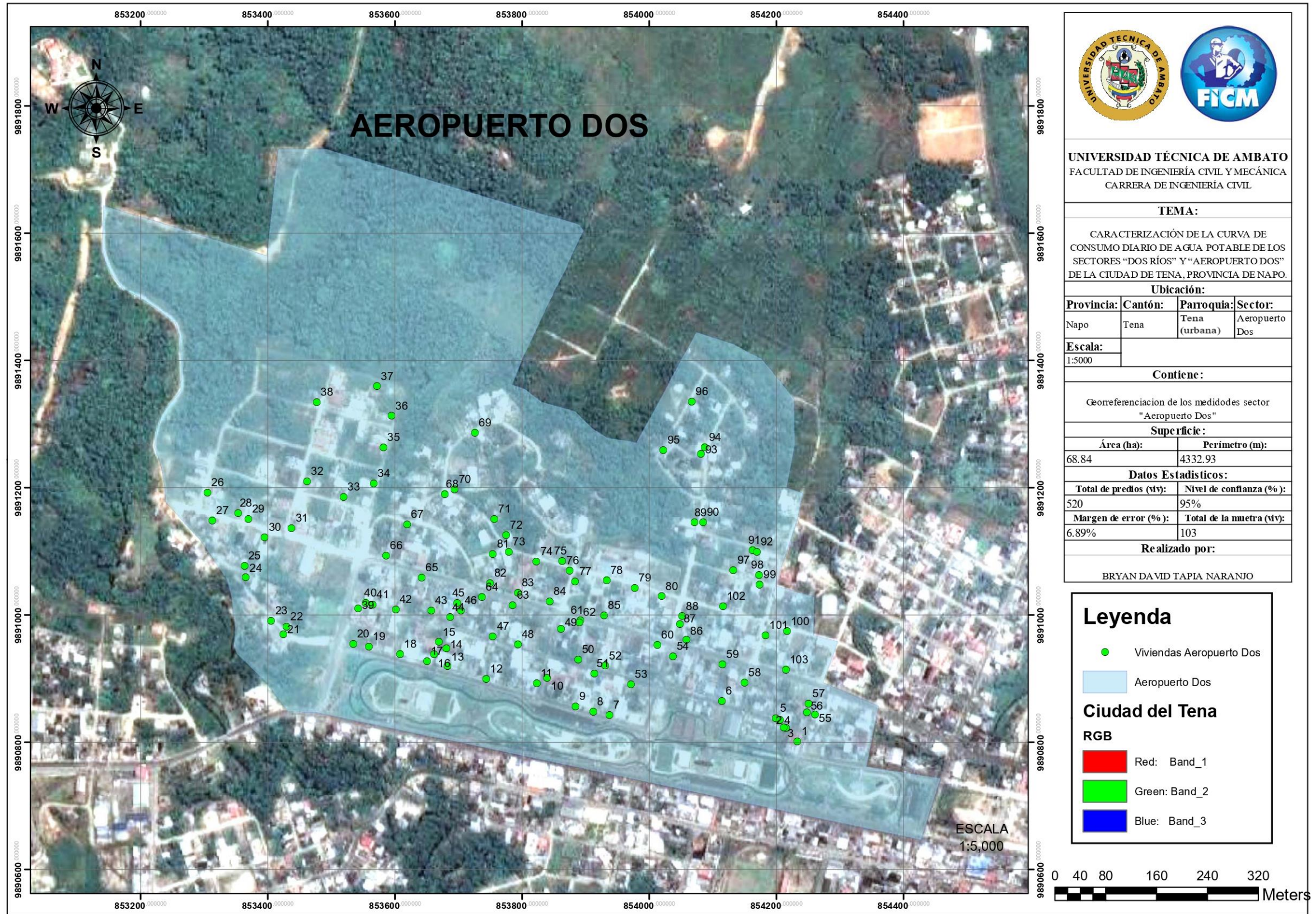
La obtención de la información en campo necesaria para realizar este proyecto se llevó a cabo abordando los siguientes aspectos y en el orden que a continuación se indica:

1. Recorrido de reconocimiento previo en las zonas de estudio.
2. Elaboración de las rutas a seguir.
3. Selección de los micromedidores de agua mediante metodología de muestreo aleatorio, teniendo en consideración que la muestra cubra en su totalidad las zonas de estudio, y que los aparatos de medición estén en buenas condiciones para realizar la lectura.
4. Georreferenciación de cada una de las viviendas de las cuales se analizará el consumo de agua potable.
5. Levantamiento de datos de consumo diarios, horarios, presiones y encuestas.

En las Figuras 19 y 20 se presentan los micromedidores georreferenciados que conforman la muestra de los sectores “Aeropuerto Dos” y “Dos Ríos” respectivamente.

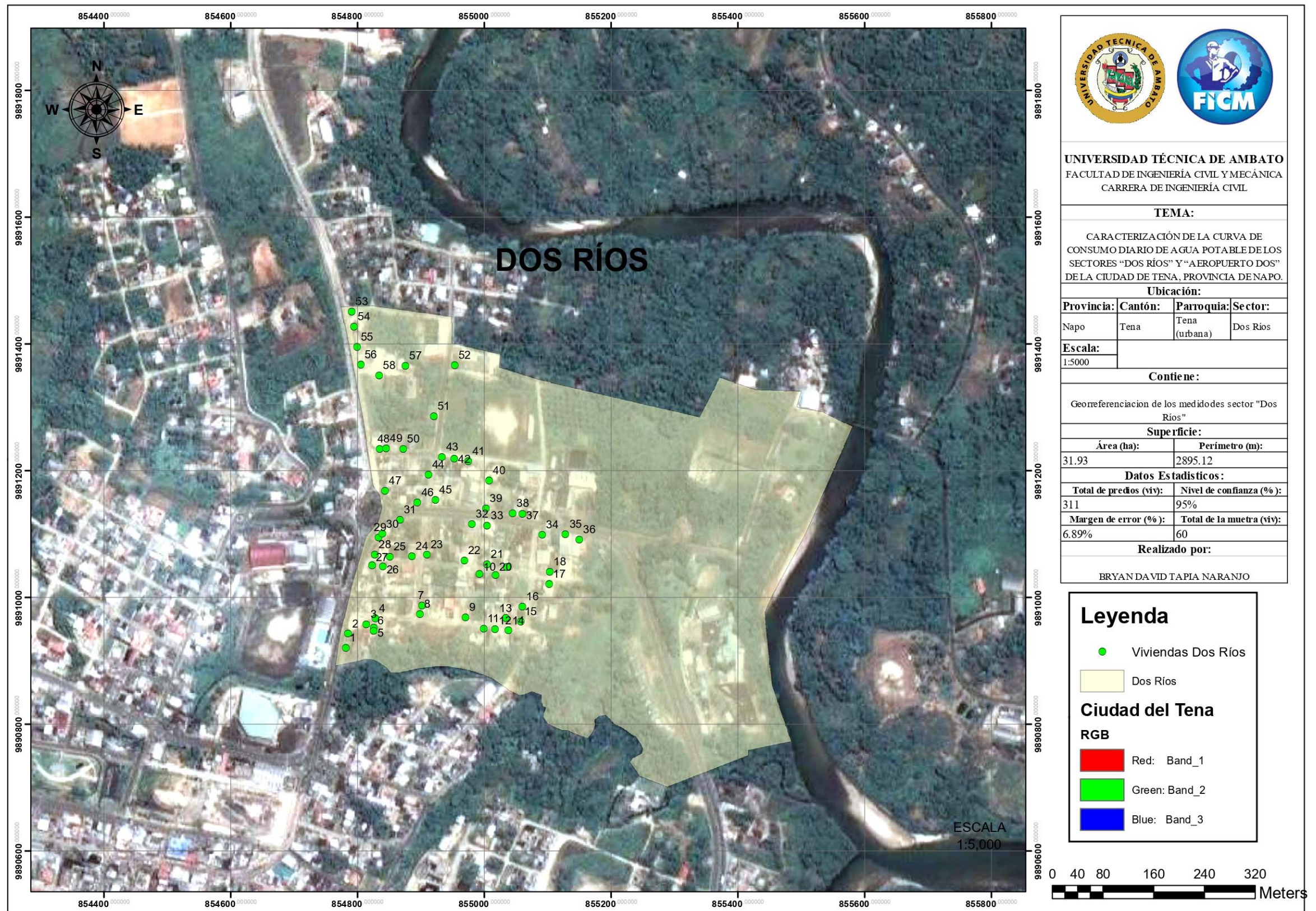
Así también, en las Figuras 21 y 22 se presentan las rutas establecidas para el levantamiento de datos en campo de los sectores “Aeropuerto Dos” y “Dos Ríos” respectivamente.

Figura 19. Georreferenciación de los medidores que conforman la muestra para el sector Aeropuerto Dos



Realizado por: Bryan Tapia

Figura 20. Georreferenciación de los medidores que conforman la muestra para el sector Dos Ríos



Realizado por: Bryan Tapia

Figura 21. Ruta establecida para recolección de datos en sector Aeropuerto Dos

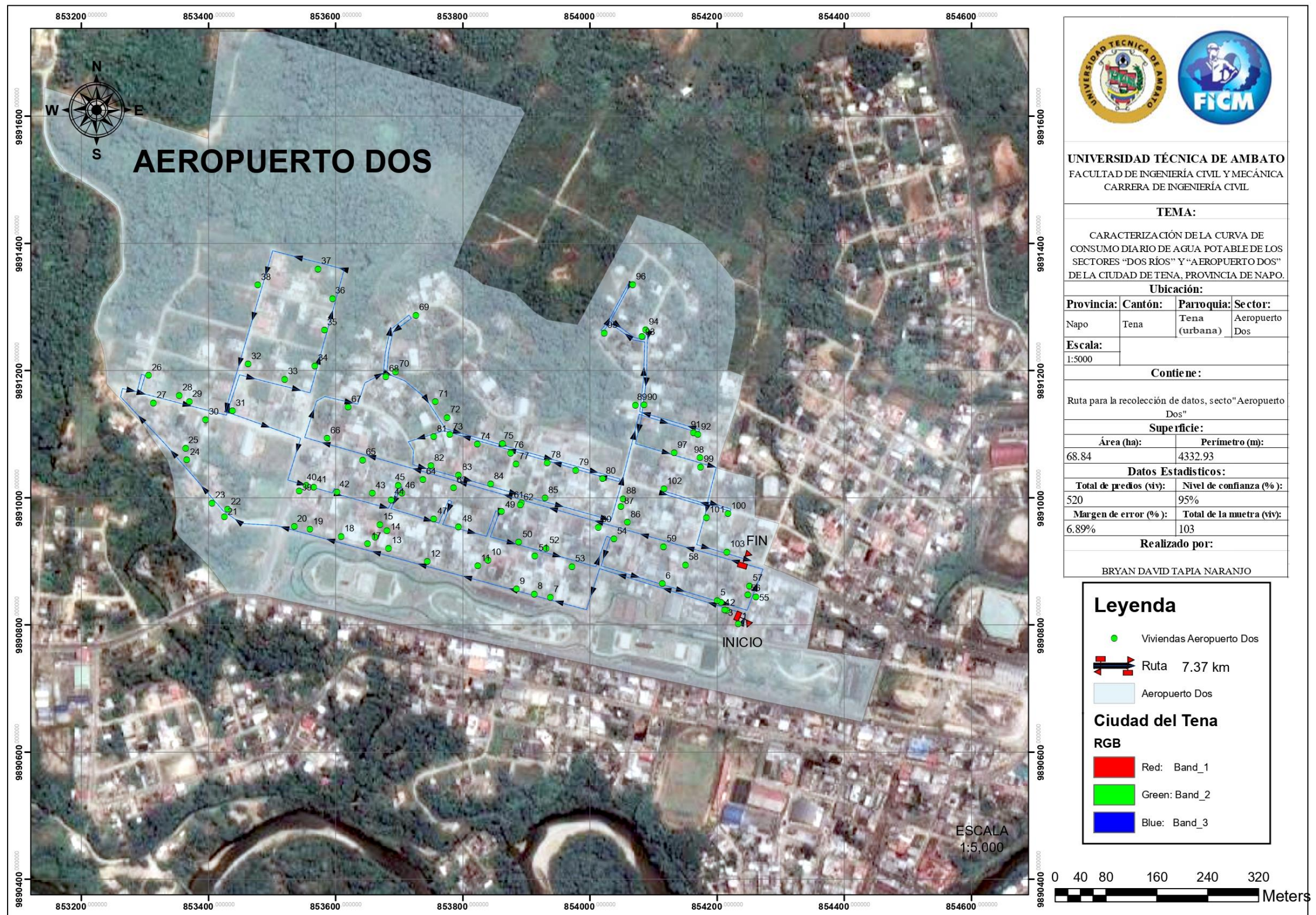
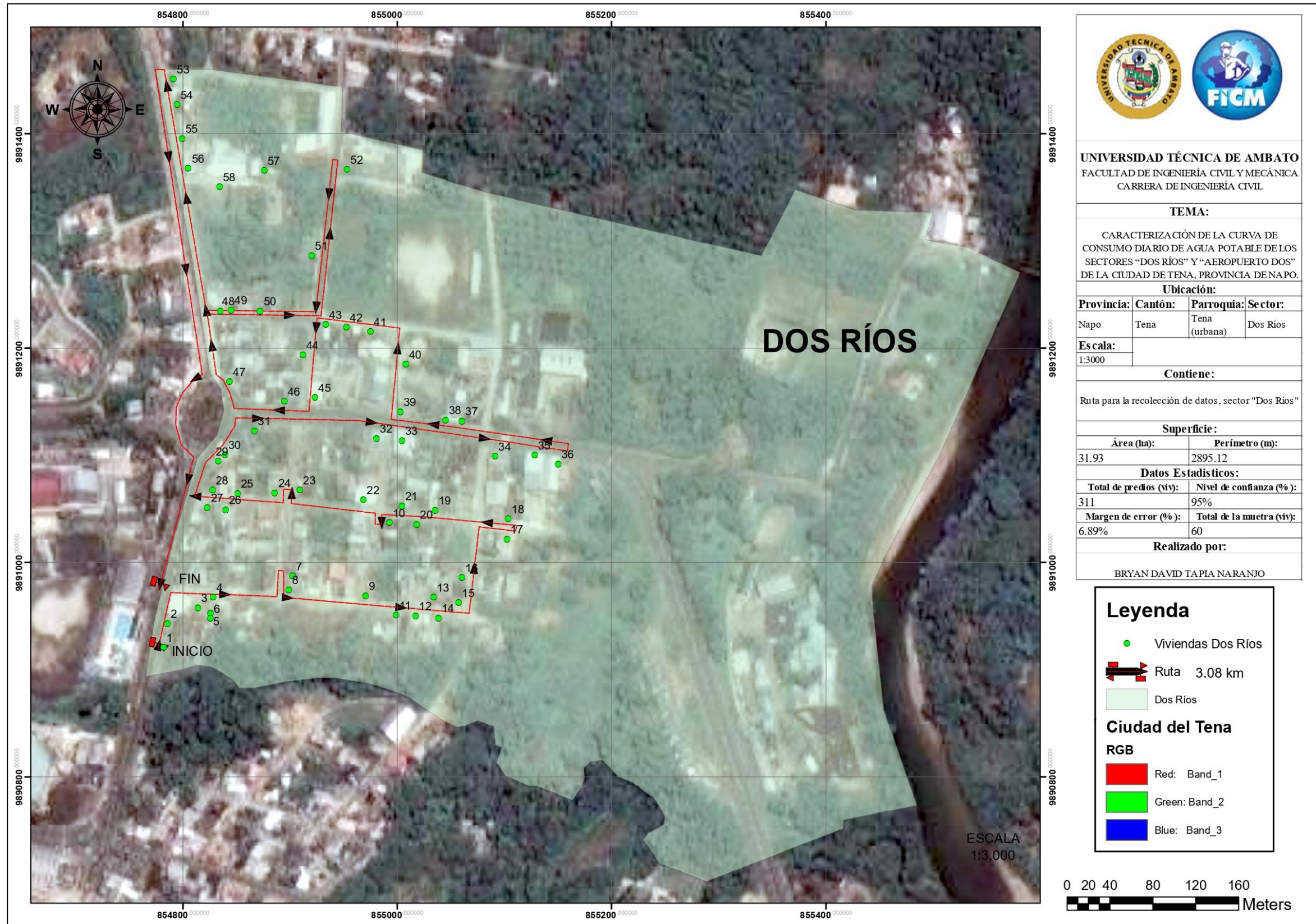


Figura 22. Ruta establecida para recolección de datos en sector Dos Ríos



Realizado por: Bryan Tapia

4.2.1. Encuestas

Para el desarrollo y procesamiento del presente estudio se realizaron encuestas en campo a los jefes de hogar o usuarios permanentes que conforman la muestra seleccionada, con el objetivo de obtener información veraz, de primera mano e indispensable referente al consumo de agua y los hábitos de consumo que presentan los usuarios.

La encuesta aplicada se compone de los siguientes de las siguientes secciones:

Sección A: Información del Predio

Ubicación

En este apartado se detalla la ubicación del medidor, valiéndonos de las calles tanto principales como secundarias, así como del barrio en cuestión al que pertenece. Además, se indica si el medidor pertenece a una zona urbana, rural o parroquia.

Dimensiones

Se detalla las áreas tanto del terreno como de construcción en m² de la vivienda que es abastecida. Así como también el número de pisos y departamentos en caso de que la vivienda posea más de 1 piso en construcción.

Tipología de la vivienda

Se ha clasificado a las viviendas en diferentes grupos representados por letras del alfabeto, A, B, C o D, en donde A representa la categoría de un nivel socio económico muy alto, B un nivel alto, C medio y la letra D que sería el más bajo nivel económico.

Tipo de vivienda

En esta parte se clasifica a la residencia en base a la ocupación que se le da, ya sea en su totalidad o la mayor parte de la misma, por ejemplo, residencia unifamiliar, residencia bifamiliar, comercio, industria, institución educativa, municipal, gubernamental, recreacional, edificio de viviendas o edificio de oficinas.

Usuarios

Aquí se precisa el número total de personas que habitan la vivienda, oficina, institución, industria o departamento y que hacen uso del servicio de agua potable.

Sección B: Servicio de Agua Potable

Número de Unidades Sanitarias

En este apartado se cuantifican los aparatos sanitarios existentes y funcionales en cada una de las viviendas. Se ha tomado en cuenta los aparatos sanitarios más comunes y ciertas estructuras que albergan masas de agua, siendo estos: Inodoro, Lavamanos, Bidet, Ducha, Grifo, Lavaplatos, Lavadora, Tanque de lavado, Piscina, Hidromasaje.

Tipo y condición del micro medidor de agua potable

Se identifica el diámetro de acometida en pulgadas, siendo los más usuales $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, y 1 pulgadas. Además, se verifica el tipo de medidor de velocidad, si corresponde a chorro único o múltiple, y otros aspectos como: Número de medidor que es único, la marca, y la condición actual en la que se encuentra el dispositivo de medición.

Tipo y capacidad de reservorios

En este espacio se determina la existencia de alguna forma de almacenamiento de agua, planteándose las más usuales: Tanque elevado o tanque cisterna. De estos sistemas de almacenamiento se estima la cantidad de los mismos y su capacidad volumétrica.

Identificación de problemas

Con este punto se busca establecer el valor de pago mensual que los usuarios cancelan por el líquido vital, así como el costo institucional por cada metro cúbico de agua potable, mismo valor que es impuesto por cada empresa proveedora del servicio. Relacionando el costo por m^3 y el pago mensual se hace posible calcular el volumen promedio consumido durante el mes. En adición, también se incluyen preguntas que nos facultan determinar si existen fugas evidentes dentro del predio, así como si el agua ha sido mal utilizada, en el sentido de que haya sido utilizado para fines diferentes al consumo doméstico o para lo fue solicitada la acometida.



Sección C: Nivel de Servicio

Con respecto al apartado de nivel de servicio, se pretende conocer mediante la percepción de los usuarios si el suministro de agua es permanente o si existen interrupciones del servicio, que pueda producir malestar. Además, se recopila información referente a si la

cantidad de agua que llega es suficiente para realizar todas las actividades cotidianas, y si la calidad es aceptable. Y en complemento a lo anterior, se recopila la opinión con respecto a la presión del agua y si la misma llega al inmueble con suficiente fuerza como para que abastezca a todos los rincones de la construcción. Finalmente, se incluye una sección para precisar la existencia de problemas intradomiciliarios que se relacionen con tuberías, accesorios o acoples, entre otros. y también en acometidas, llaves de paso correspondiente a problemas extradomiciliarios.

En la figura 23 se presenta el formato de la encuesta que integra las secciones anteriormente mencionadas. El formato de encuesta permitió recopilar la información de manera precisa y ordenada facilitando la tabulación de los datos, así como la identificación temprana de errores y la inconformidad sobre algunos datos.

Figura 23. Formato de encuesta aplicada a usuarios pertenecientes al estudio

 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIO DEL RECURSO AGUA-CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 										
ENCUESTA SOBRE EL CONSUMO DE AGUA POTABLE										
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA CURVA DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN VARIOS SECTORES DEL CANTÓN TENA										
SECTOR:				FECHA:				ENCUESTA No		
REALIZADO POR:				IDEN VIVIENDA:						
1. INFORMACIÓN DEL PREDIO										
1.1 UBICACIÓN					1.2 DIMENSIONES					
Calle principal:					Área terreno		m ²	Área construcción (PB)		m ²
Calle secundaria:					Nb Fisos			Nb Departamentos		
Barrio/Sector:					1.3 TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA					
Parroquia		Urbana		Rural		A	B	C	D	
1.4 TIPO DE VIVIENDA					1.5 USUARIOS					
RESIDENCIA UNFAMILIAR	RESIDENCIA BIFAMILIAR	COMERCIO	INDUSTRIA	EDUCATIVA	Número total en cada departamento		Mañana <input type="checkbox"/>	Noche <input type="checkbox"/>	Total <input type="checkbox"/>	
					Número total en la vivienda		Mañana <input type="checkbox"/>	Noche <input type="checkbox"/>	Total <input type="checkbox"/>	
MUNICIPAL	GUBERNAMENTAL	RECREACIONAL	EDIFICIO VIVIENDA	EDIFICIO OFICINA	Número total por institución		Mañana <input type="checkbox"/>	Noche <input type="checkbox"/>	Total <input type="checkbox"/>	
					Número total por oficina		Mañana <input type="checkbox"/>	Noche <input type="checkbox"/>	Total <input type="checkbox"/>	
OTRO USO (INDICAR)					Número total por industria		Mañana <input type="checkbox"/>	Noche <input type="checkbox"/>	Total <input type="checkbox"/>	
2. SERVICIO DE AGUA POTABLE										
2.1 UNIDADES SANITARIAS (toda la vivienda o del departamento)					2.2 MEDIDOR					
INODORO	LAVAMANOS	BIDET	DUCHA	GRIFO	Diámetro de la acometida (pulg)		1/2 <input type="checkbox"/>	3/4 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	
					Tipo de velocidad		Chorro <input type="checkbox"/>	UNICO <input type="checkbox"/>	MULTIPLE <input type="checkbox"/>	
LAVAPLATOS	LAVADORA	TANQUE DE LAVADO	PISCINA	HIDROMASAJE	Número de medidor:					
					Marca:					
OTRA UNIDAD (INDICAR)					Condición del medidor		Regular: <input type="checkbox"/>	Buena: <input type="checkbox"/>	Exce: <input type="checkbox"/>	
2.3 RESERVA					2.4 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS					
Tanque elevado	Número		Volumen total (m ³)		COSTO INSTITUCIONAL FORMB		FUGAS VISIBLES	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
Tanque sistema	Número		Volumen total (m ³)		COSTO DE PAGO MENSUAL		PERDIDAS VISIBLES	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
Almacenamiento total (Comercio/Industrial/Institucional)			Volumen total (m ³)		VOLUMEN PROMEDIO CONSUMIDO		USO INADECUADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
3. NIVEL DE SERVICIO										
DOTACIÓN DE AGUA	PERMANENTE		ESPORADICO		LA PRESIÓN DEL AGUA	ALTA <input type="checkbox"/>	NORMAL <input type="checkbox"/>	BAJA <input type="checkbox"/>		
CANTIDAD DE AGUA	SUFICIENTE		INSUFICIENTE		ABASTECE A TODA LA VIVIENDA	COMPLETA <input type="checkbox"/>	MENOS DE MITAD <input type="checkbox"/>	MÁS DE MITAD <input type="checkbox"/>		
CALIDAD DE AGUA	EXCELENTE		BUENA		PROBLEMAS INTRADOMILIAR	TUBERÍA <input type="checkbox"/>	ACCESORIOS <input type="checkbox"/>	ACOPLES <input type="checkbox"/>		
	REGULAR		MALA		PROBLEMAS EXTRADOMILIAR	ACOMETIDA <input type="checkbox"/>	LLAVE DE PASO <input type="checkbox"/>	TUBERÍA <input type="checkbox"/>		

Fuente: Centro de Investigación del Recurso Agua de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato

Realizado por: Bryan Tapia

4.2.2. Medición Diaria



La obtención de datos referentes a los volúmenes de consumo diario se realizó aplicando la técnica de investigación de campo, en otras palabras, acudiendo todos los días contemplados en el estudio hacia los distintos medidores establecidos en la muestra (103 medidores para sector Aeropuerto Dos y 60 para Dos Ríos). Además de que se generó un registro fotográfico haciendo uso de una cámara celular y un registro digital mediante el software Microsoft Excel.

Para este estudio se contempló un periodo de lecturas de 32 días ininterrumpidos, ya que para obtener el valor de consumo diario es necesario aplicar la diferencia entre la lectura actual del medidor y la del día anterior. Para finalmente tener 31 días de datos, traduciéndose en un mes completo de lecturas, periodo representativo para la finalidad del estudio. La medición empezó el 19 de septiembre de 2022 y culminó el 20 de octubre del mismo año.

Se estableció un periodo de tiempo para cada sector de estudio, puesto que la extensión de ambos era considerable. Dividiendo de esta forma la jornada de recopilación de información en dos. De 7:30 am a 12:00 del mediodía para el sector de Aeropuerto Dos y de 14:00 a 17:00 para el sector de Dos Ríos.

Para facilitar registro de los datos en campo y su posterior manejo, fue indispensable la utilización de un formato, mismo que se presenta a continuación:

Figura 24. Formato de anotación para lecturas de consumo diario

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
		PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR "DOS RÍOS" PERIODO DE DISEÑO: SEPTIEMBRE - OCTUBRE REALIZADO POR: Bryan David Tapia Naranjo		
FECHA DE LECTURA		19/09/2022	HOJA N°	1
VALOR DE CONSUMO DE AGUA POTABLE POR MEDIDOR				
IDEN. MEDIDOR	COORDENADAS		VALOR REGISTRADO (m ³)	CÓDIGO DE FOTO
	ESTE	NORTE		
1	186920	9890965	673.693	M#001F.19.09.2022
2	186922	9890981	11722.686	M#002F.19.09.2022
3	186951	9891001	1392.519	M#003F.19.09.2022

Realizado por: Bryan Tapia

En la figura 24, la primera columna denominada “IDEN. MEDIDOR” hace referencia a la identificación que se le ha asignado a cada uno de los medidores de la muestra. En este caso en particular, los medidores fueron enumerados de manera secuencial empezando por el número 1. En la segunda columna, que a su vez se subdivide en dos más, tenemos las COORDENADAS geográficas, mismas que se han generado en el sistema de proyección UTM (Universal Transversal de Mercator). En la tercera columna se contemplan los valores de volúmenes en metros cúbicos de agua utilizada. Y finalmente, en la cuarta columna y última columna se incluye la denominación que se le ha asignado a cada fotografía que da legitimidad a cada dato registrado. A continuación, se detalla cada símbolo:

M#001F.19.09.2022

M: Medidor

#001: Número único de cada medidor

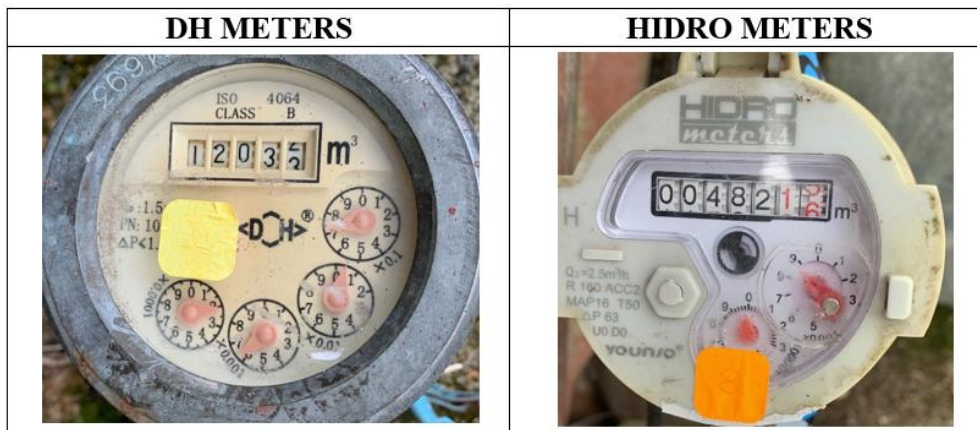
F.19.09.2022: Fecha en la que se creó el archivo fotográfico y que también corresponde al día de la lectura.

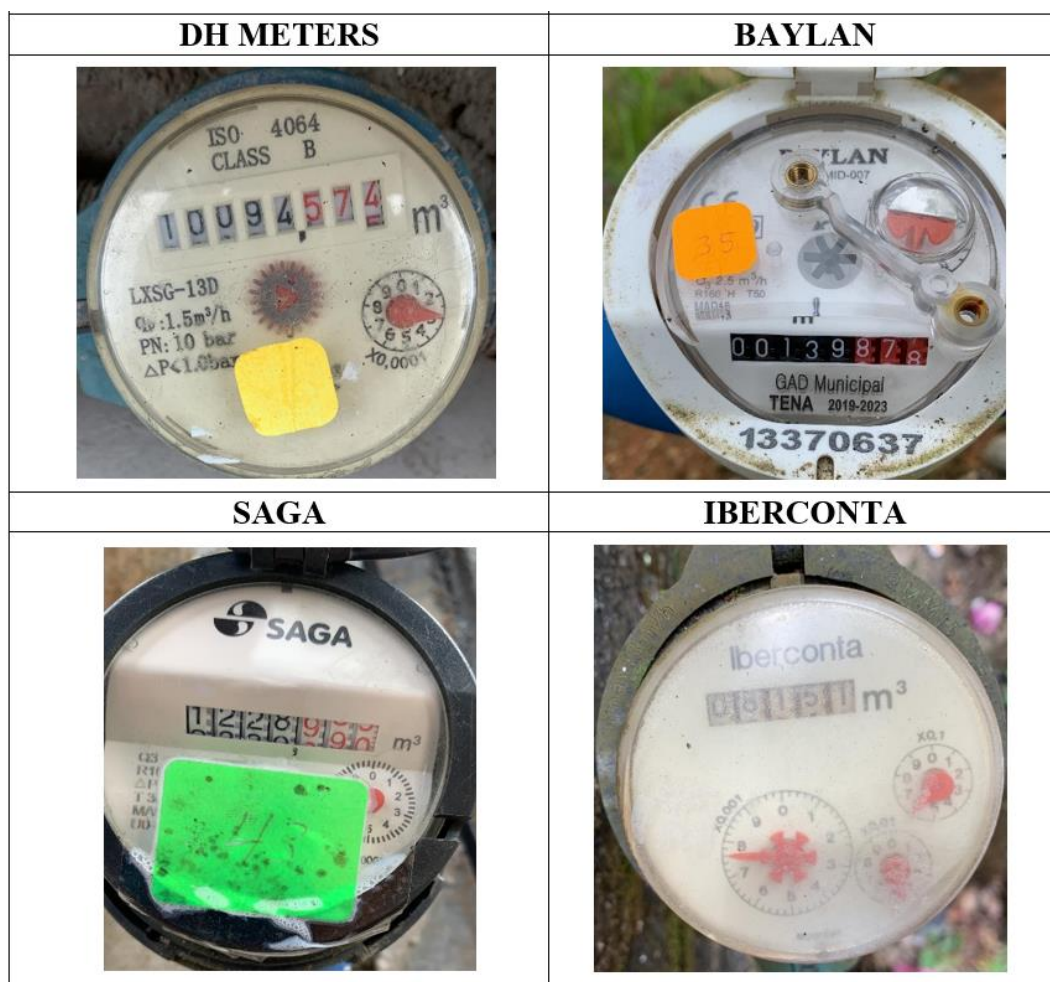
Los archivos fotográficos generados durante el desarrollo del estudio se encuentran en el CD anexo del presente proyecto.

4.2.2.1. Tipos de equipos de micro medición

Durante el proceso de levantamiento de datos in situ se pudo observar que existen diferentes modelos y marcas de dispositivos de micro medición, mismos que se muestran a continuación en la Figura 25.

Figura 25. Variedad marcas y modelos de medidores encontrados en Aeropuerto Dos y Dos Ríos





*Fuente: Mediciones diarias sectores “Aeropuerto Dos” y “Dos Ríos”
Realizado por: Bryan Tapia*

4.2.3. Componentes de un micro medidor de velocidad

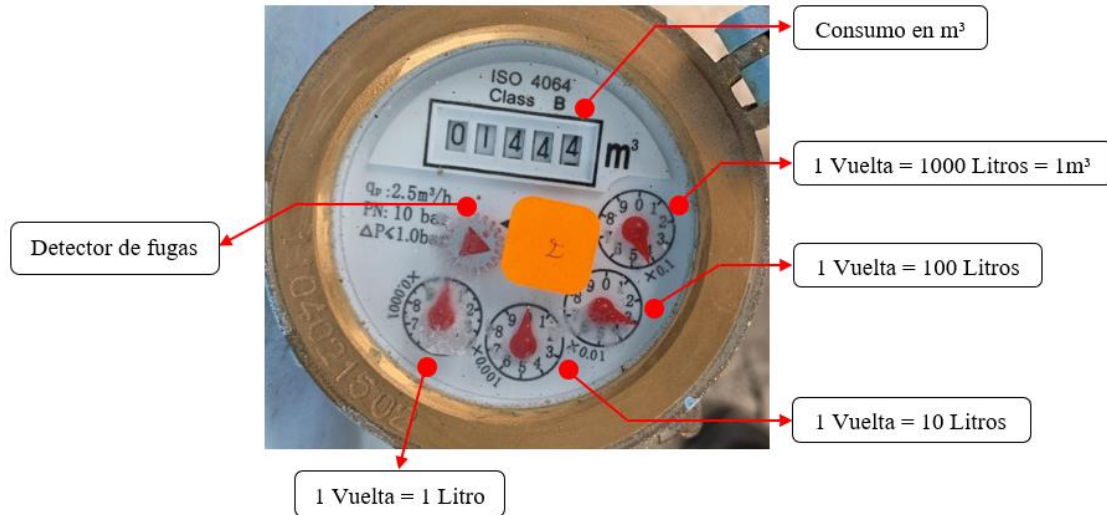
Los medidores están formados por tres partes; un mecanismo de medición que es accionado por el paso del agua, un mecanismo de transmisión que es el enlace entre el mecanismo de medida y la relojería y un mecanismo de registro que es la zona seca del medidor donde a través de engranes se mueven de manera continua las agujas y los números ubicados en la caratula del medidor.

Debido a la gran variedad de marcas y modelos de micro medidores, la manera en que se efectúa la lectura varía un poco, pero en términos generales todos los medidores presentan dos valores que en conjunto componen la lectura. El primer grupo de números indica los

m³ consumidos y casi siempre viene marcado de color negro, mientras que el segundo grupo de números, comúnmente de color rojo, indica los litros.

En la Figura 26 podemos observar más detalladamente la forma correcta de realizar una lectura volumétrica del consumo de agua para un medidor de velocidad tipo DH Meters, siendo esta marca y modelo la que más predominancia tuvo en el estudio.

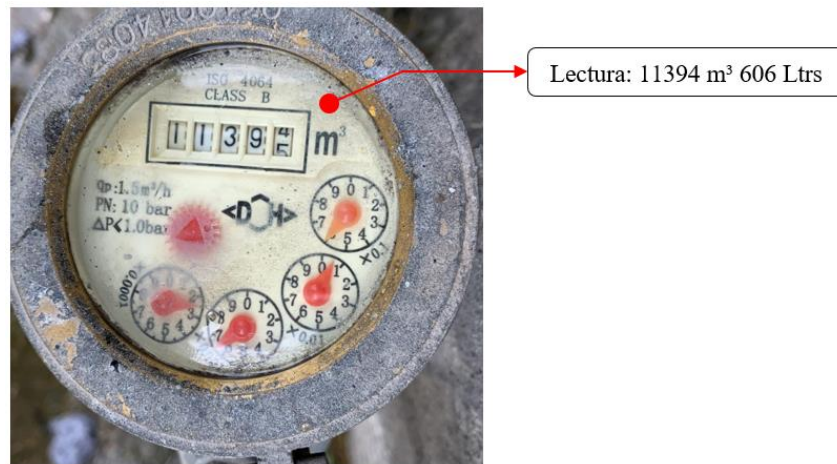
Figura 26. Lectura típica de un micro medidor de velocidad



Realizado por: Bryan Tapia

Es importante mencionar que, en el caso de encontrarnos con una lectura a medio cambio de valor, se debe considerar la lectura con el valor anterior, como se indica en la Figura 27

Figura 27. Lectura típica con dígito a medio cambio



Realizado por: Bryan Tapia

Una de las principales causas por las que el costo mensual por el servicio de agua potable aumenta es debido a las fugas existentes, ya sea en la red o en los aparatos sanitarios extradomiciliarios o intradomiciliarios. Para comprobar la existencia de fugas basta con cerrar todos los aparatos conectados a red y si las manecillas siguen girando o a su vez la manecilla con el triángulo rojo o negro gira en mayor o menor medida indica que existen pérdidas. Frecuentemente el daño o desgaste en tuberías, juntas o accesorios produce que la manecilla indicadora de fugas gire.

4.2.4. Medición Horaria

El registro de consumo horario de caudal es indispensable para el presente estudio puesto que mediante los datos obtenidos se puede generar patrones y curvas de consumo, exponiendo así cómo es el comportamiento de consumo de agua potable en un hogar típico durante el transcurso del día y a lo largo de una semana completa.

A diferencia de la medición diaria, la obtención de los datos de consumo horario fue un reto, ya que era necesario tener registro del consumo marcado en el micro medidor durante las 24 horas del día, y esto representaba un problema técnico para el investigador. Es por esto que fue necesaria la utilización de cámaras de video, la cuales estuvieron posadas encima del medidor de agua, y que previa a la instalación de la cámara fue necesario diseñar estructuras a medida para cada medidor, como se aprecia en la Figura 28.

Figura 28. Instalación de cámaras sobre medidores seleccionados en los sectores de estudio.



CÁMARA NÚMERO 2



CÁMARA NÚMERO 3



SECTOR DOS RÍOS

CÁMARA NÚMERO 1



CÁMARA NÚMERO 2



Realizado por: Bryan Tapia

Para la colocación del equipo de medición horaria se seleccionaron 5 medidores en total, 3 correspondientes al sector Aeropuerto Dos y 2 al sector de Dos Ríos. La metodología para la selección de los medidores fue No Probabilística, dado que se escogió dando prioridad a la factibilidad para poder instalar el equipo y la accesibilidad que se tenga para el registro de datos. La primera cámara fue colocada en el medidor número 74, siendo una vivienda multifamiliar tipo B, conformada por 6 usuarios, localizada en las calles Cacique Beto y Bromelias, adyacente a la Escuela Nacional Mixta Nacional Tena. El periodo de estudio comprendió entre el 22 al 28 de noviembre de 2022. La segunda cámara colocada en el sector Aeropuerto Dos corresponde al medidor con identificación 37, el cual es un edificio multifamiliar, ya que además de los dueños de casa, habitan inquilinos en departamentos de arriendo. El nivel socioeconómico de la construcción es tipo B conformada por 14 usuarios, ubicada en la Urbanización Los Cedros, entre la avenida C y calle número 3, y cuyo periodo de estudio empezó el viernes 25 de noviembre del 2022 y terminó el jueves 01 de diciembre de 2022. La tercera cámara fue colocada en el medidor número 32, correspondiente a una vivienda unifamiliar de tipología C integrada por 4 personas, ubicada en la Urbanización Los Cedros, entre las calles Los Yutzos y C. El periodo de estudio comprendió entre el 10 al 16 de diciembre de 2022.

En el sector Dos Ríos, la primera cámara fue instalada en el medidor número 4, correspondiente a una vivienda unifamiliar de tipo B integrada por 4 personas, ubicada en las calles Av. Jumandy Y calle Juan Masquio, cuyo periodo de estudio comprendió entre

el 11 al 17 de noviembre. La segunda cámara fue colocada en el medidor número 42, correspondiente a una vivienda multifamiliar de tipo C integrada por 15 usuarios, ubicada en la antigua lotización Heckel Rivadeneyra, en las calles Agustín Calapucha y Calle S/N. El periodo de estudio fue entre 7 al 13 de diciembre de 2022.

El modelo de cámara utilizada es la IND-A9, la cual es una cámara tipo IP Wifi como se muestra en la Figura 29, que permite realizar y almacenar grabaciones de manera continua cada 20 minutos, y visualizarlas a través de un smartphone de manera inalámbrica.

Figura 29. Mini cámara de video IP WIFI IND-A9



Fuente: Portal web de Mini cam IP Wifi IND-A9

El procedimiento aplicado para la recopilación de datos consistió en acercarse diariamente a visualizar las grabaciones y guardar capturas en formato .jpg correspondientes al consumo efectuado cada dos horas, para seguido digitalizar la información mediante el software Microsoft Excel.



Figura 30. Interfaz de uso de la mini cámara de video IP WIFI IND-A9



*Fuente: Aplicación móvil HMiniCam
Realizado por: Bryan Tapia*

El formato de Excel utilizado para el registro de consumos horarios se muestra en la figura 31, en el cual podemos ver que las filas corresponden a las horas, mientras que las columnas comprenden los días y estos a su vez se subdividen en las lecturas y los volúmenes de consumo en m³ y en litros.

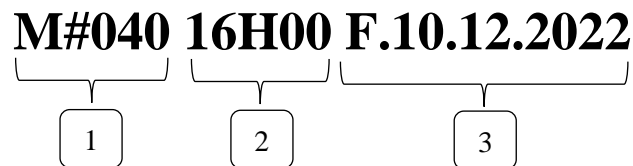
Figura 31. Formato de registro de datos para medición horaria

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
SECTOR DE ESTUDIO: DOS RÍOS				IDENTIFICACIÓN DE MEDIDOR:				
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LOS SECTORES "DOS RÍOS" Y "AEROPUERTO DOS" DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO REALIZADO POR: TAPIA NARANJO BRYAN DAVID								
PERIODO DE TIEMPO:								
CONSUMO HORARIO EN INTERVALO DE 2 HORAS								
HORA	LUNES				MARTES			
	LECTURA MEDIDOR	VOLUMEN m ³	VOLUMEN Ltrs	CÓDIGO FOTO	LECTURA MEDIDOR	VOLUMEN m ³	VOLUMEN Ltrs	CÓDIGO FOTO
00:00								
02:00								
04:00								
06:00								
08:00								
10:00								
12:00								
14:00								
16:00								
18:00								
20:00								
22:00								
24:00:00								

Fuente: Centro de Investigación del Recurso Agua de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato
Realizado por: Bryan Tapia

En el apartado "CÓDIGO FOTO" se detalla el nombre con el que se registró la imagen correspondiente a la captura de pantalla de la hora contemplada en el estudio.

Figura 32. Código de identificación del registro fotográfico de la medición horaria



Realizado por: Bryan Tapia

Sección 1: M representa a la abreviatura de Medidor, seguido de número de identificación del medidor

Sección 2: Corresponde la hora del día en la que fue generada la imagen

Sección 3: Identifica la fecha en la que se creó la imagen, empezando desde la izquierda por el día, seguido del mes y del año.

El registro fotográfico correspondiente a la medición horaria se encuentra detallado en los anexos del presente estudio.

4.2.5. Medición de presiones

La presión del agua representa uno de los parámetros más relevantes para el correcto funcionamiento en una red de distribución de agua potable, ya que, en términos generales, es la fuerza necesaria para llevar el agua desde la planta de tratamiento o tanques de reserva. Una presión demasiado baja puede ocasionar un mal funcionamiento e incomodidad en instalaciones domésticas, mientras que un exceso de presión daña el conjunto de la instalación y puede ocasionar importantes daños en conducciones, válvulas y otros componentes. Uno de los principales perjuicios cuando se supera la presión máxima es la aparición de golpes de ariete originados por el cierre de válvulas y grifos. [34]

La medición de la presión se realizó en dos etapas. La primera etapa comprendió el sector de Aeropuerto Dos, en el cual durante 7 días consecutivos se acudió a cada uno de los 103 medidores que conforman la muestra, iniciando a las 7:00 am hasta 12:30 del mediodía. El periodo de estudio inició el 10/11/2022 y culminó 16/11/2022. La segunda etapa contempló al sector de Dos Ríos, en donde se registró las presiones de los 60 medidores, de la misma manera durante 7 días, iniciando el 21/11/2022 hasta el 27/11/2022.

El instrumento utilizado para el registro de la presión de agua se denomina manómetro, mismo que se muestra en la Figura 30. El cual cuenta con doble escala de medición (0-200 psi / 0-14 bar) y es de la marca Paolo. En complemento, fue necesario conectar el manómetro a una manguera de 1 m de largo, mediante un acople de grifo en roscable y dos abrazaderas, como se muestra en la Figura 33.

Figura 33. Equipo para medición de presiones (Manómetro)



Realizado por: Bryan Tapia

Para el registro y posterior digitalización de los datos obtenidos se utilizó el formato que se muestra en la Figura 34.

Figura 34. Formato de registro de datos para medición horaria

ID Medidor		Coordenadas		LECTURA (PSI)							Presión Prom. (Psi)	Presión Prom. (m.c.a)
		X	Y	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo		
1												
2												
3												
4												

Realizado por: Bryan Tapia

4.3. Análisis de resultados

Concluido el proceso de recolección de datos en campo mediante encuestas realizadas en los sectores de estudio se procedió a analizar y tabular la información. Gracias a esto fue factible la creación de gráficas estadísticas que representan los resultados obtenidos y facilitan la comprensión de las variables.

Tabla 11. Aspectos de las encuestas tomados en cuenta para tabulación

a	Tipología de vivienda de cada sector
b	Tipo de vivienda
c	Número de habitantes por vivienda
d	Número de unidades sanitarias por vivienda
e	Identificación de problemas
f	Dotación y presión de agua potable

Realizado por: Bryan Tapia

Para el análisis de información referente al volumen de agua potable utilizada se tomó en consideración los siguientes aspectos

Tabla 12. Aspectos estudiados con respecto al volumen de agua potable utilizada

g	Consumo diario de agua potable
h	Consumo semanal de agua potable en el sector
i	Consumo per cápita
j	Consumos horarios
k	Extrapolación de consumos medios diarios
l	Patrones de consumo horario y diario de agua potable
m	Variación de la presión en la red de distribución de agua potable.

Realizado por: Bryan Tapia

4.3.1. Encuesta

4.3.1.1. Tipología de vivienda

Se clasifican las viviendas de acuerdo a su nivel socio-económico, puesto que en los sectores estudiados existe variedad de viviendas. Esto se lo hace con el propósito de relacionar directamente con el consumo de agua potable. Se dividió a los predios en 4 categorías, con la letra A se hace referencia a un nivel económico muy alto, y que como principales indicadores tiene: gran área de construcción, vastos espacios verdes, totalidad de servicios básicos, terminados de alta calidad, diseño arquitectónico cuidado, y espacios de recreación como canchas deportivas, sauna, hidromasaje entre otros. La letra B corresponde a una vivienda de nivel económico bueno, C comprende a las viviendas nivel económico medio, y finalmente la letra D engloba a las viviendas de un nivel económico bajo, cuyos aspectos más fáciles de apreciar son: poca área de construcción, diseño arquitectónico poco cuidado, acabados de mala calidad o estructura en obra gris (en viviendas de concreto), carencia de uno o varios servicios básicos en la vivienda, entre otros.

Es importante mencionar que la clasificación de la tipología de las viviendas se realizó apoyados en la información recopilada en campo y del criterio del investigador.

4.3.1.1.1. Sector Aeropuerto Dos

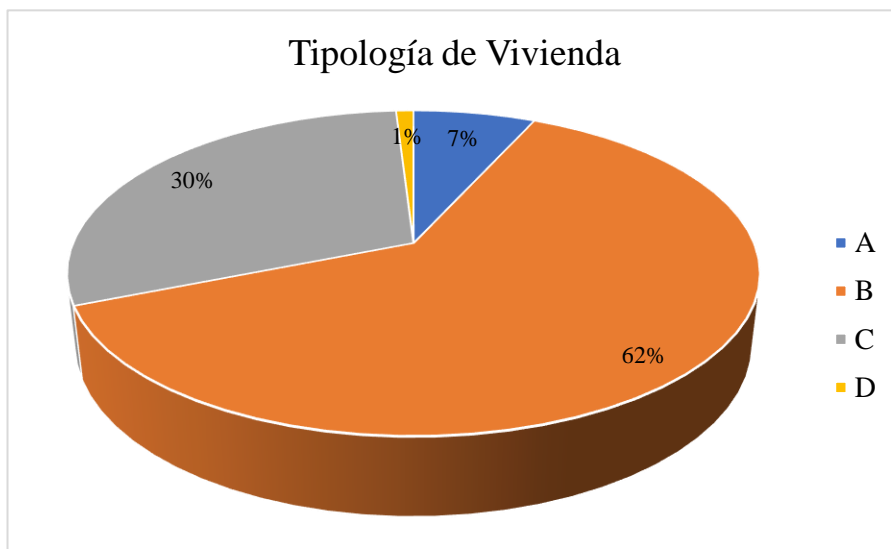
De un total de 103 viviendas encuestadas tenemos los siguientes resultados:

Tabla 13. Tipología de vivienda correspondiente al sector Aeropuerto Dos

TIPOLOGÍA	A	B	C	D	TOTAL
CANTIDAD	7	64	31	1	103
PORCENTAJE	7%	62%	30%	1%	100%

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 35. Gráfica formato pastel de tipología de vivienda del sector Aeropuerto Dos



Realizado por: Bryan Tapia

Se observa que la mayor predominancia de viviendas en el sector de Aeropuerto Dos corresponden a una tipología B, con un 62% del total. Se comprende entonces que en el sector la vivienda típica corresponde a propietarios de un nivel socio-económico bueno, y que por ende los ingresos económicos son mayores a los gastos, permitiéndose tener hogares con un buen estado en cuanto a terminados de fachada, con uno o dos plantas generalmente, diseño arquitectónico cuidado, y servicios básicos completos.

La tipología C representa el 30% de la totalidad, la segunda que más predominancia tiene en el sector, y que corresponde a un nivel económico medio. Adicionalmente, tenemos que las viviendas de tipología A ocupan un 7% del total. Este pequeño grupo comprende a los hogares con condiciones económicas muy altas, y que presentan ciertos indicadores claros, mismo que ya fueron mencionados anteriormente. Y finalmente con porcentaje de 1% se encuentran las viviendas tipo D, de un nivel socio-económico bajo.

