



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



INSTITUTO DE POSTGRADO

**MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL EN CUENCAS
HIDROGRÁFICAS**

**“FACTORES SOCIO AMBIENTALES PARA ESTABLECER LINEAMIENTOS
DE GESTIÓN EN LA OPTIMIZACIÓN DEL USO DE AGUA POTABLE EN
LA CIUDAD DE IBARRA”**

**Trabajo de Investigación previo a la obtención del Título de Magíster en Gestión
Integral en Cuencas Hidrográficas**

DIRECTOR:

Larry M Frolich, Ph.D

AUTORA:

Ing. Ana María Lucero Peralta

IBARRA - ECUADOR

2018



CARTA DE ACEPTACION TUTORES

Ibarra, 16 de Mayo de 2018.

Magíster
Lucía Yépez.
DIRECTORA POSGRADO UTN

De nuestras consideraciones:

Nos permitimos informar a usted que revisado el Trabajo de Grado de la maestrante: ANA MARIA LUCERO PERALTA, del Programa de Maestría en: GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS, con el tema: **FACTORES SOCIO AMBIENTALES PARA ESTABLECER LINEAMIENTOS DE GESTIÓN EN LA OPTIMIZACIÓN DEL USO DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE IBARRA**, tenemos a bien certificar que han sido acogidas y satisfechas todas las observaciones realizadas en la defensa privada.

En tal virtud, facultamos empastar el mencionado trabajo y solicitar fecha para defensa pública.

Agradecemos su atención.

Atentamente,

	Apellidos y Nombres	Firma
Tutor:	Dr. Larry M. Frolich	
Asesor	Dr. José Alí Moncada Rangel	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1002852752		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ana María Lucero Peralta		
DIRECCIÓN:	Otavalo, Andrés Farinango y Patricio Villagran		
EMAIL:	luceroanamaria7@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	06-2922120	TELÉFONO MÓVIL:	0993075698

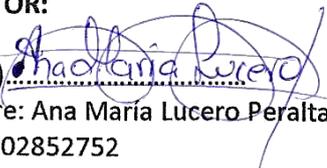
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	FACTORES SOCIO AMBIENTALES PARA ESTABLECER LINEAMIENTOS DE GESTIÓN EN LA OPTIMIZACIÓN DEL USO DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE IBARRA.
AUTOR :	Ana María Lucero Peralta
FECHA: DD/MM/AAAA	
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Magister Gestión Integral en Cuencas Hidrográficas
ASESOR /DIRECTOR:	Larry M Frolich, Ph.D

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 05 días del mes de junio de 2018

EL AUTOR:

(Firma) 
Nombre: Ana María Lucero Peralta
C.C. 1002852752

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres, que me han enseñado que el esfuerzo, la perseverancia, la paciencia, transparencia, honestidad, ética y Fe, es la mejor herencia que pueden dejar a los hijos y a la sociedad.

RECONOCIMIENTO

Esta investigación fue posible gracias al proyecto “Ibarra Verde”, a través de su director PhD Larry Frolich, tutor de este trabajo, quien gestiono las bases de datos geo referenciadas de consumo de agua y catastrales de la urbe, ante las instituciones públicas: Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Ibarra y Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra.

A los compañeros investigadores del proyecto de la especialización de Software, por la colaboración prestada en la organización de datos requeridos para el desarrollo del estudio.

A la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Ibarra, por la contribución del departamento de agua no contabilizada.

A la Universidad Técnica del Norte, por disponer de docentes que comparten su conocimiento para el mejoramiento y formación del estudiante.

Finalmente a mi Madre, por apoyarme en todo momento para alcanzar mis sueños.

INDICE DE CONTENIDOS

ABREVIATURAS	x
RESUMEN	xvi
SUMMARY	xvii

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Formulación del problema	2
1.4 Justificación de la investigación	3
1.5 Objetivos de la investigación	3
1.5.1. Objetivo general	3
1.5.2. Objetivos específicos.....	4
1.6 Preguntas directrices	4

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL	5
2.1 Introducción	5
2.2 Consumo de agua potable a nivel nacional	6
2.3 Factores asociados en el consumo de agua residencial	7
2.2.1. Factores climáticos	8
2.2.2. Factores sociodemográficos	9
2.2.3. Factores socioeconómicos	17
2.3. Factores asociados en el consumo industrial y servicios	21
2.4. Gestión urbana de los recursos hídricos	23
2.4.1. La gestión de los servicios urbanos en la era de la información	23
2.4.2. Gestión integral de agua urbanas	24
2.5. Marco Legal	26

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO	29
1.1 Descripción del área de estudio	29
1.1.1 Generalidades	29
1.1.2 Consumo de agua potable en la ciudad de Ibarra.....	30
1.1.3 División censal del área de estudio	31
1.1.4 Delimitación del área de estudio por zonas censales	32
1.2 Tipo de investigación	34
1.3 Procedimiento de investigación	35
1.3.1 Recolección de datos	35
1.3.2 Organización de datos.....	39