4.3.1.1.2. Sector Dos Ríos

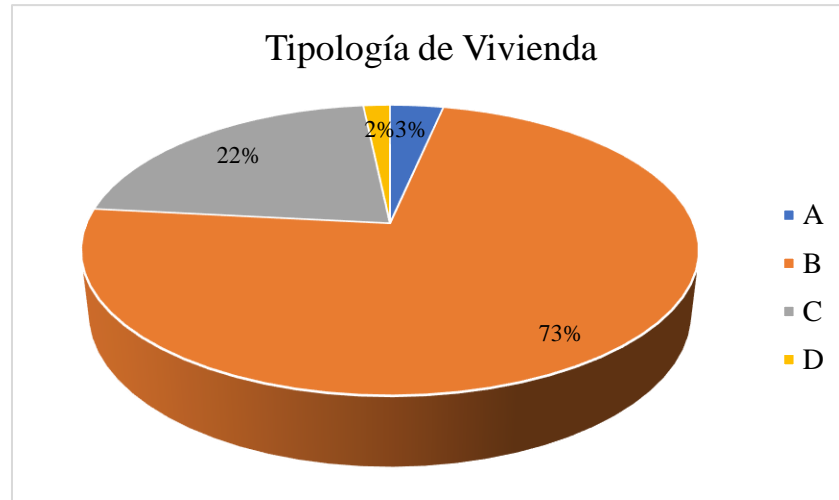
De un total de 60 viviendas encuestadas tenemos los siguientes resultados:

Tabla 14. Tipología de vivienda correspondiente al sector Aeropuerto Dos

TIPOLOGÍA	A	B	C	D	TOTAL
CANTIDAD	2	44	13	1	60
PORCENTAJE	3%	73%	22%	2%	100%

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 36. Gráfica formato pastel de tipología de vivienda del sector Dos Ríos



Realizado por: Bryan Tapia

Identificamos que el 73% de la totalidad corresponden a viviendas tipo B con condiciones socio-económicas buenas. Como segundo porcentaje predominante tenemos las viviendas de tipo C con un 22%, correspondiente a una condición económica media, y tan solo un 3% de la totalidad forman parte de los hogares con condiciones económicas muy buenas. Finalmente, como grupo minoritario tenemos las viviendas de tipo D, representado el 2% de la totalidad.

4.3.1.2. Tipo de vivienda

Debido a que los dos sectores estudiados se encuentran dentro del casco urbano, es común encontrar diferentes tipos de predios. Es por esto que se los ha clasificado tomando en consideración los siguientes aspectos: Agrupación familiar, actividad que se desarrolla y tipo de usuarios. En base a esto tenemos los siguientes tipos:

- a) Residencia unifamiliar
- b) Residencia bifamiliar
- c) Comercio
- d) Industria
- e) Educativa
- f) Municipal

- g) Gubernamental
- h) Recreacional
- i) Edificio vivienda y
- j) Edificio de oficinas

A continuación, se presenta la información obtenida in situ acerca del tipo de viviendas en el sector:

4.3.1.2.1. Aeropuerto Dos

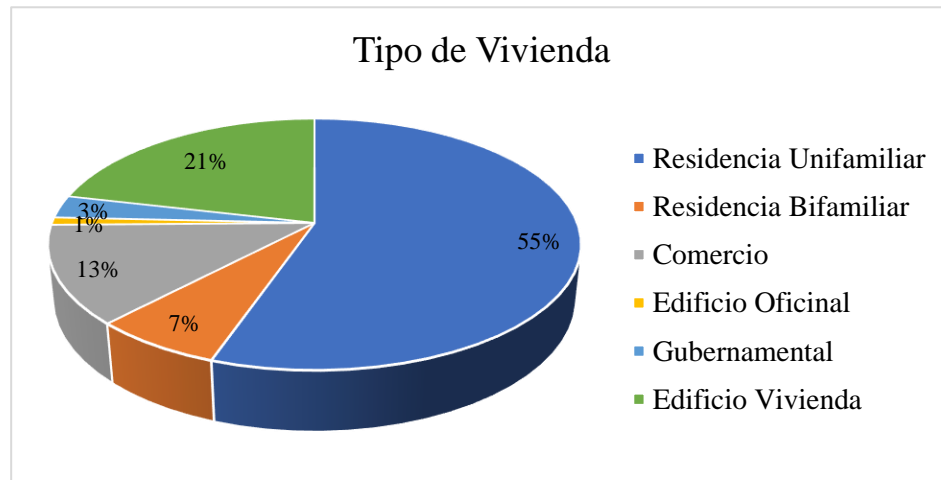
De los 103 predios encuestados tenemos:

Tabla 15. Tipo de vivienda en el sector Aeropuerto Dos

TIPO DE VIVIENDA	Residencia Unifamiliar	Residencia Bifamiliar	Comercio	Edificio Oficinal	Gubernamental	Edificio Vivienda	TOTAL
CANTIDAD	57	7	13	1	3	22	103
PORCENTAJE	55%	7%	13%	1%	3%	21%	100%

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 37. Gráfica formato pastel de tipos de vivienda en sector Aeropuerto Dos



Realizado por: Bryan Tapia

Con respecto a la Figura 37, un 55% del total de la muestra estudiada son viviendas unifamiliares, es decir, tan solo una familia reside en el hogar y el suministro de agua potable no es compartido con otras personas. En segundo lugar, de predominancia tenemos un 21% que corresponde a edificios de vivienda que utilizan un único medidor. Este tipo de vivienda consta de varios departamentos o mini departamentos destinados a arriendos, y cada uno con servicios básicos individuales. Seguido, con un 13% tenemos a

los predios destinados a comercio en donde principalmente se comercializan productos y servicios y que en su mayoría son abarrotes, restaurantes, gimnasios, lavandería de ropa y de autos. También dentro de la muestra, encontramos con un 7% a las viviendas bifamiliares, que son aquellas en las que habitan dos familias e incluso por lo observado en campo, hasta tres familias. Adicionalmente, y en menor instancia, tenemos a las instituciones gubernamentales con un 3%, que integran principalmente un subcentro de salud y casa de la cultura. Finalmente, como grupo minoritario con 1% de las viviendas estudiadas en el sector, tenemos a un edificio administrativo de capacitación en idioma extranjero.

4.3.1.2.2. Dos Ríos

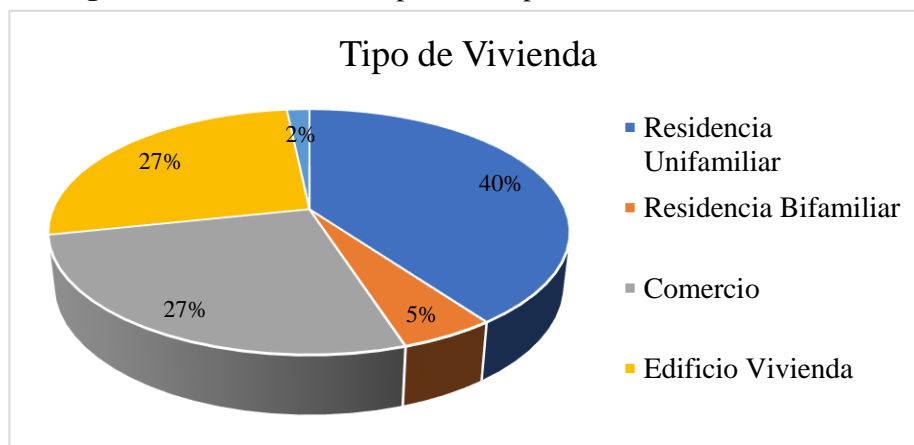
De los 60 predios encuestados tenemos:

Tabla 16. Tipo de vivienda en el sector Dos Ríos

TIPO DE VIVIENDA	Residencia Unifamiliar	Residencia Bifamiliar	Comercio	Edificio Vivienda	Gubernamental	TOTAL
CANTIDAD	24	3	16	16	1	60
PORCENTAJE	40%	5%	27%	27%	2%	100%

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 38. Gráfica formato pastel de tipos de vivienda en sector Dos Ríos



Realizado por: Bryan Tapia

De acuerdo a la Figura 38, un 40 % del total de predios encuestados corresponden a viviendas de tipo unifamiliar, por lo que se puede considerar como un tipo de vivienda típica del sector. La segunda mayor predominancia, con 27% recae en los edificios vivienda. Seguido, con 27% de concentración de este tipo tenemos a los predios

destinados a comercio. Además, con un porcentaje mucho menor a los demás se encuentran las residencias bifamiliares, ocupando un 5% del total de la muestra estudiada en el sector. Finalmente, con 2% se halla el apartado gubernamental, que lo integra una Coordinación Zonal de Salud.

4.3.1.3. Número de usuarios por vivienda

Conocer la cantidad de usuarios que habitan en cada vivienda de forma permanente es un dato de suma relevancia dentro del análisis de consumo de agua potable debido a que nos permite establecer la demanda de líquido vital requerido. Además de que cuantificar la población actual y futura es uno de los principales factores que se deben tener en consideración a la hora de plantear el diseño de redes de agua potable.

En base a la información recolectada en campo, a continuación, se presenta el número máximo, mínimo y un promedio de habitantes por vivienda:

4.3.1.3.1. Aeropuerto Dos

Analizando la Figura 39, que se presenta a continuación, tenemos que en el sector de Aeropuerto Dos, en las residencias de tipo Unifamiliar existe un número máximo de 7 personas y un mínimo de 2, obteniendo un promedio de 4.30 personas por vivienda unifamiliar. En residencias de tipo bifamiliar se determinó que existe un máximo de 12 personas y un mínimo de 5, dando como promedio 7.14 habitantes por vivienda bifamiliar. En lo que respecta a predios destinados al comercio se obtuvo que existen como máximo 8 personas y como mínimo 1, resultando un promedio de 4.50 personas por unidad comercial.

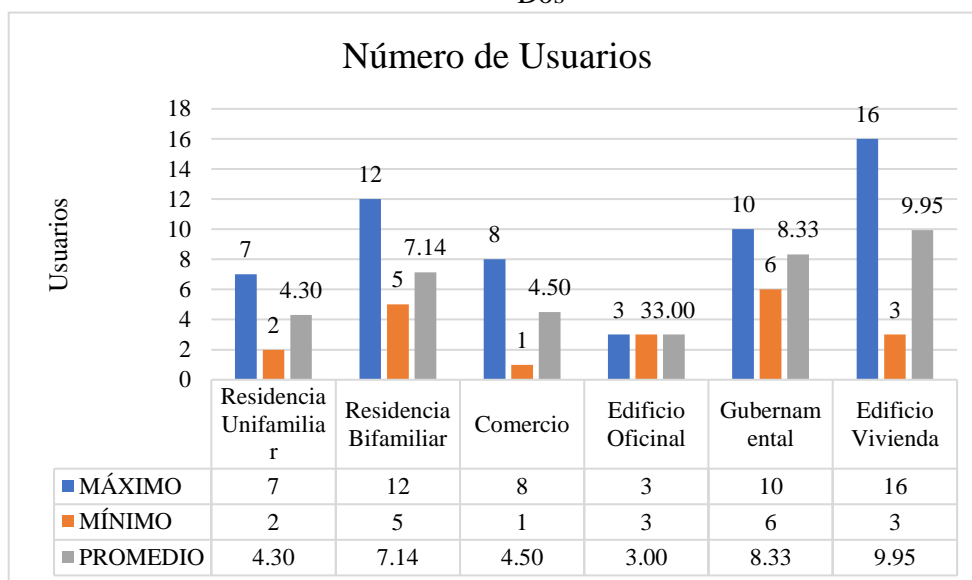
Para los edificios destinados a oficinas en el sector, se obtuvo los siguientes resultados: un máximo de 3 personas habitando y del mismo modo 3 personas como mínimo, obteniendo un promedio de 3. En instituciones gubernamentales, los resultados son 10 personas como máximo, y mínimo 6 habitantes. Finalmente, en los edificios vivienda se determinó que como valor máximo habitan 16 personas, y por el contrario, el mínimo de residentes son 3 personas, obteniendo un promedio de 9.95 personas en este tipo de predios.

Tabla 17. Número de usuarios sector Aeropuerto Dos

TIPO	Residencia Unifamiliar	Residencia Bifamiliar	Comercio	Edificio Oficial	Gubernamental	Edificio Vivienda
MÁXIMO	7	12	8	3	10	16
MÍNIMO	2	5	1	3	6	3
PROMEDIO	4.30	7.14	4.50	3.00	8.33	9.95

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 39. Gráfico formato diagrama de barras de número de usuarios sector Aeropuerto Dos



Realizado por: Bryan Tapia

4.3.1.3.2. Dos Ríos

De acuerdo a la Figura 40, que se muestra a continuación, se determinó que existe un máximo de 9 personas y un mínimo de 3 en viviendas de tipo unifamiliar, con un promedio de 4.61 habitantes en este tipo de predio. En cuanto a residencias de tipo Bifamiliar, tenemos que habitan un máximo 15 de personas y un mínimo de 5, resultando en promedio 8.67 habitantes por residencia Bifamiliar.

El número máximo de habitantes en predios destinados al comercio, es de 30, mientras que el valor mínimo es de 2 personas, obteniendo como promedio 5.82 personas en este tipo de residencia. Con respecto a edificios para vivienda, se obtuvieron los siguientes resultados: máximo 25 habitantes, mínimo 3 y un valor promedio de 9.69 personas haciendo uso permanente de este tipo de edificios. Finalmente, dentro las construcciones

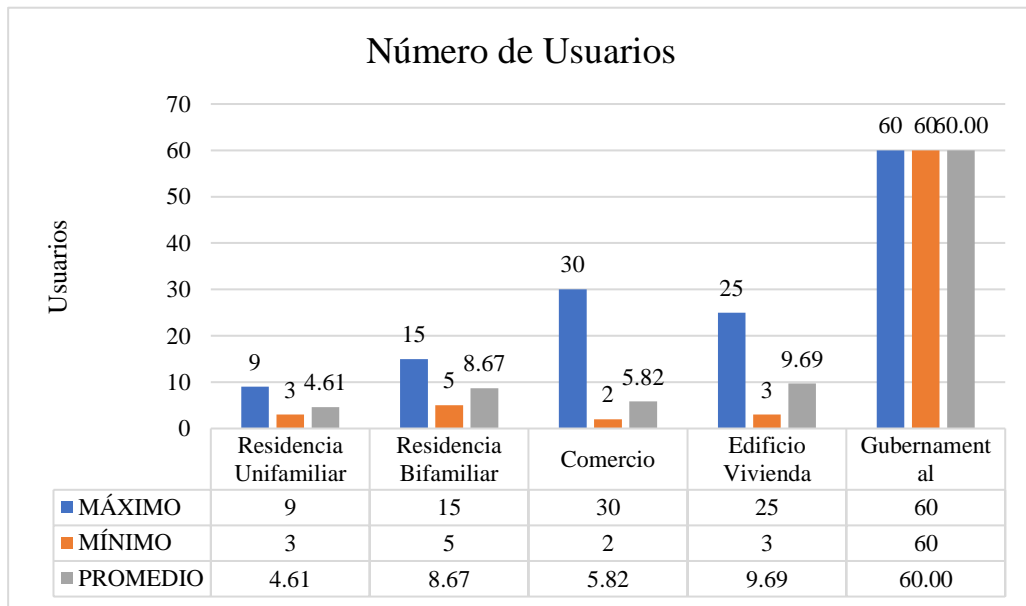
civiles identificadas en el sector destinadas a albergar personas, tenemos las instituciones gubernamentales, en donde actualmente existe una única institución, por lo cual los valores obtenidos deberán ser tomados con discreción, ya que, tanto el número máximo, el mínimo y el promedio de personas son los mismos, siendo este 60, que representan al número aproximado de trabajadores en la institución.

Tabla 18. Número de usuarios sector Dos Ríos

TIPO	Residencia Unifamiliar	Residencia Bifamiliar	Comercio	Edificio Vivienda	Gubernamental
MÁXIMO	9	15	30	25	60
MÍNIMO	3	5	2	3	60
PROMEDIO	4.61	8.67	5.82	9.69	60.00

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 40. Gráfico formato diagrama de barras de número de usuarios sector Dos Ríos



Realizado por: Bryan Tapia

4.3.1.4. Número de unidades sanitarias

Parte importante del presente estudio es determinar el número de unidades sanitarias y correlacionar los valores obtenidos con los tipos de viviendas, esto nos permite conocer cuál es la configuración típica de aparatos sanitarios. Además, de estimar cual la cantidad

máxima y mínima de unidades, así como también el valor promedio respectivo para cada tipo de vivienda.

Seguidamente se expone la información tabulada obtenida en campo, acerca de la cantidad de unidades sanitarias por vivienda:

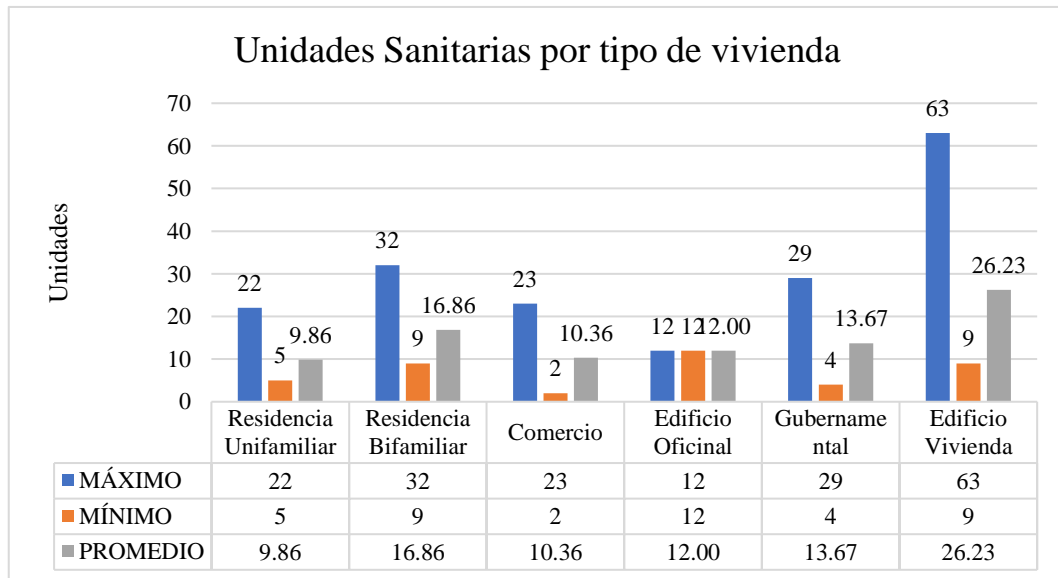
4.3.1.4.1. Aeropuerto Dos

Tabla 19. Número de unidades sanitarias por tipo de predio en Aeropuerto Dos

TIPO	Residencia Unifamiliar	Residencia Bifamiliar	Comercio	Edificio Oficial	Gubernamental	Edificio Vivienda
MÁXIMO	22	32	23	12	29	63
MÍNIMO	5	9	2	12	4	9
PROMEDIO	9.98	16.83	10.36	12.00	13.67	26.23

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 41. Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias por tipo de vivienda en sector Aeropuerto Dos



Realizado por: Bryan Tapia

Tabulados los datos recopilados en campo, como se muestra en la figura 41, se determinó que el número máximo de unidades sanitarias para residencias unifamiliares es de 22 unidades, 5 unidades como mínimo y un valor promedio de 9.98, es decir aproximadamente 10 unidades en uso para este tipo de vivienda. En residencias de tipo

Bifamiliar se obtuvieron los siguientes resultados: un valor máximo de 32 unidades sanitarias, un mínimo de 9 y en promedio 16.83, en otras palabras, aproximadamente 17 unidades sanitarias por residencia bifamiliar.

En lo que respecta a predios destinados al comercio, tenemos que existen como máximo 23 aparatos sanitarios, mínimo 2 unidades, y en promedio 10.36, que en términos generales representa 10 unidades sanitarias apropiadamente. Dentro la zona de estudio también tenemos un único edificio privado destinado a oficinas, por lo cual los resultados obtenidos se deberán tomar de manera referencial y con discreción, ya que tanto los valores máximos, mínimo y promedio serán los mismos, resultando 12 unidades sanitarias para este tipo de construcción civil.

Se determinó, además, que el número máximo de unidades sanitarias para instituciones gubernamentales en el sector es de 29, y un valor mínimo de 4, dando como promedio 13.67, es decir, que aproximadamente existen 14 unidades sanitarias por institución gubernamental. Finalmente se determinó que, para predios destinados a edificios de vivienda, el número máximo de unidades sanitarias es de 63, y un valor mínimo de 9, resultando un promedio de 26.23 aparatos sanitarios, en otras palabras, existen 26 unidades sanitarias funcionales en promedio en edificios destinados a vivienda únicamente.

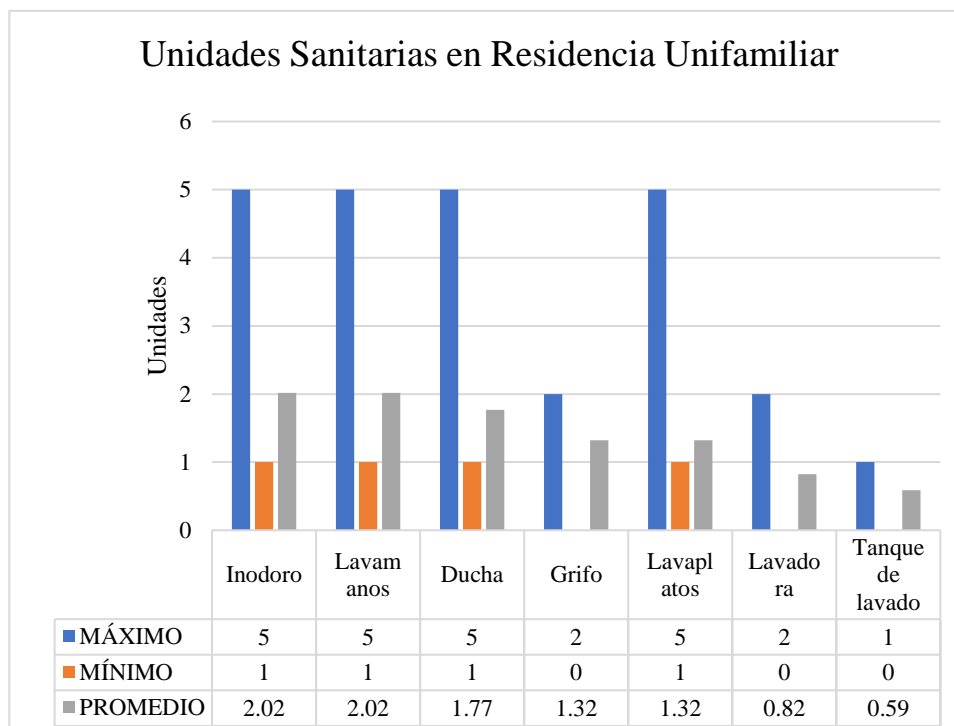
Adicionalmente, se ha establecido el valor máximo, mínimo y promedio de unidades sanitarias de acuerdo a su tipo para predios de uso residencial (unifamiliar y bifamiliar), Comercial, Oficinal, Gubernamental y Edificios destinados a vivienda.

Tabla 20. Número de unidades sanitarias en Residencia Unifamiliar

TIPO	Inodoro	Lavamanos	Ducha	Grifo	Lavaplatos	Lavadora	Tanque de lavado
MÁXIMO	5	5	5	2	5	2	1
MÍNIMO	1	1	1	0	1	0	0
PROMEDIO	2.02	2.02	1.77	1.32	1.32	0.82	0.59

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 42. Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en residencia Unifamiliar sector Aeropuerto Dos



Realizado por: Bryan Tapia

Como se observa en la figura 42, en viviendas de uso unifamiliar tenemos los siguientes valores máximo, mínimo y promedio para cada tipo de unidad sanitaria: Tanto para Inodoro y lavamanos los resultados son similares (valor máximo 5, mínimo 1, y promedio de 2.02), Ducha (valor máximo 5, mínimo 1, y promedio de 1.77), Grifo (valor máximo 2, mínimo 0, y promedio de 1.32), Lavaplatos (valor máximo 5, mínimo 1, y promedio de 1.32), Lavadora (valor máximo 2, mínimo 0, y promedio de 0.82), Tanque de lavado (valor máximo 1, mínimo 0, y promedio de 0.59).

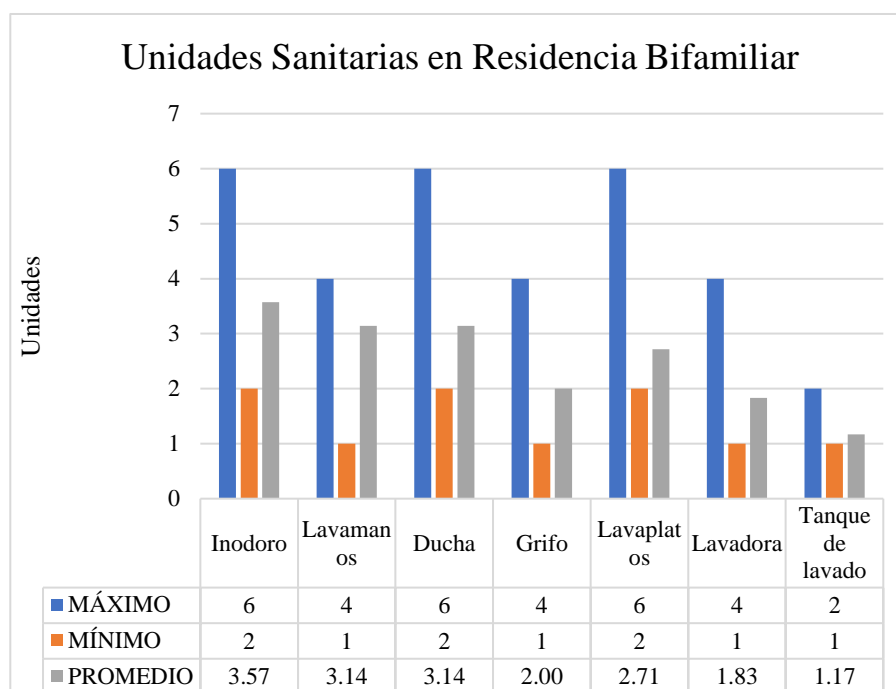
Por consiguiente, podemos establecer que en el sector estudiado la configuración típica de aparatos sanitarios para una residencia Unifamiliar es: 2 Inodoros, 2 Lavamanos, 2 Duchas, 1 Grifo de agua, 1 Lavaplatos, 1 Lavadora y 1 Tanque de lavado.

Tabla 21. Número de unidades sanitarias en Residencia Bifamiliar

TIPO	Inodoro	Lavamanos	Ducha	Grifo	Lavaplatos	Lavadora	Tanque de lavado
MÁXIMO	6	4	6	4	6	4	2
MÍNIMO	2	1	2	1	2	1	1
PROMEDIO	3.57	3.14	3.14	2.00	2.71	1.83	1.17

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 43. Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en residencia Bifamiliar sector Aeropuerto Dos



Realizado por: Bryan Tapia

En base a la gráfica 43, en viviendas de uso Bifamiliar tenemos los siguientes valores máximo, mínimo y promedio para cada tipo de unidad sanitaria: para Inodoro (valor máximo 6, mínimo 2, y promedio de 3.57), lavamanos (valor máximo 4, mínimo 1, y promedio de 3.14) Ducha (valor máximo 6, mínimo 2, y promedio de 3.14), Grifo (valor máximo 4, mínimo 1, y promedio de 2.00), Lavaplatos (valor máximo 6, mínimo 2, y promedio de 2.71), Lavadora (valor máximo 4, mínimo 1, y promedio de 1.83), Tanque de lavado (valor máximo 2, mínimo 1, y promedio de 1.17).

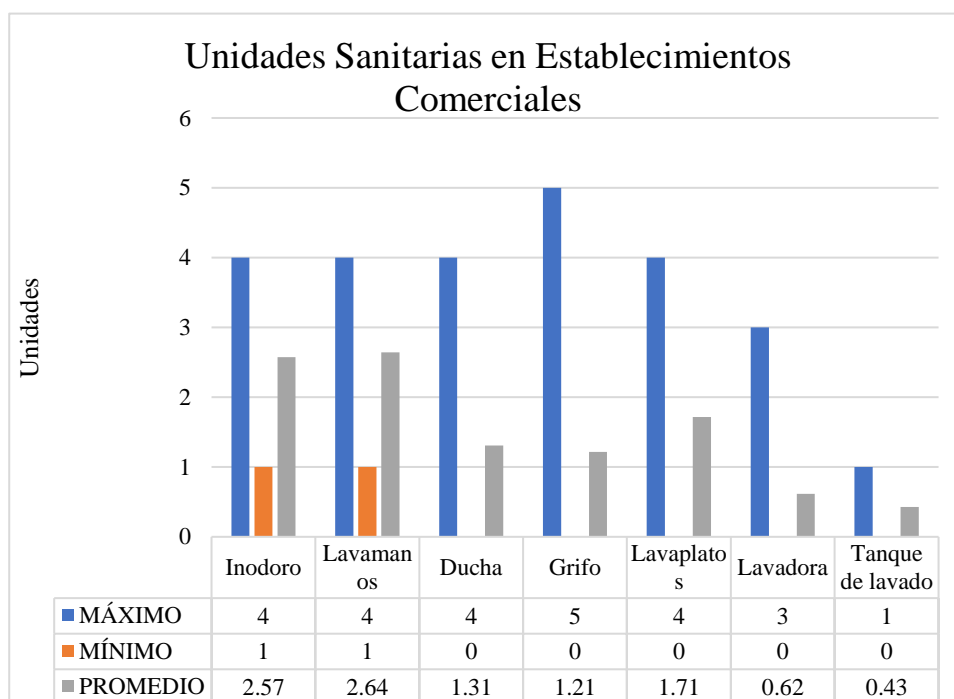
Recapitulando, tenemos que la configuración típica de unidades sanitarias para una residencia bifamiliar es: 4 Inodoros, 3 Lavamanos, 3 Duchas, 2 Grifos, 3 Lavaplatos, 2 Lavadoras y 1 Tanque de lavado.

Tabla 22. Número de unidades sanitarias en predio Comercial

TIPO	Inodoro	Lavamanos	Ducha	Grifo	Lavaplatos	Lavadora	Tanque de lavado
MÁXIMO	4	4	4	5	4	3	1
MÍNIMO	1	1	0	0	0	0	0
PROMEDIO	2.57	2.64	1.31	1.21	1.71	0.62	0.43

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 44. Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en predio Comercial sector Aeropuerto Dos



Realizado por: Bryan Tapia

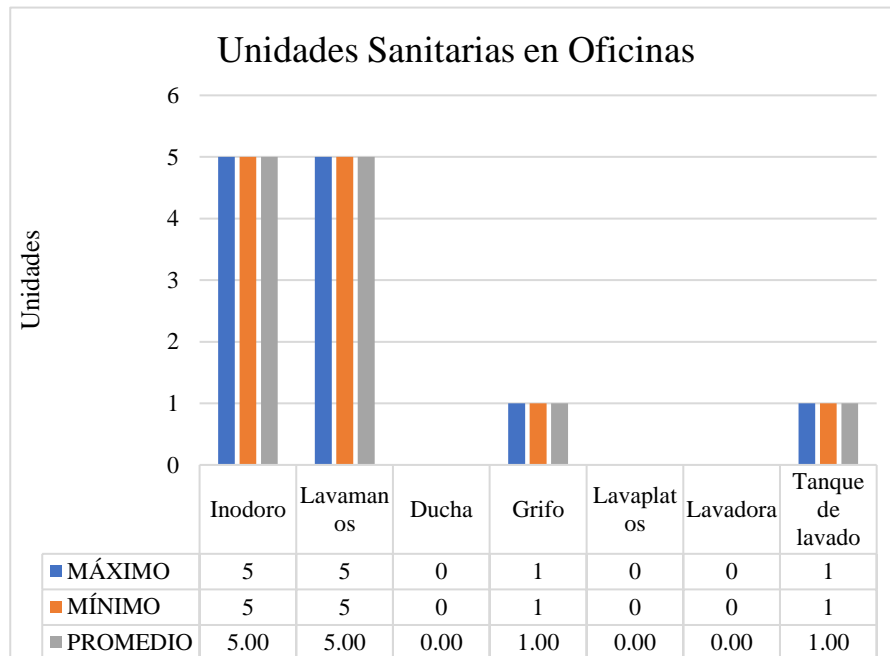
En base a los datos obtenidos in situ, y de acuerdo a la gráfica 44, tenemos que para predios comerciales los valores máximos, mínimos y promedio de unidades por cada tipo de aparato sanitario son: para Inodoro (valor máximo 4, mínimo 1, y promedio de 2.57), lavamanos (valor máximo 4, mínimo 1, y promedio de 2.64) Ducha (valor máximo 4, mínimo 0, y promedio de 1.31), Grifo (valor máximo 5, mínimo 0, y promedio de 1.21), Lavaplatos (valor máximo 4, mínimo 0, y promedio de 1.71), Lavadora (valor máximo 3, mínimo 0, y promedio de 0.62), Tanque de lavado (valor máximo 1, mínimo 0, y promedio de 0.43).

Recopilando lo anteriormente enunciado tenemos que, los aparatos sanitarios que comúnmente se encuentran instalados en un establecimiento comercial son: 3 Inodoros, 3 Lavamanos, 1 Ducha, 1 Grifo, 2 Lavaplatos y 1 Lavadora.

Tabla 23. Número de unidades sanitarias en Edificios destinados a Oficinas

TIPO	Inodoro	Lavamanos	Ducha	Grifo	Lavaplatos	Lavadora	Tanque de lavado
MÁXIMO	5	5	0	1	0	0	1
MÍNIMO	5	5	0	1	0	0	1
PROMEDIO	5.00	5.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00

Figura 45. Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en Edificio Oficinal sector Aeropuerto Dos



Realizado por: Bryan Tapia

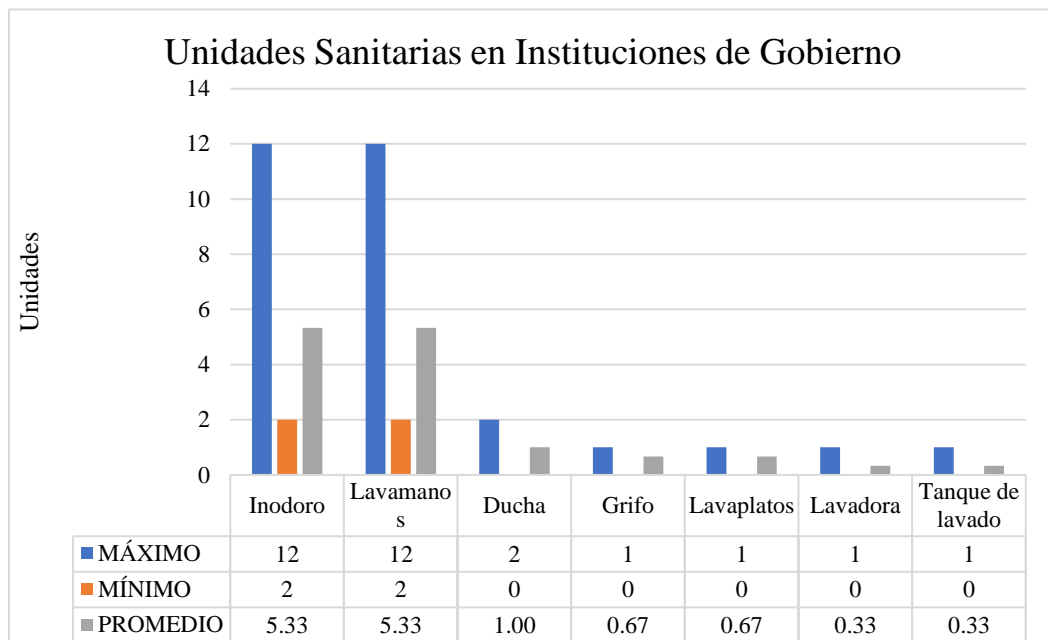
En base a la Figura 45, en edificios destinados a oficinas tenemos un caso particular, y es que en esta zona de estudio únicamente existe un edificio destinado a oficinas, entonces tendremos que los valores máximos, mínimo y promedio para cada tipo de unidad sanitaria serán los mismos, teniendo: 5 Inodoros, 5 Lavamanos, 1 Grifo y 1 Tanque de lavado.

Tabla 24. Número de unidades sanitarias en instituciones de gobierno

TIPO	Inodoro	Lavamanos	Ducha	Grifo	Lavaplatos	Lavadora	Tanque de lavado
MÁXIMO	12	12	2	1	1	1	1
MÍNIMO	2	2	0	0	0	0	0
PROMEDIO	5.33	5.33	1.00	0.67	0.67	0.33	0.33

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 46. Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en instituciones gubernamentales



Realizado por: Bryan Tapia

Como se puede apreciar en la figura 46, tenemos que para predios gubernamentales los valores máximos, mínimos y promedio de unidades por cada tipo de aparato sanitario son: tanto en Inodoro como en lavamanos (valor máximo 12, mínimo 2, y promedio de 5.33), Ducha (valor máximo 2, mínimo 0, y promedio de 1.00), tanto en Grifo como en lavaplatos (valor máximo 1, mínimo 0, y promedio de 0.67), finalmente mismos resultados para Lavadora y tanque de lavado (valor máximo 1, mínimo 0, y promedio de 0.33).

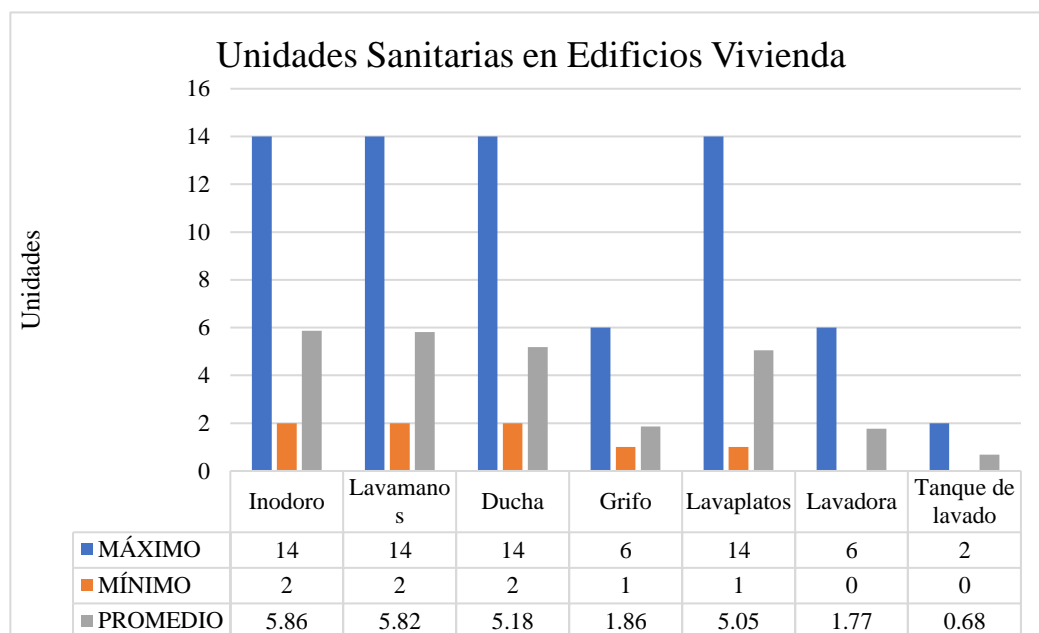
En resumen, tenemos que la conformación típica de aparatos sanitarios en instituciones de índole gubernamental en la zona es: 5 Inodoros, 5 Lavamanos, 1 Ducha, 1 Grifo y 1 Lavaplatos.

Tabla 25. Número de unidades sanitarias en Edificios destinados a vivienda

TIPO	Inodoro	Lavamanos	Ducha	Grifo	Lavaplatos	Lavadora	Tanque de lavado
MÁXIMO	14	14	14	6	14	6	2
MÍNIMO	2	2	2	1	1	0	0
PROMEDIO	5.86	5.82	5.18	1.86	5.05	1.77	0.68

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 47. Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en Edificios destinados a vivienda



Realizado por: Bryan Tapia

Como se visualiza en la Figura 47, en edificios destinados a vivienda tenemos los siguientes valores máximo, mínimo y promedio para cada tipo de unidad sanitaria: para Inodoro (valor máximo 14, mínimo 2, y promedio de 5.86), lavamanos (valor máximo 14, mínimo 2, y promedio de 5.82), Ducha (valor máximo 14, mínimo 2, y promedio de 5.18), Grifo (valor máximo 6, mínimo 1, y promedio de 1.86), Lavaplatos (valor máximo 14, mínimo 1, y promedio de 5.05), Lavadora (valor máximo 6, mínimo 0, y promedio de 1.77), Tanque de lavado (valor máximo 2, mínimo 0, y promedio de 0.68).

En síntesis, se tiene que la configuración típica para edificios destinados únicamente a vivienda en el sector estudiado es: 6 Inodoros, 6 Lavamanos, 5 Duchas, 2 Grifos, 5 Lavaplatos, 2 Lavadoras y 1 Tanque de lavado.

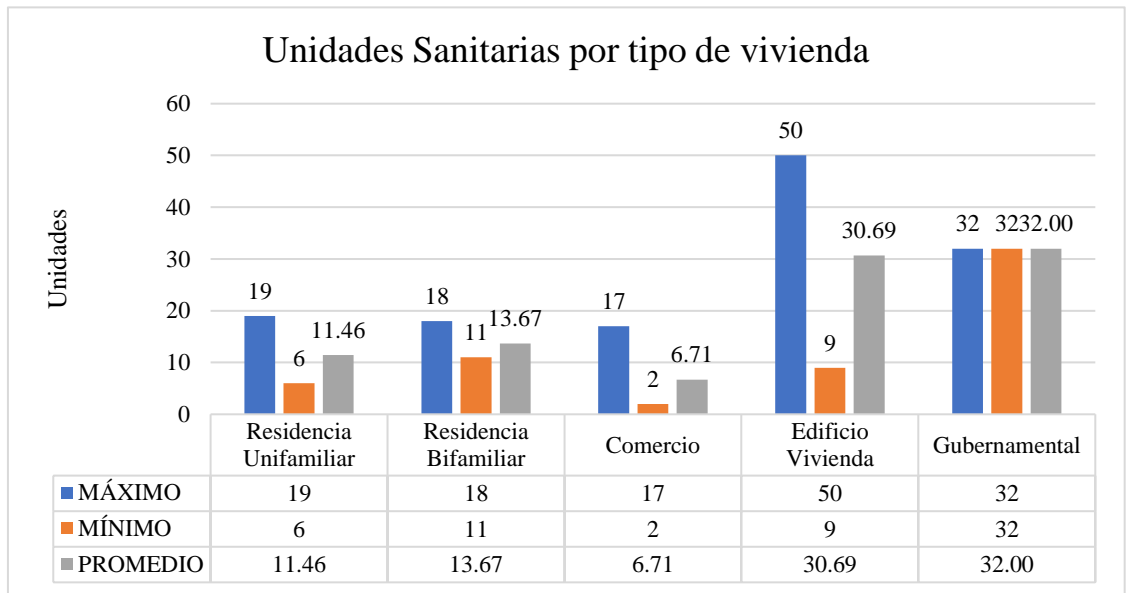
4.3.1.4.2. Dos Ríos

Tabla 26. Número de unidades sanitarias por tipo de predio en Dos Ríos

TIPO	Residencia Unifamiliar	Residencia Bifamiliar	Comercio	Edificio Vivienda	Gubernamental
MÁXIMO	19	18	17	50	32
MÍNIMO	6	11	2	9	32
PROMEDIO	11.46	13.67	6.71	30.69	32.00

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 48. Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias por tipo de vivienda en sector Dos Ríos



Realizado por: Bryan Tapia

Recopilados los datos y una vez procesados, se obtiene la figura 48, mediante la cual se determinó que el número máximo de unidades sanitarias para residencias unifamiliares es de 19, el valor mínimo es de 6, resultando en promedio 11.46, es decir, aproximadamente 11 unidades sanitarias para este tipo de predio. En viviendas bifamiliares, el número máximo de aparatos sanitarios es de 18, mientras que el valor menor es de 11, obtenido como promedio 13.67, que, en términos generales, representa 14 unidades sanitarias por residencia bifamiliar. También, tenemos que, para las residencias comerciales dedicadas a la venta de un producto o servicio, el número máximo de unidades sanitarias es de 17, el mínimo de 2, con un promedio de 6.71, representando aproximadamente 7 unidades sanitarias por predio comercial.

Con respecto a los edificios enfocados a la vivienda se determinó que el valor máximo de unidades sanitarias es de 50, mientras que el mínimo es de 9, fruto de esto, el promedio calculado es de 30.69, alrededor de 31 unidades sanitarias funcionales para este tipo de predios. Finalmente, en las instituciones gubernamentales presentes en el sector, los valores máximos, mínimo y promedio son los mismos debido a que existe únicamente una institución de gobierno, y cuyo valor es de 32 unidades sanitarias.

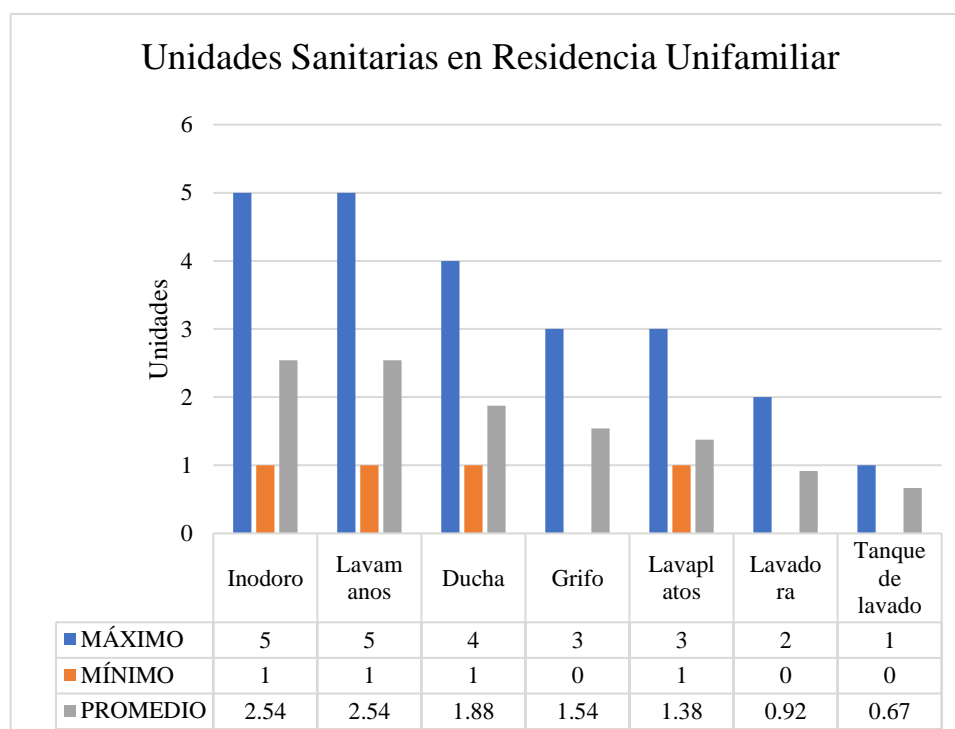
En complemento, se determinó el valor máximo, mínimo y promedio de unidades sanitarias de acuerdo a su tipo para predios de uso residencial (unifamiliar y bifamiliar), Comercial, Edificios vivienda, e instituciones de índole gubernamental existente en la zona de estudio.

Tabla 27. Número de unidades sanitarias en Residencia Unifamiliar

TIPO	Inodoro	Lavamanos	Ducha	Grifo	Lavaplatos	Lavadora	Tanque de lavado
MÁXIMO	5	5	4	3	3	2	1
MÍNIMO	1	1	1	0	1	0	0
PROMEDIO	2.54	2.54	1.88	1.54	1.38	0.92	0.67

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 49. Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en Residencia Unifamiliar



Realizado por: Bryan Tapia

Como se visualiza en la figura 49, en residencias unifamiliares tenemos los siguientes valores máximo, mínimo y promedio para cada tipo de unidad sanitaria: tanto para Inodoro y lavamanos los resultados son similares (valor máximo 5, mínimo 1 y un promedio de 2.54), Ducha (máximo 4, mínimo 1 y promedio de 1.88), Grifo (máximo 3, mínimo 0 y promedio de 1.54), Lavaplatos (máximo 3, mínimo 1 y promedio de 1.38), Lavadora (máximo 2, mínimo 0 y promedio de 0.92) y tanque de lavado (máximo 1, mínimo 0 y promedio de 0.67)

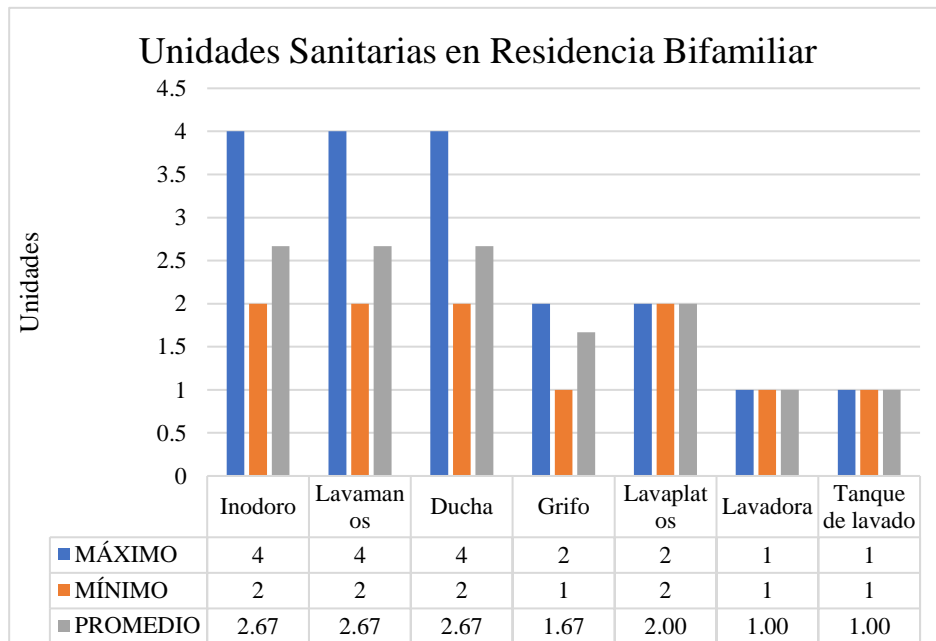
Por consiguiente, tenemos que la configuración habitual de aparatos sanitarios en residencias unifamiliares es: 3 Inodoros, 3 Lavamanos, 2 Ducha, 2 Grifos, 1 Lavaplatos, 1 Lavadora y 1 Tanque de lavado.

Tabla 28. Número de unidades sanitarias en Residencia Bifamiliar

TIPO	Inodoro	Lavamanos	Ducha	Grifo	Lavaplatos	Lavadora	Tanque de lavado
MÁXIMO	4	4	4	2	2	1	1
MÍNIMO	2	2	2	1	2	1	1
PROMEDIO	2.67	2.67	2.67	1.67	2.00	1.00	1.00

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 50. Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en Residencia Bifamiliar



Realizado por: Bryan Tapia

Como se aprecia en la figura 50, en residencias Bifamiliares tenemos los siguientes valores máximo, mínimo y promedio para cada tipo de unidad sanitaria: tanto para Inodoro, lavamanos y ducha los resultados son similares (valor máximo 4, mínimo 2 y un promedio de 2.67), Grifo (máximo 2, mínimo 1 y promedio de 1.67), Lavaplatos (máximo 2, mínimo 2 y promedio de 2), y del mismo modo Lavadora y tanque de lavado comparten los mismos valores (máximo 1, mínimo 1 y promedio de 1).