1.3.3	Análisis estadístico	47
1.3.4	Zonificación de resultados	48
1.3.5	Planteamiento de lineamientos estratégicos	49

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN O PROPUESTA..... 50

4.1	Análisis de los uso de agua potable en la ciudad de Ibarra	50
4.1.1	Generalidades	50
4.1.2	Usos y volúmenes de consumo	51
4.2	Consumo de Agua Tarifa Residencial	53
4.2.1	Análisis de consumos tarifa residencial	54
4.2.2	Zonificación de consumos residenciales	65
4.3	Consumo de Agua Tarifa No Residencial	68
4.3.1	Análisis de consumos no residenciales	69
4.3.2	Zonificación de consumos no residenciales por sectores censales	71
4.4	Factores Socio Ambientales En El Consumo De Agua Tarifa Residencial	87
4.4.1	Factores Ambientales Climáticos.....	87
4.4.2	Factores Demográficos	94
4.4.3	Factores Sociales.....	104
4.4.4	Factores Socio-económicos	119
4.4.5	Otras variables: servicios básicos	132
4.5	Modelo estadístico de consumo de agua tarifa residencial	137
4.5.1	Validación de modelo estadístico	140
4.6	Propuesta de lineamientos de gestión para la optimización de uso de agua potable	142
4.6.1	Contextualización	142
4.6.2	Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una vida	144
4.6.3	Mejoramiento del sistema ambiental urbano, basado en lineamientos de gestión	146

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 156

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 162

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Ejemplo de codificación de zonas y sector censal</i>	32
Tabla 2. <i>Lista de zonas censales y número de sectores que conforman el área de estudio</i>	33
Tabla 3. <i>Categorías y consumos por tarifas EMAPA-I del área urbana Ibarra</i>	41
Tabla 4. <i>Variables independientes del estudio según factores socio-ambientales</i>	43
Tabla 5. <i>Volumen de agua potable consumido año 2016, según tipo de tarifa</i>	52
Tabla 6. <i>Características de suministros tarifa residencial</i>	55
Tabla 7. <i>Características de suministros tarifa residencial georeferenciados</i>	56
Tabla 8. <i>Características de suministros georeferenciados tarifa residencial mediciones continuas</i>	57
Tabla 9. <i>Dotación y consumo en el abastecimiento humano, según SENAGUA</i>	60
Tabla 10. <i>Características de suministros tarifa industrial</i>	72
Tabla 11. <i>Características de suministros tarifa comercial</i>	75
Tabla 12. <i>Características de suministros tarifa oficina</i>	78
Tabla 13. <i>Características de suministros tarifa especial</i>	81
Tabla 14. <i>Características de suministros tarifa beneficencia</i>	83
Tabla 15. <i>Características de suministros tarifa municipal</i>	85
Tabla 16. <i>Significancia de coeficientes de correlación de variables de estudio</i>	137
Tabla 17. <i>Resumen de modelo estadístico de consumo residencial por zona censal</i>	139
Tabla 18. <i>Validación del modelo estadístico del consumo residencial por zona censal</i>	141
Tabla 19. <i>Porcentaje de validación de modelo estadístico de consumo</i>	142
Tabla 20. <i>Identificación de directrices y lineamientos del Plan Nacional de desarrollo afines a la investigación</i>	145
Tabla 21. <i>Lineamientos estratégicos factor ambiental</i>	150
Tabla 22. <i>Lineamientos estratégicos factores demográficos</i>	151
Tabla 23. <i>Lineamientos estratégicos factores sociales (nivel de instrucción)</i>	152
Tabla 24. <i>Lineamientos estratégicos factores socioeconómicos</i>	153