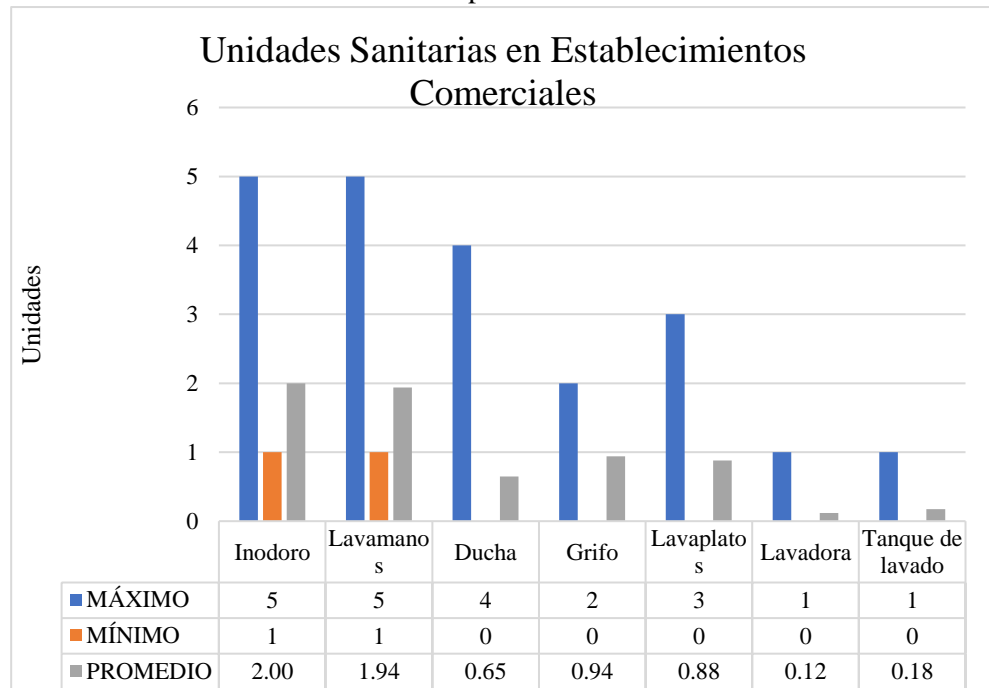
Recapitulando, tenemos que una vivienda de tipo bifamiliar en el sector estudiado cuenta con la siguiente conformación típica de unidades sanitarias: 3 Inodoros, 3 Lavamanos, 3 Ducha, 2 Grifos, 2 Lavaplatos, 1 Lavadora y 1 Tanque de lavado.

Tabla 29. Número de unidades sanitarias en predio de tipo Comercial

TIPO	Inodoro	Lavamanos	Ducha	Grifo	Lavaplatos	Lavadora	Tanque de lavado
MÁXIMO	5	5	4	2	3	1	1
MÍNIMO	1	1	0	0	0	0	0
PROMEDIO	2.00	1.94	0.65	0.94	0.88	0.12	0.18

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 51. Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en predio de tipo Comercial



Realizado por: Bryan Tapia

En base a la figura 51, generada a partir de datos recopilados en campo, se determinó que en establecimientos comerciales tenemos los siguientes valores máximo, mínimo y promedio para cada tipo de unidad sanitaria: Inodoro (valor máximo 5, mínimo 1 y un promedio de 2.00), lavamanos (valor máximo 5, mínimo 1 y un promedio de 1.94), Ducha (valor máximo 4, mínimo 0 y un promedio de 0.65), Grifo (máximo 2, mínimo 0 y promedio de 0.94), Lavaplatos (máximo 3, mínimo 0 y promedio de 0.88), Lavadora

(máximo 1, mínimo 0 y promedio de 0.12), tanque de lavado (valor máximo 1, mínimo 0 y un promedio de 0.18)

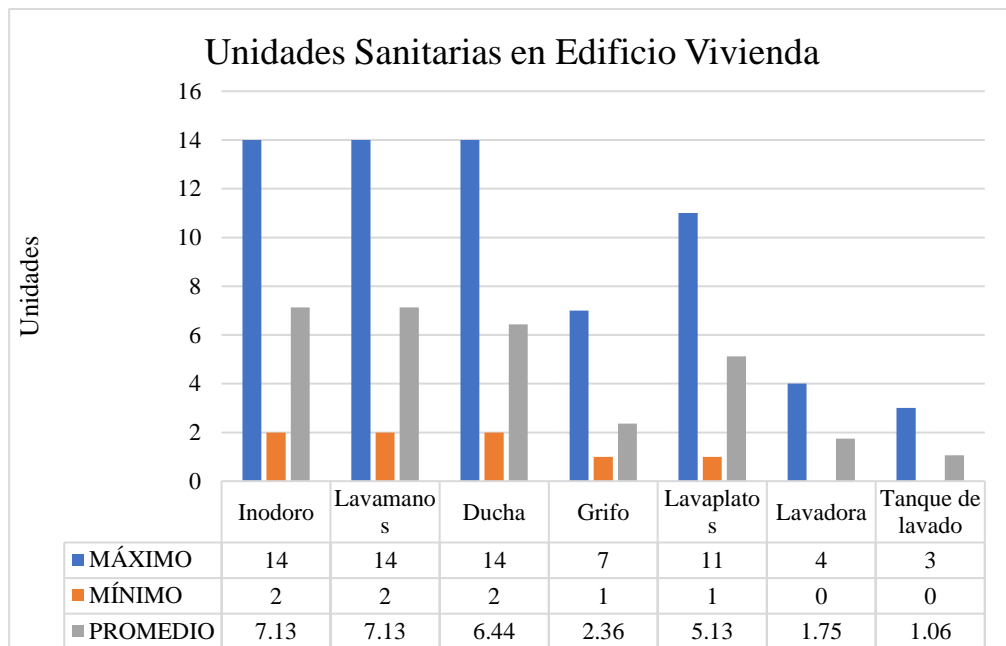
En síntesis, determinamos que un predio comercial en el sector analizado generalmente está conformado por: 2 Inodoros, 2 Lavamanos, 1 Duchas, 1 Grifos y 1 Lavaplatos.

Tabla 30. Número de unidades sanitarias en predio de tipo Edificio vivienda

TIPO	Inodoro	Lavamanos	Ducha	Grifo	Lavaplatos	Lavadora	Tanque de lavado
MÁXIMO	14	14	14	7	11	4	3
MÍNIMO	2	2	2	1	1	0	0
PROMEDIO	7.13	7.13	6.44	2.36	5.13	1.75	1.06

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 52. Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en Edificio destinado a vivienda.



Realizado por: Bryan Tapia

Visualizando la figura 52, se puede establecer que en edificios destinados a vivienda tenemos los siguientes valores máximo, mínimo y promedio para cada tipo de unidad sanitaria: Tanto para Inodoro y lavamanos (valor máximo 14, mínimo 2 y un promedio de 7.13), Ducha (valor máximo 14, mínimo 2 y un promedio de 6.44), Grifo (máximo 7, mínimo 1 y promedio de 2.36), Lavaplatos (máximo 11, mínimo 1 y promedio de 5.13),

Lavadora (máximo 4, mínimo 0 y promedio de 1.75), tanque de lavado (valor máximo 3, mínimo 0 y un promedio de 1.06)

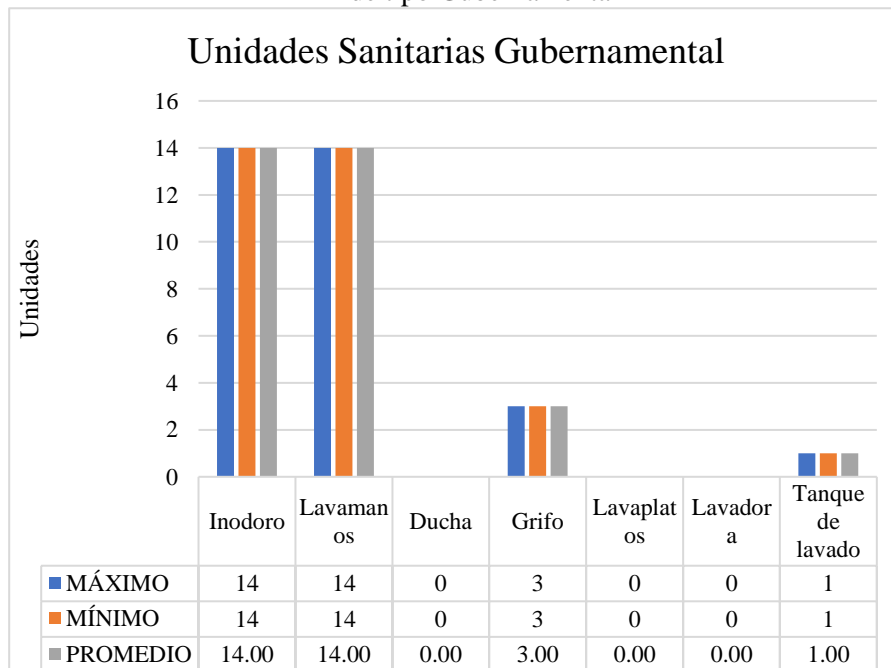
Resumiendo, tenemos que para un edificio destinado únicamente a vivienda comúnmente está conformado por: 7 Inodoros, 7 Lavamanos, 6 Duchas, 2 Grifos, 5 Lavaplatos, 2 Lavadoras y 1 Tanque de lavado.

Tabla 31. Número de unidades sanitarias en predios de tipo Gubernamental

TIPO	Inodoro	Lavamanos	Ducha	Grifo	Lavaplatos	Lavadora	Tanque de lavado
MÁXIMO	14	14	0	3	0	0	1
MÍNIMO	14	14	0	3	0	0	1
PROMEDIO	14.00	14.00	0.00	3.00	0.00	0.00	1.00

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 53. Gráfico formato diagrama de barras de número de unidades sanitarias en predio de tipo Gubernamental



Realizado por: Bryan Tapia

Como se aprecia la figura 53, debido a que en la zona existe únicamente una institución de este tipo, los valores: máximo, mínimo y promedio para cada tipo de unidad sanitaria serán los mismos. Entonces tenemos que para una institución de índole gubernamental generalmente encontramos: 14 Inodoros, 14 Lavamanos, 3 Grifos y 1 Tanque de lavado.

4.3.1.5. Identificación de problemas

Por medio del levantamiento de datos en campo se ha podido identificar tres principales problemáticas con respecto al servicio de agua potable en los dos sectores estudiados: Fugas, pérdidas y uso inapropiado del servicio.

Las fugas y pérdidas consisten en la salida de agua no controlada en cualquiera de los componentes del sistema de distribución de agua potable en el predio, y que con frecuencia ocurren en uniones de tuberías, codos, roturas de conductos, válvulas, esto puede deberse a una deficiente instalación, mala calidad de materiales utilizados o por el desgaste propio de los materiales con el tiempo.

El uso inadecuado de agua se presenta de varias formas, la más común cuando el suministro de agua en el predio es destinado a otros usos que no fueron previstos inicialmente, como por ejemplo crianza de animales o actividades comerciales, y de igual manera se suman los malos hábitos de consumo por parte de los usuarios al realizar sus actividades cotidianas.

A continuación, se detallada todo lo anteriormente mencionado referente a los problemas identificados con respecto al suministro de agua, en donde se encuentran tabulados y representados en formato diagrama de barras los resultados de las encuestas.

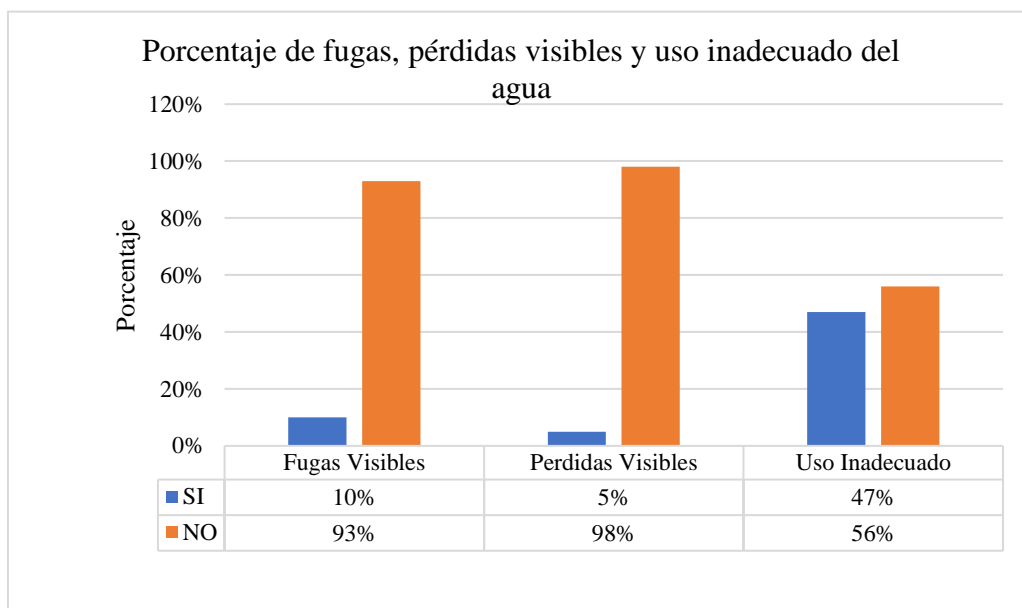
4.3.1.5.1. Aeropuerto Dos

Tabla 32. Identificación de problemas en el sector Aeropuerto Dos respecto al servicio de agua potable

TIPO	Fugas Visibles	Perdidas Visibles	Uso Inadecuado
SI	10%	5%	47%
NO	93%	98%	56%

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 54. Gráfico formato diagrama de barras de problemas respecto al servicio de agua potable



Realizado por: Bryan Tapia

De acuerdo a la Figura 54, se puede evidenciar que, del total de predios estudiados, casi en su mayoría no experimentan problemas con respecto a fugas y pérdidas visibles de agua. Esto tiene su razón debido a que al momento que se suscita alguna novedad con el sistema de distribución de agua intradomiciliario, los jefes de hogar, inquilinos y arrendatarios dan solución de manera inmediata o su vez notifican a los respectivos encargados o propietarios. En contra parte, es notable que el uso inadecuado de agua presenta un valor elevado, debido a que los mismos usuarios han manifestado que usan mayor cantidad de agua que la necesaria para realizar sus actividades comunes, como ducharse, cepillarse los dientes, lavar los platos, ropa y sus vehículos. En algunos casos también, ha existido el olvido de llaves o grifos de agua abiertas por la presencia de niños pequeños.

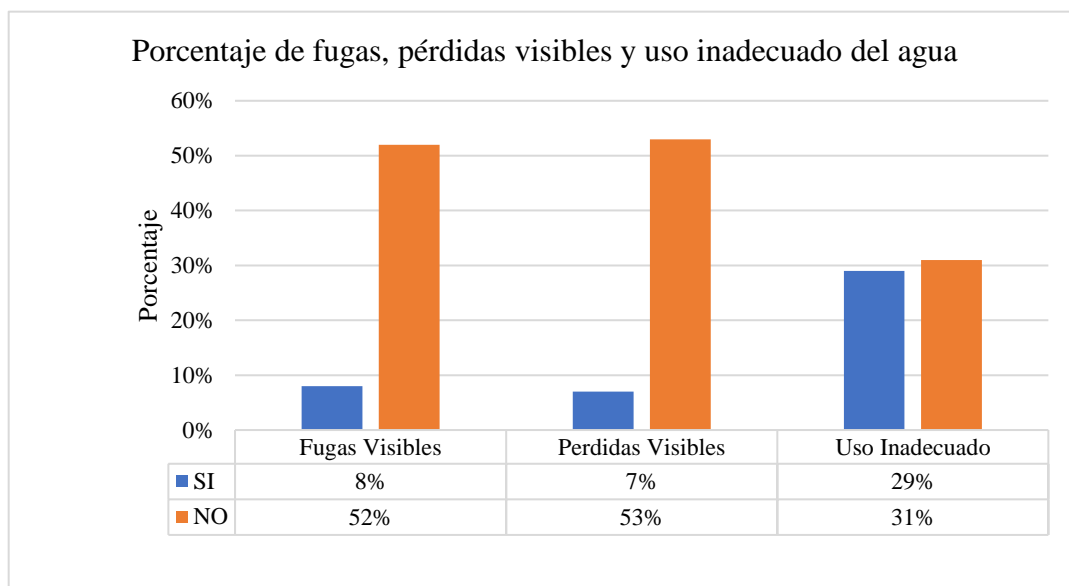
4.3.1.5.2. Dos Ríos

Tabla 33. Identificación de problemas en el sector Dos Ríos respecto al servicio de agua potable

TIPO	Fugas Visibles	Perdidas Visibles	Uso Inadecuado
SI	8%	7%	29%
NO	52%	53%	31%

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 55. Gráfico formato diagrama de barras de problemas respecto al servicio de agua potable



Realizado por: Bryan Tapia

Analizado la Figura 55 de resultados, se determina que el sector de Dos Ríos, las fugas y pérdidas no representan un problema relevante en el sistema de distribución en los predios, puesto que los porcentajes de existencia para pérdidas y fugas son 8% y 7% respectivamente. Sin embargo, el porcentaje de uso inadecuado de líquido vital tiene un valor de 29%, evidenciándose que existe desperdicio.

4.3.1.6. Nivel de servicio

4.3.1.6.1. Dotación de agua en el sector

Con el propósito de determinar la calidad de la dotación de agua en los predios estudiados de cada sector, se establecieron dos criterios estimativos, el primero de dotación permanente indicando que no existen interrupciones frecuentes y el segundo de dotación esporádica el cual denota que existe intermitencia recurrente en el servicio.

Seguidamente se detalla la información recopilada y tabulada en las zonas analizadas referente a la calidad de dotación de agua potable.

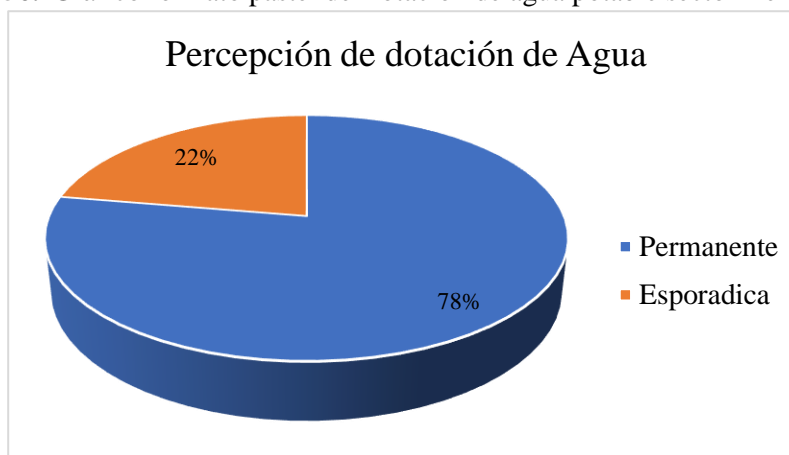
4.3.1.6.1.1. Aeropuerto Dos

Tabla 34. Percepción de dotación de agua potable sector Aeropuerto Dos

DOTACIÓN DE AGUA	Permanente	Esporádica
CANTIDAD	80	23
PORCENTAJE	78%	22%

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 56. Gráfico formato pastel de Dotación de agua potable sector Aeropuerto Dos



Realizado por: Bryan Tapia

Cómo se observa en la figura 56, se determinó que el 78% del total de los predios encuestados consideran que la dotación de agua potable es permanente, mientras que un 22% asevera que la dotación presenta intermitencias o no es constante. Por lo cual, en síntesis, se puede afirmar que la gran mayoría del sector Aeropuerto Dos goza de dotación de agua permanente.

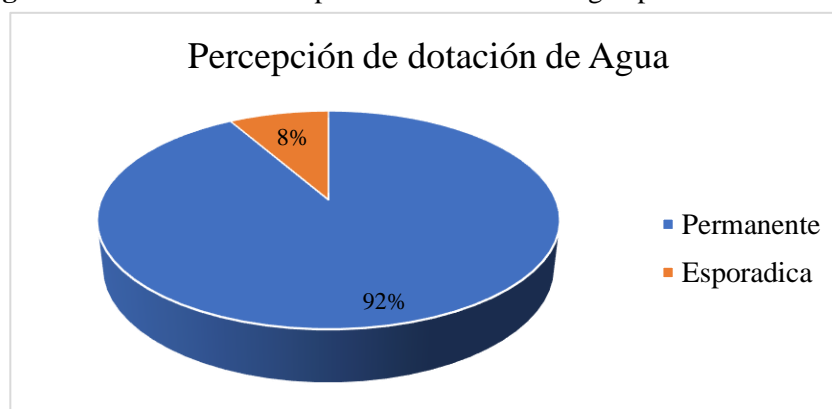
4.3.1.6.1.2. Dos Ríos

Tabla 35. Percepción de dotación de agua potable sector Aeropuerto Dos

DOTACIÓN DE AGUA	Permanente	Esporádica
CANTIDAD	55	5
PORCENTAJE	92%	8%

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 57. Gráfico formato pastel de Dotación de agua potable sector Dos Ríos



Realizado por: Bryan Tapia

Como se aprecia en la Figura 57, se determinó que el 92% del total de los predios encuestados consideran que la dotación de agua potable es permanente, mientras que un 8% asevera que la dotación presenta intermitencias o no es constante. Por lo cual, en síntesis, se puede afirmar que la gran mayoría del sector Dos Ríos cuenta con una dotación de agua permanente.

4.3.1.7. Presión de agua en el sector

Para la establecer qué tan buena o mala es la presión del agua que llega a los predios de los sectores estudiados, se pusieron a consideración tres criterios: Presión de agua alta, media y baja.

Según la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS) en la memoria descriptiva del proyecto “Agua Potable para varios sectores de Calderón”: La presión mínima en la red principal de un sistema de distribución será de 30 m.c.a (metros de columna de agua) y en las redes secundarias será 20 m.c.a. En extremos de la red principal (alejados y elevados) será de hasta 20 m.c.a. La presión estática máxima será de 70 m.c.a. [35]

A continuación, se expone la información recopilada en campo referente a la percepción que tienen los usuarios de la presión en el sistema de agua potable.

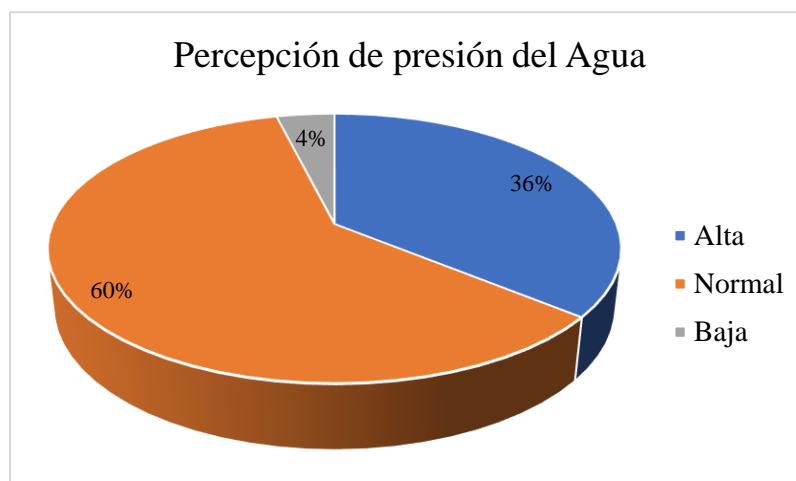
4.3.1.7.1. Aeropuerto Dos

Tabla 36. Percepción de presión de agua potable sector Aeropuerto Dos

DOTACIÓN DE AGUA	Alta	Normal	Baja
CANTIDAD	37	62	4
PORCENTAJE	36%	60%	4%

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 58. Gráfico formato pastel percepción de presión de agua potable sector Aeropuerto Dos



Realizado por: Bryan Tapia

De acuerdo al criterio de los usuarios en el sector Aeropuerto Dos, y como se muestra en la Figura 58, a la mayor parte de los predios (60%) la presión del agua llega de manera normal permitiendo realizar todas las actividades cotidianas todos los días de la semana. Mientras que para un 36% de los encuestados, su percepción apunta a que la presión con la que llega el agua a sus viviendas es alta, manifestando que incluso ha llegado a dañar tuberías, accesorios y acoples en situaciones puntuales, por ejemplo: cuando se ha reabastecido del líquido vital luego de una interrupción, el agua llega con demasiada fuerza acompañada de aire, provocando vibración en grifos de agua. Además, los usuarios comentan haber experimentado molestias que se amoldan al denominado Golpe de Ariete, el cual se produce cuando hay una interrupción súbita del fluido de agua, es decir, cuando se cierra bruscamente una válvula o un grifo instalado en el extremo de una tubería, esto origina una sobrepresión en la tubería provocando su expansión y en algunos casos llegando a reventar las mismas, así como roturas en los accesorios instalados en los extremos (grifos, válvulas, etc.).

Finalmente, un pequeño grupo (4%) de usuarios consideran que la presión de agua es baja generando mal funcionamiento en aparatos sanitarios como: lavadoras, calefones, mangueras, inodoros, grifos y duchas.

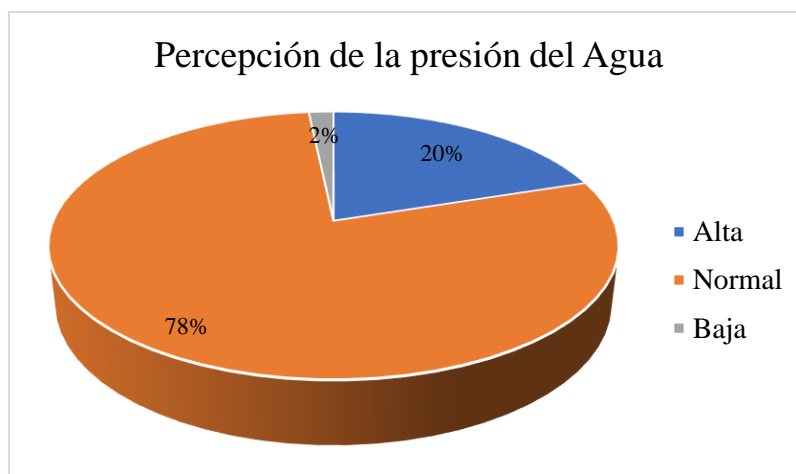
4.3.1.7.2. Dos Ríos

Tabla 37. Percepción de presión de agua potable sector Dos Ríos

DOTACIÓN DE AGUA	Alta	Normal	Baja
CANTIDAD	12	47	1
PORCENTAJE	20%	78%	2%

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 59. Gráfico formato pastel percepción de presión de agua potable sector Dos Ríos



Realizado por: Bryan Tapia

Como se aprecia en la Figura 59, en la mayor parte del sector Dos Ríos (78%), los usuarios estiman que la presión con la que llega el agua potable es Normal, en otras palabras, suficiente para realizar todas las actividades básicas (aseo personal, cocina y servicios higiénicos), además de actividades comerciales, lavado de auto, entre otras. Mientras que un 20% menciona que el agua ingresa a sus predios con presión alta, llegando a generar malestar por temas de daños en accesorios, tuberías y acoples. Finalmente, tan solo el 2% asegura que la presión de agua es baja o insuficiente para permitir el desarrollo normal de actividades tan básicas como lavar los utensilios de cocina, ducharse, entre otras. Haciendo énfasis en la dificultad de poder ocupar en simultáneo dos aparatos sanitarios a la vez.

4.3.1.8. Calidad del servicio de agua potable

Para poder estimar la calidad del servicio de agua potable fue necesario establecer cuatro criterios de calificación basados en la percepción del usuario: Excelente, Buena, Regular y Mala. La opinión del usuario con respecto a la calidad del agua está apoyada en las propiedades físicas que posee la misma, es decir, elabora su opinión gracias a experiencias recientes, observando el color, probando el sabor y apreciando el olor de la misma.

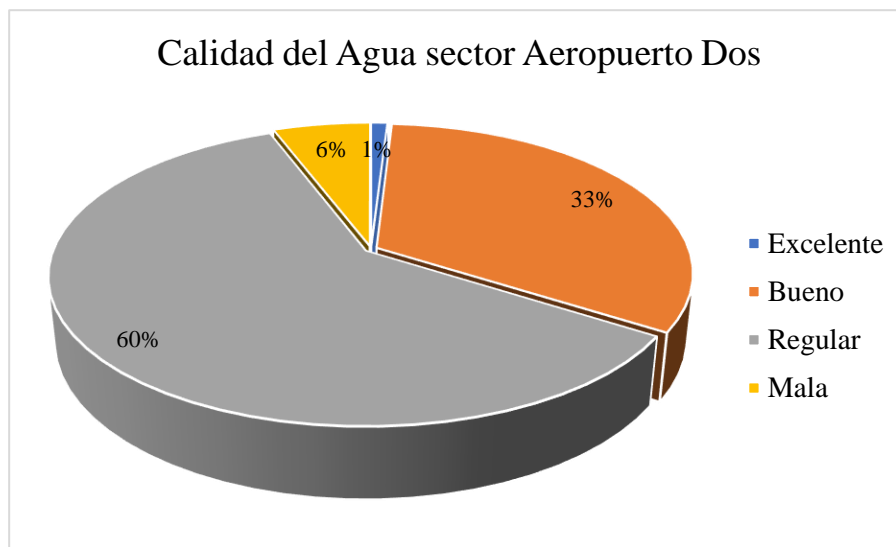
4.3.1.8.1. Aeropuerto Dos

Tabla 38. Percepción de la calidad del agua en el sector Aeropuerto Dos

CALIDAD DEL AGUA	Excelente	Bueno	Regular	Mala
CANTIDAD	1	34	62	6
PORCENTAJE	1%	33%	60%	6%

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 60. Gráfico formato pastel de percepción de la calidad del agua Aeropuerto Dos



Realizado por: Bryan Tapia

De acuerdo a la Figura 60, se determinó que el 60% de las personas encuestadas afirman que el agua potable que llega a sus predios tiene calidad regular, es decir, no tienen la seguridad de poder beberla directamente de la llave, ya que afirman que en muchas ocasiones el agua llega con impurezas, con coloraciones marrones producto del sedimento de lodos en las piscinas de las plantas de tratamiento. Esto se debe generalmente por las intensas lluvias, haciendo que el caudal de ingreso a las plantas de tratamiento de agua potable arrastre sólidos. Un 33% opina que el agua que reciben es de buena calidad, y tan solo un 1% del total de la muestra estudiada piensa que la calidad del agua es excelente, misma que le genera total confianza para consumirla sin ninguna clase de filtro de purificación, o sin la necesidad de llevarla a punto de ebullición. Finalmente, un 6%

asevera que no confían en el servicio que reciben de agua potable, y optan por adquirir directamente el líquido vital en botellones.

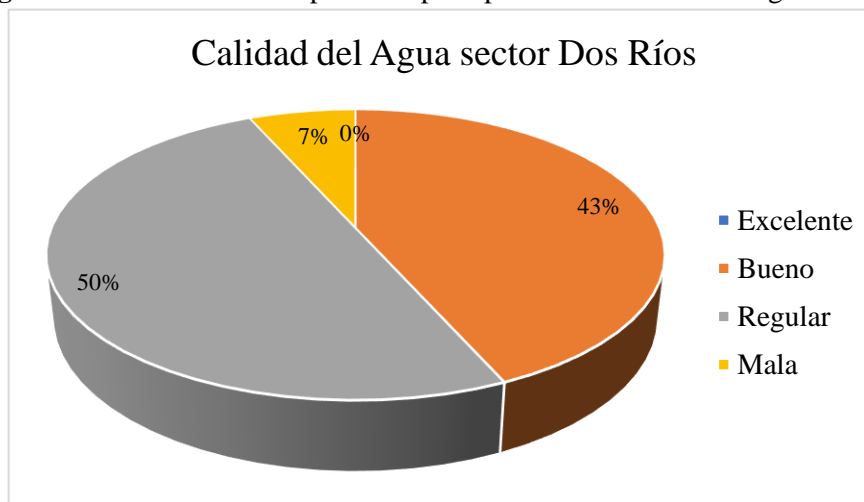
4.3.1.8.2. Dos Ríos

Tabla 39. Percepción de la calidad del agua en el sector Dos Ríos

CALIDAD DEL AGUA	Excelente	Bueno	Regular	Mala
CANTIDAD	0	26	30	4
PORCENTAJE	0%	43%	50%	7%

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 61. Gráfico formato pastel de percepción de la calidad del agua Dos Ríos



Realizado por: Bryan Tapia

Analizando la Figura 61, se logra identificar que para un 50% de los encuestados la calidad de agua es regular, mientras que un 43% de los encuestados tienen la percepción de que la calidad del agua que reciben es buena. Por el contrario, un pequeño grupo de usuarios encuestados (7%), consideran que el agua que es suministrada a su residencia es mala. Finalmente es remarcable destacar que dentro del sector Dos Ríos, ningún usuario afirmó que el agua tenga excelente calidad, dando a notar la inconformidad que existe con respecto al suministro de líquido vital.

Síntesis sección 4.3.1 (Encuesta):

Una vez analizado cada ítem que compone la encuesta aplicada, se pueden resumir los resultados de la siguiente manera:

- La tipología B se determina como la que mayor predominancia tiene ambos sectores, esto nos da a entender que la mayor cantidad de predios existentes son de un nivel económico bueno, es decir: la estructura presenta buen diseño arquitectónico y acabados, servicios básicos completos, áreas verdes, etc.
- El tipo de vivienda que más se repite en ambos sectores corresponde a residencias unifamiliares.
- En ambos sectores, la mayor concentración promedio representativa de habitantes pertenece a los edificios vivienda, con 10 usuarios permanentes.
- El mayor número de unidades sanitarias representativas se encuentran en los edificios vivienda, para ambas zonas de estudio.
- En cuanto a la identificación de problemas, según la percepción de los usuarios, el principal inconveniente que a menudo se da en ambos sectores, es el uso inadecuado de agua, ya que, en cuanto a fugas y pérdidas visibles, menos del 10% por cada sector afirma afirman haber tenido o tener estos contratiempos.
- Refiriéndonos a la dotación, la mayor cantidad de usuarios tanto del sector Dos Ríos, como Aeropuerto Dos, afirman que el agua llega a sus predios de manera permanente.
- La opinión de los usuarios con respecto a la presión con la que llega el agua, es dividida, ya que para el sector Aeropuerto Dos, un 36% del total de la muestra afirma que el agua llega con mucha fuerza, mientras que, en Dos Ríos, tan solo un 20% corrobora dicha aseveración. Esto se debe a que la tubería de distribución de agua potable suministra primeramente al sector de aeropuerto dos, es decir, es el primer sector al que el sistema de tuberías alimenta, por ende, la presión es alta. Pero en términos generales la presión en ambos sectores, es lo suficientemente buena como para realizar todas las actividades cotidianas.
- Referente a calidad del servicio, en ambos casos, los encuestados están de acuerdo en que el agua que reciben tiene calidad regular, motivo por el cual tienen la necesidad de comprar botellones de agua tratada de manera particular.

4.3.2. Análisis de información de volúmenes de agua potable

4.3.2.1. Consumo Diario

Para determinar el consumo diario de agua potable en las viviendas que conforma la muestra de cada sector, se calculó la diferencia entre el volumen registrado por el micromedidor del día actual y valor del volumen registrado el día anterior. Debido a esto, tenemos que, para un periodo de lecturas de 32 días consecutivos, finalmente se obtuvo el registro de volumen consumido por medidor de 31 días, es decir, los valores correspondientes a un mes completo de consumo.

Con los datos digitalizados de los dos sectores estudiados se procede al análisis y procesamiento de dicha información, determinando parámetros indispensables para el cumplimiento de los objetivos establecidos al inicio de este trabajo experimental, mismo que se presentan a continuación:

- ❖ Valor promedio del consumo diario de agua potable
- ❖ Valores máximo y mínimo de consumo de agua potable de los sectores
- ❖ Desviación estándar del consumo de agua potable
- ❖ Coeficiente de variación
- ❖ Media aritmética de consumo de agua potable

Los valores resultantes son empleados para la representación de la curva de consumo máximo de cada sector estudiado. Para la determinación de los consumos a futuro es indispensable metodología probabilística, aplicando para este proyecto los métodos de Gumbel y Pearson.

A continuación, se presenta la Tabla 40 en donde podemos encontrar los valores de consumo registrados in situ por cada medidor que conforman la muestra seleccionada, y dicha información se dispone de la siguiente manera:

Columnas

La columna uno denominada “ID” representa la identificación que se le asignó a cada medidor, que empieza desde el número 1 hasta el 103, en el caso del sector Aeropuerto Dos y del 1 al 60 en el caso del sector Dos Ríos. En la columna número dos se detalla la fecha en formato día/mes/año en la que se realizó la lectura volumétrica correspondiente

a cada medidor. La columna tres es un complemento a la columna dos, en donde se detalla el día de la lectura. Las columnas que están seguidas de la anteriormente mencionada corresponden a los valores de consumo diario expresado en m³ para cada uno de los medidores en el transcurso del periodo de tiempo establecido. Al final, el ante penúltima columna representa los valores de consumo promedio por día, y la última columna indica los máximos valores de consumo por día.

Filas

En las primeras filas de valores encontramos la identificación de cada medidor, seguido de la fecha y el día en que se realizan las lecturas. Contiguamente, los valores de consumo diario en m³. Finalizando 103 filas de identificación de medidores en el caso de Aeropuerto Dos, y las 60 filas en el caso del sector Dos Ríos, tenemos los siguientes valores: valor promedio, máximo y mínimo de consumo diario expresado en metros cúbicos para todos los medidores que componen la muestra.

En la segunda parte de la tabla, que se encuentra al final, tenemos los siguientes cálculos estadísticos: Varianza, desviación estándar, coeficiente de variación, media aritmética, cuartiles 1, 2 y 3, rango entre valores extremos y finalmente rango entre cuartiles para cada medidor que forman parte de la muestra.

Finalmente, en la esquina inferior derecha de la tabla se encuentra el promedio, el valor mínimo y máximo de consumo de todo el sector, es decir, de la totalidad de valores de la matriz. Inmediatamente debajo de los valores mencionados encontramos la cantidad total de los datos existentes en la matriz, obtenida mediante de la multiplicación del número de predios existentes por los 31 días de estudio. Seguido, se encuentra la desviación estándar (δ) y el dato calculado de la mediana de consumo diario para todo el sector en análisis.

4.3.2.1.1. Aeropuerto Dos



Tabla 40: Valores de consumo diario en m³ por cada medidor del sector Aeropuerto Dos (Continuación)

DÍAS		USUARIOS														PROMEDIO POR DÍA	CONSUMO MÁXIMO
ID	Fecha	Día	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103		
1	19/9/2022	Lunes	0.338	0.85	0.023	5.437	1.332	0.797	1.956	0.94	1.547	0.629	1.281	1.989	0.369	1.611	9.352
2	20/9/2022	Martes	0.502	0.635	0.04	6.444	1.53	0.814	2.067	1.238	2.298	0.541	1.084	0.425	0.232	1.788	10.742
3	21/9/2022	Miércoles	0.881	0.826	0.018	6.494	1.607	0.442	2.06	0.623	1.84	0.22	0.854	2.721	0.318	1.630	10.204
4	22/9/2022	Jueves	0.484	0.792	0.027	6.969	2.326	0.713	2.164	0.663	2.366	0.642	1.204	0.826	0.484	1.639	9.970
5	23/9/2022	Viernes	1.158	0.966	0.017	8.135	1.168	0.53	2.658	0.453	1.866	0.33	0.442	2.888	0.212	1.507	8.184
6	24/9/2022	Sábado	0.452	1.358	0.021	3.184	1.202	2.180	2.49	1.109	1.922	1.033	0.35	2.625	0.212	1.485	8.172
7	25/9/2022	Domingo	1.095	1.684	0.048	1.68	1.648	0.778	2.113	1.889	2.883	0.415	0.801	1.889	0.133	1.613	10.600
8	26/9/2022	Lunes	0.823	0.612	0.023	0.983	0.684	0.481	1.709	0.963	1.434	0.454	0.548	1.871	1.555	1.250	5.277
9	27/9/2022	Martes	0.834	1.531	0.046	1.616	1.119	1.13	1.884	0.664	1.988	0.581	1.198	1.799	0.293	1.447	7.314
10	28/9/2022	Miércoles	0.332	0.553	0.025	1.187	0.132	1.375	1.388	0.132	2.216	0.178	1.365	0.934	0.321	1.109	5.728
11	29/9/2022	Jueves	0.444	1.751	0.018	2.073	1.252	0.71	2.38	0.951	2.744	0.287	1.215	2.491	0.188	1.744	9.517
12	30/9/2022	Viernes	0.25	0.533	0.024	1.377	1.709	0.554	3.001	1.217	1.369	0.228	0.988	1.515	0.333	1.436	8.723
13	1/10/2022	Sábado	0.536	0.471	0.023	1.474	1.546	1.623	2.885	1.019	0.841	0.952	0.717	0.206	0.269	1.531	9.984
14	2/10/2022	Domingo	0.483	1.661	0.036	1.057	1.215	0.641	1.61	1.583	1.393	0.733	1.692	1.218	0.121	1.411	7.326
15	3/10/2022	Lunes	0.485	1.044	0.024	1.507	1.601	1.042	2.177	0.767	1.049	0.384	1.027	1.923	0.745	1.535	7.735
16	4/10/2022	Martes	0.376	0.587	0.025	1.498	1.647	0.809	1.681	0.84	0.841	0.67	1.205	2.165	0.184	1.434	7.472
17	5/10/2022	Miércoles	0.323	0.98	0.031	1.414	1.053	1.415	3.053	0.211	1.031	0.25	1.19	2.039	0.303	1.395	7.644
18	6/10/2022	Jueves	0.459	0.404	0.034	1.332	1.522	0.755	2.826	1.922	1.1	0.412	1.014	0.992	0.121	1.420	7.876
19	7/10/2022	Viernes	0.526	0.391	0.026	1.961	1.101	0.993	1.783	0.977	0.918	0.582	1.263	3.079	0.207	1.452	11.659
20	8/10/2022	Sábado	0.456	0.609	0.175	1.706	0.92	0.58	1.612	1.431	1.341	0.316	0.795	0.515	0.272	1.367	7.578
21	9/10/2022	Domingo	0.541	0.778	1.013	2.038	3.138	1.842	2.48	2.211	1.518	0.604	0.88	2.847	0.091	1.530	7.564
22	10/10/2022	Lunes	0.325	0.666	0.058	1.296	2.156	0.721	1.662	2.168	2.351	0.542	0.771	1.566	0.244	1.598	7.710
23	11/10/2022	Martes	0.487	0.237	0.041	0.769	1.304	1.099	2.978	1.817	2.538	0.653	0.325	1.437	0.441	1.616	7.602
24	12/10/2022	Miércoles	0.479	1.088	0.026	1.532	1.803	0.552	2.62	0.9	2.474	0.327	1.723	1.731	0.211	1.728	16.763
25	13/10/2022	Jueves	0.37	0.256	0.059	1.502	0.936	0.761	2.189	1.001	1.813	0.644	0.845	1.395	0.336	1.513	9.916
26	14/10/2022	Viernes	0.55	0.776	0.021	1.855	1.819	0.792	3.711	1.883	0.511	0.419	2.217	0.218	0.173	22.244	
27	15/10/2022	Sábado	0.236	1.141	0.03	1.459	0.848	1.199	2.141	2.355	1.755	0.546	0.266	3.208	0.142	1.607	25.329
28	16/10/2022	Domingo	0.402	0.699	0.031	1.474	2.759	0.983	2.412	1.338	2.222	0.372	0.4	1.46	0.161	1.669	22.534
29	17/10/2022	Lunes	0.294	0.195	0.041	1.023	3.012	0.553	1.923	1.379	1.54	0.313	1.194	1.854	0.172	1.589	9.339
30	18/10/2022	Martes	0.219	0.197	0.037	1.526	2.519	0.553	1.762	1.017	2.602	0.568	0.755	1.187	0.243	1.483	7.234
31	19/10/2022	Miércoles	0.522	0.793	0.029	1.454	1.271	1.157	2.323	0.899	1.881	0.48	0.871	1.491	0.123	1.516	6.928
PROMEDIO POR USUARIO (m³/día)			0.505	0.809	0.067	2.370	1.544	0.922	2.248	1.205	1.792	0.497	0.913	1.770	0.299	1.529	VALOR PROMEDIO DEL SECTOR
CONSUMO MÁXIMO (m³)			1.158	1.751	1.013	8.135	3.138	2.180	3.711	2.355	2.883	1.033	1.723	3.208	1.555	25.329	VALOR MÁXIMO DEL SECTOR
CONSUMO MÍNIMO (m³)			0.219	0.195	0.017	0.769	0.132	0.442	1.388	0.211	0.841	0.178	0.266	0.206	0.091	0.000	VALOR MÍNIMO DEL SECTOR
Fecha			18/10/2022	17/10/2022	23/9/2022	11/10/2022	28/9/2022	21/9/2022	28/9/2022	5/10/2022	4/10/2022	28/9/2022	15/10/2022	1/10/2022	9/10/2022		
MATRIZ (n*m) =																3193	VALORES DEL SECTOR
Varianza			0.053	0.189	0.032	4.023	0.451	0.173	0.283	0.291	0.339	0.041	0.142	0.584	0.071	0.145	σ
Desviación estándar			0.229	0.435	0.178	2.006	0.672	0.415	0.532	0.540	0.582	0.202	0.377	0.764	0.267	0.951	MEDIANA MATRIZ
Coeficiente de variación			45.37%	53.79%	263.60%	84.64%	43.48%	45.07%	23.66%	44.78%	32.48%	40.69%	41.31%	43.16%	89.47%		
Mediana			0.479	0.776	0.029	1.507	1.522	0.792	2.164	1.019	1.840	0.511	0.871	1.799	0.232		
Cuartil Q1			0.354	0.543	0.024	1.396	1.143	0.611	1.833	0.899	1.381	0.329	0.736	1.307	0.178		
Cuartil Q2			0.479	0.776	0.029	1.507	1.522	0.792	2.164	1.019	1.840	0.511	0.871	1.799	0.232		
Cuartil Q3			0.531	1.012	0.040	1.999	1.756	1.114	2.555	1.405	2.260	0.617	1.196	2.191	0.320		
Rango entre valores extremos			0.939	1.556	0.996	7.366	3.006	1.738	2.323	2.144	2.042	0.855	1.457	3.002	1.464		
Rango inter cuartil			0.177	0.469	0.017	0.604	0.613	0.504	0.722	0.506	0.879	0.288	0.460	0.884	0.141		

Realizado por: Bryan Tapia

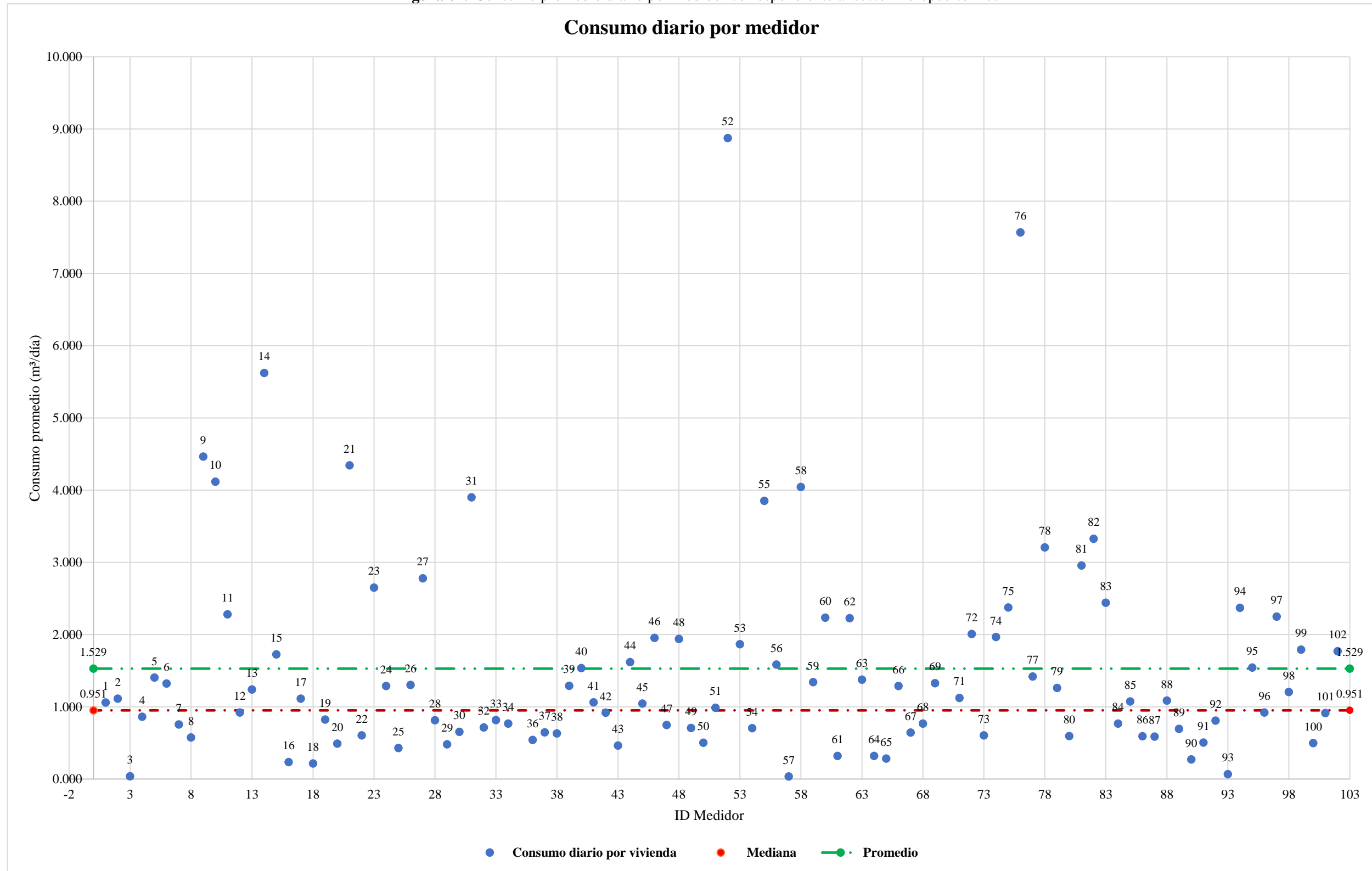
Con la finalidad de mejorar la comprensión de los resultados se ha elaborado una tabla de resumen en donde se muestran los valores promediales del consumo de agua potable por medidor en la Tabla 41

Tabla 41. Valores promediales de consumo por medidor sector Aeropuerto Dos

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
SECTOR DE ESTUDIO: AEROPUERTO DOS					
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES "DOS RÍOS" Y "AEROPUERTO DOS" DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO					
VALORES PROMEDIALES DE CONSUMO POR MEDIDOR					
ID Medidor	Consumo promedio (m ³ /día)	ID Medidor	Consumo promedio (m ³ /día)	ID Medidor	Consumo promedio (m ³ /día)
1	1.059	36	0.541	71	1.124
2	1.113	37	0.646	72	2.008
3	0.037	38	0.631	73	0.604
4	0.863	39	1.291	74	1.966
5	1.404	40	1.537	75	2.375
6	1.323	41	1.061	76	7.568
7	0.755	42	0.917	77	1.419
8	0.575	43	0.464	78	3.207
9	4.463	44	1.619	79	1.263
10	4.117	45	1.045	80	0.595
11	2.280	46	1.953	81	2.957
12	0.920	47	0.748	82	3.326
13	1.240	48	1.939	83	2.441
14	5.622	49	0.707	84	0.767
15	1.727	50	0.504	85	1.074
16	0.236	51	0.987	86	0.593
17	1.114	52	8.875	87	0.589
18	0.215	53	1.866	88	1.085
19	0.824	54	0.705	89	0.695
20	0.491	55	3.852	90	0.271
21	4.343	56	1.586	91	0.505
22	0.605	57	0.035	92	0.809
23	2.651	58	4.043	93	0.067
24	1.287	59	1.342	94	2.370
25	0.429	60	2.235	95	1.544
26	1.302	61	0.319	96	0.922
27	2.780	62	2.227	97	2.248
28	0.814	63	1.377	98	1.205
29	0.481	64	0.321	99	1.792
30	0.655	65	0.285	100	0.497
31	3.900	66	1.288	101	0.913
32	0.715	67	0.643	102	1.770
33	0.818	68	0.768	103	0.299
34	0.767	69	1.328		
35	2.180	70	2.780		

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 62. Consumo promedio diario por medidor correspondiente al sector Aeropuerto Dos



Realizado por: Bryan Tapia

En base a la figura 62, se puede observar la variación existente entre los valores promedio de consumo de agua potable obtenidos por cada medidor en el sector. Se identifica que el medidor que registra mayor consumo de agua potable, es el número 52 con un consumo promedio 8.875 m³/día, dicho medidor corresponde al edificio de la Casa de la Cultura Ecuatoriana Benjamín Carrión Núcleo de Napo, mismo que cuenta con 3 plantas de construcción. Este tipo de predio se lo clasifica como Gubernamental de tipología B, que cuenta con un total de 6 usuarios permanentes, entre directivos, secretarias, analistas y personal de aseo, y que cuenta con 29 unidades sanitarias instaladas y funcionales. Es importante tomar en consideración que dicha institución cuenta con afluencia masiva de personas debido a las diversas actividades que se desarrollan en la misma, provocando un elevado consumo de agua potable. El segundo medidor con mayor consumo es el número 76, con un consumo de 7.568 m³/día; este medidor corresponde a una Residencia Unifamiliar de tipología C, que alberga un total de 4 de usuarios que conforman el núcleo familiar y que dispone de 6 unidades sanitarias en uso. Por contra, se pudo determinar que el medidor que registra el valor promedial más bajo de consumo fue el número 57, con un consumo de 0.035 m³/día, cuyo medidor pertenece a una residencia Unifamiliar de tipología C, con un total de 4 usuarios y que disponen de 6 aparatos sanitarios. Por fines prácticos de estudio y dado que los valores de consumo presentan valores dispersos es preciso calcular un valor de consumo promedio que represente el comportamiento de consumo típico de agua potable en el sector de Aeropuerto Dos. Por esta razón, se determinó que un predio perteneciente al sector de Aeropuerto Dos tiende a consumir aproximadamente un valor promedio de consumo de 1.529 m³/día, en condiciones de consumo normales (temperatura cálida promedio de la zona, días no festivos ni feriado y suministro de líquido vital constante).

Adicionalmente, se puede apreciar en la Figura 62, que alrededor de un 65% de los valores promedio de consumo registrados se encuentran por debajo de la línea de color verde correspondiente a la media aritmética cuyo valor es de 1.529 m³/día. Así mismo, una vez calculados los valores estadísticos se halló que la mediana cuenta con un valor de 0.951 m³/día y la desviación estándar del sector con un valor de 0.145 m³/día, denotando que la dispersión existente entre los valores de consumo no es tan distante. Además, se puede observar que la media presenta un valor mayor con respecto a la mediana, por lo que se afirma que la distribución de datos es Asimétrica, sesgada hacia la derecha, es decir, que presenta una cola de datos mayor hacia la derecha. Por ende, el valor a tomar en consideración será de la mediana, dado que este valor es el más apropiado cuando existe distribución asimétrica y algún tipo de sesgo, además de que la mediana no es sensible a la variación de los valores extremos.

4.3.2.1.2. Dos Ríos



Tabla 42: Valores de consumo diario en m³ por cada medidor del sector Dos Ríos (Continuación)

DÍAS		CONSUMO DIARIO POR MEDIDORES (m ³ /día)														PROMEDIO POR DÍA	CONSUMO MÁXIMO
ID	Fecha	Día	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60		
1	19/9/2022	Lunes	1.348	1.027	2.473	0.359	1.122	0.804	0.556	0.658	0.963	0.302	13.018	0.502	0.518	1.881	14.449
2	20/9/2022	Martes	1.687	1.330	3.206	1.117	0.930	0.171	1.902	0.327	1.405	0.329	17.650	0.834	0.259	2.268	17.650
3	21/9/2022	Miércoles	1.926	1.480	3.770	0.999	0.887	0.231	0.778	0.481	2.306	0.610	18.600	0.408	0.849	2.232	18.600
4	22/9/2022	Jueves	1.344	0.634	3.288	0.841	1.331	0.430	0.814	2.681	1.405	0.318	19.750	0.401	0.307	2.074	19.750
5	23/9/2022	Viernes	0.294	0.647	3.213	1.053	0.463	0.526	2.455	1.625	1.148	0.393	18.678	0.779	0.487	2.178	18.678
6	24/9/2022	Sábado	1.009	1.097	1.937	0.832	1.633	1.042	1.035	0.520	0.440	0.194	18.492	0.388	0.474	1.689	18.492
7	25/9/2022	Domingo	1.089	0.974	4.582	1.432	1.256	0.646	1.322	0.326	1.570	0.455	19.780	0.374	0.831	1.869	19.780
8	26/9/2022	Lunes	1.072	0.544	3.773	0.900	1.127	0.082	3.942	1.449	2.929	0.336	13.319	0.273	0.557	2.012	14.904
9	27/9/2022	Martes	1.527	0.649	1.489	1.032	0.521	0.091	0.753	1.461	2.994	0.340	15.075	0.394	0.729	1.722	15.075
10	28/9/2022	Miércoles	0.988	1.269	2.291	0.881	0.748	0.280	0.927	0.644	0.650	0.362	7.420	0.773	0.640	1.552	7.420
11	29/9/2022	Jueves	3.144	1.734	3.372	0.434	0.674	0.092	1.552	0.662	3.373	0.405	15.182	0.566	1.043	2.658	19.421
12	30/9/2022	Viernes	2.777	0.825	2.646	0.687	0.649	0.082	0.541	0.503	1.693	0.244	16.731	0.500	0.916	2.199	22.380
13	1/10/2022	Sábado	2.301	0.859	2.889	0.507	0.298	0.162	1.037	0.288	1.253	0.369	21.625	0.865	0.876	2.299	21.625
14	2/10/2022	Domingo	3.202	0.663	5.108	0.788	0.063	0.731	1.604	0.312	0.801	0.334	18.256	0.884	0.886	2.339	20.670
15	3/10/2022	Lunes	2.832	1.077	2.551	0.653	1.035	0.119	0.627	0.662	1.407	0.420	19.121	0.722	0.512	2.207	19.121
16	4/10/2022	Martes	2.234	0.706	4.000	0.698	0.645	0.205	0.447	0.674	2.842	0.469	13.865	1.215	0.507	1.867	13.865
17	5/10/2022	Miércoles	2.729	0.699	3.501	1.575	0.690	0.274	0.763	0.634	2.029	0.387	19.012	0.972	0.848	2.212	19.012
18	6/10/2022	Jueves	2.456	0.897	3.156	0.595	1.014	1.050	1.045	0.732	1.906	0.367	20.161	0.680	0.448	2.138	25.199
19	7/10/2022	Viernes	3.190	0.598	2.658	1.477	0.300	1.020	1.815	0.206	8.742	0.460	19.280	0.640	0.642	2.027	19.280
20	8/10/2022	Sábado	1.053	0.392	3.717	0.263	0.824	0.797	0.566	0.824	13.517	0.397	22.704	1.032	0.923	2.061	22.704
21	9/10/2022	Domingo	1.895	0.886	4.598	0.633	0.484	1.587	0.822	0.468	3.301	0.375	26.056	1.127	0.856	2.159	26.056
22	10/10/2022	Lunes	2.675	1.441	3.306	1.196	0.763	1.203	0.726	0.476	2.403	0.363	18.549	1.105	1.952	1.989	18.549
23	11/10/2022	Martes	2.734	0.620	3.267	0.720	1.352	1.641	1.110	0.297	2.163	0.406	19.089	0.494	0.484	2.213	19.089
24	12/10/2022	Miércoles	2.812	0.785	4.302	0.772	1.300	0.565	0.860	1.043	1.841	0.555	21.215	0.840	0.603	2.111	21.215
25	13/10/2022	Jueves	2.454	0.923	2.678	1.070	1.355	0.495	2.492	0.515	1.653	0.490	21.091	1.072	0.684	2.435	21.091
26	14/10/2022	Viernes	2.187	0.615	3.078	1.018	0.330	0.449	2.051	0.204	1.794	0.518	19.205	0.446	0.812	1.924	19.205
27	15/10/2022	Sábado	1.203	0.941	4.302	0.797	2.889	0.807	3.519	1.096	0.292	0.427	19.524	1.429	0.851	2.041	19.524
28	16/10/2022	Domingo	1.762	0.832	2.909	0.707	1.152	0.678	0.785	0.566	3.308	0.395	19.492	1.333	0.331	2.073	19.492
29	17/10/2022	Lunes	2.090	0.504	2.920	0.802	0.906	0.857	0.884	0.369	2.002	0.495	20.789	0.672	0.533	2.434	24.696
30	18/10/2022	Martes	2.032	0.769	1.847	0.966	0.840	0.499	1.683	0.296	1.464	0.333	31.816	1.449	0.799	2.347	31.816
31	19/10/2022	Miércoles	2.171	0.557	4.150	1.252	0.967	0.710	1.476	0.784	1.595	0.402	21.219	0.641	0.604	2.281	21.219
PROMEDIO POR USUARIO (m ³ /día)			2.007	0.870	3.257	0.891	0.924	0.570	1.222	0.703	2.425	0.395	18.896	0.765	0.705	2.113	VALOR PROMEDIO DEL SECTOR
CONSUMO MÁXIMO	(m ³)		3.202	1.734	5.108	1.575	2.889	1.641	3.519	2.681	13.517	0.610	31.816	1.449	1.952	31.816	VALOR MÁXIMO DEL SECTOR
	Fecha		2/10/2022	29/9/2022	2/10/2022	5/10/2022	15/10/2022	11/10/2022	15/10/2022	22/9/2022	8/10/2022	21/9/2022	18/10/2022	18/10/2022	10/10/2022		
CONSUMO MÍNIMO	(m ³)		0.294	0.392	1.489	0.359	0.263	0.082	0.447	0.204	0.292	0.194	7.420	0.273	0.259	0.000	VALOR MÍNIMO DEL SECTOR
	Fecha		23/9/2022	8/10/2022	27/9/2022	19/9/2022	8/10/2022	30/9/2022	4/10/2022	14/10/2022	15/10/2022	24/9/2022	28/9/2022	26/9/2022	20/9/2022		
MATRIZ (n*m) =																1860	VALORES DEL SECTOR
Varianza			0.589	0.100	0.724	0.084	0.261	0.190	0.489	0.268	6.452	0.007	17.388	0.107	0.097	0.235	σ
Desviación estándar			0.768	0.316	0.851	0.291	0.510	0.435	0.699	0.517	2.540	0.086	4.170	0.327	0.311	0.933	σ
Coficiente de variación			38.24%	36.28%	26.12%	32.63%	55.23%	76.35%	57.19%	32.63%	104.73%	21.74%	22.07%	42.82%	44.15%		MEDIANA MATRIZ
Mediana			2.090	0.825	3.213	0.832	0.887	0.499	0.942	0.566	1.794	0.393	19.121	0.722	0.642		
Cuartil Q1			1.346	0.641	2.668	0.702	0.647	0.188	0.771	0.348	1.405	0.338	17.953	0.497	0.509		
Cuartil Q2			2.090	0.825	3.213	0.832	0.887	0.499	0.942	0.566	1.794	0.393	19.121	0.722	0.642		
Cuartil Q3			2.702	1.000	3.771	1.043	1.140	0.805	1.578	0.758	2.623	0.441	20.475	0.947	0.850		
Rango entre valores extremos			2.908	1.342	3.619	1.216	2.626	1.559	3.072	2.477	13.225	0.416	24.396	1.176	1.693		
Rango inter cuartil			1.356	0.360	1.103	0.340	0.492	0.617	0.808	0.410	1.218	0.103	2.522	0.450	0.341		

Realizado por: Bryan Tapia

A fin de facilitar el entendimiento de los resultados obtenidos del sector Dos Ríos, se ha elaborado una tabla resumen en donde se especifican los valores promediales del consumo de agua potable por medidor.

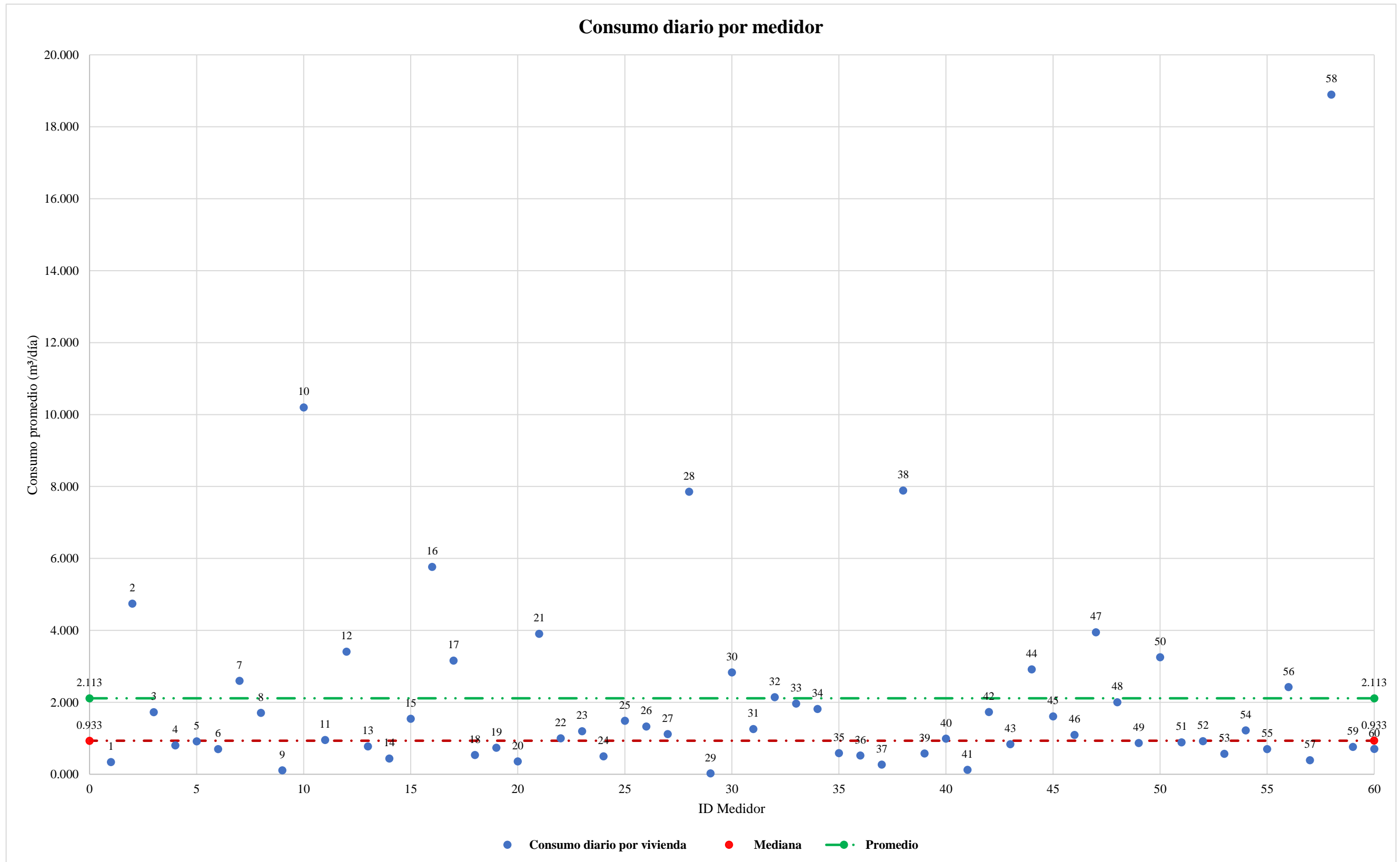
Tabla 43. Valores promediales de consumo por medidor sector Dos Ríos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		 FICM			
SECTOR DE ESTUDIO: DOS RÍOS					
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES "DOS RÍOS" Y "AEROPUERTO DOS" DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO					
VALORES PROMEDIALES DE CONSUMO POR MEDIDOR					
ID Medidor	Consumo promedio (m ³ /día)	ID Medidor	Consumo promedio (m ³ /día)	ID Medidor	Consumo promedio (m ³ /día)
1	0.343	21	3.908	41	0.127
2	4.746	22	1.000	42	1.731
3	1.728	23	1.198	43	0.839
4	0.803	24	0.499	44	2.919
5	0.916	25	1.488	45	1.613
6	0.703	26	1.330	46	1.097
7	2.600	27	1.120	47	3.951
8	1.708	28	7.856	48	2.007
9	0.112	29	0.027	49	0.870
10	10.200	30	2.835	50	3.257
11	0.956	31	1.262	51	0.891
12	3.410	32	2.147	52	0.924
13	0.779	33	1.966	53	0.570
14	0.439	34	1.818	54	1.222
15	1.544	35	0.588	55	0.703
16	5.767	36	0.522	56	2.425
17	3.164	37	0.273	57	0.395
18	0.537	38	7.889	58	18.896
19	0.741	39	0.579	59	0.765
20	0.359	40	0.991	60	0.705

Realizado por: Bryan Tapia

A continuación, se presenta la figura 63 que expone los valores de consumo promedio para cada medidor que integra la muestra. En dicha figura cada punto de color azul representa el valor de consumo promedio expresado en metros cúbicos por día. Así también, se han graficado líneas horizontales de color verde y rojo, que representan al valor de la media aritmética o promedio y a la mediana respectivamente

Figura 63. Consumo promedio diario por medidor correspondiente al sector Dos Ríos



Realizado por: Bryan Tapia

Interpretando la Figura 63, se puede apreciar la naturaleza de la dispersión existente en cada uno de los puntos correspondientes a los valores promedio de consumo de agua potable de los medidores estudiados en el sector Dos Ríos. Gracias a esto, se puede identificar que el medidor con mayor consumo de agua potable, es el número 58 con un promedio de 18.896 m³/día, mismo que corresponde a un Edificio tipo vivienda conformado de 3 plantas, y de tipología C, que es habitado por 10 usuarios permanentes. Como información adicional es necesario mencionar que en dicho predio por las noches funciona una discoteca en una construcción aparte de la destinada a vivienda, pero que es abastecida de agua potable por el mismo medidor. Debido a esto, el consumo que se registra diariamente es elevado. Como segundo mayor consumo promedio tenemos al medidor 10, que registra 10.200 m³/día, este medidor corresponde a una dependencia de tipo Gubernamental, específicamente a la Coordinación Zonal de Salud de Tena, de tipología B. Este predio alberga a 60 usuarios permanentes que vienen a ser los trabajadores que cumplen su horario de trabajo hasta las 5 de la tarde, y dispone de 32 unidades sanitarias en total. Además, es importante recalcar que todo el tiempo dicha institución se encuentra recibiendo gente externa al bloque de trabajo. En contra parte, el medidor cuyo valor promedial de consumo es el más bajo de la totalidad analizada en el sector, corresponde al número 29, con un consumo promedio de 0.027 m³/día, cuyo medidor pertenece a un predio de tipo Comercial de tipología B, dispone de 2 unidades sanitarias, y que acoge a 2 personas de manera permanente, quienes son las que atienden el local, el cual es una farmacia.

Debido a la dispersión que presentan los valores de consumo es preciso determinar un valor promedio que denote el comportamiento de consumo típico en el sector Dos Ríos. Por esta razón, el valor promedio de consumo de agua potable de un predio típico en el sector es de 2.113 m³/día, en condiciones habituales de consumo, es decir, con temperatura normal en la zona, en días laborables y suministro de agua ininterrumpido.

De la misma manera, se puede observar que alrededor del 73% de los valores de consumo promedio de agua potable se encuentran por debajo de la línea de color verde, que representa a la media aritmética cuyo valor es de 2.113 m³/día. Del mismo modo, una vez calculados los valores estadísticos se determinó que la mediana cuenta con un valor de 0.933 m³/día y la desviación estándar del sector con un valor de 0.235, dando a entender que la dispersión entre los valores de consumo y el valor central (media) no

son tan distantes. Así también, se aprecia que la media presenta un valor superior con respecto a la mediana, por lo que se afirma que la distribución de datos es Asimétrica, sesgada hacia la derecha, en otras palabras, presenta una cola de datos mayor hacia la derecha. Es por esto que, se escoge el valor de la mediana por sobre el valor de la media, ya que este es el valor más apropiado cuando existe distribución asimétrica y algún tipo de sesgo, además de que la mediana no es sensible a la variación de los valores extremos.

4.3.2.2. Consumo Semanal

Para la obtención del consumo semanal de agua potable de los predios estudiados por cada sector, fue necesario calcular el promedio para cada día de la semana, es decir, el valor promedio de todos los lunes comprendidos en el periodo de 31 días para el total del número de predios, y de la misma forma para el resto de días de la semana.

En la tabla 44 y 45 se presentan los datos tabulados para cada medidor, tanto del sector Aeropuerto Dos y Dos Ríos, respectivamente. A continuación, se muestra como está conformada las tablas:

Columnas



La primera columna indica la identificación del medidor, las siguientes 7 columnas corresponden a los días de la semana y la última es el valor calculado del promedio de los 7 días de la semana para cada uno de los medidores.

Filas

En filas de la parte superior se encuentran los valores promedio de consumo diario correspondiente a cada día de la semana y por cada medidor. En la parte final denotada por otro color, podemos encontrar primeramente el valor del consumo promedio expresado en $m^3/día$ para cada día de la semana, seguido algunos datos estadísticos como: varianza, desviación estándar, coeficiente de variación y el valor de la mediana.

4.3.2.2.1. Aeropuerto Dos

Tabla 44. Valores de consumo semanal en (m³/día) sector Aeropuerto Dos

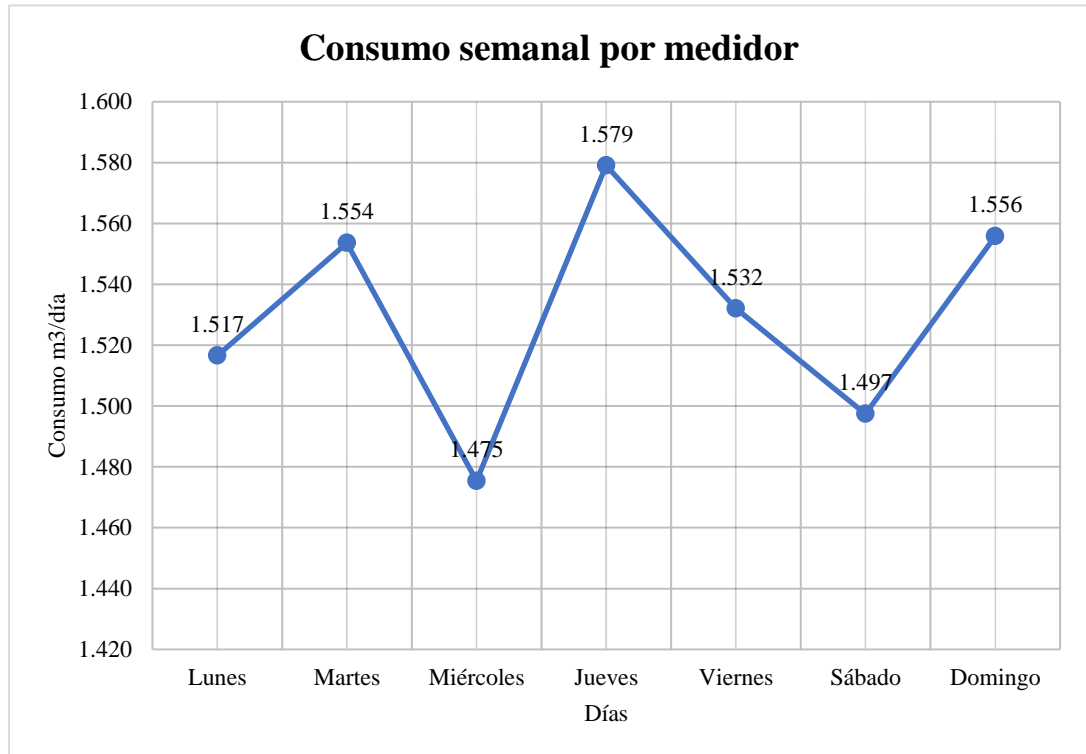
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
SECTOR DE ESTUDIO: AEROPUERTO DOS								
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES "DOS RÍOS" Y "AEROPUERTO DOS" DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO								
REALIZADO POR: TAPIA NARANJO BRYAN DAVID								
VALORES DE CONSUMO SEMANAL POR MEDIDOR (m ³)								Consumo promedio (m ³ /día)
ID Medidor	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
1	1.254	1.249	0.782	1.398	0.843	0.743	1.120	1.056
2	1.224	0.808	1.430	0.552	1.032	1.451	1.266	1.109
3	0.027	0.034	0.038	0.029	0.133	0.000	0.002	0.038
4	0.842	0.910	0.711	0.948	0.571	0.798	1.291	0.867
5	1.476	1.556	1.253	1.689	1.341	1.260	1.234	1.401
6	1.155	1.041	0.833	0.608	1.416	1.726	2.716	1.356
7	0.838	1.061	0.461	0.532	1.090	0.699	0.582	0.752
8	0.739	0.512	0.398	0.677	0.499	0.654	0.568	0.578
9	4.290	4.370	4.150	5.112	3.813	4.401	5.252	4.484
10	3.701	4.083	3.559	4.455	4.216	4.187	4.866	4.153
11	1.864	2.260	2.914	2.095	2.213	2.159	2.405	2.273
12	1.049	0.992	0.779	0.698	0.609	1.234	1.069	0.918
13	1.548	1.289	1.097	0.915	1.098	0.968	1.710	1.232
14	5.038	5.872	4.703	6.313	6.005	5.948	5.785	5.666
15	1.554	1.415	2.613	1.696	1.646	1.845	1.217	1.712
16	0.206	0.130	0.212	0.200	0.256	0.523	0.163	0.241
17	1.039	1.010	1.070	1.434	1.148	1.094	1.057	1.122
18	0.405	0.133	0.182	0.231	0.191	0.165	0.176	0.212
19	0.994	0.586	0.750	0.947	1.292	0.573	0.659	0.829
20	0.495	0.540	0.552	0.529	0.328	0.551	0.415	0.487
21	3.735	4.429	3.970	3.524	3.704	5.354	5.905	4.375
22	1.211	0.684	0.344	0.555	0.625	0.446	0.263	0.590
23	2.715	2.548	2.675	2.544	2.256	2.805	3.015	2.651
24	1.045	1.772	0.912	0.788	1.076	0.851	2.599	1.292
25	0.443	0.627	0.356	0.528	0.284	0.218	0.512	0.424
26	1.215	1.300	1.651	1.578	1.054	1.025	1.228	1.293
27	3.172	2.193	3.124	3.170	2.488	3.104	2.171	2.774
28	0.763	0.690	1.093	0.803	0.637	0.796	0.889	0.810
29	0.275	0.329	0.666	0.914	0.320	0.337	0.564	0.487
30	0.645	0.722	0.664	0.674	0.677	0.575	0.608	0.652
31	3.804	3.929	3.856	4.201	3.493	3.839	4.203	3.904
32	0.678	0.755	0.653	0.642	1.006	0.649	0.640	0.718
33	0.732	0.925	0.954	0.563	1.332	0.602	0.576	0.812
34	0.691	2.404	0.415	0.318	0.473	0.449	0.318	0.724
35	3.018	2.110	1.873	2.241	2.723	1.600	1.583	2.164
36	0.529	0.537	0.658	0.566	0.390	0.558	0.524	0.537
37	0.667	0.508	0.365	0.480	0.763	0.818	1.018	0.660
38	0.745	0.774	0.750	0.800	0.668	0.297	0.288	0.618
39	1.446	0.917	1.055	1.406	1.675	1.382	1.268	1.307
40	1.650	1.549	1.552	1.192	1.369	1.553	1.858	1.532
41	1.120	1.294	0.642	1.374	1.114	1.073	0.843	1.066
42	1.007	0.913	1.246	1.305	1.060	0.290	0.498	0.903
43	0.489	0.337	0.404	0.566	0.262	0.684	0.547	0.470
44	1.607	1.927	2.189	1.694	1.427	1.013	1.261	1.588
45	0.879	0.553	0.660	0.871	2.176	1.539	0.901	1.083
46	1.942	2.105	2.038	2.071	2.061	1.536	1.864	1.945
47	0.786	0.722	0.618	0.889	0.677	0.783	0.787	0.752
48	1.990	1.975	1.876	2.246	2.162	1.512	1.809	1.939
49	0.685	0.703	0.595	0.733	1.120	0.545	0.603	0.712
50	0.764	0.505	0.798	0.344	0.284	0.354	0.340	0.484

51	0.954	0.957	0.882	0.900	0.732	1.204	1.324	0.993
52	6.028	6.902	8.670	8.537	11.537	11.259	10.444	9.054
53	2.201	1.915	1.648	2.231	1.725	1.506	1.794	1.860
54	0.809	0.826	0.711	0.744	0.627	0.534	0.629	0.697
55	3.618	4.114	3.466	4.672	4.432	3.822	2.931	3.865
56	1.284	1.419	1.305	1.969	1.400	2.185	1.726	1.613
57	0.028	0.048	0.019	0.044	0.026	0.044	0.037	0.035
58	3.897	4.062	3.726	4.004	3.870	4.176	4.678	4.059
59	1.770	2.274	0.807	1.785	2.445	0.082	0.027	1.313
60	2.061	2.282	2.398	2.150	1.862	2.373	2.513	2.234
61	0.243	0.402	0.298	0.666	0.178	0.208	0.246	0.320
62	1.858	2.648	2.184	2.029	2.284	2.376	2.208	2.227
63	1.628	1.774	1.265	1.394	0.782	1.513	1.147	1.358
64	0.268	0.239	0.244	0.342	0.247	0.391	0.566	0.328
65	0.299	0.347	0.299	0.344	0.250	0.209	0.222	0.282
66	1.292	1.455	1.341	1.550	1.004	1.027	1.291	1.280
67	0.868	0.716	0.829	0.703	0.527	0.216	0.519	0.626
68	0.914	0.625	0.646	0.656	0.748	0.757	1.060	0.772
69	0.985	1.373	1.249	1.144	2.090	1.444	1.106	1.342
70	3.170	2.900	2.484	2.993	2.811	2.457	2.594	2.773
71	1.774	1.361	0.802	0.801	1.129	1.276	0.583	1.104
72	1.974	2.457	1.748	1.921	1.677	2.163	2.080	2.003
73	0.769	0.717	0.642	0.645	0.371	0.399	0.606	0.593
74	1.878	2.084	1.784	2.701	1.791	1.783	1.774	1.971
75	2.148	2.152	2.655	2.981	2.332	2.237	2.162	2.381
76	7.340	7.358	7.281	8.327	7.743	7.768	7.341	7.594
77	1.621	1.488	1.449	1.437	1.063	1.466	1.338	1.409
78	3.092	3.615	3.315	3.096	3.116	2.965	3.154	3.193
79	1.079	1.334	1.116	1.246	1.266	1.326	1.536	1.272
80	0.422	0.652	0.614	0.550	0.520	0.748	0.686	0.599
81	2.315	3.441	2.832	3.889	3.098	2.805	2.394	2.968
82	4.598	3.663	3.740	2.699	1.913	3.065	3.102	3.254
83	2.813	2.080	2.982	2.409	1.913	2.318	2.436	2.422
84	0.993	0.679	0.789	0.734	0.748	0.666	0.715	0.761
85	1.196	1.036	1.028	1.279	1.076	1.041	0.855	1.073
86	0.688	0.928	0.547	0.425	0.553	0.596	0.316	0.579
87	0.516	0.368	0.509	0.752	0.582	0.815	0.672	0.602
88	1.140	1.233	1.064	1.066	1.065	0.843	1.141	1.079
89	0.994	0.884	0.614	0.676	0.745	0.237	0.615	0.681
90	0.208	0.151	0.380	0.223	0.506	0.180	0.268	0.274
91	0.453	0.484	0.507	0.439	0.621	0.420	0.630	0.508
92	0.673	0.637	0.848	0.801	0.667	0.895	1.206	0.818
93	0.034	0.038	0.026	0.035	0.022	0.062	0.282	0.071
94	2.049	2.371	2.416	2.969	3.332	1.956	1.562	2.379
95	1.757	1.624	1.173	1.509	1.449	1.129	2.190	1.547
96	0.719	0.881	0.988	0.735	0.717	1.395	1.061	0.928
97	1.885	2.074	2.289	2.390	2.788	2.282	2.154	2.266
98	1.243	1.115	0.794	1.134	0.957	1.479	1.830	1.222
99	1.584	2.053	1.888	2.006	1.509	1.465	2.004	1.787
100	0.464	0.603	0.291	0.496	0.413	0.712	0.531	0.501
101	0.964	0.913	1.201	0.975	0.778	0.532	0.943	0.901
102	1.841	1.403	1.783	1.521	2.425	1.639	1.854	1.781
103	0.617	0.279	0.255	0.282	0.242	0.224	0.126	0.289
Consumo promedio (m³/día)	1.517	1.554	1.475	1.579	1.532	1.497	1.556	1.530
Varianza	1.656	1.913	1.990	2.370	2.604	2.676	2.600	Desv. Est. del sector
Desviación estandar	1.287	1.383	1.411	1.540	1.614	1.636	1.613	0.036
Coefficiente de variación	84.84%	89.03%	95.61%	97.50%	105.33%	109.25%	103.65%	Mediana del sector
Mediana	1.120	1.061	0.988	0.975	1.076	1.027	1.120	1.061

Realizado por: Bryan Tapia

En la Figura 64, se expone gráficamente el comportamiento de consumo de agua potable por semana, correspondiente al sector Aeropuerto Dos.

Figura 64. Consumo promedio semanal sector Aeropuerto Dos



Realizado por: Bryan Tapia



Como se evidencia en la figura 64, el consumo que se tiene por cada día de la semana no es el mismo, pero se mantiene en valores muy cercanos entre sí. Se determina que el día de mayor consumo en la semana es el jueves con un valor de 1.579 m³/día. La explicación de esto se debe a que al ser una zona mixta entre residencial y comercial, los días jueves por ser casi final de semana más personas acuden a restaurantes, marisquerías y gimnasios existentes en el sector. Por el contrario, el día miércoles se registra como el día que menos se consume agua, con un valor de 1.475 m³/día, esto debido a que es un día a mitad de semana en el cual no hay mucha afluencia de clientes a locales comerciales.

Finalmente, se determina el que el valor promedio o media aritmética de consumo por día en una semana en condiciones de consumo normales es de 1.530 m³/día, valor mayor al de la mediana de todo el sector (1.061 m³/día), por lo que, estadísticamente hablando, el valor más adecuado para considerarlo es la mediana, entonces tenemos

que, el consumo que normalmente se realiza en un día a la semana en el sector Aeropuerto Dos es de 1.061 m³/día.

4.3.2.2. Dos Ríos

Tabla 45. Valores de consumo semanal en (m³/día) sector Dos Ríos

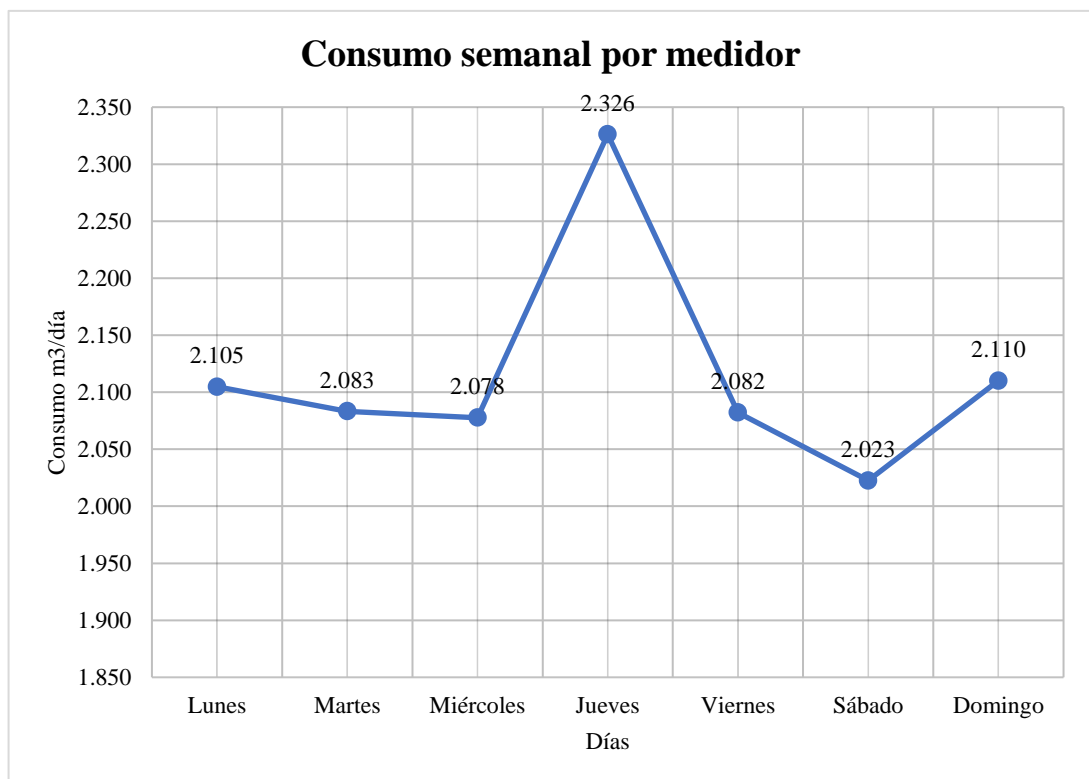
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
SECTOR DE ESTUDIO: DOS RÍOS								
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES "DOS RÍOS" Y "AEROPUERTO DOS" DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO								
REALIZADO POR: TAPIA NARANJO BRYAN DAVID								
VALORES DE CONSUMO SEMANAL POR MEDIDOR (m ³)								Consumo promedio (m ³ /día)
ID Medidor	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
1	0.389	0.307	0.419	0.316	0.257	0.241	0.455	0.340
2	4.879	4.510	4.567	4.829	3.734	5.153	5.622	4.756
3	1.841	1.322	1.098	2.068	1.939	1.978	2.080	1.761
4	0.659	0.812	0.951	0.697	0.868	0.870	0.762	0.803
5	0.684	0.719	1.243	0.631	1.013	1.019	1.130	0.920
6	0.858	0.731	0.724	0.749	0.621	0.506	0.683	0.696
7	2.264	2.692	2.276	3.444	2.548	2.548	2.573	2.621
8	1.544	2.935	1.511	1.035	1.774	1.508	1.436	1.678
9	0.093	0.098	0.104	0.131	0.124	0.083	0.159	0.113
10	11.825	9.423	12.142	15.449	7.100	6.618	8.148	10.101
11	0.963	1.056	1.094	0.872	0.659	1.212	0.775	0.947
12	3.115	3.753	3.700	3.452	3.418	3.380	2.969	3.398
13	0.342	0.392	0.779	3.136	0.586	0.216	0.204	0.808
14	0.532	0.435	0.441	0.408	0.423	0.397	0.413	0.436
15	1.468	1.618	1.731	1.645	1.427	1.587	1.289	1.538
16	5.553	6.363	6.720	9.580	4.059	2.787	4.976	5.720
17	4.040	4.356	4.077	2.325	2.024	2.168	2.412	3.057
18	0.526	0.705	0.342	0.502	0.444	0.687	0.560	0.538
19	0.565	0.986	0.895	0.865	0.533	0.698	0.587	0.733
20	0.357	0.221	0.365	0.199	0.396	0.402	0.606	0.364
21	3.721	4.219	3.526	3.406	5.118	2.981	4.446	3.917
22	0.942	1.110	1.152	0.645	0.843	1.133	1.126	0.993
23	0.962	1.158	1.828	1.014	0.997	1.508	0.833	1.186
24	0.489	0.501	0.610	0.512	0.403	0.478	0.472	0.495
25	1.821	1.251	1.662	1.524	1.474	1.387	1.226	1.478
26	1.275	1.411	1.339	1.873	1.189	1.042	1.170	1.329
27	1.153	1.307	1.484	1.810	0.663	0.567	0.709	1.099
28	8.562	7.103	6.654	8.556	9.429	7.692	7.304	7.900
29	0.008	0.026	0.030	0.035	0.022	0.048	0.020	0.027
30	2.730	2.488	2.589	2.749	3.350	2.901	3.210	2.860
31	1.387	1.459	1.684	1.352	1.098	0.512	1.154	1.235
32	1.738	2.179	2.370	1.892	3.103	1.900	1.885	2.153
33	2.030	1.561	1.952	1.997	1.477	2.266	2.571	1.979
34	1.908	1.545	1.614	1.690	1.945	2.008	2.114	1.832
35	0.495	0.513	0.715	0.806	0.642	0.215	0.740	0.589
36	0.449	0.591	0.388	0.684	0.518	0.520	0.540	0.527
37	0.241	0.187	0.281	0.358	0.346	0.186	0.341	0.277
38	9.872	5.751	4.587	7.609	11.059	9.269	7.938	8.012
39	0.744	0.707	0.653	0.700	0.557	0.014	0.589	0.566
40	0.913	1.478	0.759	0.982	0.942	0.680	1.137	0.984
41	0.126	0.118	0.130	0.151	0.122	0.117	0.130	0.128
42	1.699	1.548	1.753	2.039	1.869	1.540	1.717	1.738
43	0.737	0.863	0.603	1.044	0.695	0.908	1.100	0.850
44	1.931	3.014	2.892	2.964	3.211	4.346	2.309	2.952
45	2.061	1.339	1.393	1.672	1.371	1.483	1.980	1.614

46	0.852	1.570	1.568	1.021	0.839	0.621	1.034	1.072
47	4.404	3.389	3.397	3.836	4.131	4.097	4.568	3.975
48	2.003	2.043	2.125	2.349	2.112	1.391	1.987	2.002
49	0.919	0.817	0.958	1.047	0.671	0.822	0.839	0.868
50	3.005	2.762	3.603	3.124	2.899	3.211	4.299	3.272
51	0.782	0.907	1.096	0.735	1.059	0.739	0.890	0.887
52	0.991	0.858	0.918	1.093	0.436	1.271	0.906	0.925
53	0.613	0.521	0.412	0.517	0.519	0.702	0.749	0.576
54	0.747	1.179	0.961	1.476	1.715	1.539	1.133	1.250
55	0.723	0.611	0.717	1.147	0.635	0.682	0.418	0.705
56	1.941	2.174	1.684	2.084	3.344	3.875	2.245	2.478
57	0.383	0.375	0.463	0.395	0.404	0.347	0.390	0.394
58	16.959	19.499	17.493	19.046	18.473	20.586	20.896	18.993
59	0.655	0.877	0.727	0.680	0.591	0.901	0.929	0.766
60	0.814	0.556	0.709	0.620	0.714	0.808	0.726	0.707
Consumo promedio (m³/día)	2.105	2.083	2.078	2.326	2.082	2.023	2.110	2.115
Varianza	8.944	8.612	8.058	11.497	9.063	9.365	9.580	Desv. Est. del sector
Desviación estandar	2.991	2.935	2.839	3.391	3.011	3.060	3.095	0.097
Coefficiente de variación	142.09%	140.86%	136.63%	145.77%	144.59%	151.30%	146.68%	Mediana del sector
Mediana	0.963	1.215	1.197	1.120	1.005	1.088	1.128	1.120

Realizado por: Bryan Tapia

En la Figura 65, se expone gráficamente el comportamiento de consumo de agua potable por semana, correspondiente al sector Dos Ríos

Figura 65. Consumo promedio semanal sector Dos Ríos



Realizado por: Bryan Tapia

En base a la figura 65, se puede apreciar que entre los valores de consumo promedio por día en el transcurso de la semana existe dispersión. Gracias a esto, se ha podido

determinar que el valor máximo de consumo en promedio es de 2.326 m³/día, correspondiente al día jueves. Esto se debe a que este día es próximo a fin de semana y la parte comercial existente en la zona se activa, debido a la relajación social de todos los sectores, laboral principalmente. En contra parte, el día que se registra menor consumo en el sector corresponde al día Sábado con un valor de 2.023 m³/día. Este comportamiento se debe a que las personas los fines de semana salen de sus viviendas con diferentes destinos, principalmente turísticos que ofrece la ciudad de Tena, por lo cual se omiten ciertas actividades en casa como: el lavado de vajilla, lavado de autos etc.

Finalmente, se establece que el valor promedio o media aritmética de consumo por día en una semana normal es de 2.115 m³/día, valor mucho mayor en comparación al calculado de la mediana (1.120 m³/día), entonces, estadísticamente hablando, el valor más adecuado para considerarlo es la mediana, tenemos entonces que, el consumo que normalmente se realiza en un día a la semana en el sector Dos Ríos es de 1.120 m³/día.

4.3.2.3. Consumo Per-cápita

Este es uno de los parámetros más importantes para el cumplimiento de los objetivos del estudio, ya que nos permite comprender como es el comportamiento de consumo que tiene cada persona para realizar sus actividades cotidianas como: aseo personal, elaboración de alimentos, lavado de ropa, limpieza del hogar, riego de huertos etc.

Los valores de consumo per-cápita son únicos en comparación con cualquier otro parámetro, ya está en función de una serie de factores inherentes a la localidad que se abastece y varía de una ciudad a otra. Los principales factores que influyen en el consumo de agua en una localidad pueden ser: Clima, nivel de vida de la población, costumbres de la población, sistema de provisión, calidad del agua suministrada, costo de agua (tarifa), presión de la red de distribución, existencia de red de alcantarillado, entre otros. [36]

Además, mediante el conocimiento de este parámetro es factible la evaluación, diseño, y mantenimiento de los sistemas de captación, almacenamiento, conducción y distribución del agua potable.

El proceso para la obtención del consumo per-cápita parte de conocer el consumo de agua y correlacionarla con el número de usuarios por cada predio. Esta información

fue obtenida mediante las encuestas realizadas a todos los usuarios. Los valores de consumo per-cápita se presentan en la Tabla 46, misma que consta de los siguientes apartados:

Columna

La primera columna represente a la identificación de cada medidor. En la segunda encontramos el número de usuarios por cada medidor. Las siguientes 7 columnas corresponden a los días que conforman la semana, con sus respectivos valores promediales. En el ante penúltima columna tenemos los valores promedio de los 7 días de la semana por cada medidor. Y al final, se encuentran los valores del consumo per-cápita expresado en Litros/habitante/día

Filas

Las primeras filas hacen referencia a los valores promedio de consumo de agua potable por cada día de la semana y para cada medidor de la muestra. Al final, en el ante penúltima fila se calcula el número de usuarios promedio por predio, seguido el consumo promedio por sector y el consumo per-cápita promedio de todo el sector.

4.3.2.3.1. Aeropuerto Dos

Tabla 46. Valores de consumo per-cápita (Litros/habitante/día) en el sector Aeropuerto Dos

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							FICM		
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		SECTOR DE ESTUDIO: AEROPUERTO DOS									
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES "DOS RÍOS" Y "AEROPUERTO DOS" DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO											
REALIZADO POR: TAPIA NARANJO BRYAN DAVID											
VALORES DE CONSUMO PER-CÁPITA POR MEDIDOR										Consumo promedio (m ³ /día)	Consumo Per-cápita (lt/hab/día)
ID Medidor	Número de Usuarios	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo			
1	5	1.254	1.249	0.782	1.398	0.843	0.743	1.120	1.056	211.00	
2	2	1.224	0.808	1.430	0.552	1.032	1.451	1.266	1.109	554.00	
3	9	0.027	0.034	0.038	0.029	0.133	0.000	0.002	0.038	4.00	
4	10	0.842	0.910	0.711	0.948	0.571	0.798	1.291	0.867	87.00	
5	8	1.476	1.556	1.253	1.689	1.341	1.260	1.234	1.401	175.00	
6	6	1.155	1.041	0.833	0.608	1.416	1.726	2.716	1.356	226.00	
7	7	0.838	1.061	0.461	0.532	1.090	0.699	0.582	0.752	107.00	
8	4	0.739	0.512	0.398	0.677	0.499	0.654	0.568	0.578	145.00	
9	12	4.290	4.370	4.150	5.112	3.813	4.401	5.252	4.484	374.00	
10	11	3.701	4.083	3.559	4.455	4.216	4.187	4.866	4.153	378.00	
11	12	1.864	2.260	2.914	2.095	2.213	2.159	2.405	2.273	189.00	
12	6	1.049	0.992	0.779	0.698	0.609	1.234	1.069	0.918	153.00	
13	10	1.548	1.289	1.097	0.915	1.098	0.968	1.710	1.232	123.00	
14	10	5.038	5.872	4.703	6.313	6.005	5.948	5.785	5.666	567.00	
15	6	1.554	1.415	2.613	1.696	1.646	1.845	1.217	1.712	285.00	
16	6	0.206	0.130	0.212	0.200	0.256	0.523	0.163	0.241	40.00	
17	16	1.039	1.010	1.070	1.434	1.148	1.094	1.057	1.122	70.00	
18	3	0.405	0.133	0.182	0.231	0.191	0.165	0.176	0.212	71.00	
19	5	0.994	0.586	0.750	0.947	1.292	0.573	0.659	0.829	166.00	
20	4	0.495	0.540	0.552	0.529	0.328	0.551	0.415	0.487	122.00	

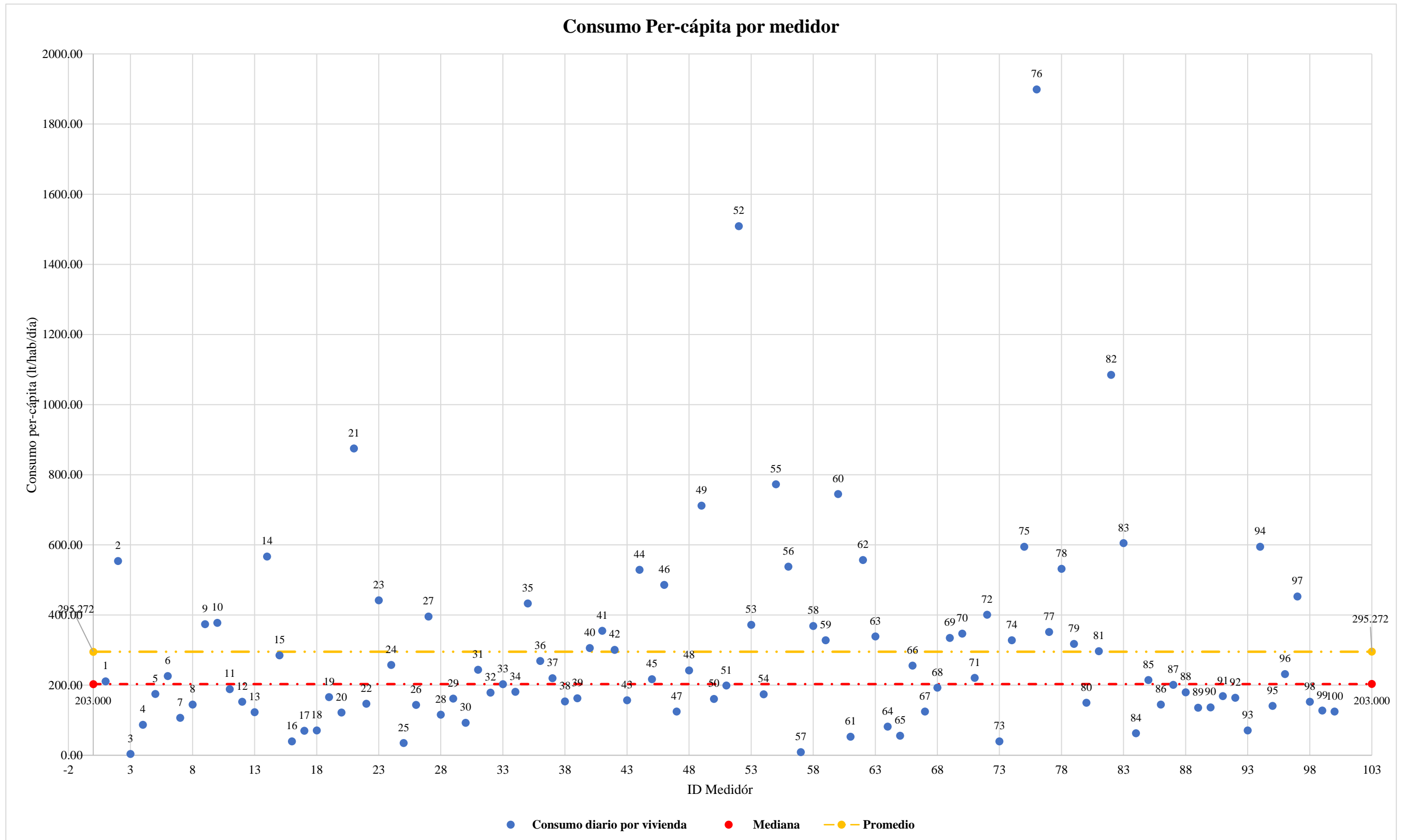
21	5	3.735	4.429	3.970	3.524	3.704	5.354	5.905	4.375	875.00
22	4	1.211	0.684	0.344	0.555	0.625	0.446	0.263	0.590	147.00
23	6	2.715	2.548	2.675	2.544	2.256	2.805	3.015	2.651	442.00
24	5	1.045	1.772	0.912	0.788	1.076	0.851	2.599	1.292	258.00
25	12	0.443	0.627	0.356	0.528	0.284	0.218	0.512	0.424	35.00
26	9	1.215	1.300	1.651	1.578	1.054	1.025	1.228	1.293	144.00
27	7	3.172	2.193	3.124	3.170	2.488	3.104	2.171	2.774	396.00
28	7	0.763	0.690	1.093	0.803	0.637	0.796	0.889	0.810	116.00
29	3	0.275	0.329	0.666	0.914	0.320	0.337	0.564	0.487	162.00
30	7	0.645	0.722	0.664	0.674	0.677	0.575	0.608	0.652	93.00
31	16	3.804	3.929	3.856	4.201	3.493	3.839	4.203	3.904	244.00
32	4	0.678	0.755	0.653	0.642	1.006	0.649	0.640	0.718	179.00
33	4	0.732	0.925	0.954	0.563	1.332	0.602	0.576	0.812	203.00
34	4	0.691	2.404	0.415	0.318	0.473	0.449	0.318	0.724	181.00
35	5	3.018	2.110	1.873	2.241	2.723	1.600	1.583	2.164	433.00
36	2	0.529	0.537	0.658	0.566	0.390	0.558	0.524	0.537	269.00
37	3	0.667	0.508	0.365	0.480	0.763	0.818	1.018	0.660	220.00
38	4	0.745	0.774	0.750	0.800	0.668	0.297	0.288	0.618	154.00
39	8	1.446	0.917	1.055	1.406	1.675	1.382	1.268	1.307	163.00
40	5	1.650	1.549	1.552	1.192	1.369	1.553	1.858	1.532	306.00
41	3	1.120	1.294	0.642	1.374	1.114	1.073	0.843	1.066	355.00
42	3	1.007	0.913	1.246	1.305	1.060	0.290	0.498	0.903	301.00
43	3	0.489	0.337	0.404	0.566	0.262	0.684	0.547	0.470	157.00
44	3	1.607	1.927	2.189	1.694	1.427	1.013	1.261	1.588	529.00
45	5	0.879	0.553	0.660	0.871	2.176	1.539	0.901	1.083	217.00
46	4	1.942	2.105	2.038	2.071	2.061	1.536	1.864	1.945	486.00
47	6	0.786	0.722	0.618	0.889	0.677	0.783	0.787	0.752	125.00
48	8	1.990	1.975	1.876	2.246	2.162	1.512	1.809	1.939	242.00
49	1	0.685	0.703	0.595	0.733	1.120	0.545	0.603	0.712	712.00
50	3	0.764	0.505	0.798	0.344	0.284	0.354	0.340	0.484	161.00
51	5	0.954	0.957	0.882	0.900	0.732	1.204	1.324	0.993	199.00
52	6	6.028	6.902	8.670	8.537	11.537	11.259	10.444	9.054	1509.00
53	5	2.201	1.915	1.648	2.231	1.725	1.506	1.794	1.860	372.00
54	4	0.809	0.826	0.711	0.744	0.627	0.534	0.629	0.697	174.00
55	5	3.618	4.114	3.466	4.672	4.432	3.822	2.931	3.865	773.00
56	3	1.284	1.419	1.305	1.969	1.400	2.185	1.726	1.613	538.00
57	4	0.028	0.048	0.019	0.044	0.026	0.044	0.037	0.035	9.00
58	11	3.897	4.062	3.726	4.004	3.870	4.176	4.678	4.059	369.00
59	4	1.770	2.274	0.807	1.785	2.445	0.082	0.027	1.313	328.00
60	3	2.061	2.282	2.398	2.150	1.862	2.373	2.513	2.234	745.00
61	6	0.243	0.402	0.298	0.666	0.178	0.208	0.246	0.320	53.00
62	4	1.858	2.648	2.184	2.029	2.284	2.376	2.208	2.227	557.00
63	4	1.628	1.774	1.265	1.394	0.782	1.513	1.147	1.358	339.00
64	4	0.268	0.239	0.244	0.342	0.247	0.391	0.566	0.328	82.00
65	5	0.299	0.347	0.299	0.344	0.250	0.209	0.222	0.282	56.00
66	5	1.292	1.455	1.341	1.550	1.004	1.027	1.291	1.280	256.00
67	5	0.868	0.716	0.829	0.703	0.527	0.216	0.519	0.626	125.00
68	4	0.914	0.625	0.646	0.656	0.748	0.757	1.060	0.772	193.00
69	4	0.985	1.373	1.249	1.144	2.090	1.444	1.106	1.342	335.00
70	8	3.170	2.900	2.484	2.993	2.811	2.457	2.594	2.773	347.00
71	5	1.774	1.361	0.802	0.801	1.129	1.276	0.583	1.104	221.00
72	5	1.974	2.457	1.748	1.921	1.677	2.163	2.080	2.003	401.00
73	15	0.769	0.717	0.642	0.645	0.371	0.399	0.606	0.593	40.00
74	6	1.878	2.084	1.784	2.701	1.791	1.783	1.774	1.971	328.00
75	4	2.148	2.152	2.655	2.981	2.332	2.237	2.162	2.381	595.00

76	4	7.340	7.358	7.281	8.327	7.743	7.768	7.341	7.594	1899.00	
77	4	1.621	1.488	1.449	1.437	1.063	1.466	1.338	1.409	352.00	
78	6	3.092	3.615	3.315	3.096	3.116	2.965	3.154	3.193	532.00	
79	4	1.079	1.334	1.116	1.246	1.266	1.326	1.536	1.272	318.00	
80	4	0.422	0.652	0.614	0.550	0.520	0.748	0.686	0.599	150.00	
81	10	2.315	3.441	2.832	3.889	3.098	2.805	2.394	2.968	297.00	
82	3	4.598	3.663	3.740	2.699	1.913	3.065	3.102	3.254	1085.00	
83	4	2.813	2.080	2.982	2.409	1.913	2.318	2.436	2.422	605.00	
84	12	0.993	0.679	0.789	0.734	0.748	0.666	0.715	0.761	63.00	
85	5	1.196	1.036	1.028	1.279	1.076	1.041	0.855	1.073	215.00	
86	4	0.688	0.928	0.547	0.425	0.553	0.596	0.316	0.579	145.00	
87	3	0.516	0.368	0.509	0.752	0.582	0.815	0.672	0.602	201.00	
88	6	1.140	1.233	1.064	1.066	1.065	0.843	1.141	1.079	180.00	
89	5	0.994	0.884	0.614	0.676	0.745	0.237	0.615	0.681	136.00	
90	2	0.208	0.151	0.380	0.223	0.506	0.180	0.268	0.274	137.00	
91	3	0.453	0.484	0.507	0.439	0.621	0.420	0.630	0.508	169.00	
92	5	0.673	0.637	0.848	0.801	0.667	0.895	1.206	0.818	164.00	
93	1	0.034	0.038	0.026	0.035	0.022	0.062	0.282	0.071	71.00	
94	4	2.049	2.371	2.416	2.969	3.332	1.956	1.562	2.379	595.00	
95	11	1.757	1.624	1.173	1.509	1.449	1.129	2.190	1.547	141.00	
96	4	0.719	0.881	0.988	0.735	0.717	1.395	1.061	0.928	232.00	
97	5	1.885	2.074	2.289	2.390	2.788	2.282	2.154	2.266	453.00	
98	8	1.243	1.115	0.794	1.134	0.957	1.479	1.830	1.222	153.00	
99	14	1.584	2.053	1.888	2.006	1.509	1.465	2.004	1.787	128.00	
100	4	0.464	0.603	0.291	0.496	0.413	0.712	0.531	0.501	125.00	
101	7	0.964	0.913	1.201	0.975	0.778	0.532	0.943	0.901	129.00	
102	6	1.8406	1.4026	1.7832	1.5205	2.42475	1.6385	1.8535	1.781	297.00	
103	2	0.617	0.2786	0.2552	0.28225	0.2425	0.22375	0.1265	0.289	145.00	
	5.777	Promedio de personas por vivienda					Consumo promedio del sector			1.530	295.272
	hab/viv									m3/día	lt/hab/día
Consumo promedio por día m3/día		1.517	1.554	1.475	1.579	1.532	1.497	1.556	Mediana lt/hab/día	203.00	

Realizado por: Bryan Tapia

La Figura 66, que se presenta a continuación, expone de manera gráfica los valores de consumo per-cápita, mismos que se indican en forma de puntos, y que relacionan en el eje de las ordenadas el consumo per-cápita expresado en Litros/habitante/día y en el eje de las abscisas, la identificación correspondiente a cada medidor de la muestra. Adicionalmente, podemos encontrar el valor del consumo per-cápita promedio del total del sector expresado en forma de línea horizontal de color naranja, y así también, el valor de la mediana expresado con una línea de color rojo.

Figura 66. Consumo per-cápita correspondiente al sector Aeropuerto Dos



Realizado por: Bryan Tapia

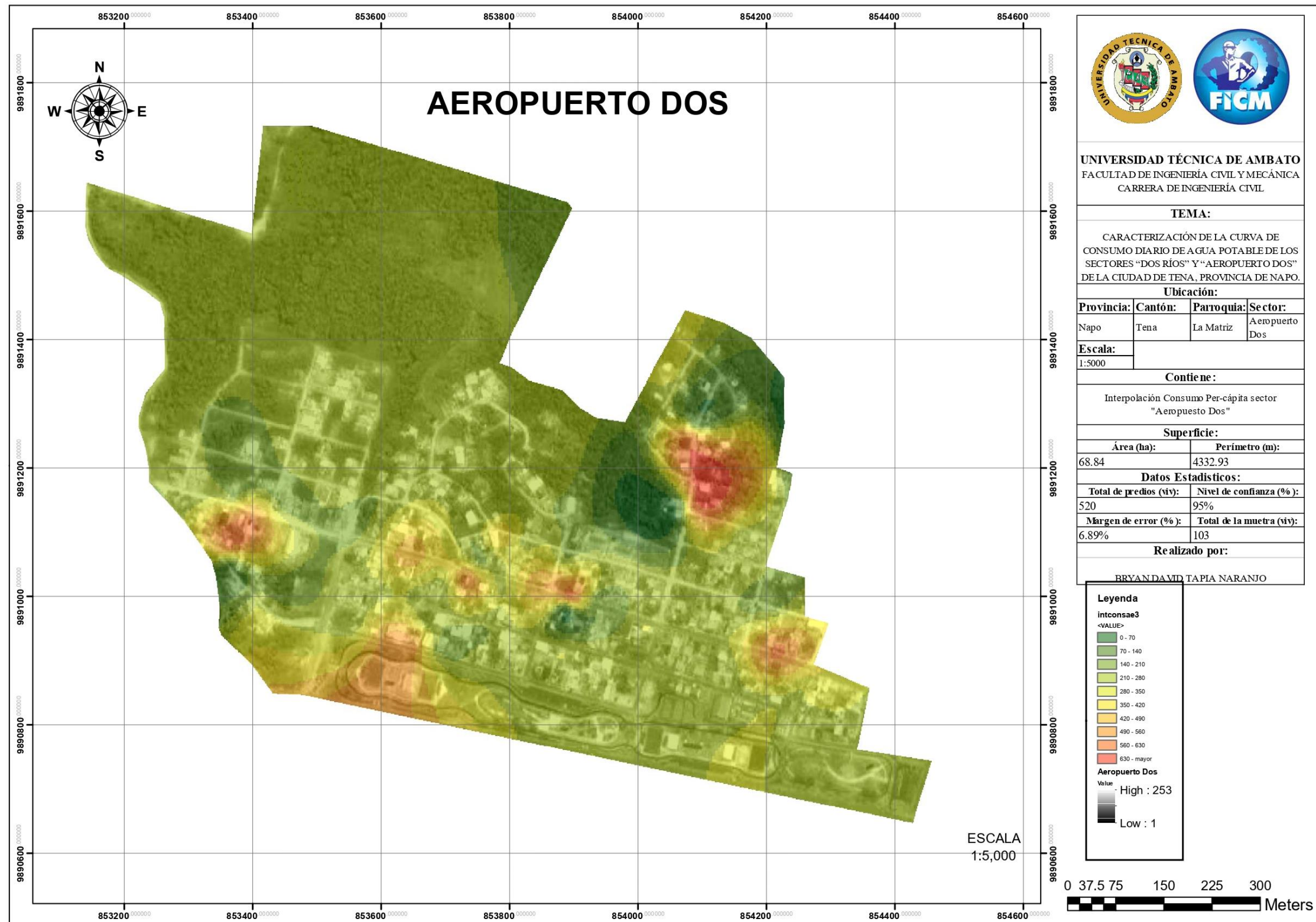
Analizando la figura 66, se puede apreciar claramente que existe dispersión entre los valores de consumo per-cápita promedio para cada vivienda. Gracias a esto, se ha podido identificar que el predio que registra el mayor consumo per-cápita de agua potable es el 76 con un valor de 1899.00 litros/habitante/día; esta residencia es de tipo unifamiliar de tipología C, que alberga un total de 4 habitantes y dispone de 6 aparatos sanitarios en total. El motivo de este elevado consumo es principalmente por la existencia de fugas de agua, según testimonio del jefe de hogar, además de que durante la encuesta realizada se identificó a la residencia como unifamiliar, pero en realidad habitan más personas. El segundo valor con mayor consumo registrado corresponde al predio 52, con un valor de 1509.00 litros/habitante/día, que pertenece a un predio de tipo Gubernamental, específicamente a la Casa de la Cultura de Tena, misma que cuenta con 29 unidades sanitarias funcionales, y alberga de manera permanente a 6 trabajadores que laboran hasta las 5 p.m., pero es indispensable recalcar que la afluencia de usuarios es mucho mayor debido a naturaleza de las actividades que se desarrollan en la institución. Por el contrario, el menor valor de consumo per-cápita pertenece al medidor 3, que corresponde a una institución de tipo Gubernamental de tipología B, misma que dispone de 4 unidades sanitarias y alberga a 9 usuarios. La razón del bajo consumo por usuario se debe a que el predio es un apartado de un subcentro de salud destinado al almacenamiento de archivos, mismo en el que antes se desempeñaban funciones de oficinas, razón por la que posee su propio medidor.

Debido a la dispersión existente entre valores, es imprescindible determinar un único valor de consumo per-cápita promedio que demuestre el comportamiento común de los usuarios al momento de realizar sus actividades diarias y que facilite el entendimiento de los resultados, es así que tenemos el valor de 295.272 litros/habitante/día.

Además, como se observa en la tabla 46, otro parámetro estadístico calculado fue la mediana del consumo per-cápita de todo el sector, dando como resultado 203.00 litros/habitante/día, y realizando una comparación, podemos darnos cuenta que el valor de la media o promedio del consumo por usuario al día se encuentra por encima del valor de la mediana, se afirma entonces que, la distribución presenta una cola de datos o sesgo hacia la derecha, lo que conlleva a seleccionar el valor de la mediana como dato más idóneo, entonces, se dice que el valor de consumo per-cápita promedio para el sector de Aeropuerto Dos es de 203.00 litros/habitante/día.

Por último, se muestra un mapa georreferenciado que comprende la totalidad del sector Aeropuerto Dos, en donde se analizan los valores de consumo per-cápita mediante escalas de color. Además, se debe mencionar que fue necesaria la interpolación de datos con el objetivo de prever valores desconocidos que corresponden a los lugares no considerados en la muestra.



Figura 67. Análisis del consumo per-cápita de agua potable basado en el Sistema de Información Geográfica del sector Aeropuerto Dos



Realizado por: Bryan Tapia

4.3.2.3.2. Dos Ríos

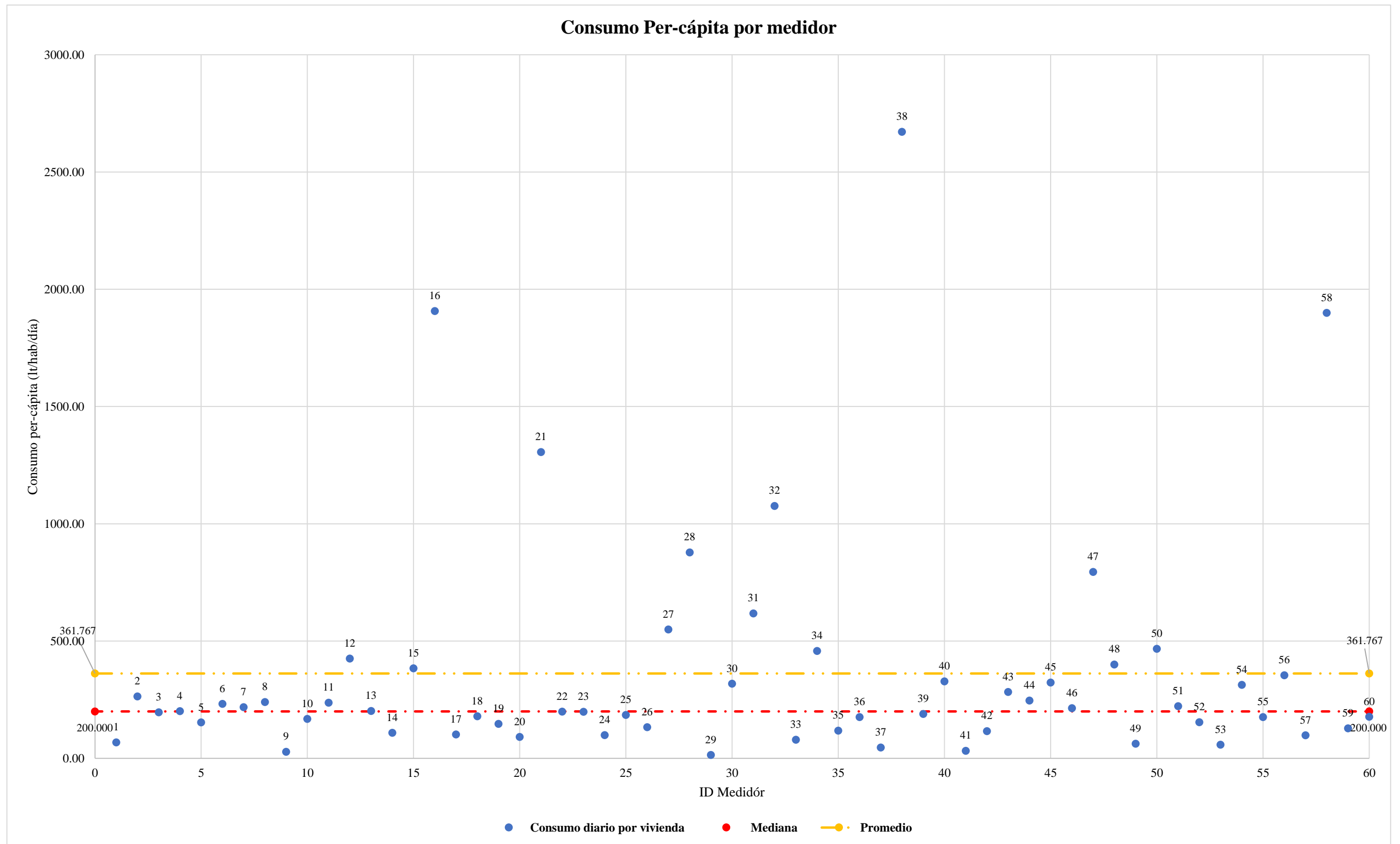
Tabla 47. Valores de consumo per-cápita (Litros/habitante/día) en el sector Dos Ríos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 											
SECTOR DE ESTUDIO: DOS RÍOS											
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES "DOS RÍOS" Y "AEROPUERTO DOS" DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO											
REALIZADO POR: TAPIA NARANJO BRYAN DAVID											
VALORES DE CONSUMO PER-CÁPITA POR MEDIDOR									Consumo promedio (m ³ /día)	Consumo Per-cápita (lt/hab/día)	
ID Medidor	Número de Usuarios	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo			
1	5	0.389	0.307	0.419	0.316	0.257	0.241	0.455	0.340	68.00	
2	18	4.879	4.510	4.567	4.829	3.734	5.153	5.622	4.756	264.00	
3	9	1.841	1.322	1.098	2.068	1.939	1.978	2.080	1.761	196.00	
4	4	0.659	0.812	0.951	0.697	0.868	0.870	0.762	0.803	201.00	
5	6	0.684	0.719	1.243	0.631	1.013	1.019	1.130	0.920	153.00	
6	3	0.858	0.731	0.724	0.749	0.621	0.506	0.683	0.696	232.00	
7	12	2.264	2.692	2.276	3.444	2.548	2.548	2.573	2.621	218.00	
8	7	1.544	2.935	1.511	1.035	1.774	1.508	1.436	1.678	240.00	
9	4	0.093	0.098	0.104	0.131	0.124	0.083	0.159	0.113	28.00	
10	60	11.825	9.423	12.142	15.449	7.100	6.618	8.148	10.101	168.00	
11	4	0.963	1.056	1.094	0.872	0.659	1.212	0.775	0.947	237.00	
12	8	3.115	3.753	3.700	3.452	3.418	3.380	2.969	3.398	425.00	
13	4	0.342	0.392	0.779	3.136	0.586	0.216	0.204	0.808	202.00	
14	4	0.532	0.435	0.441	0.408	0.423	0.397	0.413	0.436	109.00	
15	4	1.468	1.618	1.731	1.645	1.427	1.587	1.289	1.538	384.00	
16	3	5.553	6.363	6.720	9.580	4.059	2.787	4.976	5.720	1907.00	
17	30	4.040	4.356	4.077	2.325	2.024	2.168	2.412	3.057	102.00	
18	3	0.526	0.705	0.342	0.502	0.444	0.687	0.560	0.538	179.00	
19	5	0.565	0.986	0.895	0.865	0.533	0.698	0.587	0.733	147.00	
20	4	0.357	0.221	0.365	0.199	0.396	0.402	0.606	0.364	91.00	
21	3	3.721	4.219	3.526	3.406	5.118	2.981	4.446	3.917	1306.00	
22	5	0.942	1.110	1.152	0.645	0.843	1.133	1.126	0.993	199.00	
23	6	0.962	1.158	1.828	1.014	0.997	1.508	0.833	1.186	198.00	
24	5	0.489	0.501	0.610	0.512	0.403	0.478	0.472	0.495	99.00	
25	8	1.821	1.251	1.662	1.524	1.474	1.387	1.226	1.478	185.00	
26	10	1.275	1.411	1.339	1.873	1.189	1.042	1.170	1.329	133.00	
27	2	1.153	1.307	1.484	1.810	0.663	0.567	0.709	1.099	549.00	
28	9	8.562	7.103	6.654	8.556	9.429	7.692	7.304	7.900	878.00	
29	2	0.008	0.026	0.030	0.035	0.022	0.048	0.020	0.027	14.00	
30	9	2.730	2.488	2.589	2.749	3.350	2.901	3.210	2.860	318.00	
31	2	1.387	1.459	1.684	1.352	1.098	0.512	1.154	1.235	618.00	
32	2	1.738	2.179	2.370	1.892	3.103	1.900	1.885	2.153	1076.00	
33	25	2.030	1.561	1.952	1.997	1.477	2.266	2.571	1.979	79.00	
34	4	1.908	1.545	1.614	1.690	1.945	2.008	2.114	1.832	458.00	
35	5	0.495	0.513	0.715	0.806	0.642	0.215	0.740	0.589	118.00	
36	3	0.449	0.591	0.388	0.684	0.518	0.520	0.540	0.527	176.00	
37	6	0.241	0.187	0.281	0.358	0.346	0.186	0.341	0.277	46.00	
38	3	9.872	5.751	4.587	7.609	11.059	9.269	7.938	8.012	2671.00	
39	3	0.744	0.707	0.653	0.700	0.557	0.014	0.589	0.566	189.00	
40	3	0.913	1.478	0.759	0.982	0.942	0.680	1.137	0.984	328.00	
41	4	0.126	0.118	0.130	0.151	0.122	0.117	0.130	0.128	32.00	
42	15	1.699	1.548	1.753	2.039	1.869	1.540	1.717	1.738	116.00	
43	3	0.737	0.863	0.603	1.044	0.695	0.908	1.100	0.850	283.00	
44	12	1.931	3.014	2.892	2.964	3.211	4.346	2.309	2.952	246.00	
45	5	2.061	1.339	1.393	1.672	1.371	1.483	1.980	1.614	323.00	
46	5	0.852	1.570	1.568	1.021	0.839	0.621	1.034	1.072	214.00	
47	5	4.404	3.389	3.397	3.836	4.131	4.097	4.568	3.975	795.00	
48	5	2.003	2.043	2.125	2.349	2.112	1.391	1.987	2.002	400.00	
49	14	0.919	0.817	0.958	1.047	0.671	0.822	0.839	0.868	62.00	
50	7	3.005	2.762	3.603	3.124	2.899	3.211	4.299	3.272	467.00	
51	4	0.782	0.907	1.096	0.735	1.059	0.739	0.890	0.887	222.00	
52	6	0.991	0.858	0.918	1.093	0.436	1.271	0.906	0.925	154.00	
53	10	0.613	0.521	0.412	0.517	0.519	0.702	0.749	0.576	58.00	
54	4	0.747	1.179	0.961	1.476	1.715	1.539	1.133	1.250	313.00	
55	4	0.723	0.611	0.717	1.147	0.635	0.682	0.418	0.705	176.00	
56	7	1.941	2.174	1.684	2.084	3.344	3.875	2.245	2.478	354.00	
57	4	0.383	0.375	0.463	0.395	0.404	0.347	0.390	0.394	98.00	
58	10	16.959	19.499	17.493	19.046	18.473	20.586	20.896	18.993	1899.00	
59	6	0.655	0.877	0.727	0.680	0.591	0.901	0.929	0.766	128.00	
60	4	0.814	0.556	0.709	0.620	0.714	0.808	0.726	0.707	177.00	
	7.433 hab/viv	Promedio de personas por vivienda				Consumo promedio del sector				2.115 m ³ /día	361.767 lt/hab/día
Consumo promedio por día m ³ /día		2.105	2.083	2.078	2.326	2.082	2.023	2.110	Mediana lt/hab/día	200.00	

Realizado por: Bryan Tapia

A continuación, en la Figura 68 se presenta de manera gráfica los valores de consumo per-cápita, mismos que se indican en forma de puntos, y que relacionan en el eje de las ordenadas el consumo per-cápita de agua potable expresado en Litros/habitante/día y en el eje de las abscisas, la identificación correspondiente a cada medidor de la muestra. Adicionalmente, podemos encontrar el valor del consumo per-cápita promedio del total del sector expresado en forma de línea horizontal de color naranja, y así también, el valor de la mediana expresado con una línea de color rojo.

Figura 68. Consumo per-cápita correspondiente al sector Dos Ríos



Realizado por: Bryan Tapia

Analizando la figura 68, se aprecia de manera clara la existencia de dispersión entre los valores de consumo per-cápita promedio para cada medidor. Gracias a esto, es posible identificar los valores extremos de consumo, en donde el valor máximo registrado de consumo per-cápita promedio es de 2671.00 Litros/habitante/día, que corresponde al predio número 38, el cual es está destinado a comercio, específicamente se trata de un restaurante. El nivel socio económico es de tipología B, y cuenta con 8 unidades sanitarias funcionales y alberga 3 usuarios. La razón por la que el valor de consumo per-cápita es elevado se debe a las actividades que se desarrollan en el predio, destacando principalmente el uso de agua para el lavado de los platos. El segundo valor que presenta un elevado consumo corresponde al medidor 16, con un valor de consumo per-cápita de 1907.00 Litros/habitante/día. Este consumo pertenece a una residencia de tipo Unifamiliar de tipología B, que alberga a 3 usuarios de manera permanente y dispone de 10 aparatos sanitarios, en donde la causa principal del elevado consumo radica en que en dicha vivienda se dedican a la preparación de alimentos bajo pedido, además de que el número de usuarios aumenta de manera temporal, ya que tienen contratados a cocineros y a una persona que se encarga de lavar los implementos de cocina. En contra parte, el medidor que registra menor consumo per-cápita es el 29, con un valor de consumo de 14 Litros/habitante/día. Este predio hace referencia a una local comercial, específicamente a una farmacia, de tipología B, que cuenta con 2 aparatos sanitarios y alberga a 2 personas de manera permanente.

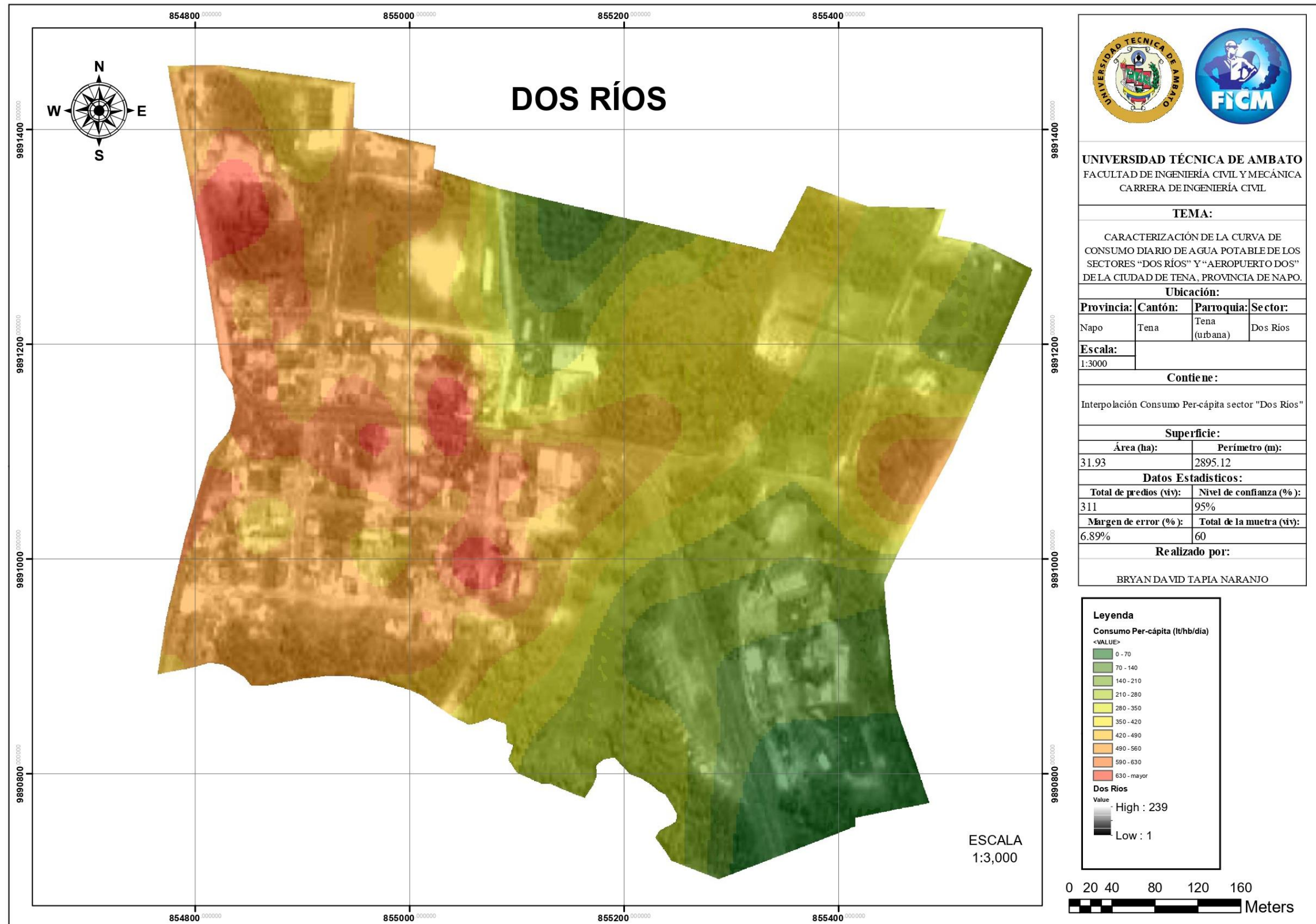
A fin de mejorar la comprensión de los resultados, y debido a la dispersión existente entre los valores de consumo per-cápita, es necesario establecer un único valor de consumo que permita entender el comportamiento común de los usuarios al momento de realizar sus actividades cotidianas, por lo cual, tenemos que el valor promedio de consumo por habitante al día es de 361.767 Litros/habitante/día.

Adicionalmente, como se aprecia al final de la tabla 47, otro parámetro estadístico calculado fue la mediana del consumo per-cápita de todo el sector, resultando el valor de 200 Litros/habitante/día. Comparando los valores de la media aritmética con el de la mediana, se aprecia que el valor de la media es mayor, en vista de lo cual se puede afirmar que la distribución de datos es asimétrica, y que presenta un sesgo hacia la derecha, por lo tanto, el valor más idóneo estadísticamente hablando es el de la

mediana. Entonces, se determina que el valor de consumo per-cápita promedio para el sector de Dos Ríos es de 200 Litros/habitante/día.

Por último, se presenta un mapa basado en la metodología SIG, que comprende la totalidad del sector Dos Ríos, en donde se analizan los valores de consumo per-cápita mediante escalas de color. Además, se debe mencionar que para determinar los valores de consumo per-cápita en donde no se recopiló información se realizó la interpolación de valores. En la figura 68, se observa que los valores máximos de consumo se encuentran representados por colores que van desde el amarillo hasta el rojo intenso, mientras que los valores de consumo más bajos vienen representados por colores de verde a verde amarillo.

Figura 69. Análisis del consumo per-cápita de agua potable basado en el Sistema de Información Geográfica del sector Dos Ríos



Realizado por: Bryan Tapia

4.3.2.4. Consumo Horario

El consumo de agua potable es variable durante las 24 horas del día. Durante la noche el consumo es mucho menor que por la mañana, provocando que la demanda no sea uniforme en el transcurso del día, es debido a esto que se busca establecer un registro de datos de consumo que nos permita establecer los hábitos de consumo de la población. Conocer los patrones de consumo horario es de suma importancia ya que nos permite analizar criterios sobre el diseño y regulación de los sistemas de almacenamiento y distribución.

Para determinar el consumo horario se plantea el registro de datos cada dos horas, para al final obtener 12 valores de consumo. El número de predios considerados para el estudio horario fue de 5 en total, dividiéndose 3 para el sector Aeropuerto Dos, el mismo que posee mayor cantidad de usuarios, y 2 para el sector de Dos Ríos, durante 7 días consecutivos, las 24 horas del día. Debido a que en ambos sectores predominan edificios tipo vivienda y residencia unifamiliar, y además, según los datos obtenidos anteriormente, son los que más consumo de agua potable registran, se decidió analizar el consumo horario de 2 residencias unifamiliares y 1 predio tipo edificio vivienda para el sector de Aeropuerto Dos; Mientras que se escogió 1 residencia unifamiliar y 1 edificio destinado únicamente a arriendos para el sector Dos Ríos.

Para facilitar la interpretación de los resultados, a continuación, se detalla lo que contiene la Tabla 48:

Columnas

En la primera columna se detallan los intervalos horarios de tiempo entre cada lectura, siendo estos cada 2 horas, durante el transcurso de un día completo. Las siguientes 7 columnas pertenecen a los 7 días de la semana que se lleva el registro. El ante penúltima columna detalla los valores promediales por cada intervalo horario. Finalmente, en la última columna se muestra el valor calculado del porcentaje de consumo de agua potable promedio por tipo de vivienda durante una semana en condiciones normales.



Filas

En las primeras filas se encuentran los valores correspondientes a los consumos de agua potable en intervalos de dos horas, acompañado de su respectivo promedio por

intervalo horario y su porcentaje de consumo. En las últimas filas encontramos, el sumatoria total en litros de un día de consumo, el promedio de consumo de agua potable por cada día, Además, los valores máximos y mínimos de consumo por cada día.

4.3.2.4.1. Aeropuerto Dos

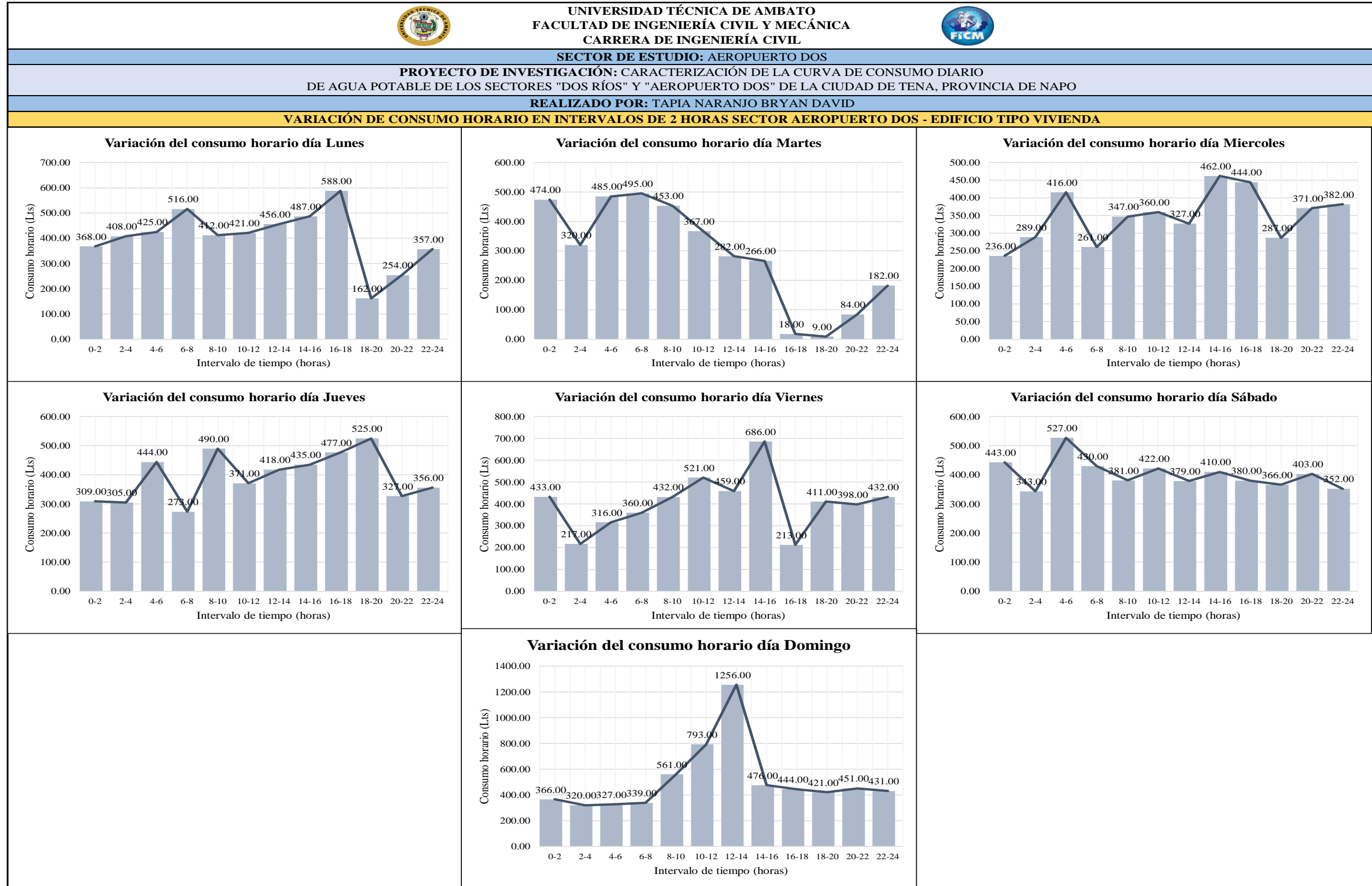
Tabla 48. Consumo horario en intervalos de dos horas del sector Aeropuerto Dos para predio de tipo Edificio Vivienda

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 									
SECTOR DE ESTUDIO: AEROPUERTO DOS									
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES "DOS RÍOS" Y "AEROPUERTO DOS" DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO									
REALIZADO POR: TAPIA NARANJO BRYAN DAVID									
CONSUMO HORARIO EN INTERVALO DE 2 HORAS									
Intervalo de Tiempo	CONSUMO DE AGUA POTABLE 25 NOVIEMBRE/01 DICIEMBRE (Lts.)							Promedio por Hora	% de Consumo
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
00:00 - 02:00	368.00	474.00	236.00	309.00	433.00	443.00	366.00	375.57	95.31%
02:00 - 04:00	408.00	320.00	289.00	305.00	217.00	343.00	320.00	314.57	79.83%
04:00 - 06:00	425.00	485.00	416.00	444.00	316.00	527.00	327.00	420.00	106.59%
06:00 - 08:00	516.00	495.00	261.00	273.00	360.00	430.00	339.00	382.00	96.94%
08:00 - 10:00	412.00	453.00	347.00	490.00	432.00	381.00	561.00	439.43	111.52%
10:00 - 12:00	421.00	367.00	360.00	371.00	521.00	422.00	793.00	465.00	118.01%
12:00 - 14:00	456.00	282.00	327.00	418.00	459.00	379.00	1256.00	511.00	129.68%
14:00 - 16:00	487.00	266.00	462.00	435.00	686.00	410.00	476.00	460.29	116.81%
16:00 - 18:00	588.00	18.00	444.00	477.00	213.00	380.00	444.00	366.29	92.95%
18:00 - 20:00	162.00	9.00	287.00	525.00	411.00	366.00	421.00	311.57	79.07%
20:00 - 22:00	254.00	84.00	371.00	327.00	398.00	403.00	451.00	326.86	82.95%
22:00 - 24:00	357.00	182.00	382.00	356.00	432.00	352.00	431.00	356.00	90.34%
TOTAL	4854.00	3435.00	4182.00	4730.00	4878.00	4836.00	6185.00		
Promedio	404.50	286.25	348.50	394.17	406.50	403.00	515.42	Consumo Promedio Horario	394.05
Máximo	588.00	495.00	462.00	525.00	686.00	527.00	1256.00		
Mínimo	162.00	9.00	236.00	273.00	213.00	343.00	320.00		

Realizado por: Bryan Tapia

La figura 70 que se presenta a continuación expone gráficamente los valores de consumo de agua potable que se tiene para un Edificio destinado únicamente a vivienda, en donde cada barra vertical representa el valor consumo de agua en litros, separado en intervalos de 2 horas entre sí, a lo largo de las 24 horas del día.

Figura 70. Variación de consumo de agua potable por día y por intervalo de 2 horas correspondiente al sector Aeropuerto Dos para Edificio Vivienda



Realizado por: Bryan Tapia


En la tabla 48, se detallan los valores de consumo horario correspondientes a un edificio vivienda, mismo que dentro de la zona de estudio se identifica con el número 15, el cual cuenta con 9 usuarios permanentes. Es importante resaltar antes de iniciar el análisis de estos resultados que, el comportamiento de consumo de dicho predio es completamente único dentro del sector, ya que depende de la permanencia de los usuarios a lo largo del día, pero que nos permite tener conocimiento de cómo es el consumo de agua potable en una semana en condiciones normales.

Al analizar los hietogramas que se muestran en la figura 48, podemos destacar los siguientes resultados por cada día de la semana:

- El día lunes registra un consumo máximo de 588.00 litros en el rango horario de 16:00 a 18:00, pero cabe recalcar que en lapso de 6:00 a 8:00 también marca un consumo bastante alto, y el mínimo consumo se da en el lapso de 18:00 a 20:00 con un valor de 162.00 Ltrs.
- El día martes, las horas en las que se dan el mayor consumo son de 6:00 a 8:00 con un valor de 495.00 Ltrs, mientras que el valor más bajo de consumo es entre las 18:00 a 20:00 con un valor de 9 Ltrs.
- El día miércoles, el máximo consumo se da de 4:00 a 6:00 con un valor de 462.00 Ltrs, y el mínimo de 00:00 a 2:00 con un valor de 236.00 Ltrs.
- El día jueves, el máximo consumo lo tenemos de 18:00 a 20:00 con valor de 525.00 Ltrs y el mínimo valor de 6:00 a 8:00 con un valor de 273.00 Ltrs.
- El día viernes, el consumo más alto se dio de 14:00 a 16:00 con un valor de 686.00 Ltrs, mientras que el valor más bajo fue de 16:00 a 18:00 con un valor de 213.00 Ltrs.
- El día sábado, con 527.00 Litros se registró el valor más alto de consumo entre las 4:00 a 6:00 horas, y el valor más pequeño de consumo fue de 2:00 a 4:00 am con 343.00 Litros.
- El día domingo, el valor más alto de consumo fue de 1256.00 Litros entre las 12:00 a 14:00 horas, mientras que el valor más bajo registrado fue 320.00 Litros en el rango horario de 2:00 a 4:00.

Además, de los resultados obtenidos, podemos afirmar que: El día de la semana que registra mayor consumo promedio corresponde al día domingo con 515.42 Litros. El rango horario que presenta el mayor porcentaje de consumo es de 12:00 a 14:00, con un valor de 129.68%, esto se debe a que a esa hora se desarrollan las actividades relacionadas con la alimentación: cocción de alimentos y lavado de platos. Se destaca que existe valores elevados de consumo a la madrugada, esto se debe a que en el edificio arriendan mayor cantidad de personas jóvenes, por lo que sus actividades se extienden hasta altas horas de la noche. Comparando los valores totales de consumo por cada día se puede afirmar que las actividades diarias son repetitivas.

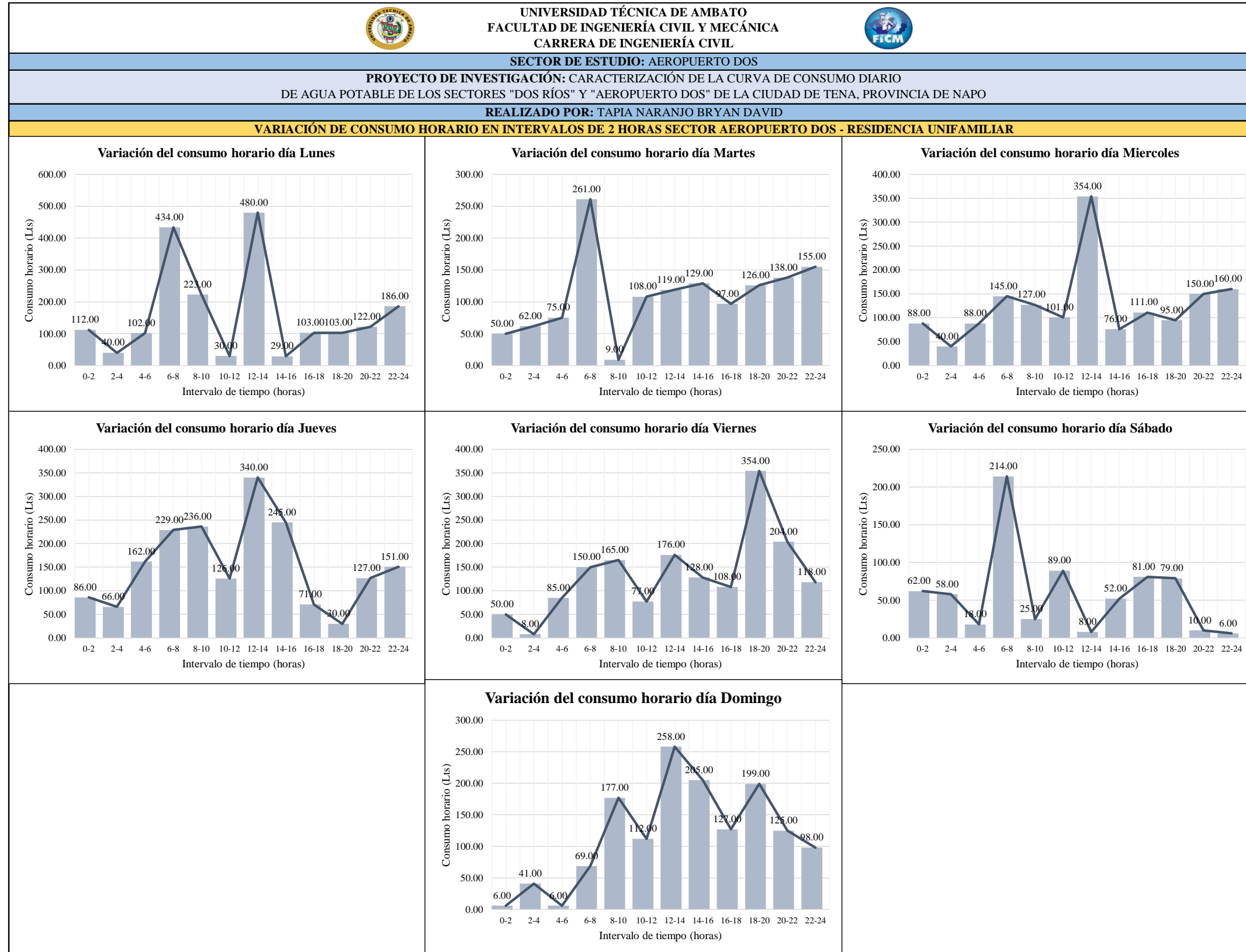
Tabla 49. Consumo horario en intervalos de dos horas del sector Aeropuerto Dos para Residencia Unifamiliar

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 									
SECTOR DE ESTUDIO: AEROPUERTO DOS									
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES "DOS RÍOS" Y "AEROPUERTO DOS" DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO									
REALIZADO POR: TAPIA NARANJO BRYAN DAVID									
CONSUMO HORARIO EN INTERVALO DE 2 HORAS									
Intervalo de Tiempo	CONSUMO DE AGUA POTABLE 07-13 DICIEMBRE (Lts.)							Promedio por Hora	% de Consumo
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
00:00 - 02:00	112.00	50.00	88.00	86.00	50.00	62.00	6.00	64.86	52.16%
02:00 - 04:00	40.00	62.00	40.00	66.00	8.00	58.00	41.00	45.00	36.19%
04:00 - 06:00	102.00	75.00	88.00	162.00	85.00	18.00	6.00	76.57	61.58%
06:00 - 08:00	434.00	261.00	145.00	229.00	150.00	214.00	69.00	214.57	172.56%
08:00 - 10:00	223.00	9.00	127.00	236.00	165.00	25.00	177.00	137.43	110.52%
10:00 - 12:00	30.00	108.00	101.00	126.00	77.00	89.00	112.00	91.86	73.87%
12:00 - 14:00	480.00	119.00	354.00	340.00	176.00	8.00	258.00	247.86	199.33%
14:00 - 16:00	29.00	129.00	76.00	245.00	128.00	52.00	205.00	123.43	99.26%
16:00 - 18:00	103.00	97.00	111.00	71.00	108.00	81.00	127.00	99.71	80.19%
18:00 - 20:00	103.00	126.00	95.00	30.00	354.00	79.00	199.00	140.86	113.28%
20:00 - 22:00	122.00	138.00	150.00	127.00	204.00	10.00	125.00	125.14	100.64%
22:00 - 24:00	186.00	155.00	160.00	151.00	118.00	6.00	98.00	124.86	100.41%
TOTAL	1964.00	1329.00	1535.00	1869.00	1623.00	702.00	1423.00		
Promedio	163.67	110.75	127.92	155.75	135.25	58.50	118.58	Consumo Promedio Horario	124.35
Máximo	480.00	261.00	354.00	340.00	354.00	214.00	258.00		
Mínimo	29.00	9.00	40.00	30.00	8.00	6.00	6.00		

Realizado por: Bryan Tapia

La figura 71 que se presenta a continuación, se compone de 7 hietogramas que detallan el comportamiento de consumo de agua potable de una residencia unifamiliar. En donde cada barra vertical representa el valor de consumo en litros, separadas entre sí por intervalos de tiempo de 2 horas. El gráfico demuestra los hábitos de consumo durante las 24 horas del día, los 7 días de la semana en condiciones normales.

Figura 71. Variación de consumo de agua potable por día y por intervalo de 2 horas correspondiente al sector Aeropuerto Dos para Residencia Unifamiliar



Realizado por: Bryan Tapia

En la tabla 49, se detallan los valores de consumo horario correspondientes a una residencia unifamiliar, misma que dentro de la zona de estudio se identifica con el número 40, el cual cuenta con 5 usuarios permanentes. Es importante resaltar antes de iniciar el análisis de estos resultados que, el comportamiento de consumo de dicho predio es completamente único dentro del sector, ya que depende de la permanencia de los usuarios a lo largo del día, pero que nos permite tener conocimiento de cómo es el consumo de agua potable en una semana en condiciones normales.

Al analizar los hietogramas que se muestran en la figura 71, podemos destacar los siguientes resultados por cada día de la semana:

- El día lunes registra un consumo máximo de 480.00 litros en el rango horario de 12:00 a 14:00, y el mínimo consumo se da en el lapso de 14:00 a 16:00 con un valor de 29.00 Ltrs.
- El día martes, las horas en las que se dan el mayor consumo son de 6:00 a 8:00 con un valor de 261.00 Ltrs, mientras que el valor más bajo de consumo es entre las 8:00 a 10:00 con un valor de 9 Ltrs.
- El día miércoles, el máximo consumo se da de 12:00 a 14:00 con un valor de 354.00 Ltrs, y el mínimo de 02:00 a 04:00 con un valor de 40 Ltrs.
- El día jueves, el máximo consumo lo tenemos de 12:00 a 14:00 con valor de 340 Ltrs y el mínimo valor de 18:00 a 20:00 con un valor de 30.00 Ltrs.
- El día viernes, el consumo más alto se dio de 18:00 a 20:00 con un valor de 354.00 Ltrs, mientras que el valor más bajo fue de 02:00 a 04:00 con un valor de 8.00 Ltrs.
- El día sábado, con 214 Litros se registró el valor más alto de consumo entre las 06:00 a 08:00 horas, y el valor más pequeño de consumo fue de 22:00 a 24:00 con 6.00 Litros.
- El día domingo, el valor más alto de consumo fue de 258.00 Litros entre las 12:00 a 14:00 horas, mientras que el valor más bajo registrado fue 6.00 Litros en dos rangos horarios; de 00:00 a 02:00 y de 04:00 a 06:00.

Además, de los resultados obtenidos, podemos afirmar que: El día de la semana que registra mayor consumo promedio corresponde al día Lunes con 163.67 Litros. El rango horario que presenta el mayor porcentaje de consumo es de 12:00 a 14:00, con un valor de 199.33%, esto se debe a que a esa hora se desarrollan las actividades relacionadas con la alimentación: cocción de alimentos y lavado de platos. Comparando los valores totales de consumo por cada día se puede afirmar que las actividades diarias son repetitivas, exceptuando el día sábado, ya que como se puede observar en la tabla 46, dicho día registra el valor más bajo de consumo total. Esto se debe a que el sábado es el día donde las familias salen de sus hogares a recrearse, por ende, las necesidades básicas son solventadas fuera de casa, es decir: la alimentación y servicios higiénicos.

4.3.2.4.2. Dos Ríos

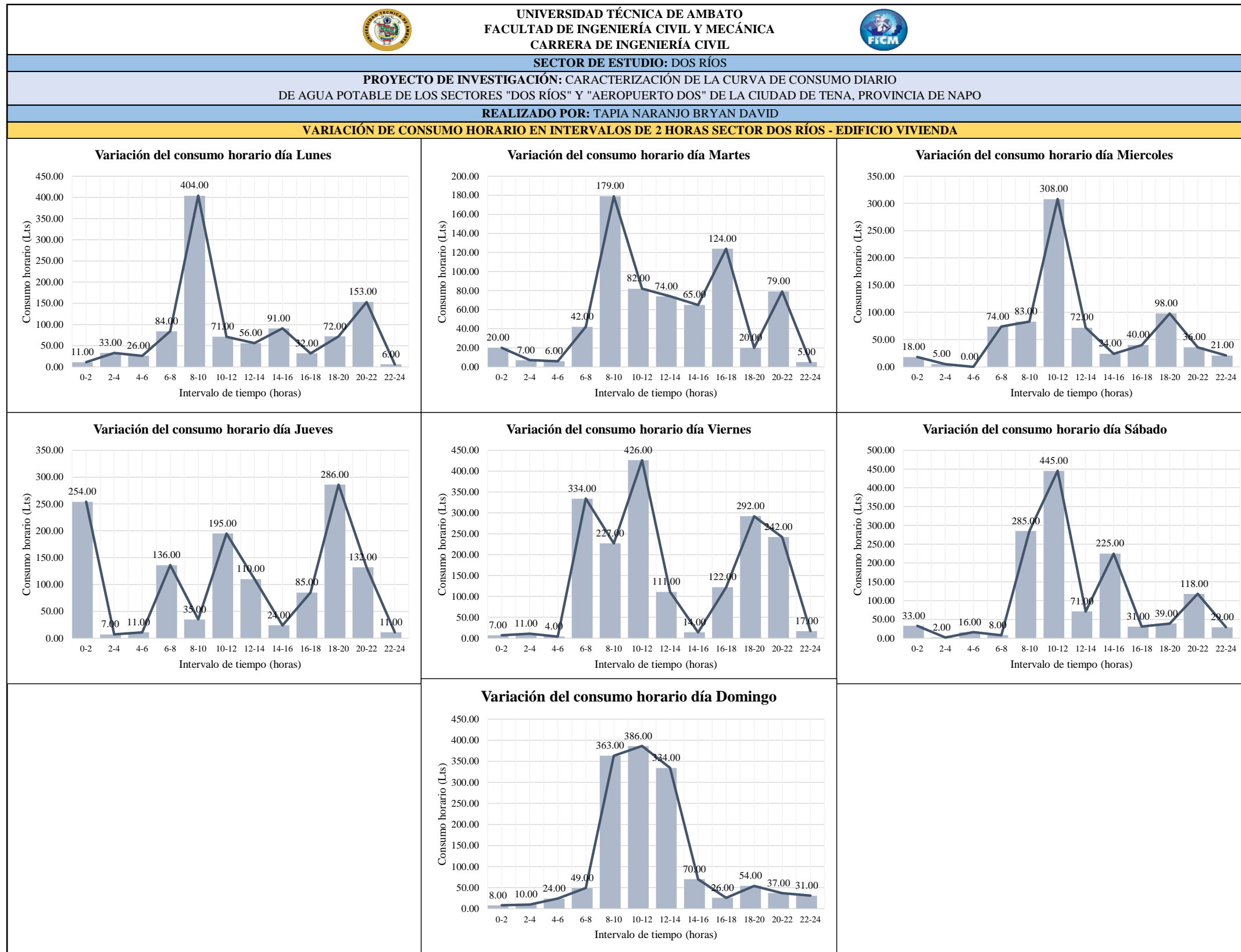
Tabla 50. Consumo horario en intervalos de dos horas del sector Dos Ríos para Edificio tipo vivienda

Intervalo de Tiempo		CONSUMO DE AGUA POTABLE 22-28 NOVIEMBRE (Lts.)						Promedio por Hora	% de Consumo
		LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO		
00:00 - 02:00	11.00	20.00	18.00	254.00	7.00	33.00	8.00	50.14	50.70%
02:00 - 04:00	33.00	7.00	5.00	7.00	11.00	2.00	10.00	10.71	10.83%
04:00 - 06:00	26.00	6.00	0.00	11.00	4.00	16.00	24.00	12.43	12.57%
06:00 - 08:00	84.00	42.00	74.00	136.00	334.00	8.00	49.00	103.86	105.01%
08:00 - 10:00	404.00	179.00	83.00	35.00	227.00	285.00	363.00	225.14	227.64%
10:00 - 12:00	71.00	82.00	308.00	195.00	426.00	445.00	386.00	273.29	276.31%
12:00 - 14:00	56.00	74.00	72.00	110.00	111.00	71.00	334.00	118.29	119.60%
14:00 - 16:00	91.00	65.00	24.00	24.00	14.00	225.00	70.00	73.29	74.10%
16:00 - 18:00	32.00	124.00	40.00	85.00	122.00	31.00	26.00	65.71	66.44%
18:00 - 20:00	72.00	20.00	98.00	286.00	292.00	39.00	54.00	123.00	124.36%
20:00 - 22:00	153.00	79.00	36.00	132.00	242.00	118.00	37.00	113.86	115.12%
22:00 - 24:00	6.00	5.00	21.00	11.00	17.00	29.00	31.00	17.14	17.33%
TOTAL	1039.00	703.00	779.00	1286.00	1807.00	1302.00	1392.00	Consumo Promedio Horario	98.90
Promedio	86.58	58.58	64.92	107.17	150.58	108.50	116.00		
Máximo	404.00	179.00	308.00	286.00	426.00	445.00	386.00		
Mínimo	6.00	5.00	0.00	7.00	4.00	2.00	8.00		

Realizado por: Bryan Tapia

La figura 72 que se presenta a continuación, se compone de 7 hietogramas que detallan el comportamiento de consumo de agua potable un edificio destinando únicamente a vivienda. En donde cada barra vertical representa el valor de consumo en litros, separadas entre sí por intervalos de tiempo de 2 horas. El gráfico demuestra los hábitos de consumo durante las 24 horas del día, los 7 días de la semana en condiciones normales.

Figura 72. Variación de consumo de agua potable por día y por intervalo de 2 horas correspondiente al sector Dos Ríos para Edificio Vivienda



Realizado por: Bryan Tapia

En la tabla 50, se detallan los valores de consumo horario correspondientes a un edificio destinado únicamente a arriendos, mismo que dentro de la zona de estudio se identifica con el número 5, el cual cuenta con 6 usuarios permanentes. Es importante resaltar antes de iniciar el análisis de estos resultados que, el comportamiento de consumo de dicho predio es completamente único dentro del sector, ya que depende de la permanencia de los usuarios a lo largo del día, pero que nos permite tener conocimiento de cómo es el consumo de agua potable en una semana en condiciones normales.

Al analizar los hietogramas que se muestran en la figura 72, podemos destacar los siguientes resultados por cada día de la semana:

- El día lunes registra un consumo máximo de 404.00 litros en el rango horario de 08:00 a 10:00, y el mínimo consumo se da en el lapso de 22:00 a 24:00 con un valor de 6.00 Ltrs.
- El día martes, las horas en las que se dan el mayor consumo son de 8:00 a 10:00 con un valor de 179.00 Ltrs, mientras que el valor más bajo de consumo es entre las 22:00 a 24:00 con un valor de 5 Ltrs.
- El día miércoles, el máximo consumo se da de 10:00 a 12:00 con un valor de 308.00 Ltrs, y el mínimo de 04:00 a 06:00 con un valor de 0.00 Ltrs.
- El día jueves, el máximo consumo lo tenemos de 18:00 a 20:00 con valor de 286.00 Ltrs y el mínimo valor de 02:00 a 04:00 con un valor de 7.00 Ltrs.
- El día viernes, el consumo más alto se dio de 10:00 a 12:00 con un valor de 426.00 Ltrs, mientras que el valor más bajo fue de 04:00 a 06:00 con un valor de 4.00 Ltrs.
- El día sábado, con 445.00 Litros se registró el valor más alto de consumo entre las 10:00 a 12:00 horas, y el valor más pequeño de consumo fue de 02:00 a 04:00 con 2.00 Litros.
- El día domingo, el valor más alto de consumo fue de 386.00 Litros entre las 10:00 a 12:00 horas, mientras que el valor más bajo registrado fue 8.00 Litros en el rango horario de 00:00 a 02:00.

Además, de los resultados obtenidos, podemos afirmar que: El día de la semana que registra mayor consumo promedio corresponde al día Viernes con 150.58 Litros. El rango horario que presenta el mayor porcentaje de consumo es de 10:00 a 12:00, con un valor de 276.31%, esto se debe a que a esa hora los usuarios empiezan a desarrollar las actividades relacionadas con la alimentación: Lavado de verduras, legumbres y cocción de alimentos. Comparando los valores totales de consumo por cada día se puede afirmar que las actividades diarias son repetitivas, exceptuando los días martes y miércoles, ya que como se puede observar en la tabla 47, en estos días se registran valores más bajo de consumo total. La razón a esto es que, algunos inquilinos del predio son trabajadores del ministerio de salud pública, por lo que ciertos días cumplen turnos extendidos en el día y en la noche, ausentando de la vivienda.

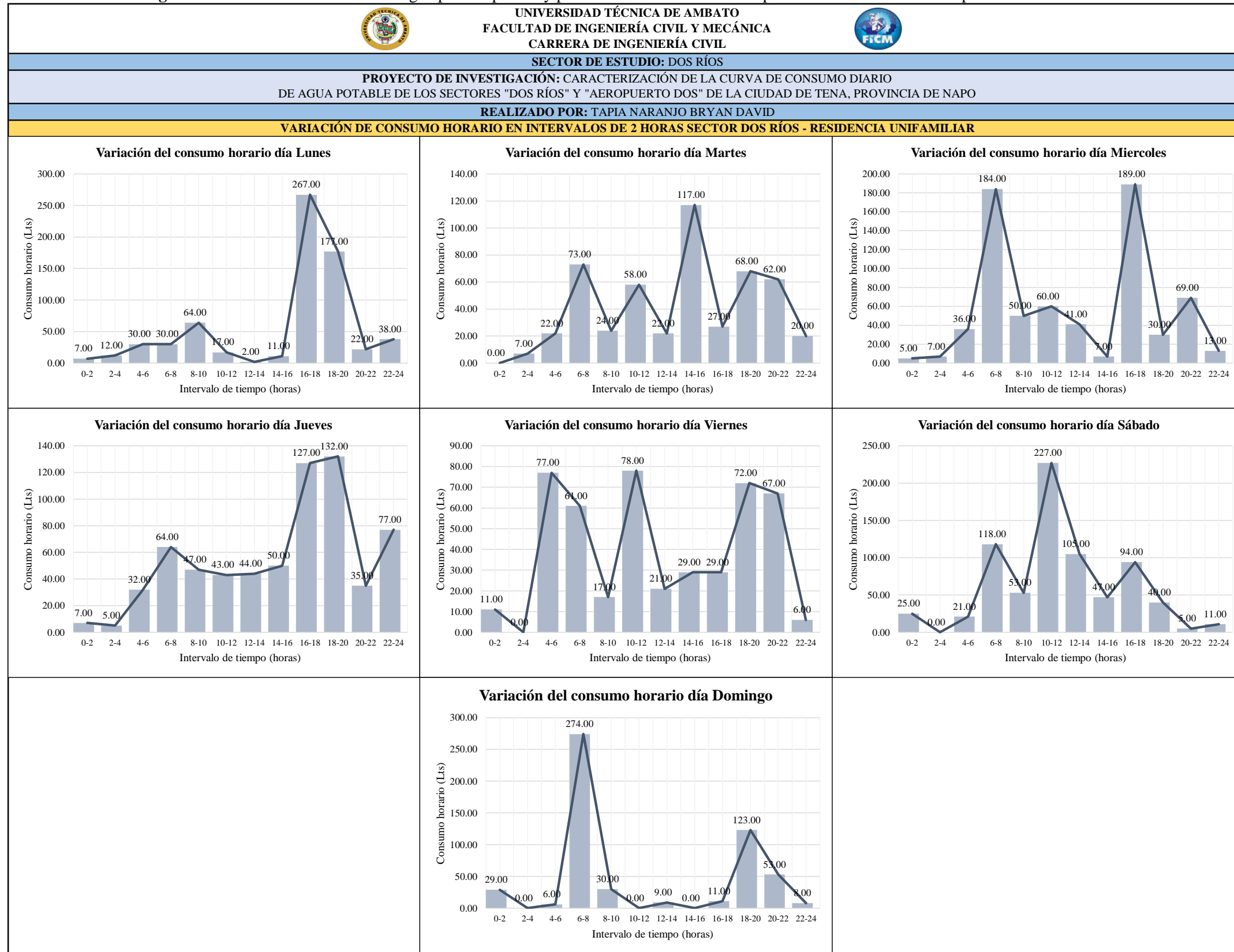
Tabla 51. Consumo horario en intervalos de dos horas del sector Dos Ríos para Residencia Unifamiliar

Intervalo de Tiempo		CONSUMO DE AGUA POTABLE 11-17 NOVIEMBRE (Lts.)						Promedio por Hora	% de Consumo
		LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO		
00:00 - 02:00	7.00	0.00	5.00	7.00	11.00	25.00	29.00	12.00	23.51%
02:00 - 04:00	12.00	7.00	7.00	5.00	0.00	0.00	0.00	4.43	8.68%
04:00 - 06:00	30.00	22.00	36.00	32.00	77.00	21.00	6.00	32.00	62.69%
06:00 - 08:00	30.00	73.00	184.00	64.00	61.00	118.00	274.00	114.86	225.00%
08:00 - 10:00	64.00	24.00	50.00	47.00	17.00	53.00	30.00	40.71	79.76%
10:00 - 12:00	17.00	58.00	60.00	43.00	78.00	227.00	0.00	69.00	135.17%
12:00 - 14:00	2.00	22.00	41.00	44.00	21.00	105.00	9.00	34.86	68.28%
14:00 - 16:00	11.00	117.00	7.00	50.00	29.00	47.00	0.00	37.29	73.04%
16:00 - 18:00	267.00	27.00	189.00	127.00	29.00	94.00	11.00	106.29	208.21%
18:00 - 20:00	177.00	68.00	30.00	132.00	72.00	40.00	123.00	91.71	179.66%
20:00 - 22:00	22.00	62.00	69.00	35.00	67.00	5.00	53.00	44.71	87.59%
22:00 - 24:00	38.00	20.00	13.00	77.00	6.00	11.00	8.00	24.71	48.41%
TOTAL	677.00	500.00	691.00	663.00	468.00	746.00	543.00	Consumo Promedio Horario	51.05
Promedio	56.42	41.67	57.58	55.25	39.00	62.17	45.25		
Máximo	267.00	117.00	189.00	132.00	78.00	227.00	274.00		
Mínimo	2.00	0.00	5.00	5.00	0.00	0.00	0.00		

Realizado por: Bryan Tapia

La figura 73 que se presenta a continuación, se compone de 7 hietogramas que detallan el comportamiento de consumo de agua potable en una residencia unifamiliar. En donde cada barra vertical representa el valor de consumo en litros, separadas entre sí por intervalos de tiempo de 2 horas. El gráfico demuestra los hábitos de consumo durante las 24 horas del día, los 7 días de la semana en condiciones normales

Figura 73. Variación de consumo de agua potable por día y por intervalo de 2 horas correspondiente al sector Dos Ríos para Residencia Unifamiliar



Realizado por: Bryan Tapia

En la tabla 51, se detallan los valores de consumo horario correspondientes a una residencia unifamiliar, mismo que dentro de la zona de estudio se identifica con el número 4, el cual cuenta con 4 usuarios permanentes. Es importante resaltar antes de iniciar el análisis de estos resultados que, el comportamiento de consumo de dicho predio es completamente único dentro del sector, ya que depende de la permanencia de los usuarios a lo largo del día, pero que nos permite tener conocimiento de cómo es el consumo de agua potable en una semana en condiciones normales.

Al analizar los hietogramas que se muestran en la figura 73, podemos destacar los siguientes resultados por cada día de la semana:

- El día lunes registra un consumo máximo de 267.00 litros en el rango horario de 16:00 a 18:00, y el mínimo consumo se da en el lapso de 12:00 a 14:00 con un valor de 2.00 Ltrs.
- El día martes, las horas en las que se dan el mayor consumo son de 14:00 a 16:00 con un valor de 117.00 Ltrs, mientras que el valor más bajo de consumo es entre las 00:00 a 02:00 con un valor de 0 Ltrs.
- El día miércoles, el máximo consumo se da de 16:00 a 18:00 con un valor de 189.00 Ltrs, y el mínimo de 00:00 a 02:00 con un valor de 5.00 Ltrs.
- El día jueves, el máximo consumo lo tenemos de 18:00 a 20:00 con valor de 132.00 Ltrs y el mínimo valor de 02:00 a 04:00 con un valor de 5.00 Ltrs.
- El día viernes, el consumo más alto se dio de 10:00 a 12:00 con un valor de 78.00 Ltrs, mientras que el valor más bajo fue de 02:00 a 04:00 con un valor de 00.00 Ltrs.
- El día sábado, con 227.00 Litros se registró el valor más alto de consumo entre las 10:00 a 12:00 horas, y el valor más pequeño de consumo fue de 02:00 a 04:00 con 00.00 Litros.
- El día domingo, el valor más alto de consumo fue de 274.00 Litros entre las 06:00 a 08:00 horas, mientras que el valor más bajo registrado fue 0.00 Litros en el rango horario de 00:00 a 02:00.

Además, de los resultados obtenidos, podemos afirmar que: El día de la semana que registra mayor consumo promedio corresponde al día Sábado con 62.17 Litros. El rango horario que presenta el mayor porcentaje de consumo es de 06:00 a 08:00, con un valor de 225.00%, esto se debe a que en ese rango horario los usuarios empiezan su jornada de trabajo, cumpliendo sus necesidades básicas como: aseo personal, alimentación y necesidades biológicas. Comparando los valores totales de consumo por cada día se puede afirmar que las actividades diarias son repetitivas, exceptuando por el día sábado, ya que como se puede observar en la tabla 47, presenta un valor más elevado. La razón a esto es que, muchas veces los usuarios destinan este día para regadío de jardín, lavado de autos, y en ciertas ocasiones reciben visitas en casa. Se determina además, que el consumo promedio por hora es de 51.05 Litros

4.3.2.5.Extrapolación de consumos medios diarios

La extrapolación es una metodología matemática que nos permite estimar el valor de una variable más allá del intervalo de datos conocidos. Por esta razón, se ha decidido implementar los métodos probabilísticos de Gumbel y Pearson III, con la finalidad de determinar los valores probables de consumo medio diario de agua potable en el futuro. Utilizando como periodo de retorno los valores de: 2, 5, 10, 20, y 30 años, valores comúnmente utilizados en el diseño de redes de distribución de agua potable.

En lo que respecta al análisis de frecuencias probabilísticas con el fin de estimar caudales máximos para diferentes periodos de retorno, las distribuciones probabilísticas más usuales son las de los siguientes métodos:

- **Método de Gumbel:**

La distribución de Gumbel es una distribución logarítmica empleada para modelar la distribución del máximo (o el mínimo), por lo que se usa para calcular valores extremos de variables, por ejemplo: Muy útil para representar la distribución del máximo nivel de un río a partir de los datos de niveles máximos durante 10 años, o como en el caso del presente estudio, para la distribución de consumos máximos futuros en base a sus respectivos periodos de retorno. La distribución Gumbel se ha utilizado con buenos resultados para el cálculo de valores extremos de variables meteorológicas, entre ellas precipitaciones y caudales máximos. [37]

- **Método de Pearson III:**

Este método es utilizado principalmente para análisis de probabilidad de eventos extremos; consiste, principalmente, en transformar los valores extremos en logaritmo en base 10, con el fin de reducir la asimetría de los datos. [38]

A continuación, para mejor entendimiento se detallan los campos que contiene en la tabla 52:

La matriz se divide en dos grupos, el primer grupo de columnas corresponde al Método de Gumbel, en donde encontramos: En primera instancia el periodo de retorno, seguido el porcentaje de excedencia (P%), en la tercera columna se muestran los valores de la variable reducida ($Y_p\%$) que son inherentes a cada periodo de retorno, y en la cuarta columna de este grupo tenemos al valor del Consumo futuro de agua potable ($m^3/día$).

En el segundo grupo correspondiente al método de Pearson III, encontramos los mismos parámetros, exceptuando la fila 3, que hace referencia al coeficiente teta propio del método de Pearson III. En la última y ante penúltima columna podemos encontrar los valores de Consumo Per-cápita (Litros/Habitante/Día) y Valores Promedio de consumo futuro entre los dos métodos en m³/día, respectivamente.

4.3.2.5.1. Aeropuerto Dos

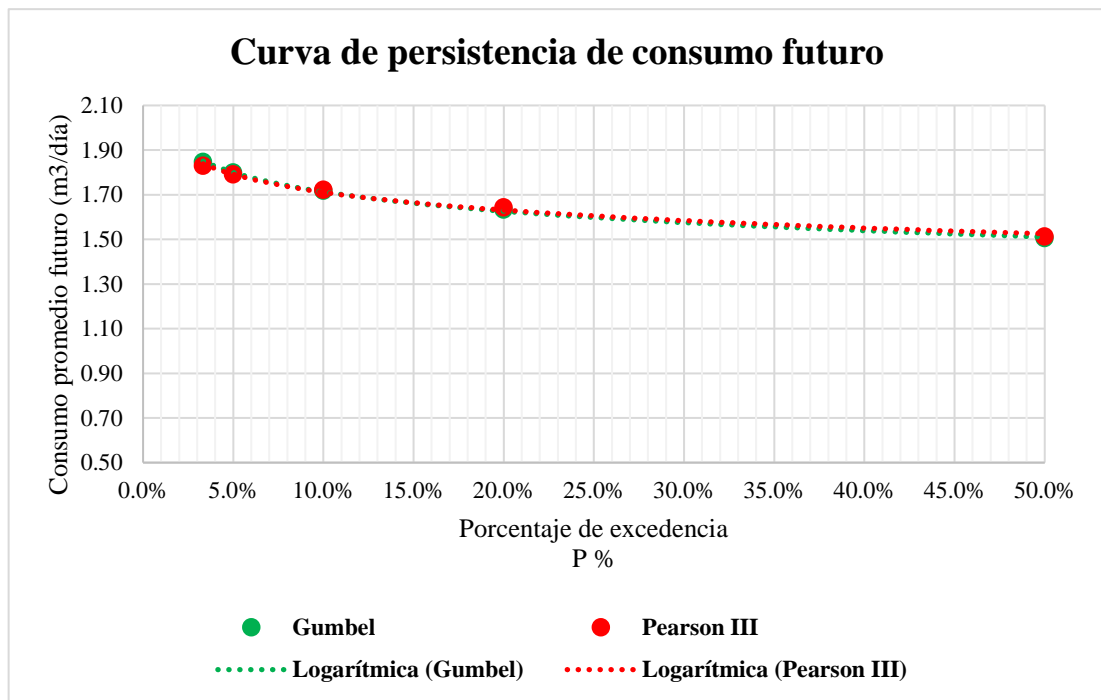
Tabla 52. Valores promedio de consumo futuro de agua potable para el sector Aeropuerto Dos

Método de Gumbel		Método de Pearson III				Valor promedio m ³ /día	Consumo Per-cápita lt/hab/día		
Periodo de retorno	P %	Y _p %	Consumo futuro m ³ /día	Periodo de retorno	P %			Ø	Consumo futuro m ³ /día
2	50.00%	0.367	1.505	2	50.00%	-0.108	1.513	1.509	261.19
5	20.00%	1.500	1.633	5	20.00%	0.793	1.644	1.638	283.60
10	10.00%	2.250	1.718	10	10.00%	1.329	1.721	1.720	297.68
20	5.00%	2.970	1.799	20	5.00%	1.807	1.791	1.795	310.73
30	3.33%	3.384	1.846	30	3.33%	2.069	1.829	1.837	318.08

Realizado por: Bryan Tapia

A continuación, se presenta la figura 74, denominada curva de persistencia (también conocida como “curva de duración de caudales” misma que indica el porcentaje de tiempo durante el cual los caudales han sido igualados o excedidos) [39] del sector Aeropuerto dos, misma que expone los valores consumo futuro obtenidos mediante los métodos de Gumbel y Pearson III. En donde, la línea punteada y las marcas (puntos), ambas de color verde, corresponden a la curva logarítmica representativa y a los valores de consumo futuro del método de Gumbel respectivamente. Del mismo modo, la línea punteada y las marcas de color rojo, representan a la curva logarítmica y a los valores de consumo futuro de agua potable respectivamente, obtenidos con el método Pearson III.

Figura 74. Curva de persistencia de valores de consumo futuros para el sector Aeropuerto Dos



Realizado por: Bryan Tapia

Basándonos en la Figura 74, nos damos cuenta de la similitud que existe entre las curvas logarítmicas obtenidas tanto por el método de Gumbel como por el de Pearson Tipo III, esta mínima diferencia nos faculta calcular los valores de consumo futuro promedio, y a su vez, establecer los valores del consumo per-cápita promedio a futuro, de cada periodo de retorno establecido. En análisis individual tenemos lo siguiente:



- Para un periodo de retorno de 2 años, el valor promedio de consumo futuro de agua potable por día será de 1.509 m³/día, con probabilidad de excedencia del 50%. Y en donde el consumo por habitante al día será de 261.19 Ltrs./Hab./Día
- Para un periodo de retorno de 5 años, el valor promedio de consumo futuro de agua potable por día será de 1.638 m³/día, con probabilidad de excedencia del 20%. Y en donde el consumo por habitante al día será de 283.60 Ltrs./Hab./Día
- Para un periodo de retorno de 10 años, el valor promedio de consumo futuro de agua potable por día será de 1.720 m³/día, con probabilidad de excedencia del 10%. Y en donde el consumo por habitante al día será de 297.68 Ltrs./Hab./Día
- Para un periodo de retorno de 20 años, el valor promedio de consumo futuro de agua potable por día será de 1.795 m³/día, con probabilidad de excedencia del 5%. Y en donde el consumo por habitante al día será de 310.73 Ltrs./Hab./Día
- Para un periodo de retorno de 30 años, el valor promedio de consumo futuro de agua potable por día será de 1.837 m³/día, con probabilidad de excedencia

del 3.33%. Y en donde el consumo por habitante al día será de 318.08 Ltrs./Hab./Día

Finalmente, en la figura que anterior (Fig.74), se evidencia la relación inversamente proporcional existente entre el porcentaje de excedencia y los valores de consumo futuro, puesto que, a mayor valor de consumo en el futuro menor es el porcentaje de ocurrencia, y viceversa.

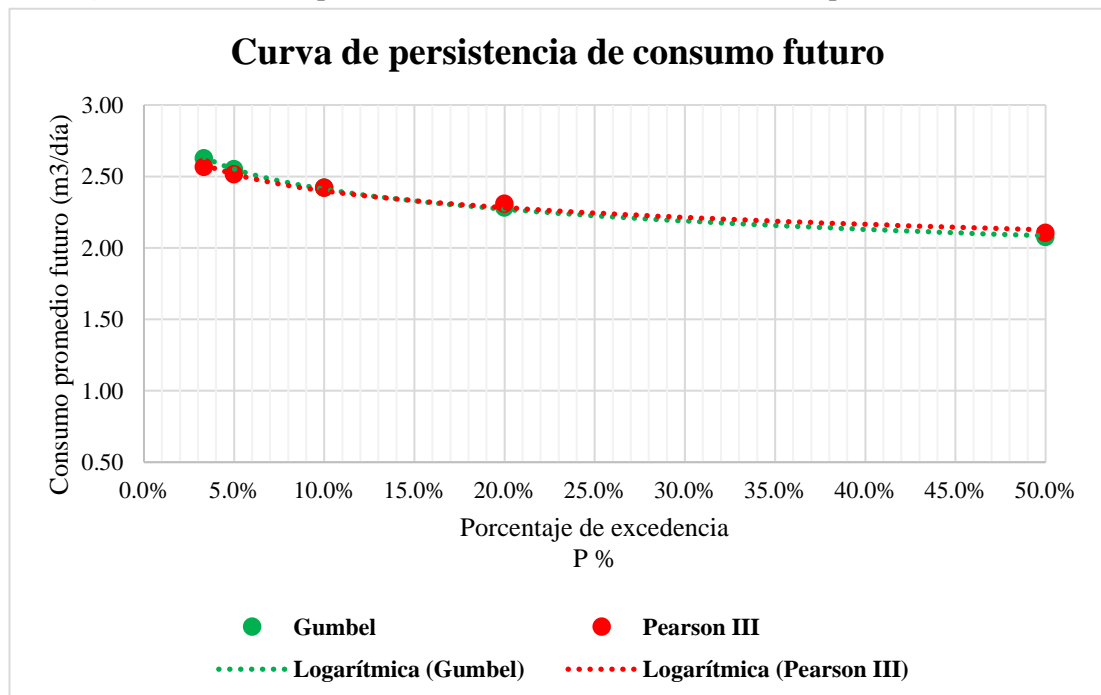
4.3.2.5.2. Dos Ríos

Tabla 53. Valores promedio de consumo futuro de agua potable para el sector Dos Ríos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
 SECTOR DE ESTUDIO: DOS RÍOS									
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES "DOS RÍOS" Y "AEROPUERTO DOS" DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO									
REALIZADO POR: TAPIA NARANJO BRYAN DAVID									
VALORES PROMEDIALES DE CONSUMOS FUTUROS									
Método de Gumbel				Método de Pearson III				Valor promedio m3/día	Consumo Per cápita lt/hab/día
Periodo de retorno	P %	Yp %	Consumo futuro m3/día	Periodo de retorno	P %	Ø	Consumo futuro m3/día		
2	50.00%	0.367	2.074	2	50.00%	-0.041	2.103	2.089	280.97
5	20.00%	1.500	2.282	5	20.00%	0.827	2.307	2.294	308.64
10	10.00%	2.250	2.419	10	10.00%	1.305	2.419	2.419	325.42
20	5.00%	2.970	2.551	20	5.00%	1.712	2.515	2.533	340.72
30	3.33%	3.384	2.626	30	3.33%	1.929	2.565	2.596	349.24

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 75. Curva de persistencia de valores de consumo futuros para el sector Dos Ríos



Realizado por: Bryan Tapia

Observando la Figura 75, se aprecia que existe similitud entre las curvas logarítmicas obtenidas tanto por el método de Gumbel como por el de Pearson Tipo III, esta mínima diferencia nos faculta calcular los valores de consumo futuro promedio, y a su vez, establecer los valores del consumo per-cápita promedio a futuro, de cada periodo de retorno establecido. En análisis individual tenemos lo siguiente:

- Para un periodo de retorno de 2 años, el valor promedio de consumo futuro de agua potable por día será de 2.089 m³/día, con probabilidad de excedencia del 50%. Y en donde el consumo por habitante al día será de 280.97 Ltrs./Hab./Día
- Para un periodo de retorno de 5 años, el valor promedio de consumo futuro de agua potable por día será de 2.294 m³/día, con probabilidad de excedencia del 20%. Y en donde el consumo por habitante al día será de 308.64 Ltrs./Hab./Día
- Para un periodo de retorno de 10 años, el valor promedio de consumo futuro de agua potable por día será de 2.419 m³/día, con probabilidad de excedencia del 10%. Y en donde el consumo por habitante al día será de 325.42 Ltrs./Hab./Día
- Para un periodo de retorno de 20 años, el valor promedio de consumo futuro de agua potable por día será de 2.533 m³/día, con probabilidad de excedencia del 5%. Y en donde el consumo por habitante al día será de 340.72 Ltrs./Hab./Día
- Para un periodo de retorno de 30 años, el valor promedio de consumo futuro de agua potable por día será de 2.596 m³/día, con probabilidad de excedencia del 3.33%. Y en donde el consumo por habitante al día será de 349.24 Ltrs./Hab./Día

Finalmente, en la figura que anterior (Fig.75), se evidencia la relación inversamente proporcional existente entre el porcentaje de excedencia y los valores de consumo futuro, puesto que, a mayor valor de consumo en el futuro menor es el porcentaje de ocurrencia, y viceversa.

4.3.2.6. Patrones de consumo horario y diario

Los patrones de consumo de agua potable tanto diario como horario, permiten estudiar el comportamiento de consumo de agua potable que tienen las personas con respecto al tiempo. Dichos patrones son diferentes para cada sector o ciudad, ya que dependen de varios factores como: clima, costumbres, nivel económico, calidad y costo del



servicio, entre otros. La importancia de conocer dicha información radica en que nos permite establecer criterios y tomar decisiones referentes al diseño del sistema de distribución y almacenamiento, además de la optimización los periodos de mantenimiento.

4.3.2.6.1. Patrones de consumo horario

Los patrones de consumo horario de agua potable se determinaron en base al registro horario realizado con las cámaras que fueron instaladas en los medidores seleccionados por cada sector, cuyo periodo de estudio fue de 1 semana consecutiva, las 24 horas del día. Los intervalos de tiempo seleccionados fueron de 2 y 4 horas. Además, el tipo de predio escogido corresponde a una vivienda unifamiliar en ambos casos.

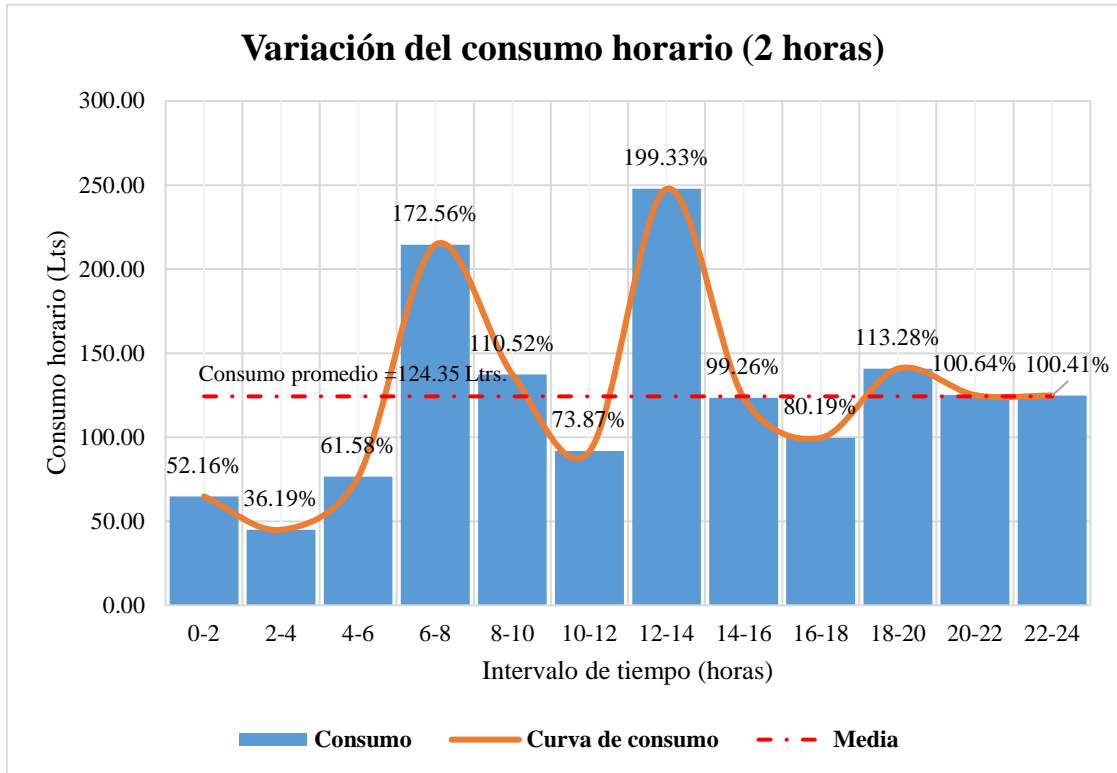
4.3.2.6.1.1. Aeropuerto Dos

Tabla 54. Patrón de consumo en intervalos de 2 horas

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 									
SECTOR DE ESTUDIO: AEROPUERTO DOS									
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES "DOS RÍOS" Y "AEROPUERTO DOS" DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO									
REALIZADO POR: TAPIA NARANJO BRYAN DAVID									
CONSUMO HORARIO EN INTERVALO DE 2 HORAS									
Intervalo de Tiempo	CONSUMO DE AGUA POTABLE 07-13 DICIEMBRE (Lts.)							Promedio por Hora	% de Consumo
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
00:00 - 02:00	112.00	50.00	88.00	86.00	50.00	62.00	6.00	64.86	52.16%
02:00 - 04:00	40.00	62.00	40.00	66.00	8.00	58.00	41.00	45.00	36.19%
04:00 - 06:00	102.00	75.00	88.00	162.00	85.00	18.00	6.00	76.57	61.58%
06:00 - 08:00	434.00	261.00	145.00	229.00	150.00	214.00	69.00	214.57	172.56%
08:00 - 10:00	223.00	9.00	127.00	236.00	165.00	25.00	177.00	137.43	110.52%
10:00 - 12:00	30.00	108.00	101.00	126.00	77.00	89.00	112.00	91.86	73.87%
12:00 - 14:00	480.00	119.00	354.00	340.00	176.00	8.00	258.00	247.86	199.33%
14:00 - 16:00	29.00	129.00	76.00	245.00	128.00	52.00	205.00	123.43	99.26%
16:00 - 18:00	103.00	97.00	111.00	71.00	108.00	81.00	127.00	99.71	80.19%
18:00 - 20:00	103.00	126.00	95.00	30.00	354.00	79.00	199.00	140.86	113.28%
20:00 - 22:00	122.00	138.00	150.00	127.00	204.00	10.00	125.00	125.14	100.64%
22:00 - 24:00	186.00	155.00	160.00	151.00	118.00	6.00	98.00	124.86	100.41%
TOTAL	1964.00	1329.00	1535.00	1869.00	1623.00	702.00	1423.00		
Promedio	163.67	110.75	127.92	155.75	135.25	58.50	118.58	Consumo Promedio Horario	124.35
Máximo	480.00	261.00	354.00	340.00	354.00	214.00	258.00		
Mínimo	29.00	9.00	40.00	30.00	8.00	6.00	6.00		

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 76. Patrón de consumo en intervalos de 2 horas



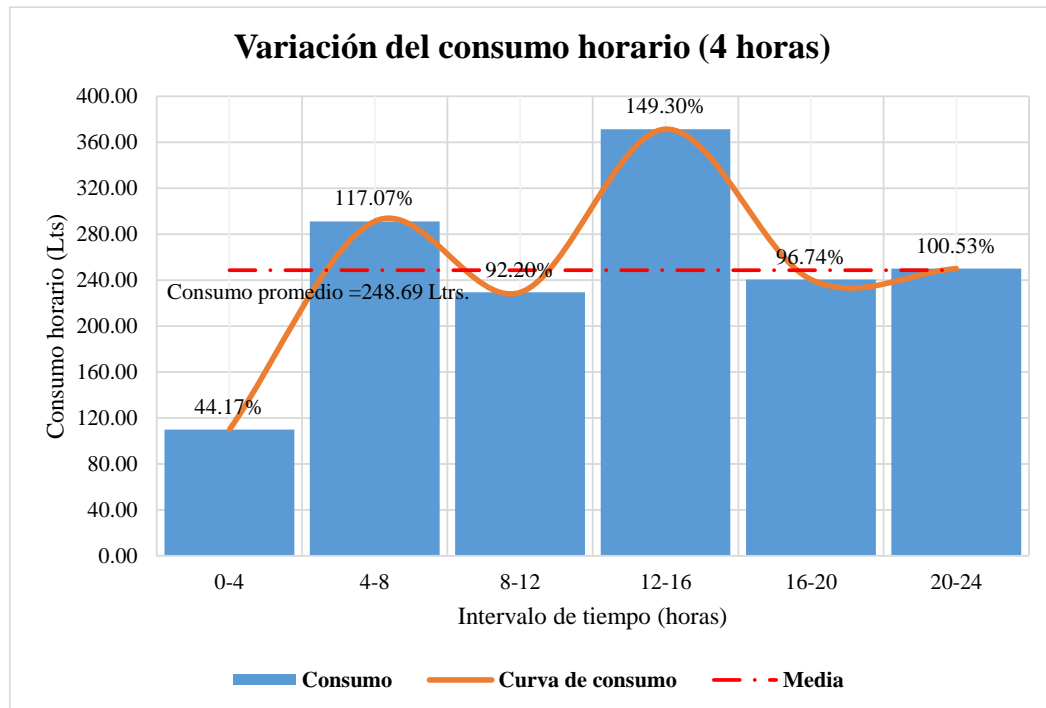
Realizado por: Bryan Tapia

Tabla 55. Patrón de consumo en intervalos de 4 horas

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
SECTOR DE ESTUDIO: AEROPUERTO DOS									
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES "DOS RÍOS" Y "AEROPUERTO DOS" DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO									
REALIZADO POR: TAPIA NARANJO BRYAN DAVID									
CONSUMO HORARIO EN INTERVALO DE 4 HORAS									
Intervalo de Tiempo	CONSUMO DE AGUA POTABLE 07-13 DICIEMBRE (Lts.)							Promedio por Hora	% de Consumo
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
00:00 - 04:00	152.00	112.00	128.00	152.00	58.00	120.00	47.00	109.86	44.17%
04:00 - 08:00	536.00	336.00	233.00	391.00	235.00	232.00	75.00	291.14	117.07%
08:00 - 12:00	253.00	117.00	228.00	362.00	242.00	114.00	289.00	229.29	92.20%
12:00 - 16:00	509.00	248.00	430.00	585.00	304.00	60.00	463.00	371.29	149.30%
16:00 - 20:00	206.00	223.00	206.00	101.00	462.00	160.00	326.00	240.57	96.74%
20:00 - 24:00	308.00	293.00	310.00	278.00	322.00	16.00	223.00	250.00	100.53%
TOTAL	1964.00	1329.00	1535.00	1869.00	1623.00	702.00	1423.00		
Promedio	327.33	221.50	255.83	311.50	270.50	117.00	237.17	Consumo Promedio Horario	248.69
Máximo	536.00	336.00	430.00	585.00	462.00	232.00	463.00		
Mínimo	152.00	112.00	128.00	101.00	58.00	16.00	47.00		

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 77. Patrón de consumo en intervalos de 4 horas



Realizado por: Bryan Tapia

En la Figura 76, que corresponde a los patrones de consumo de agua potable en intervalos de dos horas, tenemos los siguientes resultados:

- Se establece que el valor del consumo promedio analizado en intervalos de dos horas es de 124.35 Litros.
- En el intervalo horario de 6:00 a 8:00 horas, se registra un 172.56% del consumo promedio que representa un valor de 214.57 litros.
- El mayor porcentaje de consumo en el día se da en el intervalo de 12:00 a 14:00 horas, con un 199.33% del consumo promedio, que equivale a 247.86 litros.
- El rango horario de menor consumo se da entre las 2:00 a 4:00 de la mañana, con un valor de 36.19%, que representa 45 litros.
- Se determina que entre las 18:00 a las 24:00, los porcentajes de consumo se mantienen parejos.

En la Figura 77, que corresponde a los patrones de consumo de agua potable en intervalos de cuatro horas, tenemos los siguientes resultados:

- Se establece que el valor del consumo promedio analizado en intervalos de cuatro horas es de 248.69 Litros.

- El segundo intervalo horario de mayor consumo se da de 4:00 a 8:00 horas, se registra un 117.07% del consumo promedio, que representa un valor de 219.14 litros. Esto se debe a que los usuarios empiezan su día y se preparan para salir a sus trabajos.
- El mayor porcentaje de consumo en el día se da en el intervalo de 12:00 a 16:00 horas, con un 149.30% del consumo promedio, que equivale a 371.29 litros.
- El rango horario de menor consumo se da entre las 00:00 a 4:00 de la mañana, con un valor de 44.17%, que representa 109.86 litros.
- Se determina que entre las 16:00 a las 24:00, los porcentajes de consumo se mantienen similares.

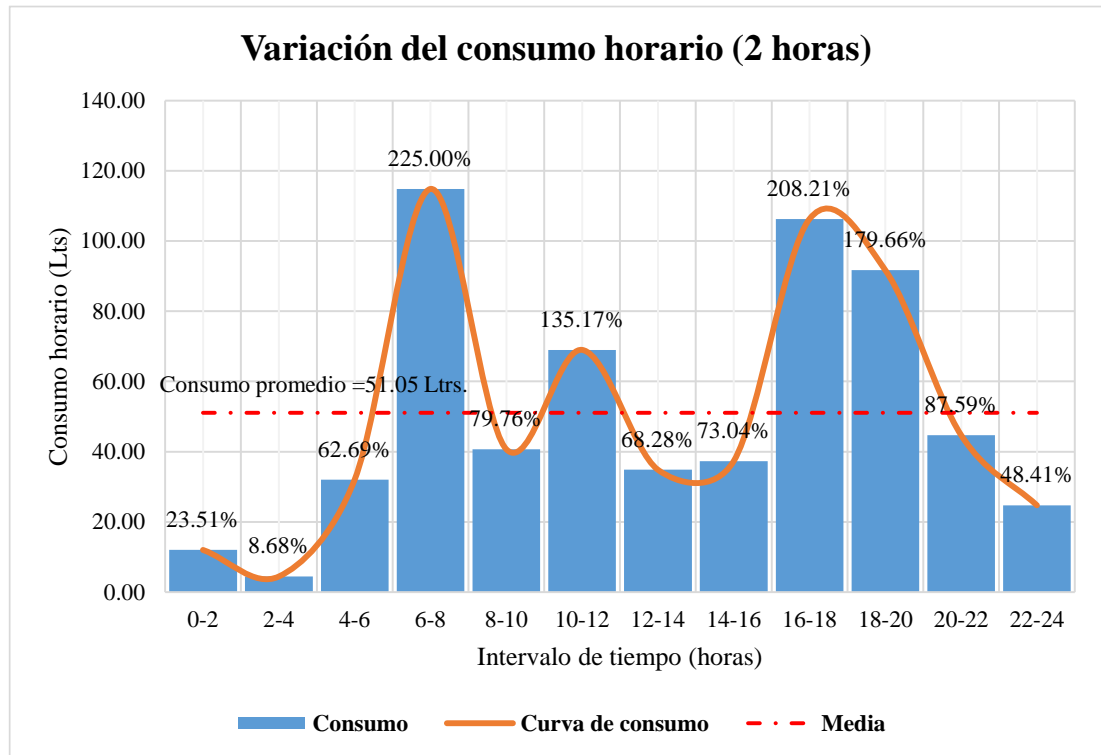
4.3.2.6.1.2.Dos Ríos

Tabla 56. Patrón de consumo en intervalos de 2 horas

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
									
SECTOR DE ESTUDIO: DOS RÍOS									
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES "DOS RÍOS" Y "AEROPUERTO DOS" DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO									
REALIZADO POR: TAPIA NARANJO BRYAN DAVID									
CONSUMO HORARIO EN INTERVALO DE 2 HORAS									
Intervalo de Tiempo	CONSUMO DE AGUA POTABLE 11-17 NOVIEMBRE (Lts.)							Promedio por Hora	% de Consumo
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
00:00 - 02:00	7.00	0.00	5.00	7.00	11.00	25.00	29.00	12.00	23.51%
02:00 - 04:00	12.00	7.00	7.00	5.00	0.00	0.00	0.00	4.43	8.68%
04:00 - 06:00	30.00	22.00	36.00	32.00	77.00	21.00	6.00	32.00	62.69%
06:00 - 08:00	30.00	73.00	184.00	64.00	61.00	118.00	274.00	114.86	225.00%
08:00 - 10:00	64.00	24.00	50.00	47.00	17.00	53.00	30.00	40.71	79.76%
10:00 - 12:00	17.00	58.00	60.00	43.00	78.00	227.00	0.00	69.00	135.17%
12:00 - 14:00	2.00	22.00	41.00	44.00	21.00	105.00	9.00	34.86	68.28%
14:00 - 16:00	11.00	117.00	7.00	50.00	29.00	47.00	0.00	37.29	73.04%
16:00 - 18:00	267.00	27.00	189.00	127.00	29.00	94.00	11.00	106.29	208.21%
18:00 - 20:00	177.00	68.00	30.00	132.00	72.00	40.00	123.00	91.71	179.66%
20:00 - 22:00	22.00	62.00	69.00	35.00	67.00	5.00	53.00	44.71	87.59%
22:00 - 24:00	38.00	20.00	13.00	77.00	6.00	11.00	8.00	24.71	48.41%
TOTAL	677.00	500.00	691.00	663.00	468.00	746.00	543.00		
Promedio	56.42	41.67	57.58	55.25	39.00	62.17	45.25	Consumo Promedio Horario	51.05
Máximo	267.00	117.00	189.00	132.00	78.00	227.00	274.00		
Mínimo	2.00	0.00	5.00	5.00	0.00	0.00	0.00		

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 78. Patrón de consumo en intervalos de 2 horas



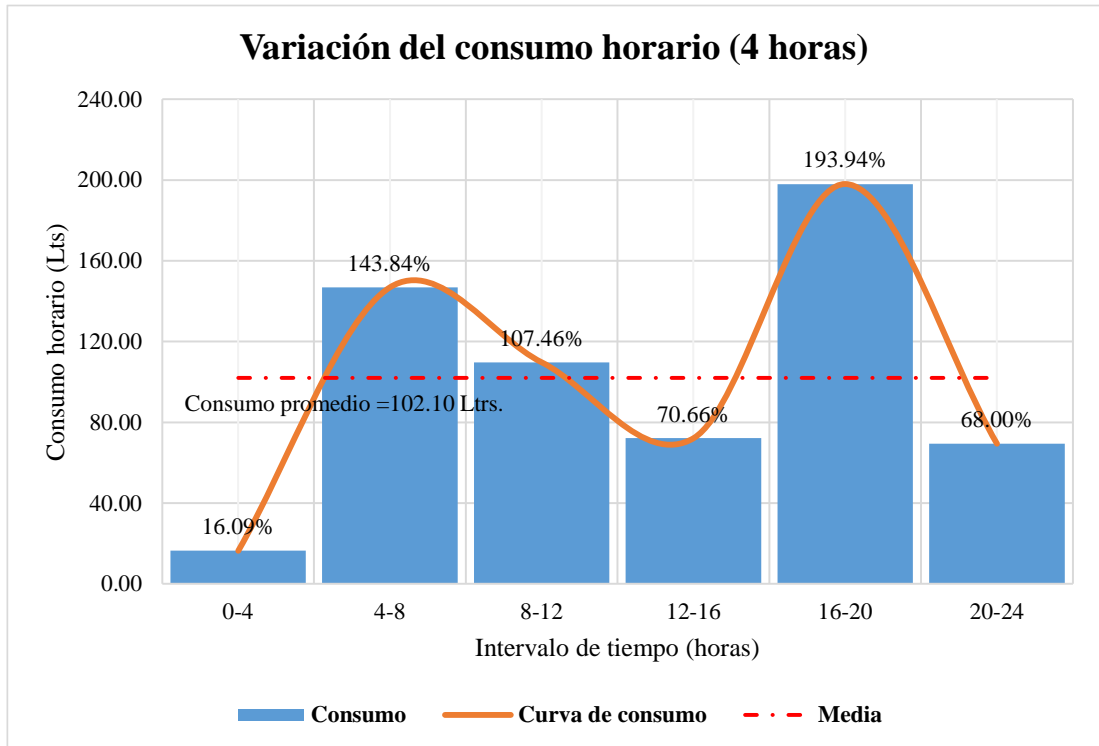
Realizado por: Bryan Tapia

Tabla 57. Patrón de consumo en intervalos de 4 horas

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
 SECTOR DE ESTUDIO: DOS RÍOS									
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES "DOS RÍOS" Y "AEROPUERTO DOS" DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO									
REALIZADO POR: TAPIA NARANJO BRYAN DAVID									
CONSUMO HORARIO EN INTERVALO DE 4 HORAS									
Intervalo de Tiempo	CONSUMO DE AGUA POTABLE 07-13 DICIEMBRE (Lts.)							Promedio por Hora	% de Consumo
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
00:00 - 04:00	19.00	7.00	12.00	12.00	11.00	25.00	29.00	16.43	16.09%
04:00 - 08:00	60.00	95.00	220.00	96.00	138.00	139.00	280.00	146.86	143.84%
08:00 - 12:00	81.00	82.00	110.00	90.00	95.00	280.00	30.00	109.71	107.46%
12:00 - 16:00	13.00	139.00	48.00	94.00	50.00	152.00	9.00	72.14	70.66%
16:00 - 20:00	444.00	95.00	219.00	259.00	101.00	134.00	134.00	198.00	193.94%
20:00 - 24:00	60.00	82.00	82.00	112.00	73.00	16.00	61.00	69.43	68.00%
TOTAL	677.00	500.00	691.00	663.00	468.00	746.00	543.00		
Promedio	112.83	83.33	115.17	110.50	78.00	124.33	90.50	Consumo Promedio Horario	102.10
Máximo	444.00	139.00	220.00	259.00	138.00	280.00	280.00		
Mínimo	13.00	7.00	12.00	12.00	11.00	16.00	9.00		

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 79. Patrón de consumo en intervalos de 4 horas



Realizado por: Bryan Tapia

En la Figura 78, que corresponde a los patrones de consumo de agua potable en intervalos de dos horas, tenemos los siguientes resultados:

- Se establece que el valor del consumo promedio analizado en intervalos de dos horas es de 51.05 Litros.

- El mayor porcentaje de consumo en el día se da en el intervalo de 06:00 a 08:00 horas, con un 225.00% del consumo promedio, que equivale a 114.86 litros.
- El rango horario de menor consumo se da entre las 2:00 a 4:00 de la mañana, con un valor de 8.68%, que representa 4.43 litros.
- Se determina que entre las 10:00 a 12:00 horas, el porcentaje de consumo se incrementa en comparación con el intervalo anterior, dando un valor de 135.17% del promedio, que equivale a 69.00 Litros de consumo. La razón es porque a esa hora, los usuarios de la vivienda empiezan a preparar los alimentos que se servirán en su hora de almuerzo.
- Se evidencia que el comportamiento de consumo en esta vivienda no es del todo uniforme durante el transcurso del día, ya que presenta picos elevados y caídas en el consumo.

En la Figura 79, que corresponde a los patrones de consumo de agua potable en intervalos de cuatro horas, tenemos los siguientes resultados:

- Se establece que el valor del consumo promedio analizado en intervalos de cuatro horas es de 102.10 Litros.
- El mayor porcentaje de consumo en el día se da en el intervalo de 16:00 a 20:00 horas, con un 193.94% del consumo promedio, que equivale a 198 litros.
- El segundo intervalo horario de mayor consumo se da de 4:00 a 8:00 horas, se registra un 143.84% del consumo promedio, que representa un valor de 146.86 litros. Esto se debe a que los usuarios empiezan su día y se preparan para salir a sus trabajos.
- El rango horario de menor consumo se da entre las 00:00 a 4:00 de la mañana, con un valor de 16.09%, que representa 16.43 litros.



4.3.2.6.2. Patrones de consumo Diario

Para la obtención de los patrones de consumo diario, se ha empleado los resultados ya tabulados del consumo semanal, por cual, en este literal se analiza el patrón de consumo para los dos sectores estudiados.

La tabla que se presenta a continuación, expone el valor promedio de consumo que se obtuvo por cada día de la semana, correlacionado con el porcentaje de consumo respecto a la media.

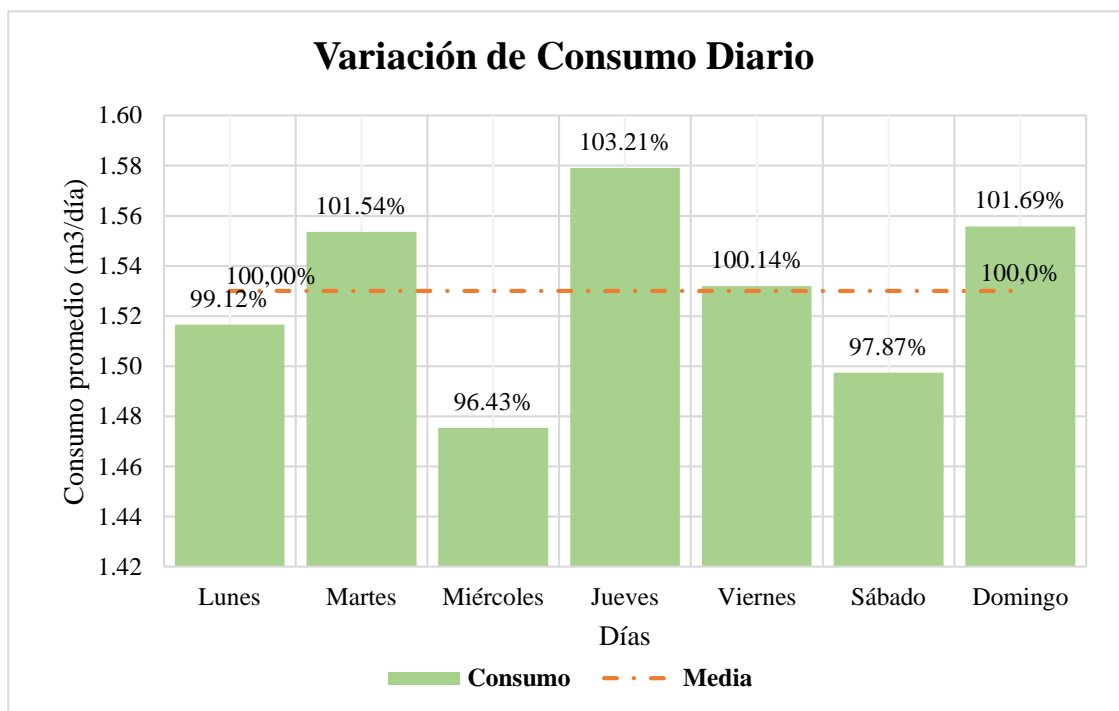
4.3.2.6.2.1. Aeropuerto Dos

Tabla 58. Variación de consumo diario sector Aeropuerto Dos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		
SECTOR DE ESTUDIO: AEROPUERTO DOS		
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES "DOS RÍOS" Y "AEROPUERTO DOS" DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO		
REALIZADO POR: TAPIA NARANJO BRYAN DAVID		
VARIACIÓN DEL CONSUMO DIARIO (m ³)		
Semana	Consumo promedio (m ³ /día)	% de consumo a la media
Lunes	1.517	99.12%
Martes	1.554	101.54%
Miércoles	1.475	96.43%
Jueves	1.579	103.21%
Viernes	1.532	100.14%
Sábado	1.497	97.87%
Domingo	1.556	101.69%

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 80. Patrón de consumo diario sector Aeropuerto Dos





Realizado por: Bryan Tapia

Interpretando la Figura 80, se puede afirmar lo siguiente:

- Los porcentajes de consumo durante el transcurso de la semana confirman que no existe variación significativa entre los consumos de un día a otro, ya que la diferencia entre el pico más alto y el más bajo de consumo es pequeña.
- El porcentaje más alto de consumo con respecto a la media recae en el día jueves, con un valor de 103.21%, que equivale a 1.579 m³/día.
- El valor más bajo de consumo promedio por día es de 1.475 m³/día, que representa el 96.43% de la media.
- Se observa que los días martes, jueves y domingo sobrepasan el valor de consumo promedio, con: 101.54%, 103.21% y 101.69% respectivamente. Esto se debe a la naturaleza del sector, al ser una mezcla entre sector comercial y residencial, por lo que entre semana se realizan actividades comerciales y los domingos las familias las familias realizan actividades en casa.
- En segundo lugar, con menor consumo lo tiene el día sábado, con 97.87% de consumo con respecto a la media, esto debido a que generalmente las familias salen de sus viviendas a comer fuera de casa y a recrearse en sitios turísticos que ofrece la ciudad de tena, principalmente ríos y piscinas.

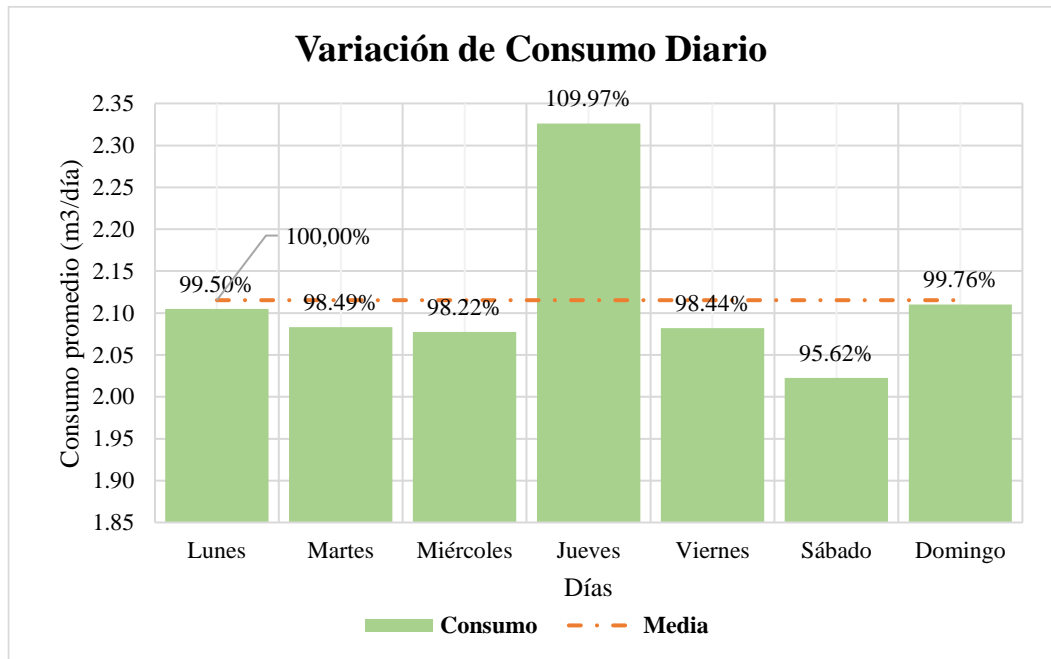
4.3.2.6.2.2. Dos Ríos

Tabla 59. Variación de consumo diario sector Dos Ríos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		
SECTOR DE ESTUDIO: DOS RÍOS		
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES "DOS RÍOS" Y "AEROPUERTO DOS" DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO		
REALIZADO POR: TAPIA NARANJO BRYAN DAVID		
VARIACIÓN DEL CONSUMO DIARIO (m ³)		
Semana	Consumo promedio (m ³ /día)	% de consumo a la media
Lunes	2.105	99.50%
Martes	2.083	98.49%
Miércoles	2.078	98.22%
Jueves	2.326	109.97%
Viernes	2.082	98.44%
Sábado	2.023	95.62%
Domingo	2.110	99.76%

Realizado por: Bryan Tapia

Figura 81. Patrón de consumo diario sector Dos Ríos



Realizado por: Bryan Tapia

Analizando la Figura 81, se puede afirmar lo siguiente:

- Los porcentajes de consumo durante el transcurso de la semana confirman que no existe variación significativa entre los consumos de un día a otro, a excepción del día jueves que presenta el pico más alto de consumo.
- El porcentaje más alto de consumo con respecto a la media recae en el día jueves, con un valor de 109.97%, que equivale a 2.326 m³/día.
- El valor más bajo de consumo promedio por día es de 2.023 m³/día, que representa el 95.62% de la media, y que corresponde al día Sábado. Esto se debe a que la zona está conforma en su mayoría por residencias unifamiliares, y que generalmente, estas salen a recrearse en los sitios turísticos que ofrece la ciudad de tena, principalmente ríos y piscinas, además de comer fuera de casa.
- Se aprecia que la tendencia de consumo de agua potable en los días: lunes, martes, miércoles, viernes y domingo, es similar, ya que la diferencia entre los picos más altos y más bajos es mínima, además de que en estos días el consumo se encuentra por debajo de la media (2.115 m³/día).

4.3.2.7. Variación de la presión en la red de distribución de agua potable

El conocimiento de los valores de presión en el sistema de distribución de agua potable es de suma importancia ya que gracias a esto se puede asegurar que la cobertura del

servicio sea completa en los sectores que abastece y además que se garantice la continuidad del suministro. Tener presiones demasiado altas ocasiona daños en conducciones, válvulas y otros componentes, además de fugas de agua en conexiones cuando su vida útil es avanzada. Por el contrario, cuando se tiene presiones demasiado bajas puede ocasionar un mal funcionamiento e incomodidad en instalaciones domésticas.

Para la estimar los valores de presión con la que llega el agua a los diferentes predios, se realizaron lecturas in situ con un manómetro diariamente, durante un periodo de 7 días consecutivos en todas las residencias que conforman la muestra de cada sector.

En las tablas 60 y 61, que se presenta a continuación se detallan los resultados tabulados. Dichas tablas se conforman de la siguiente manera:

Columnas

En primera instancia tenemos la fila correspondiente a la identificación asignada a cada medidor, seguido en las columnas 3 y 4 encontramos las coordenadas Este (X) y Norte (Y) que representa la ubicación geográfica de los medidores. Las siguientes 7 columnas representan los valores de presión registrados en PSI (Pound-force per Square Inch/libras por pulgada cuadrada). El ante penúltima columna hace referencia al valor de todas las presiones registradas por medidor durante el transcurso de la semana en PSI. La última columna va de la mano de la anterior, ya que simplemente es el valor promedio de la presión transformado en unidades m.c.a. (metros columna agua), que igualmente es una unidad de presión, perteneciente al Sistema Técnico de Unidades, esto con el fin de mejorar la comprensión de los resultados.

Filas

En las dos primeras filas de la parte final de la tabla, podemos encontrar la presión promedio por cada día expresada en unidades PSI y m.c.a de todos los medidores, y también, los valores promedio del sector en PSI y m.c.a respectivamente. Además, se hallan ciertos valores estadísticos como: valor de la varianza por cada día, desviación estándar, coeficiente de variación, Mediana.

4.3.2.7.1. Aeropuerto Dos

Tabla 60. Variación de la presión por medidor sector Aeropuerto Dos



SECTOR DE ESTUDIO: AEROPUERTO DOS

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO
DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES "DOS RÍOS" Y "AEROPUERTO DOS" DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO**

REALIZADO POR: TAPIA NARANJO BRYAN DAVID

VALORES DE PRESIÓN POR MEDIDOR

SEMANA (10 - 16 NOVIEMBRE)

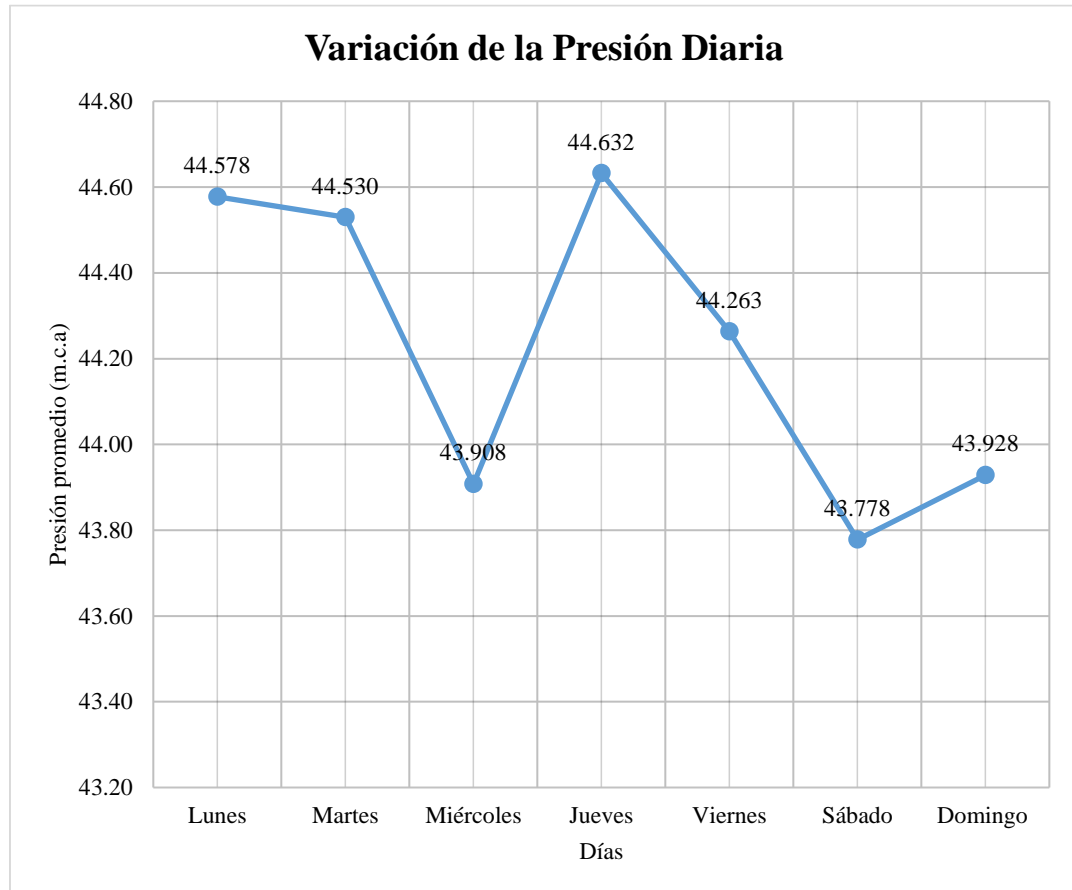
ID Medidor	Coordenadas		LECTURA (PSI)							Presión Prom. (Psi)	Presión Prom. (m.c.a)
	X	Y	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo		
1	186375	9890843	52	50	47	47	52	48	48	49.143	34.597
2	186348	9890858	50	49	45	48	55	49	47	49.000	34.496
3	186347	9890858	48	51	47	48	48	50	51	49.000	34.496
4	186335	9890873	53	55	52	48	49	50	49	50.857	35.803
5	186323	9890878	52	51	50	49	53	51	52	51.143	36.005
6	186243	9890901	66	68	66	66	64	64	63	65.286	45.961
7	186069	9890879	65	66	67	68	67	65	65	66.143	46.565
8	186042	9890886	68	69	68	68	68	62	60	66.143	46.565
9	186012	9890894	65	68	68	64	79	64	64	67.429	47.470
10	185975	9890934	67	69	67	66	67	64	66	66.571	46.866
11	185962	9890929	67	65	65	67	67	68	66	66.429	46.766
12	185872	9890936	62	66	65	66	66	66	67	65.429	46.062
13	185824	9890950	65	67	66	67	67	65	65	66.000	46.464
14	185814	9890981	67	66	68	67	66	66	67	66.714	46.967
15	185807	9890988	61	67	66	66	67	67	65	65.571	46.162
16	185801	9890974	66	65	62	66	64	66	66	65.000	45.760
17	185787	9890960	68	67	67	67	66	68	68	67.286	47.369
18	185745	9890971	66	66	67	67	63	65	69	66.143	46.565
19	185705	9890983	66	69	64	68	64	65	67	66.143	46.565
20	185685	9890988	66	66	66	68	65	64	67	66.000	46.464
21	185561	9891007	78	75	71	77	76	75	77	75.571	53.202
22	185565	9891017	66	67	71	75	69	69	70	69.571	48.978
23	185543	9891026	73	69	69	73	72	73	72	71.571	50.386
24	185498	9891095	72	71	72	68	71	70	64	69.714	49.079
25	185501	9891108	68	62	65	68	68	71	71	67.571	47.570
26	185438	9891223	73	71	71	75	72	73	72	72.429	50.990
27	185453	9891183	78	77	77	77	74	76	77	76.571	53.906
28	185489	9891196	74	78	76	77	72	74	75	75.143	52.901
29	185509	9891187	75	76	74	76	73	73	69	73.714	51.895
30	185530	9891162	75	77	76	74	74	71	73	74.286	52.297
31	185569	9891174	77	78	77	78	72	71	70	74.714	52.599
32	185594	9891245	60	66	61	65	64	63	64	63.286	44.553
33	185654	9891215	70	71	68	68	68	70	69	69.143	48.677
34	185705	9891241	62	64	66	67	67	65	65	65.143	45.861
35	185719	9891295	66	67	67	65	64	64	66	65.571	46.162
36	185734	9891346	65	64	64	65	59	66	65	64.000	45.056
37	185712	9891400	62	60	60	64	63	65	64	62.571	44.050
38	185616	9891369	69	64	66	65	65	64	62	65.000	45.760
39	185684	9891045	65	67	60	61	64	66	62	63.571	44.754
40	185690	9891054	65	66	67	61	65	65	62	64.429	45.358
41	185705	9891050	67	66	64	61	62	63	65	64.000	45.056
42	185737	9891040	64	63	62	60	64	64	62	62.714	44.151
43	185799	9891042	56	58	58	59	61	54	57	57.571	40.530
44	185825	9891032	59	62	60	59	60	59	62	60.143	42.341
45	185836	9891054	58	60	61	58	59	62	60	59.714	42.039
46	185843	9891044	61	58	58	58	57	52	56	57.143	40.229
47	185893	9890999	55	56	54	57	57	58	60	56.714	39.927
48	185926	9890989	59	60	61	57	58	59	57	58.714	41.335
49	185996	9891010	58	57	51	56	54	53	55	54.857	38.619
50	186016	9890964	62	62	57	56	58	57	57	58.429	41.134

51	186052	9890943	58	57	58	56	54	55	56	56.286	39.625
52	186060	9890954	54	56	56	54	55	50	56	54.429	38.318
53	186110	9890927	60	56	57	53	53	51	50	54.286	38.217
54	186170	9890970	56	56	57	51	55	52	52	54.143	38.117
55	186398	9890883	46	48	48	48	47	45	44	46.571	32.786
56	186388	9890884	46	46	42	46	44	45	45	44.857	31.579
57	186390	9890889	47	45	45	46	44	44	47	45.429	31.982
58	186289	9890930	46	44	46	48	47	47	48	46.571	32.786
59	186225	9890968	61	60	58	60	62	61	61	60.429	42.542
60	186149	9890989	64	62	64	60	63	64	62	62.714	44.151
61	186033	9891023	63	63	56	62	60	61	61	60.857	42.843
62	186032	9891023	63	64	60	62	60	59	62	61.429	43.246
63	185921	9891052	65	67	67	61	63	64	59	63.714	44.855
64	185874	9891065	71	70	68	67	69	67	67	68.429	48.174
65	185782	9891090	66	64	60	71	62	68	68	65.571	46.162
66	185729	9891126	68	71	70	77	74	74	76	72.857	51.291
67	185757	9891176	69	68	71	74	71	76	74	71.857	50.587
68	185813	9891225	62	60	63	65	58	61	61	61.429	43.246
69	185860	9891320	56	55	54	59	57	55	56	56.000	39.424
70	185831	9891237	67	67	61	65	68	64	63	65.000	45.760
71	185893	9891184	64	65	59	65	60	58	63	62.000	43.648
72	185907	9891162	57	60	63	64	63	60	61	61.143	43.045
73	185917	9891136	64	67	62	65	65	66	64	64.714	45.559
74	185957	9891123	60	59	56	63	55	62	65	60.000	42.240
75	185985	9891126	63	65	64	63	63	60	58	62.286	43.849
76	186012	9891105	61	63	63	66	64	64	65	63.714	44.855
77	186022	9891088	64	56	62	64	65	63	64	62.571	44.050
78	186074	9891090	63	63	63	65	60	64	62	62.857	44.251
79	186118	9891079	64	62	57	60	61	61	58	60.429	42.542
80	186161	9891065	63	61	60	62	62	63	63	62.000	43.648
81	185893	9891132	67	65	64	64	66	65	62	64.714	45.559
82	185896	9891081	67	65	68	67	68	66	67	66.857	47.067
83	185929	9891072	69	71	62	65	63	65	66	65.857	46.363
84	185981	9891058	68	67	65	64	62	60	63	64.143	45.157
85	186083	9891027	62	68	64	66	65	62	64	64.429	45.358
86	186192	9890996	60	59	56	62	64	59	61	60.143	42.341
87	186184	9891014	64	61	60	61	61	56	58	60.143	42.341
88	186188	9891026	85	79	81	83	82	80	79	81.286	57.225
89	186211	9891185	51	48	51	53	55	50	52	51.429	36.206
90	186223	9891184	53	53	55	57	54	48	52	53.143	37.413
91	186298	9891139	64	65	66	65	67	64	65	65.143	45.861
92	186303	9891137	69	64	65	67	68	66	67	66.571	46.866
93	186220	9891295	49	52	51	51	50	48	48	49.857	35.099
94	186220	9891296	49	52	51	51	50	48	48	49.857	35.099
95	186160	9891299	47	46	47	46	45	45	44	45.714	32.183
96	186204	9891374	44	42	44	42	40	42	41	42.143	29.669
97	186271	9891105	62	64	61	66	60	64	63	62.857	44.251
98	186297	9891101	66	64	65	67	66	67	67	66.000	46.464
99	186310	9891086	65	62	62	64	66	62	64	63.571	44.754
100	186356	9891013	87	85	85	86	85	84	85	85.286	60.041
101	186318	9891008	86	86	84	87	85	84	84	85.143	59.941
102	186253	9891049	78	79	82	86	84	80	81	81.429	57.326
103	186349	9890950	67	66	68	67	67	64	63	66.000	46.464
Presión Promedio	Psi		63.320	63.252	62.369	63.398	62.874	62.184	62.398	Presión promedio del sector	
	m.c.a		44.578	44.530	43.908	44.632	44.263	43.778	43.928		
Varianza			72.318	71.642	74.431	82.105	74.131	77.211	73.948	62.828	44.231
Desviación estándar			8.504	8.464	8.627	9.061	8.610	8.787	8.599		
Coefficiente de variación			19.08%	19.01%	19.65%	20.30%	19.45%	20.07%	19.58%		
Mediana			64.000	64.000	63.000	65.000	64.000	64.000	63.000		

Realizado por: Bryan Tapia

Con el fin de mejorar la comprensión de los resultados obtenidos, a continuación, se presenta la Figura 82, que representa gráficamente la variación que experimenta la presión en promedio por cada día de la semana.

Figura 82. Variación de la presión promedio sector Aeropuerto Dos



Realizado por: Bryan Tapia

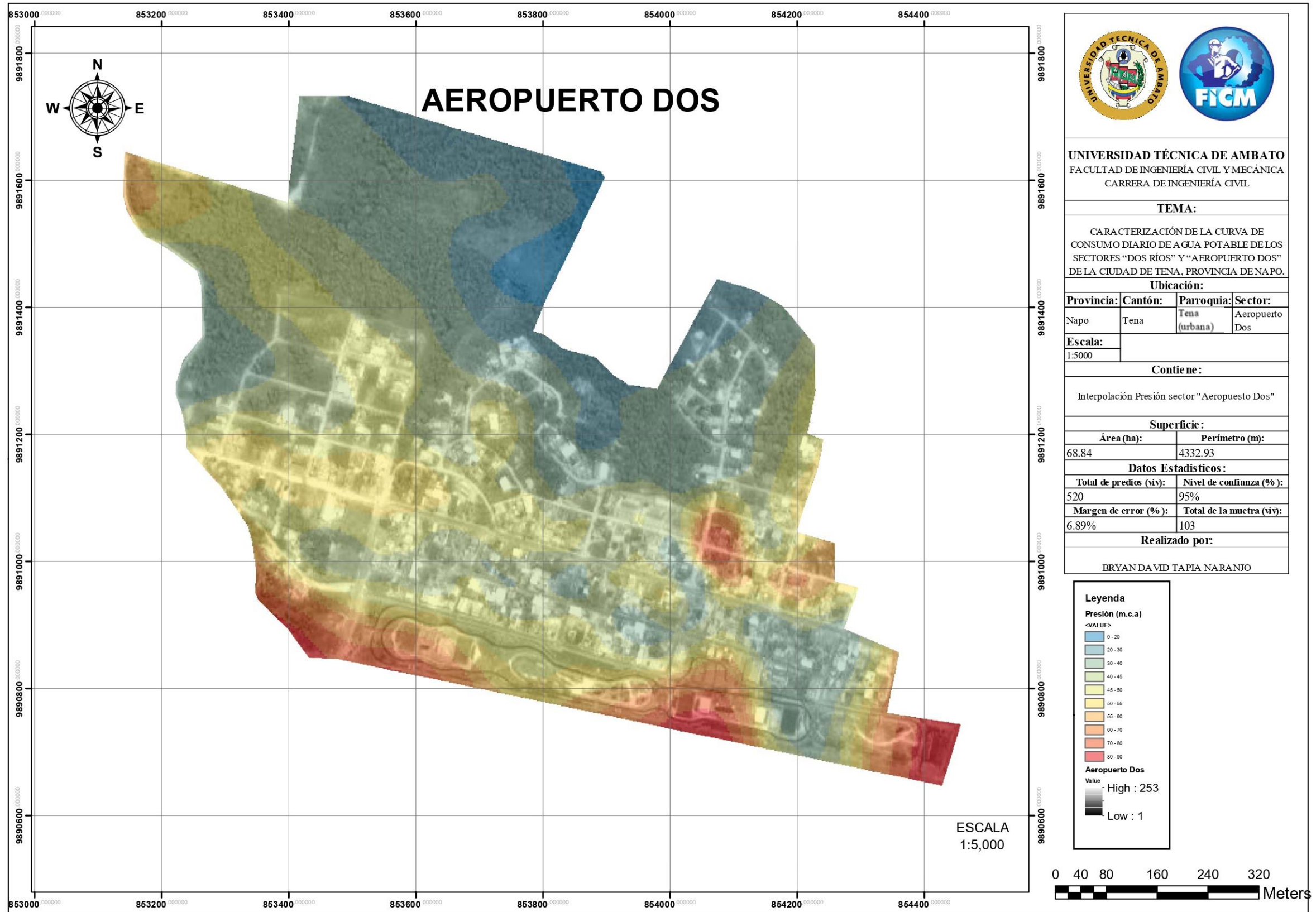
Analizando la figura 82, se puede afirmar lo siguiente:

- Existe variación con respecto a los valores de la presión promedio registrados en cada vivienda, y esto se debe a varios factores, entre los que se destacan principalmente: el uso de algún aparato sanitario al momento de hacer la lectura, fugas en el sistema interno de distribución, reducido suministro de agua potable el día de la lectura.
- El día que mayor valor de presión promedio se registró corresponde al día jueves, con 44.632 m.c.a.
- El valor de presión más bajo registrado es de 43.778 m.c.a., correspondiente al día sábado.

- Se aprecia que la presión mantiene valores constantes a lo largo de la semana, ya que la diferencia entre el pico más alto y más bajo es mínima.
- Se establece que el sector Aeropuerto Dos cumple con los requisitos de diseño hidro-sanitario interior, estipulado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción/Capítulo 16 Norma Hidrosanitaria NHE Agua, sección 16.5.3.2, referente a que “La presión en cualquier nudo de consumo no deberá ser mayor que 50 m.c.a. (71.12 psi), como se aprecia en la gráfica anterior.
- En base a la tabla 3/sección [2.1.18], del presente proyecto, referente a “presiones en aparatos de consumo” Se determina que la presión de agua promedio del sector (44.231 m.c.a.) es más que suficiente para asegurar el correcto funcionamiento de los aparatos sanitarios que comúnmente se encuentran instalados en los diferentes predios.

A fin de afianzar los resultados obtenidos, se ha generado la figura 83, que ilustra los valores de presión promedio mediante rango de colores, en un mapa georreferenciado del sector Aeropuerto Dos. Es necesario mencionar que para la realización de este gráfico fue necesario realizar la interpolación de los valores promediales con el objetivo conocer la presión promedio de las zonas que no abarca la muestra.

Figura 83. Presión de agua potable sector Aeropuerto Dos



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:
CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES "DOS RÍOS" Y "AEROPUERTO DOS" DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO.

Ubicación:

Provincia:	Cantón:	Parroquia:	Sector:
Napo	Tena	Tena (urbana)	Aeropuerto Dos

Escala:
1:5000

Contiene:
Interpolación Presión sector "Aeropuerto Dos"

Superficie:

Área (ha):	Perímetro (m):
68.84	4332.93

Datos Estadísticos:

Total de predios (viv):	Nivel de confianza (%):
520	95%
Margen de error (%):	Total de la muestra (viv):
6.89%	103

Realizado por:
BRYAN DAVID TAPIA NARANJO

Leyenda

Presión (m.c.a)

<VALUE>

- 0 - 20
- 20 - 30
- 30 - 40
- 40 - 45
- 45 - 50
- 50 - 55
- 55 - 60
- 60 - 70
- 70 - 80
- 80 - 90

Aeropuerto Dos

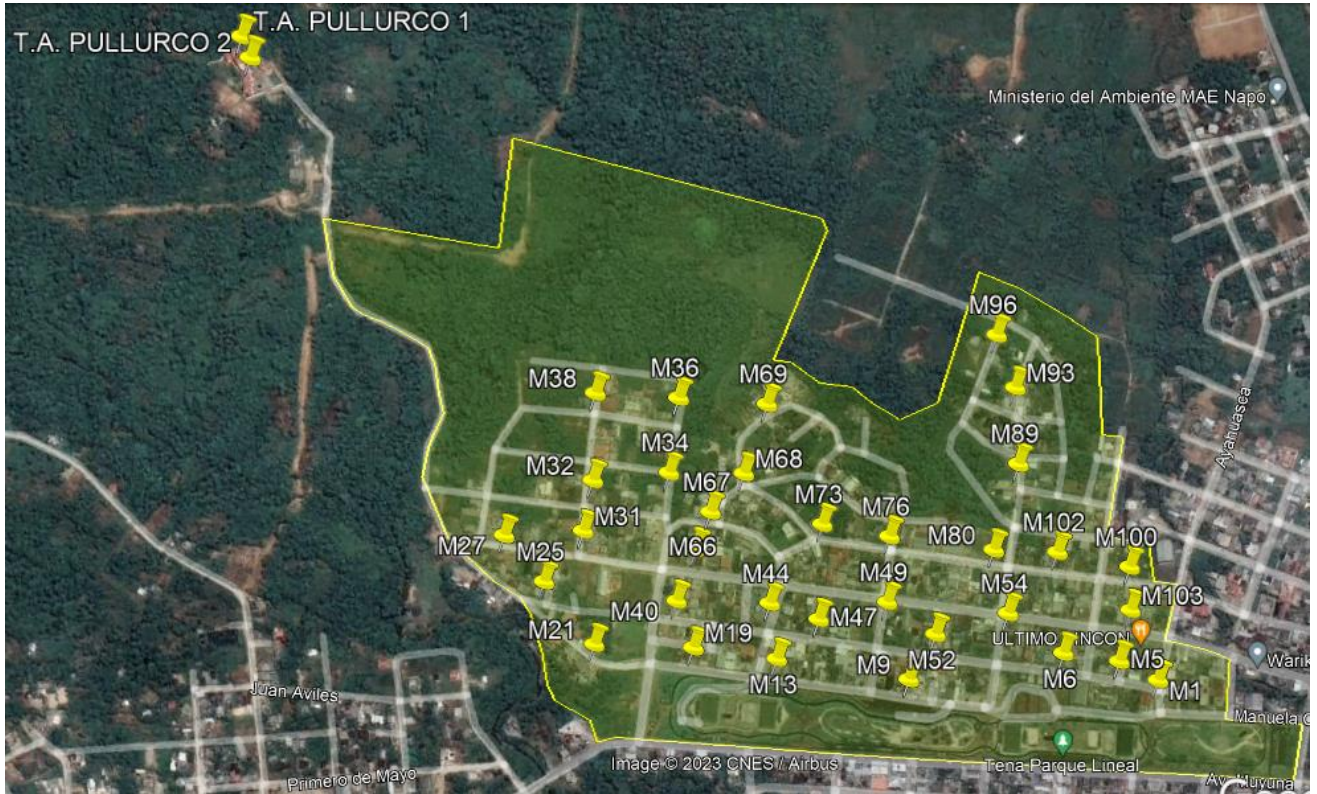
Value

- High : 253
- Low : 1



Realizado por: Bryan Tapia

Figura 84. Correlación Medidor-Presión sector Aeropuerto Dos



Realizado por: Bryan Tapia
Fuente: Google Earth Pro

En base a las figuras 83 y 84, se detallan los siguientes resultados:



- Existen dos tanques de almacenamiento que suministran agua potable al sector Aeropuerto Dos, denominados “Pullurco 1” y “Pullurco 2”, cuya elevación es de 593.00 m.s.n.m. y 580.00 m.s.n.m respectivamente.
- Los predios y las zonas aleñadas a los medidores 6, 21 y 102 presentan los picos más altos de presión, debido a que se enmarcan en el rango de color amarillo a rojo, equivalente a un intervalo de 45 – 60 m.c.a.
- Los predios y las zonas aleñadas a los medidores 25, 27, 31, 32, 34, 36, 38 presentan valores moderados de presión, debido a que se enmarcan en el rango de color amarillo tenue, equivalente a un intervalo de 45 - 50 m.c.a.
- Los predios y las zonas aleñadas a los medidores 69, 89, 93 y 96 presentan bajos valores de presión en comparación los demás, debido a que se enmarcan en el rango de color azul tenue, equivalente a un intervalo de 20 - 40 m.c.a.

Finalmente, se ha podido establecer que el valor promedio para el sector Aeropuerto Dos es de 44.231 m.c.a. (68.828 PSI), resaltando que las condiciones en las que se

desarrollaron las lecturas fueron normales, es decir, el suministro de agua potable se mantuvo sin intermitencias. Este valor nos permite determinar que el sistema de distribución se encuentra dentro de los valores de presión establecidos en la Norma INEN 1680, es decir dentro del rango 0.10 MPa (14.504 PSI \approx 10.211 m.c.a) – 0.50MPa (72.519 PSI \approx 51.053 m.c.a), para sistemas de abastecimiento de agua potable.

4.3.2.7.2. Dos Ríos

Tabla 61. Variación de la presión por medidor sector Dos Ríos

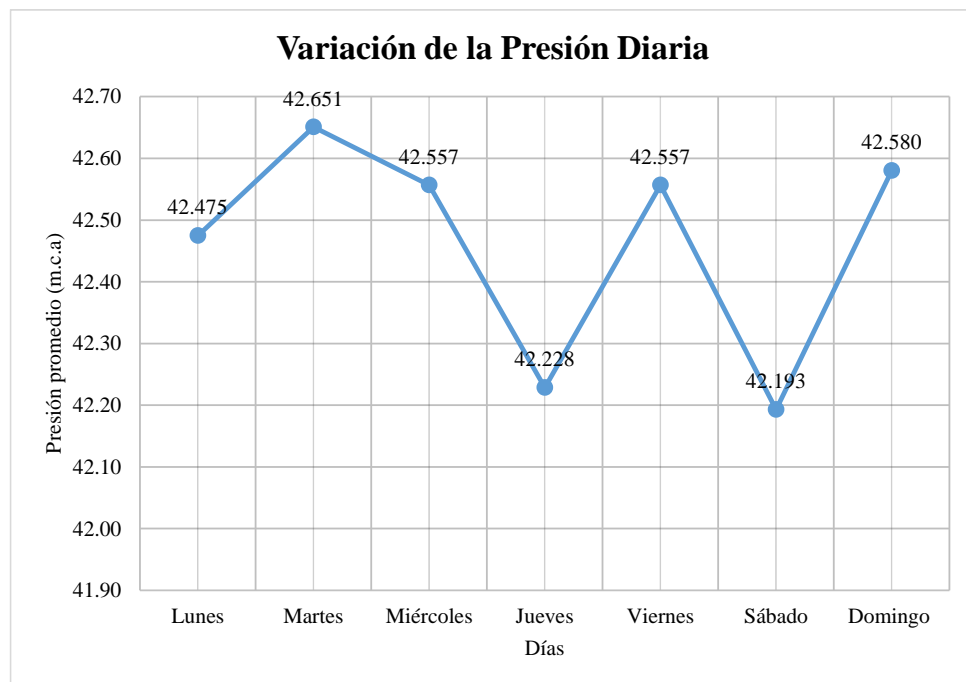
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 											
SECTOR DE ESTUDIO: DOS RÍOS											
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES "DOS RÍOS" Y "AEROPUERTO DOS" DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO											
REALIZADO POR: TAPIA NARANJO BRYAN DAVID											
VALORES DE PRESIÓN POR MEDIDOR											
SEMANA (21 - 27 NOVIEMBRE)											
ID Medidor	Coordenadas		LECTURA (PSI)							Presión Prom. (Psi)	Presión Prom. (m.c.a)
	X	Y	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo		
1	186920	9890965	66	65	64	64	66	63	64	64.571	45.458
2	186922	9890981	65	65	64	67	66	64	65	65.143	45.861
3	186951	9891001	56	66	65	62	64	64	66	63.286	44.553
4	186962	9891011	66	64	62	62	59	62	64	62.714	44.151
5	186959	9891000	62	66	65	65	64	63	65	64.286	45.257
6	186959	9891000	62	66	64	65	61	67	64	64.143	45.157
7	187037	9891029	66	64	66	60	63	62	64	63.571	44.754
8	187035	9891013	65	65	61	60	58	60	61	61.429	43.246
9	187102	9891004	54	64	61	59	58	62	60	59.714	42.039
10	187126	9891073	69	67	66	68	66	65	66	66.714	46.967
11	187132	9890995	58	64	59	62	61	65	62	61.571	43.346
12	187149	9890992	56	62	60	60	54	56	58	58.000	40.832
13	187173	9890988	62	61	61	59	60	61	58	60.286	42.441
14	187166	9890994	59	62	59	58	61	57	58	59.143	41.637
15	187199	9890995	54	60	56	55	56	55	57	56.143	39.525
16	187202	9891022	61	59	59	63	56	58	60	59.429	41.838
17	187244	9891064	55	58	56	54	54	56	57	55.714	39.223
18	187239	9891075	56	59	59	61	56	57	58	58.000	40.832
19	187166	9891084	63	61	61	56	60	61	60	60.286	42.441
20	187159	9891073	60	63	60	61	58	54	60	59.429	41.838
21	187147	9891085	56	60	62	62	59	54	61	59.143	41.637
22	187098	9891092	65	62	58	62	60	61	62	61.429	43.246
23	187043	9891101	52	55	57	55	55	50	51	53.571	37.714
24	187027	9891096	60	64	61	58	63	60	59	60.714	42.743
25	186990	9891098	66	65	62	56	62	60	61	61.714	43.447
26	186978	9891087	62	65	61	60	60	61	58	61.000	42.944
27	186963	9891088	66	66	64	63	64	66	62	64.429	45.358
28	186968	9891097	63	65	57	63	66	64	65	63.286	44.553
29	186969	9891130	71	68	62	64	66	65	64	65.714	46.263
30	186969	9891132	66	68	69	65	65	63	69	66.429	46.766
31	187002	9891159	57	66	62	64	65	64	64	63.143	44.453
32	187124	9891155	62	58	60	64	64	61	62	61.571	43.346
33	187139	9891153	64	60	65	63	63	64	62	63.000	44.352
34	187224	9891137	64	62	65	63	62	55	62	61.857	43.547
35	187263	9891139	52	57	55	54	53	56	54	54.429	38.318

36	187285	9891131	60	59	58	51	57	57	56	56.857	40.027
37	187196	9891165	60	62	61	63	60	60	59	60.714	42.743
38	187183	9891166	65	61	63	62	56	59	57	60.429	42.542
39	187140	9891180	49	58	52	50	61	61	59	55.714	39.223
40	187147	9891223	59	60	59	54	60	62	60	59.143	41.637
41	187114	9891257	59	57	60	57	52	59	58	57.429	40.430
42	187093	9891259	55	59	62	60	59	61	57	59.000	41.536
43	187074	9891261	62	59	62	61	60	58	60	60.286	42.441
44	187050	9891232	66	63	65	62	64	62	65	63.857	44.955
45	187056	9891192	63	57	62	59	63	62	60	60.857	42.843
46	187022	9891179	60	55	59	62	65	61	61	60.429	42.542
47	186976	9891206	66	60	64	64	62	65	67	64.000	45.056
48	186973	9891269	63	58	64	65	65	57	62	62.000	43.648
49	186974	9891269	65	59	62	63	65	60	66	62.857	44.251
50	187003	9891269	62	58	58	61	64	64	62	61.286	43.145
51	187064	9891321	52	54	56	53	54	57	56	54.571	38.418
52	187083	9891403	54	52	55	55	58	54	56	54.857	38.619
53	186924	9891490	57	53	56	60	61	59	63	58.429	41.134
54	186928	9891476	56	54	61	61	64	62	57	59.286	41.737
55	186934	9891438	63	52	59	56	58	60	57	57.857	40.731
56	186940	9891403	59	51	56	57	55	54	56	55.429	39.022
57	187013	9891398	46	49	50	49	53	52	51	50.000	35.200
58	186971	9891389	52	51	53	50	54	49	52	51.571	36.306
59	186937	9891041	64	66	63	65	65	64	66	64.714	45.559
60	186937	9891043	62	66	59	62	64	61	63	62.429	43.950
Presión Promedio	Psi	60.333	60.583	60.450	59.983	60.450	59.933	60.483	Presión promedio del sector		
	m.c.a	42.475	42.651	42.557	42.228	42.557	42.193	42.580			
Varianza		26.633	22.281	13.642	19.203	16.116	15.995	15.542	60.317	42.463	
Desviación estándar		5.161	4.720	3.693	4.382	4.014	3.999	3.942			
Coeficiente de variación		12.15%	11.07%	8.68%	10.38%	9.43%	9.48%	9.26%			
Mediana		62.000	61.000	61.000	61.000	61.000	61.000	60.500			

Realizado por: Bryan Tapia

Con el fin de mejorar la comprensión de los resultados obtenidos, a continuación, se presenta la Figura 85, que representa gráficamente la variación que experimenta la presión en promedio por cada día de la semana.

Figura 85. Variación de la presión promedio sector Dos Ríos



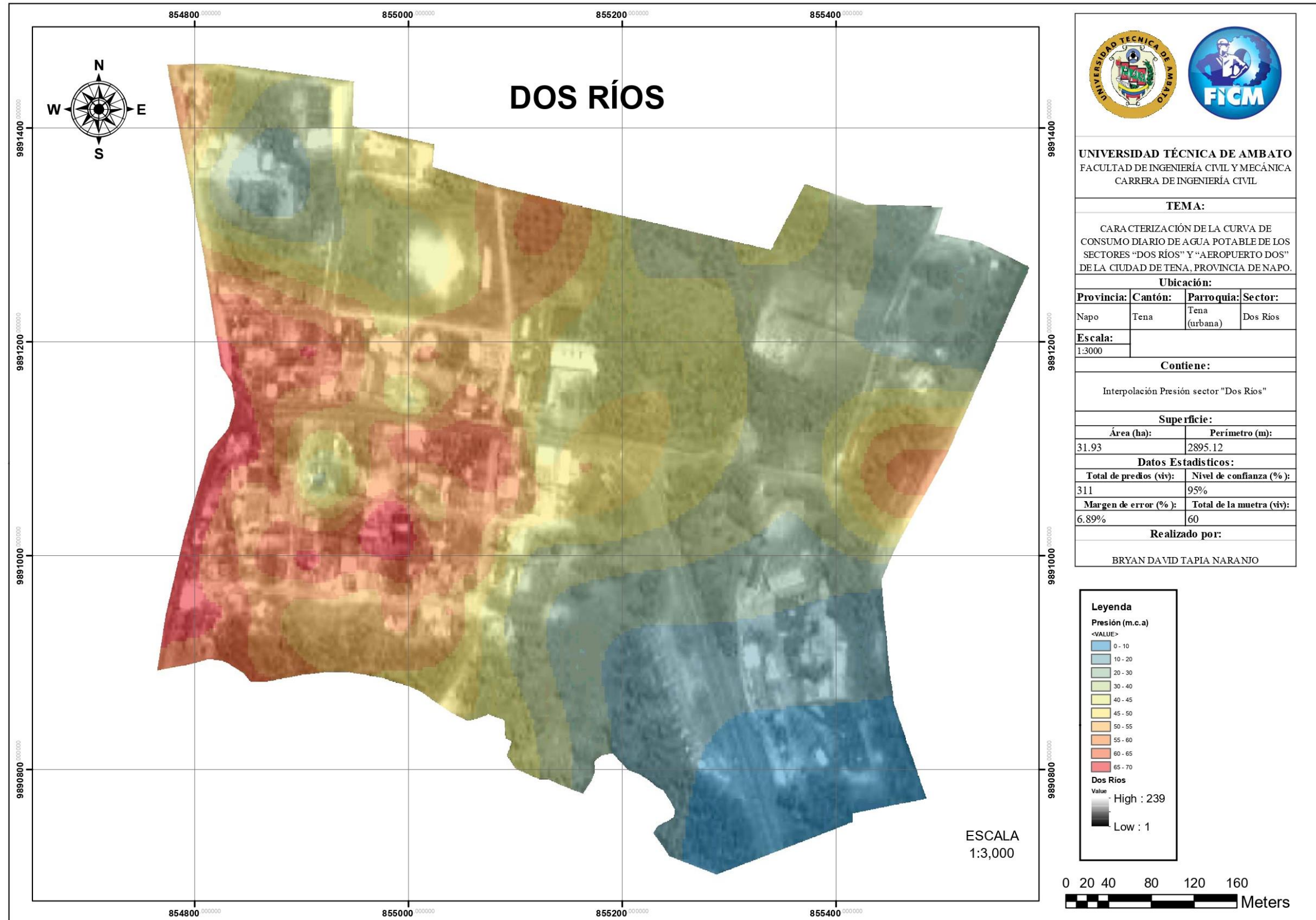
Realizado por: Bryan Tapia

Analizando la figura 85, se puede afirmar los siguiente:

- La variación existente de los valores de presión promedio por cada día de la semana varían debido a varios factores, principalmente: el uso de algún aparato sanitario al momento de hacer la lectura, fugas en el sistema interno de distribución, reducido suministro de agua potable el día de la lectura.
- El día que mayor valor de presión promedio se registró corresponde al día martes, con 42.651 m.c.a.
- El valor de presión más bajo registrado es de 42.193 m.c.a., correspondiente al día sábado.
- Se aprecia que la presión mantiene valores constantes a lo largo de la semana, ya que la diferencia entre el pico más alto y más bajo es mínima.
- Se establece que el sector Dos Ríos cumple con los requisitos de diseño hidrosanitario interior, estipulado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción/Capítulo 16 Norma Hidrosanitaria NHE Agua, sección 16.5.3.2, referente a que “La presión en cualquier nudo de consumo no deberá ser mayor que 50 m.c.a. (71.12 psi), como se aprecia en la gráfica anterior.
- En base a la tabla 3, sección 2.2.18, del presente proyecto, referente a “presiones en aparatos de consumo” Se determina que la presión de agua promedio del sector (42.463 m.c.a.) es más que suficiente para asegurar el correcto funcionamiento de los aparatos sanitarios que comúnmente se encuentran instalados en los diferentes predios.

Una vez tabulados los datos registrados, se ha elaborado la figura 86, que expone los valores de presión promedio mediante rango de colores, en un mapa georreferenciado del sector Dos Ríos. Cabe recalcar que, para la realización de este gráfico fue necesario realizar la interpolación de los valores promediales con el objetivo conocer la presión promedio de las zonas que no abarca la muestra.

Figura 86. Presión de agua potable sector Dos Ríos



Realizado por: Bryan Tapia

Figura 87. Correlación Medidor-Presión sector Dos Ríos



Realizado por: Bryan Tapia

Fuente: Google Earth Pro

En base a las figuras 86 y 87, se detallan los siguientes resultados:

- Existe un tanque de almacenamiento que suministra agua potable al sector Dos Ríos, denominados “Maveca”, cuya elevación es de 547.91 m.s.n.m.
- Al ser una zona consolidada pequeña, los valores de presión se encuentran concentrados. Sin embargo, es apreciable que los valores más altos de presión se los tiene en los medidores adyacentes a la Avenida principal denominada Av. Jumandy, ya que el color que predomina es el Amarillo rojizo, que en su valor rango equivalente es de 45 – 50 m.c.a.
- Los predios y las zonas aledañas a los medidores 35 y 36, presentan valores menores en comparación a los demás, por lo que se integran dentro del rango de color azul y amarillo tenue, equivalente a un intervalo de 30 – 40 m.c.a.

Finalmente, se ha podido establecer que el valor promedio para el sector Dos Ríos es de 42.463 m.c.a. (60.317 PSI), resaltando que las condiciones en las que se desarrollaron las lecturas fueron normales, es decir, el suministro de agua potable se mantuvo sin intermitencias. Este valor nos permite determinar que el sistema de distribución se encuentra dentro de los valores de presión establecidos en la Norma INEN 1680, es decir dentro del rango 0.10 MPa (14.504 PSI \approx 10.211 m.c.a) –

0.50MPa (72.519 PSI \approx 51.053 m.c.a), para sistemas de abastecimiento de agua potable.

4.4.Verificación de la hipótesis

Una vez concluido el proceso de obtención de datos, tabulación e interpretación, se puede afirmar la hipótesis planteada “La demanda de agua potable de los habitantes de los sectores Aeropuerto Dos y Dos Ríos del Cantón Tena influye en la curva de consumo diario” ya que, el principal indicador de la veracidad a esto, son las curvas de consumo promedio diario obtenidas por cada sector, en donde se observan que los valores de consumo con respecto al tiempo son diferentes, corroborando que la demanda sí tiene incidencia directa en la curva de consumo, puesto que cada sector tiene hábitos de consumo diferentes que varían según el tipo de predio, condición económica, conformación típica de usuarios, actividades diarias, y como sustento a lo anteriormente mencionado se resalta que el sector Aeropuerto Dos, con una configuración de predios que en su mayoría son residencias unifamiliares (55% del total) presentó los siguientes consumos por cada día: Lunes (1.517 m³/día), Martes (1.554 m³/día), Miércoles (1.475 m³/día), Jueves (1.579 m³/día), Viernes (1.532 m³/día), Sábado (1.497 m³/día) y Domingo (1.556 m³/día), resultando ser el día jueves el que mayor consumo registra, y el miércoles el día con menor demanda de agua. Y también, gracias a las curvas calculadas del sector Dos Ríos, con una configuración predial de residencias unifamiliares en su mayoría (40% del total) se determinaron los siguientes valores: Lunes (2.105 m³/día). Martes (2.083 m³/día), Miércoles (2.078 m³/día), Jueves (2.326 m³/día), Viernes (2.082 m³/día), Sábado (2.023 m³/día) y Domingo (2.110 m³/día), identificando que, el día jueves es cuando más gasto de líquido se tiene, y por el contrario, el sábado correspondiendo al día de más bajo consumo. Es por todo lo anteriormente expuesto, que se da por verificada la hipótesis planteada.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Para el sector **Aeropuerto Dos**:

- Se determinó la curva de consumo semanal de agua potable de todo el sector en base a los promedios obtenidos por cada día de la semana, de la que podemos destacar lo siguiente: El día de la semana con mayor consumo corresponde al día jueves, con un consumo promedio de 1.579 m³/día, mientras que, el día de la semana con el valor más bajo de consumo corresponde al día miércoles con un valor de 1.475 m³/día.
- Se determinaron los patrones de consumo horario cada 2 horas, para los dos tipos de predios más repetitivos; Edificio vivienda y Residencia Unifamiliar, obteniendo los siguientes resultados: En Edificios destinados únicamente a vivienda el pico máximo de consumo en el transcurso de una semana se da en el rango horario de 12:00 a 14:00 con un valor de 129.68% con respecto a la media (394.05 Litros), equivalente a 511.00 Litros, mientras que, en residencias Unifamiliares, al igual que en los edificios vivienda, el consumo máximo se da entre 12:00 a 14:00 horas, con un valor 199.33% respecto a la media (124.35 Litros), equivalente a 247.86 Litros.
- Se elaboraron mapas temáticos de ambos sectores de estudio, utilizando metodología SIG con los datos obtenidos correspondientes a: Delimitación de los sectores seleccionados para el estudio, Ubicación de los medidores correspondientes a cada sector, Ruta de levantamiento de datos, consumos per-cápita y presiones de llegada a acometidas, siendo necesario para ciertos mapas, aplicar la metodología de interpolación a fin comprender el comportamiento general de las zonas. Estos mapas facilitaron la comprensión de los resultados.
- Se determinó que la demanda per-cápita en el sector Aeropuerto Dos es de 203.00 Litros/Habitante/Día, correspondiente al valor de la mediana, valor con el cual podemos darnos cuenta de dos aspectos importantes; el primero, se identifica que la demanda calculada no sobrepasa el valor estipulado en Normativa Ecuatoriana de la Construcción 2011, Capítulo 16, pág. 16, referente a la Norma Hidrosanitaria NHE Agua, en donde se menciona que la dotación para bloques de viviendas es de

200 a 350 Litros/Habitante/Día, Y segundo, que el factor climático tiene incidencia directa en la demanda de agua potable, ya que se conoce por trabajos previos que el mayor consumo por persona al día se da en el clima Cálido Húmedo.

- Se determinó mediante la tabulación de 3193 valores de consumo de agua potable registrados durante 32 consecutivos que, el valor promedio de consumo de agua potable es de 1.530 m³/día. Sin embargo, analizando estadísticamente, el valor más representativo corresponde al de la mediana, 0.951 m³/día, debido a que la distribución de datos es asimétrica, sesgada hacia la derecha. Por ende, tenemos que un predio perteneciente al sector de Aeropuerto Dos tiende a consumir aproximadamente un valor promedio de consumo de 0.951 m³/día en condiciones de consumo normales (clima cálido promedio de la zona, días no festivos ni feriado y suministro de líquido vital constante).
- Se determinó que el valor promedio de la presión con la que llega el agua a los diferentes aparatos sanitarios en cada predio del sector Aeropuerto Dos, es de 44.231 m.c.a. (62.828 PSI). Este valor se considera óptimo para el buen funcionamiento de los aparatos sanitarios que comúnmente se encuentran en un predio. Dicha afirmación se la realiza en base a Tabla 16.1 de la NEC-11, Capítulo 16, referente a la Norma Hidrosanitaria NHE Agua, en donde se encuentran los valores referenciales de funcionamiento para aparatos sanitarios. Además, el valor determinado de la presión promedio del sector no sobrepasa la capacidad de resistencia recomendada para acometidas y accesorios (150 m.c.a).
- Se determinó que el predio que presenta mayor predominancia en el sector Aeropuerto Dos corresponde a viviendas Unifamiliares con un 55% del total, seguido por los edificios destinados únicamente a vivienda con 21% del total. En cuanto a nivel socio-económico la tipología que predomina en el sector es la B con 62% del total, es decir son construcciones que tienen buenos acabados, de uno a dos pisos generalmente, diseño arquitectónico cuidado, y servicios básicos completos.
- Se determinó que para el sector de Aeropuerto Dos es común encontrar por cada tipo de predio la siguiente cantidad de habitantes: 4 usuarios por residencia unifamiliar, 7 usuarios por residencia bifamiliar, 5 usuarios por local comercial, 3 usuarios por local destinado a oficina, 8 usuarios por institución gubernamental y 10 usuarios por Edificio Vivienda.

- Se determinó que para el sector de Aeropuerto Dos es común encontrar por cada tipo de predio el siguiente número de unidades sanitarias: 10 unidades sanitarias por residencia unifamiliar, 17 unidades sanitarias por residencia bifamiliar, 10 unidades sanitarias por local comercial, 12 unidades sanitarias por local destinado a oficina, 14 unidades sanitarias por institución gubernamental y 26 unidades sanitarias por Edificio Vivienda.
- Se determinaron los valores promediales de consumo diario futuro mediante los métodos probabilísticos de Gumbel y Pearson III para el sector Aeropuerto Dos: para un periodo de retorno de 2 años, el consumo será de 1.509 m³/día, en 5 años el consumo será de 1.638 m³/día, en 10 años el consumo será de 1.720 m³/día, en 20 años el consumo será de 1.795 m³/día y en 30 años el consumo será de 1.837 m³/día, teniendo como antecedente que el consumo promedio diario actual es de 0.951 m³/día.
- Se determinó que los sectores “Aeropuerto Dos” y “Dos Ríos”, de la ciudad de Tena, provincia de Napo, presentan valores promedio de consumo diario elevados con respecto a otras ciudades, esto se debe principalmente por condiciones climáticas (clima cálido húmedo), y también a que los valores de pago no son excesivamente elevados, teniendo para la categoría residencial: Tarifa básica (\$3.78), existiendo subsidio para valores de 0-15 m³, de 16-30 m³ el valor por m³ es de \$0.30, de 31-45 m³ el valor por m³ es de \$0.36 y para valores mayores o iguales a 46 m³ el valor por m³ es de \$0.42. Mientras que para categoría comercial: la tarifa básica es \$3.78, de 0-15 m³ el valor por m³ es de \$0.32, de 16-30 m³ el valor por m³ es de \$0.45, de 31-45 m³ el valor por m³ es de \$0.55 y para valores mayores o iguales a 46 m³ el valor por m³ es de \$0.70.

Para el sector **Dos Ríos:**

- Se determinó la curva de consumo semanal de agua potable en base a los promedios obtenidos por cada día de la semana, de la cual podemos destacar lo siguiente: El día de la semana con mayor consumo corresponde al día jueves, con un consumo promedio de 2.326 m³/día, mientras que, el día de la semana con el valor más bajo de consumo corresponde al día Sábado con un valor de 2.023 m³/día.

- Se determinaron los patrones de consumo horario cada 2 horas, para los dos tipos de predios más comunes; Edificio vivienda y Residencia Unifamiliar, obteniendo los siguientes resultados: En Edificios destinados únicamente a vivienda el pico máximo de consumo en el transcurso de una semana se da en el rango horario de 10:00 a 12:00 con un valor de 276.31% con respecto a la media (98.90 Litros), equivalente a 273.29 Litros, mientras que, en residencias Unifamiliares, el consumo máximo se da entre 06:00 a 08:00 horas, con un valor 225.00% respecto a la media (51.05 Litros), equivalente a 114.86 Litros.
- Se determinó que la demanda per-cápita en el sector Dos Ríos es de 200.00 Litros/Habitante/Día, correspondiente al valor de la mediana, valor con el cual podemos darnos cuenta de dos aspectos importantes; el primero, se identifica que la demanda calculada no sobrepasa el valor estipulado en Normativa Ecuatoriana de la Construcción 2011, Capítulo 16, pág. 16, referente a la Norma Hidrosanitaria NHE Agua, en donde se menciona que la dotación para bloques de viviendas es de 200 a 350 Litros/Habitante/Día, Y segundo, que el factor climático tiene incidencia directa en la demanda de agua potable, ya que se conoce por trabajos previos que el mayor consumo por persona al día se da en el clima Cálido Húmedo.
- Se determinó mediante la tabulación de 1860 valores de consumo de agua potable registrados durante 32 consecutivos que, el valor promedio de consumo de agua potable es de 2.113 m³/día. Sin embargo, analizando estadísticamente, el valor más representativo corresponde al de la mediana, 0.933 m³/día, debido a que la distribución de datos es asimétrica, sesgada hacia la derecha. Por ende, tenemos que un predio perteneciente al sector de Dos Ríos tiende a consumir aproximadamente un valor promedio de consumo de 0.933 m³/día en condiciones de consumo normales (clima cálido promedio de la zona, días no festivos ni feriado y suministro de líquido vital constante)
- Se determinó que el valor promedio de la presión con la que llega el agua a los diferentes aparatos sanitarios en cada predio del sector Aeropuerto Dos, es de 42.463 m.c.a. (60.317 PSI). Este valor se considera ideal para el buen funcionamiento de los aparatos sanitarios que comúnmente se encuentran en un predio, afirmación que se la realiza en base a Tabla 16.1 de la NEC-11, Capítulo 16, referente a la Norma Hidrosanitaria NHE Agua, en donde se encuentran los valores referenciales de funcionamiento para aparatos sanitarios. Además, el valor

determinado de la presión promedio del sector no sobrepasa la capacidad de resistencia recomendada para acometidas y accesorios (150 m.c.a).

- Se determinó que el predio que presenta mayor predominancia en el sector Dos Ríos corresponde a viviendas Unifamiliares con un 40% del total, seguido por los edificios destinados únicamente a vivienda con 27% del total. En cuanto a nivel socio-económico la tipología que predomina en el sector es la B con 73% del total, es decir son construcciones que tienen buenos acabados, de uno a dos pisos generalmente, diseño arquitectónico cuidado, y servicios básicos completos.
- Se determinó que para el sector de Dos Ríos es común encontrar por cada tipo de predio la siguiente cantidad de habitantes: 5 usuarios por residencia unifamiliar, 9 usuarios por residencia bifamiliar, 6 usuarios por local comercial, 60 usuarios por institución gubernamental (valor sujeto a única referencia) y 10 usuarios por Edificio Vivienda.
- Se determinó que para el sector de Dos Ríos es común encontrar por cada tipo de predio el siguiente número de unidades sanitarias: 11 unidades sanitarias por residencia unifamiliar, 14 unidades sanitarias por residencia bifamiliar, 7 unidades sanitarias por local comercial, 32 unidades sanitarias por institución gubernamental (valor sujeto a única referencia) y 31 unidades sanitarias por Edificio Vivienda.
- Se determinaron los valores promediales de consumo diario futuro mediante los métodos probabilísticos de Gumbel y Pearson III para el sector Dos Ríos: para un periodo de retorno de 2 años, el consumo será de 2.089 m³/día, en 5 años el consumo será de 2.294 m³/día, en 10 años el consumo será de 2.419 m³/día, en 20 años el consumo será de 2.533 m³/día y en 30 años el consumo será de 2.596 m³/día, teniendo como antecedente que el consumo promedio diario actual es de 0.933 m³/día.

Comparación entre los dos sectores:

- Se determinó que en ambos sectores el día de la semana con mayor consumo corresponde al día jueves, destacando que el sector Dos Ríos tiene mayor demanda de agua potable. El motivo por el que el día jueves presenta más consumo en comparación con los demás días es por el relajamiento social, al ser un día próximo fin de semana, las ventas en restaurantes se incrementan. En ambas zonas no se

realizan actividades comerciales como feria de productos, venta de animales etc., que justifiquen que se dispare el consumo ese día.

- Se determinó que el rango horario de mayor consumo para los edificios tipo vivienda en el sector Aeropuerto Dos se da de 12:00 a 14:00, mientras que en el sector Dos Ríos se da de 10:00 a 12:00. Para residencias unifamiliares; en el sector Aeropuerto Dos, el mayor consumo se da de 12:00 a 14:00 horas, y para Dos Ríos el intervalo horario de mayor consumo los tenemos entre las 06:00 a 08:00 horas.
- Comparando los valores de consumo diario promedio de agua potable del sector Aeropuerto Dos y Dos Ríos, se determinó que ambos sectores presentan valores semejantes, existiendo únicamente una diferencia de 0.018 m³ (18 litros). Esto se debe a que en ambos sectores los tipos de predios que mayor predominancia tienen son la residencia unifamiliar y edificio vivienda, por ende, el comportamiento de consumo se asemeja.
- Se determinó que existe gran similitud entre los valores de consumo per-cápita de ambos sectores estudiados, ya que el sector Aeropuerto Dos presenta un valor de 203.00 Litros/Habitante/Día, mientras que el valor de Dos Ríos es de 200.00 Litros/Habitante/Día, existiendo únicamente una diferencia de 3 litros por cada sector. Esto indica que los hábitos de consumo en cada sector son análogos.
- Se determinó que tanto para Aeropuerto Dos y Dos Ríos, los valores de la presión con los que llega el agua potable a cada acometida es idónea, siendo estos: 44.231 m.c.a. (62.828 PSI) y 42.463 m.c.a. (60.317 PSI) respectivamente, presentando únicamente una diferencia de 1.768 m.c.a (2.514 PSI).

5.2.Recomendaciones

- Días previos al inicio de los levantamientos en campo socializar a los habitantes de el o los sectores seleccionados, la metodología que se llevará a cabo, para evitar molestias a futuro y tener el apoyo de los usuarios.
- Abarcar la mayor cantidad de área posible del sector escogido, para de esta manera conseguir resultados que representen el comportamiento real de consumo de agua potable.
- Establecer una marca duradera en los medidores seleccionados sin que interfiera en el proceso de lecturas diarias, esto con el fin de evitar que transeúntes eliminen las identificaciones de cada medidor, entorpeciendo el desarrollo normal del estudio.

- Identificar que en los predios seleccionados existan usuarios, así como la permanencia de los mismos, para garantizar que los valores de consumo sean representativos.
- Al realizar el registro in situ de los consumos diarios, horarios, presiones y durante aplicación de encuestas, se debe portar en todo momento una credencial de identificación, ya sea el carné emitido por la Universidad/Facultad, o alguna credencial emitida por el Municipio, Gobierno Provincial o Junta Parroquial que rija en la zona.
- Emitir por escrito un oficio a las entidades de administración territorial como: Municipalidades o Gobiernos Provinciales, exponiendo la intención de realizar el proyecto experimental, además de solicitar brinden las garantías y ayuda técnica durante el desarrollo del proyecto.
- Solicitar a la Dirección de Agua Potable y Alcantarillado correspondiente a la zona donde se realice el proyecto, brinden información correspondiente al número de usuarios registrados, con el fin de tener conocimiento acerca del tamaño de la muestra.
- Respetar los horarios establecidos para las lecturas diarias, a fin de no alterar los valores de consumo.
- En predios donde se disponga de cisterna o tanques elevados, se debe correlacionar los valores de consumo registrados con el volumen de agua que se almacena.
- Se recomienda realizar este tipo de estudio para todos los sectores de la ciudad, con el objetivo de tener registros actualizados acerca del consumo diario de agua potable, presiones del sistema, estado de los medidores y la percepción del servicio por parte de los usuarios. Además de plantear criterios de optimización del sistema y periodos adecuados de mantenimiento a taques de reserva y redes de conducción.
- Reconocer de manera previa los medidores presenten daño, mal funcionamiento o dificultad para la lectura del volumen de agua consumido, y descartarlos de la muestra seleccionada.
- Establecer comparativa de los resultados obtenidos en este proyecto con otros trabajos realizados con el propósito de contrastar resultados, ya que la demanda de agua potable varía dependiendo de varios factores.

- Para estudios posteriores con la misma temática se recomienda plantear periodos de tiempo más largos, tratando de contemplar todos los meses del año o a su vez los más meses representativos.
- Realizar un estudio más completo de las presiones de acometida y de la red principal, con el objetivo de evitar problemas por sobre presiones, o presiones bajas que afectan al funcionamiento aparatos sanitarios.
- Se recomienda retirar las identificaciones colocadas en cada medidor y socializar los resultados a los usuarios del sector para establecer estrategias de optimización de consumo.
- Establecer una distribución homogénea de los medidores valiéndose de herramientas de información geográfica como Google Earth Pro, que permite visualizar fotos satelitales actualizadas y definir las zonas de trabajo.
- Se recomienda utilizar los valores obtenidos en el presente proyecto, para el diseño de redes de distribución de agua potable o tanques de almacenamiento, siempre y cuando el sector escogido comparta las mismas características: cantidad de habitantes, nivel socio económico, topografía, clima, tradiciones y costumbres.
- Determinar la ruta más adecuada para las lecturas de consumo diario de agua potable, priorizando la seguridad del investigador, la optimización del tiempo y la memorización de la misma.
- Digitalizar los valores de consumo diario de agua potable el mismo día de la lectura, para ir comprobando que no existan errores de tipeo que vayan afectar la veracidad del resultado del proyecto.
- Utilizar dispositivos de buena precisión para tomar las diferentes coordenadas, con el objetivo de evitar errores de georreferenciación.
- Estudiar la manera correcta de realizar la lectura en el manómetro antes de disponerse a recabar datos de presión.
- Solicitar a los usuarios que cierren los accesorios en uso al momento de hacer la lectura de la presión, con el objetivo de tener un valor de presión representativo.
- Solicitar a la entidad de control territorial (Municipalidad), los planos de delimitación barrial o parroquial etc., para la identificación de los límites de los sectores a estudiar.

- Seleccionar de manera estratégica los lugares donde colocar las cámaras destinadas al registro del consumo horario, buscando abarcar los diferentes tipos de predios (comercial, residencial, Gubernamental, Oficinal, etc.)

C. MATERIALES DE REFERENCIA

1. Bibliografía

[1] "El agua en la historia de la humanidad", *Fundación Aquae*, 2021. [Online]. Available: <https://www.fundacionaquae.org/historia-del-agua/>. [Accessed: 13-Jul- 2022].

[2] A. Toledo, "El agua en México y el mundo", *Dialnet.unirioja.es*, 2018. [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2887484.pdf>. [Accessed: 12- Jul- 2022].

[3] A. Toledo, *Agua, Hombre y Paisaje*, 1st ed. México: INE - SEMARNAT, 2006, p. 29.

[4] A. Martínez Moscoso, "El consumo de agua en el Ecuador", *iAgua*, 2015. [Online]. Available: <https://www.iagua.es/blogs/andres-martinez/consumo-agua-ecuador>. [Accessed: 12- Jul- 2022].

[5] J. Machado, "Quito usa el doble del agua necesaria y es de las ciudades que más derrocha", *Primicias*, 2021. [Online]. Available: <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/consumo-agua-potable-quito-desperdicio/>. [Accessed: 13- Jul- 2022].

[6] "Consumo de agua en el mundo", *Fundación Aquae*. [Online]. Available: <https://www.fundacionaquae.org/uso-del-agua-en-el-mundo/>. [Accessed: 12- Jul- 2022].

[7] "¿Por qué es importante el ahorro del agua? - Fan del Agua", *Fan del Agua*, 2019. [Online]. Available: <https://fandelagua.com/por-que-es-importante-el-ahorro-del-agua/>. [Accessed: 12- Jul- 2022].

[8] M. Banús and C. Bertrán, "H2O Elixir de la vida", *Elementalwatson.com.ar*, 2022. [Online]. Available:

<http://www.elementalwatson.com.ar/Revista%201%20N%201b.pdf>. [Accessed: 16- May- 2022].

[9] G. García and P. Martínez, "ESCENARIO DEL AGUA EN MEXICO", *Erevistas.uacj.mx*, 2022. [Online]. Available: <https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/356>. [Accessed: 16- May- 2022].

[10] O. Martínez and R. Pichs, "Temas de Economía Mundial", *Redem.buap.mx*, 2004. [Online]. Available: <http://www.redem.buap.mx/ciem/temas6.pdf#page=111>. [Accessed: 12- Jul- 2022].

[11] A. Arellano, A. Bayas, A. Meneses and T. Castillo, *Los consumos y las dotaciones de agua potable en poblaciones ecuatorianas con menos de 150 000 habitantes*. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2018, p. 24.

[12] R. Galárraga Sánchez, "Hidrored - Estado de los Recursos Hídricos en Ecuador - Bases de Datos.", *Tierra.rediris.es*, 2022. [Online]. Available: <http://tierra.rediris.es/hidrored/basededatos/docu1.html>. [Accessed: 16- May- 2022].

[13] A. Garzón Orduña and R. Ortiz Mosquera, *DETERMINACIÓN DE CONSUMOS REALES DE AGUA POTABLE PARA USUARIOS RESIDENCIALES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ*. Fortaleza, Brasil: ResearchGate, 2014.

[14] "Tipos de Agua", *Cuidoelagua.org*, 2009. [Online]. Available: <http://www.cuidoelagua.org/empapate/origendelagua/tiposagua.html>. [Accessed: 12- Jul- 2022].

[15] M. Bonilla Jerez, "Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable del sector Huachi Chico II del cantón Ambato", *Repositorio.uta.edu.ec*, 2019. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29304>. [Accessed: 12- Jul- 2022].

[16] A. Jordán López, "Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable del sector Atocha – Ficoa del cantón Ambato",

Repositorio.uta.edu.ec, 2019. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29206>. [Accessed: 12- Jul-2022].

[17] C. Sánchez Llamuca, "Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable de los sectores Picaihua, Totoras y Montalvo del cantón Ambato", Repositorio.uta.edu.ec, 2019. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29312>. [Accessed: 12- Jul-2022].

[18] A. Trapote Jaume, Infraestructuras hidráulico-sanitarias, 3rd ed. San Vicente del Raspeig: Publicacions de la Universitat d'Alacant, 2017.

[19] A. Garzón, *EVALUACIÓN PATRONES DE CONSUMO Y CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS DE USUARIOS RESIDENCIALES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2014, p. 34.

[20] V. Tzatchkov & V. Alcocer-Yamanaka, "Modelación de la variación del consumo de agua potable con métodos estocásticos", *SciELO*. México, p. 116, 2016.

[21] J. Tipán Jinde, "Estudio del consumo de agua potable en sectores residenciales de la zona centro de la ciudad de Ambato y su incidencia en la curva de consumo diario", *Repositorio.uta.edu.ec*, 2017. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26837>. [Accessed: 12- Jul-2022].

[22] M. Casco Gamboa, "Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable del sector Huachi Chico I del cantón Ambato", *Repositorio.uta.edu.ec*, 2018. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29305>. [Accessed: 12- Jul-2022].

[23] E. Escobar Pozo, "Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable de grandes consumidores de la zona 1 del cantón Ambato", *Repositorio.uta.edu.ec*, 2019. [Online]. Available:

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29631>. [Accessed: 12- Jul- 2022].

[24] "ETAPA EP Macromedición", Etapa.net.ec, 2022. [Online]. Available: <https://www.etapa.net.ec/principal/agua-potable/unidad-de-control-de-agua-no-contabilizada/macromedicion>. [Accessed: 12- Jul- 2022].

[25] "¿Cómo funcionan los macromedidores de agua?", NV Tecnologías S.A., 2021. [Online]. Available: <https://blog.nvtecnologias.com/blog/blog-1/como-funcionan-los-macromedidores-de-agua-3>. [Accessed: 12- Jul- 2022].

[26] H. Freire Torres, "Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable de los sectores Izamba, Cunchibamba y Unamuncho II del cantón Ambato", Repositorio.uta.edu.ec, 2018. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29211>. [Accessed: 12- Jul- 2022].

[27] "Macromedidores y micromedidores", Óptima de Uraba, 2012. [Online]. Available: <http://optimadeuraba.com/novedades/macromedidores-micromedidores/>. [Accessed: 12- Jul- 2022].

[28] A. Garzón Orduña, EVALUACIÓN PATRONES DE CONSUMO Y CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS DE USUARIOS RESIDENCIALES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2014, p. 43,44.

[29] "Muestreo discrecional", Explorable.com, 2019. [Online]. Available: <https://explorable.com/es/muestreo-discrecional>. [Accessed: 12- Jul- 2022].

[30] "Agua potable". Autor: Equipo editorial, Etecé. De: Argentina. Para: Concepto.de. Disponible en: <https://concepto.de/agua-potable/>. Última edición: 5 de agosto de 2021. Consultado: 17 de julio de 2022

[31] "Demanda de agua", Diccionario Panhispánico del Español Jurídico, 2022. [Online]. Available: <https://dpej.rae.es/lema/demanda-de-agua>. [Accessed: 17- Jul- 2022].

[32] "Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Napo", Cámara Provincial de Napo 2019-2023, Tena, 2022. Accedido el 6 de diciembre de 2022. [En línea].

Disponible: <https://www.napo.gob.ec/website/index.php/transparencia/plan-de-ordenamiento-territorial>

[33] "Barrios de Tena". SoyTena. <https://www.soytena.com/datos-generales/barrios-de-tena/> (accedido el 7 de diciembre de 2022).

[34] ARCO. "Presión del agua: ¿Cuál es el máximo y el mínimo que se debe alcanzar?" Blog profesional de Válvulas Arco. <https://blog.valvulasarco.com/presión-del-agua-cual-es-el-maximo-minimo-que-se-debe-alcanzar> (accedido el 16 de diciembre de 2022).

[35] Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito, "Agua Potable para varios sectores de Calderón", p. 4, octubre de 2013.

[36] M. Duncan. "CONSUMO PERCÁPITA DE AGUA EN LATINOAMÉRICA". Universidad Nacional Autónoma de México. <http://proyectos2.iingen.unam.mx/LACClimateChange/docs/boletin/Nota15.pdf> (accedido el 7 de enero de 2023).

[37] M. Ramírez, A. Ghanem y H. Lárez. "ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA PREDICCIÓN DE INTENSIDADES MÁXIMAS DE PRECIPITACIÓN PARA EL DISEÑO ADECUADO DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS". Sistema de Información Científica Redalyc, Red de Revistas Científicas. <https://www.redalyc.org/pdf/4277/427739430012.pdf> (accedido el 10 de febrero de 2023).

[38] P. Acosta y L. Sierra. "Evaluación de métodos de construcción de curvas IDF a partir de distribuciones de probabilidad y parámetros de ajuste". SciELO. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-11292013000200003 (accedido el 10 de febrero de 2023).

[39] "Curva de duración de caudales". Hidrología. <http://walterbardalesrecursoshidricos.blogspot.com/2009/12/curva-de-duracion-de-caudales.html> (accedido el 10 de febrero de 2023).



2. Anexos

2.1. Anexo Fotográfico

<p>Registro de volumen diario consumido</p>	<p>Aplicación de encuestas a los usuarios o jefes de hogar</p>
	
<p>Estructura a medida realizada para colocación de cámara</p>	<p>Elementos que integran la configuración para el registro horario: cámara y flash con sus respectivos cargadores, soporte de madera, cableado y fijación con cinta.</p>
	
<p>Tanques de almacenamiento: PULLURCO 1 [Capacidad: 1000 m³, Elevación: 593.00 m.s.n.m] y PULLURCO 2 [Capacidad: 1000 m³, Elevación: 580.00 m.s.n.m]. Abastece a sector Aeropuerto Dos</p>	<p>Tanque de almacenamiento MAVECA [Capacidad: 500 m³, Elevación: 547.60 m.s.n.m]. Abastece a sector Dos Ríos.</p>
	
<p>Tanque reservorio de agua ubicado en la planta de tratamiento de agua potable en el sector Colonso. Dicha planta se encuentra Parroquia Muyuna sector alto Tena. La capacidad del tanque de reserva es de diez mil metros cúbicos, destinados a abastecer a toda la ciudad de Tena.</p>	
	

2.2.Coordenadas geográficas y elevación por cada medidor

Tabla 62. Georreferenciación UTM de medidores sector Aeropuerto Dos



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES "DOS RÍOS" Y "AEROPUERTO DOS" DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO				
SECTOR DE ESTUDIO: Aeropuerto Dos				
REALIZADO POR: Bryan David Tapia Naranjo				
FECHA DE LECTURA		17/09/2022	HOJA N°	1
GEORREFERENCIACIÓN UTM DE MEDIDORES				
IDEN. MEDIDOR	COORDENADAS		ELEVACIÓN	ZONA
	ESTE	NORTE		
1	186375	9890843	518	18 SUR
2	186348	9890858	518	18 SUR
3	186347	9890858	518	18 SUR
4	186335	9890873	517	18 SUR
5	186323	9890878	517	18 SUR
6	186243	9890901	517	18 SUR
7	186069	9890879	520	18 SUR
8	186042	9890886	520	18 SUR
9	186012	9890894	520	18 SUR
10	185975	9890934	519	18 SUR
11	185962	9890929	519	18 SUR
12	185872	9890936	520	18 SUR
13	185824	9890950	520	18 SUR
14	185814	9890981	521	18 SUR
15	185807	9890988	521	18 SUR
16	185801	9890974	521	18 SUR
17	185787	9890960	521	18 SUR
18	185745	9890971	521	18 SUR
19	185705	9890983	522	18 SUR
20	185685	9890988	522	18 SUR
21	185561	9891007	518	18 SUR
22	185565	9891017	519	18 SUR
23	185543	9891026	518	18 SUR
24	185498	9891095	520	18 SUR
25	185501	9891108	521	18 SUR
26	185438	9891223	532	18 SUR
27	185453	9891183	526	18 SUR
28	185489	9891196	528	18 SUR
29	185509	9891187	528	18 SUR
30	185530	9891162	527	18 SUR
31	185569	9891174	529	18 SUR
32	185594	9891245	539	18 SUR
33	185654	9891215	534	18 SUR
34	185705	9891241	535	18 SUR
35	185719	9891295	540	18 SUR
36	185734	9891346	545	18 SUR
37	185712	9891400	549	18 SUR
38	185616	9891369	550	18 SUR
39	185684	9891045	522	18 SUR
40	185690	9891054	523	18 SUR

IDEN. MEDIDOR	COORDENADAS		ELEVACIÓN	ZONA
	ESTE	NORTE		
41	185705	9891050	523	18 SUR
42	185737	9891040	522	18 SUR
43	185799	9891042	521	18 SUR
44	185825	9891032	521	18 SUR
45	185836	9891054	521	18 SUR
46	185843	9891044	521	18 SUR
47	185893	9890999	521	18 SUR
48	185926	9890989	520	18 SUR
49	185996	9891010	520	18 SUR
50	186016	9890964	520	18 SUR
51	186052	9890943	519	18 SUR
52	186060	9890954	519	18 SUR
53	186110	9890927	519	18 SUR
54	186170	9890970	519	18 SUR
55	186398	9890883	519	18 SUR
56	186388	9890884	518	18 SUR
57	186390	9890889	518	18 SUR
58	186289	9890930	517	18 SUR
59	186225	9890968	519	18 SUR
60	186149	9890989	520	18 SUR
61	186033	9891023	520	18 SUR
62	186032	9891023	520	18 SUR
63	185921	9891052	521	18 SUR
64	185874	9891065	521	18 SUR
65	185782	9891090	522	18 SUR
66	185729	9891126	524	18 SUR
67	185757	9891176	525	18 SUR
68	185813	9891225	529	18 SUR
69	185860	9891320	537	18 SUR
70	185831	9891237	530	18 SUR
71	185893	9891184	526	18 SUR
72	185907	9891162	525	18 SUR
73	185917	9891136	524	18 SUR
74	185957	9891123	524	18 SUR
75	185985	9891126	525	18 SUR
76	186012	9891105	523	18 SUR
77	186022	9891088	522	18 SUR
78	186074	9891090	523	18 SUR
79	186118	9891079	523	18 SUR
80	186161	9891065	523	18 SUR

GEORREFERENCIACIÓN UTM DE MEDIDORES				
IDEN. MEDIDOR	COORDENADAS		ELEVACIÓN	ZONA
	ESTE	NORTE		
81	185893	9891132	523	18 SUR
82	185896	9891081	521	18 SUR
83	185929	9891072	522	18 SUR
84	185981	9891058	521	18 SUR
85	186083	9891027	520	18 SUR
86	186192	9890996	520	18 SUR
87	186184	9891014	521	18 SUR
88	186188	9891026	521	18 SUR
89	186211	9891185	536	18 SUR
90	186223	9891184	537	18 SUR
91	186298	9891139	529	18 SUR
92	186303	9891137	529	18 SUR
93	186220	9891295	543	18 SUR
94	186220	9891296	543	18 SUR
95	186160	9891299	542	18 SUR
96	186204	9891374	542	18 SUR
97	186271	9891105	527	18 SUR
98	186297	9891101	526	18 SUR
99	186310	9891086	524	18 SUR
100	186356	9891013	519	18 SUR
101	186318	9891008	520	18 SUR
102	186253	9891049	523	18 SUR
103	186349	9890950	518	18 SUR

Realizado por: Bryan Tapia

Tabla 63. Georreferenciación UTM de medidores sector Aeropuerto Dos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES "DOS RÍOS" Y "AEROPUERTO DOS" DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO				
SECTOR DE ESTUDIO: Dos Ríos				
REALIZADO POR: Bryan David Tapia Naranjo				
FECHA DE LECTURA		18/09/2022	HOJA N°	1
GEORREFERENCIACIÓN UTM DE MEDIDORES				
IDEN. MEDIDOR	COORDENADAS		ELEVACIÓN (msnm)	ZONA
	ESTE	NORTE		
1	186920	9890965	513	18 SUR
2	186922	9890981	513	18 SUR
3	186951	9891001	514	18 SUR
4	186962	9891011	514	18 SUR
5	186959	9891000	514	18 SUR
6	186959	9891000	514	18 SUR
7	187037	9891029	514	18 SUR
8	187035	9891013	514	18 SUR
9	187102	9891004	512	18 SUR
10	187126	9891073	513	18 SUR
11	187132	9890995	511	18 SUR
12	187149	9890992	511	18 SUR
13	187173	9890988	511	18 SUR
14	187166	9890994	511	18 SUR
15	187199	9890995	512	18 SUR

16	187202	9891022	513	18 SUR
17	187244	9891064	515	18 SUR
18	187239	9891075	515	18 SUR
19	187166	9891084	513	18 SUR
20	187159	9891073	513	18 SUR
21	187147	9891085	513	18 SUR
22	187098	9891092	514	18 SUR
23	187043	9891101	515	18 SUR
24	187027	9891096	516	18 SUR
25	186990	9891098	516	18 SUR
26	186978	9891087	516	18 SUR
27	186963	9891088	517	18 SUR
28	186968	9891097	517	18 SUR
29	186969	9891130	518	18 SUR
30	186969	9891132	518	18 SUR
31	187002	9891159	517	18 SUR
32	187124	9891155	514	18 SUR
33	187139	9891153	514	18 SUR
34	187224	9891137	514	18 SUR
35	187263	9891139	514	18 SUR
36	187285	9891131	514	18 SUR
37	187196	9891165	514	18 SUR
38	187183	9891166	514	18 SUR
39	187140	9891180	514	18 SUR
40	187147	9891223	515	18 SUR
41	187114	9891257	517	18 SUR
42	187093	9891259	517	18 SUR
43	187074	9891261	518	18 SUR
44	187050	9891232	518	18 SUR
45	187056	9891192	516	18 SUR
46	187022	9891179	517	18 SUR
47	186976	9891206	520	18 SUR
48	186973	9891269	520	18 SUR
49	186974	9891269	520	18 SUR
50	187003	9891269	519	18 SUR
51	187064	9891321	516	18 SUR
52	187083	9891403	509	18 SUR
53	186924	9891490	525	18 SUR
54	186928	9891476	524	18 SUR
55	186934	9891438	524	18 SUR
56	186940	9891403	523	18 SUR
57	187013	9891398	515	18 SUR
58	186971	9891389	519	18 SUR
59	186937	9891041	515	18 SUR
60	186937	9891043	515	18 SUR

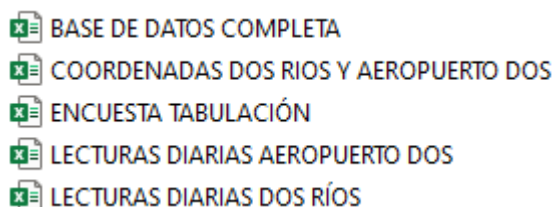
Realizado por: Bryan Tapia

3. Anexo digital

La base datos generada durante el desarrollo del proyecto se encuentra disponible en un archivo digital adjunto a la entrega, como sustento de lo realizado.

En el archivo digital se encuentran 5 hojas de cálculo de Excel denominadas:

Figura 88. Sustento digital de datos utilizados en el desarrollo del proyecto



Realizado por: Bryan Tapia

A continuación, se detalla el contenido de cada documento:

Base de datos completa: Este documento cuenta con 18 pestañas de tabulación y cálculos, que se mencionan a continuación:

1. Consumo diario AE2 (Consumo diario sector Aeropuerto Dos)
2. Consumo diario DR (Consumo diario sector Dos Ríos)
3. Consumo diario promedio AE2 (Consumo diario promedio sector Aeropuerto Dos)
4. Consumo diario promedio DR (Consumo diario promedio sector Dos Ríos)
5. Consumo semanal AE2 (Consumo semanal del sector Aeropuerto Dos)
6. Consumo semanal DR (Consumo semanal del sector Dos Ríos)
7. Consumo per-cápita AE2 (Consumo per-cápita del sector Aeropuerto Dos)
8. Consumo per-cápita DR (Consumo per-cápita del sector Dos Ríos)
9. Consumo horario AE2 EV (Consumo horario del sector Aeropuerto Dos correspondiente a Edificio Vivienda)
10. Consumo horario AE2 RU (Consumo horario del sector Aeropuerto Dos correspondiente a Residencia Unifamiliar)
11. Consumo horario DR EV (Consumo horario del sector Dos Ríos correspondiente a Edificio Vivienda)
12. Consumo horario DR RU (Consumo horario del sector Dos Ríos correspondiente a Residencia Unifamiliar)
13. Extrapolación consumo AE2 (Extrapolación de los valores de consumo diario promedio correspondiente al sector Aeropuerto Dos)

14. Extrapolación consumo DR (Extrapolación de los valores de consumo diario promedio correspondiente al sector Aeropuerto Dos)
15. Patrones de consumo diario AE2 (Patrones de consumo diario del sector Aeropuerto Dos)
16. Patrones de consumo diario DR (Patrones de consumo diario del sector Dos Ríos)
17. Presiones AE2 (Valores de presiones correspondiente al sector Aeropuerto Dos)
18. Presiones DR (Valores de presiones correspondiente al sector Dos Ríos)

Coordenadas Dos Ríos Y Aeropuerto Dos: En este documento se correlacionan los medidores escogidos del sector Aeropuerto Dos y Dos Ríos, con las coordenadas en el sistema UTM, además de la elevación de cada medidor y la zona geográfica a la que pertenece.

Encuesta tabulación: Este documento cuenta con 27 pestañas de tabulación y cálculos, que se mencionan a continuación:

1. Tipología vivienda DR (Tipología vivienda sector Dos Ríos)
2. Tipología vivienda AE 2 (Tipología vivienda sector Aeropuerto Dos)
3. Tipo de vivienda DR (Tipos de vivienda correspondiente al sector Dos Ríos)
4. Tipo de vivienda AE 2 (Tipos de vivienda correspondiente al sector Aeropuerto Dos)
5. Número de usuarios AE 2 (Número de usuarios en el sector Aeropuerto Dos)
6. Número de usuarios DR (Número de usuarios en el sector Dos Ríos)
7. Unidades sanitarias AE 2 (Número de unidades sanitarias en el sector Aeropuerto Dos)
8. Unidades sanitarias DR (Número de unidades sanitarias en el sector Dos Ríos)
9. Unidades San AE Residencia Uni (Número de unidades sanitarias en el sector Aeropuerto Dos en residencias Unifamiliares)
10. Unidades San AE Residencia Bi (Número de unidades sanitarias en el sector Aeropuerto Dos en residencias Bifamiliares)
11. Unidades San AE Comercial (Número de unidades sanitarias en el sector Aeropuerto Dos en predios comerciales)

12. Unidades San AE Oficinal (Número de unidades sanitarias en el sector Aeropuerto Dos en predios destinados a oficinas)
13. Unidades San AE Guber (Número de unidades sanitarias en el sector Aeropuerto Dos en predios Gubernamentales)
14. Unidades San AE Edif Viv (Número de unidades sanitarias en el sector Aeropuerto Dos en Edificios destinados únicamente a viviendas)
15. Unidades San DR Residencia Uni (Número de unidades sanitarias en el sector Dos Ríos en Residencias Unifamiliares)
16. Unidades San DR Residencia Bi (Número de unidades sanitarias en el sector Dos Ríos en Residencias Bifamiliares)
17. Unidades San DR Comercial (Número de unidades sanitarias en el sector Dos Ríos en predios comerciales)
18. Unidades San DR Edif Viv (Número de unidades sanitarias en el sector Dos Ríos en Edificios Vivienda)
19. Unidades San DR Guber (Número de unidades sanitarias en el sector Dos Ríos en predios Gubernamentales)
20. Fugas, Pérdidas, Uso AE 2 (Porcentaje de fugas, pérdidas y uso inadecuado en el sector Aeropuerto Dos)
21. Fugas, Pérdidas, Uso DR (Porcentaje de fugas, pérdidas y uso inadecuado en el sector Dos Ríos)
22. Dotación de Agua AE 2 (Porcentaje sobre la estimación de la continuidad del servicio en el sector Aeropuerto Dos)
23. Dotación de Agua DR (Porcentaje sobre la estimación de la continuidad del servicio en el sector Dos Ríos)
24. Presión del Agua AE 2 (Porcentajes sobre la estimación de la presión suministrada en el sector Aeropuerto Dos)
25. Presión del Agua DR (Porcentajes sobre la estimación de la presión suministrada en el sector Dos Ríos)
26. Calidad del Agua AE 2 (Porcentajes sobre la estimación de la calidad del agua en el sector Aeropuerto Dos)
27. Calidad del Agua DR (Porcentajes sobre la estimación de la calidad del agua en el sector Dos Ríos)

Tanto en el documento “**Lecturas diarias aeropuerto dos**” y “**Lecturas diarias dos ríos**” se encuentran los valores correspondientes a los 32 días consecutivos de registro diario de consumo digitalizadas en formato Excel.

Adicionalmente, se incorporan 3 carpetas que contienen los registros fotográficos correspondientes a: Consumo diario, Consumo horario, y presiones de los dos sectores estudiados.

Y finalmente, se adjuntan dos documentos tipo PDF que contienen los originales de las encuestas realizadas en los sectores Aeropuerto Dos Y Dos Ríos.