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Área de Estudio con delimitación por zonas censales.....	34
<i>Figura 2.</i> Esquema de selección de datos sobre consumo de la ciudad de Ibarra.....	46
<i>Figura 3.</i> Tipo de tarifas registradas en la ciudad de Ibarra.....	51
<i>Figura 4.</i> Volumen de agua consumida por tipo de tarifa.....	53
<i>Figura 5.</i> Estructura de categoría de consumo residencial	54
<i>Figura 6.</i> Incremento de suministros tarifa residencial periodo 2014-2016	57
<i>Figura 7.</i> Incremento de M3 periodo 2014-2016, consumo residencial	58
<i>Figura 8.</i> Población y consumo anual M3	59
<i>Figura 9.</i> Consumo litros habitante día por zona censal.....	60
<i>Figura 10.</i> Consumo litros habitante día por sector censal.....	61
<i>Figura 11.</i> Consumo promedio por meses del año	62
<i>Figura 12.</i> Consumo histórico acumulado M3/Anual periodo 2014-2016	63
<i>Figura 13.</i> Distribución de frecuencias de consumo M3/mes, por zona censal.....	64
<i>Figura 14.</i> Distribución de frecuencias de consumo M3/mes, por sector censal.....	65
<i>Figura 15.</i> Distribución espacial consumo residencial por zonas censales.....	66
<i>Figura 16.</i> Distribución espacial consumo residencial por sectores censales.....	68
<i>Figura 17.</i> Porcentaje mensual del consumo de agua, tarifa no residencial	69
<i>Figura 18.</i> Uso de agua en zona censal de mayor consumo no residencial	70
<i>Figura 19.</i> Usos de agua en la zona censal de menor consumo no residencial.....	71
<i>Figura 20.</i> Distribución espacial consumo M3/mes, tarifa industrial	74
<i>Figura 21</i> Distribución espacial consumo de M3/mes, tarifa comercial.....	77
<i>Figura 22</i> Distribución espacial consumo M3/mes, tarifa oficina.....	80
<i>Figura 23.</i> Distribución espacial consumo M3/mes, tarifa especial	82
<i>Figura 24.</i> Distribución espacial consumo M3/mes, tarifa beneficio	84
<i>Figura 25.</i> Distribución espacial consumo M3/mes, tarifa municipal	86
<i>Figura 26.</i> Temperatura media anual °C y el consumo promedio residencial M3/mes.....	88
<i>Figura 27.</i> Distribución espacial temperatura media anual °C y consumo residencial M3/mes.	90
<i>Figura 28.</i> Precipitación media anual (mm) y el consumo residencial M3/mes.....	91
<i>Figura 29.</i> Distribución espacial precipitación media anual (mm) y consumo residencial M3/mes.....	93
<i>Figura 30.</i> Densidad poblacional habitante/hectárea (hab/ha) y consumo residencial M3/mes .	94
<i>Figura 31.</i> Distribución espacial habitantes/hectárea y consumo residencial M3/mes.....	96
<i>Figura 32.</i> Habitantes por hogar (hab/hog) y consumo residencial M3/mes	97
<i>Figura 33.</i> Distribución espacial habitantes por hogar y consumo residencial M3/mes.....	98
<i>Figura 34.</i> Tamaño del predio (M2) y el consumo residencial M3/mes.....	99
<i>Figura 35.</i> Distribución espacial tamaño predio (M2) y consumo residencial M3/mes	101
<i>Figura 36.</i> Tamaño de vivienda (M2) y el consumo residencial M3/mes	102
<i>Figura 37.</i> Distribución espacial tamaño de vivienda (M2) y consumo residencial M3/mes...	103
<i>Figura 38.</i> Porcentaje población sin estudio y consumo residencial M3/mes	104
<i>Figura 39.</i> Distribución espacial porcentaje población nivel sin estudio y consumo residencial M3/mes.....	105
<i>Figura 40.</i> Porcentaje población con nivel preescolar y el consumo residencial M3/mes	106
<i>Figura 41.</i> Distribución espacial porcentaje población nivel preescolar y consumo residencial M3/mes.....	107
<i>Figura 42.</i> Porcentaje población con nivel primaria y el consumo residencial M3/mes	108
<i>Figura 43.</i> Distribución espacial porcentaje población nivel primaria y consumo residencial M3/mes.....	109
<i>Figura 44.</i> Porcentaje población con educación básica y el consumo residencial M3/mes.....	110
<i>Figura 45.</i> Distribución espacial porcentaje población nivel educación básica y consumo residencial M3/mes	111
<i>Figura 46</i> Porcentaje población con nivel secundaria y el consumo residencial M3/mes.....	112
<i>Figura 47.</i> Distribución espacial porcentaje población nivel secundaria y consumo residencial M3/mes.....	113

<i>Figura 48.</i> Porcentaje población con educación media y el consumo residencial M3/mes	114
<i>Figura 49.</i> Distribución espacial porcentaje población nivel educación media y consumo residencial M3/mes	116
<i>Figura 50.</i> Porcentaje de población nivel superior y el consumo residencial M3/mes	117
<i>Figura 51.</i> Distribución espacial porcentaje población nivel superior y consumo residencial M3/mes.....	118
<i>Figura 52.</i> Índice de necesidades básicas insatisfechas (NBI) y consumo residencial M3/mes	119
<i>Figura 53.</i> Distribución espacial porcentaje NBI y consumo residencial M3/mes.....	121
<i>Figura 54.</i> Porcentaje de población económicamente activa (PEA) y el consumo residencial M3/mes.....	122
<i>Figura 55.</i> Distribución espacial porcentaje PEA y consumo residencial M3/mes	123
<i>Figura 56.</i> Porcentaje población económicamente activa asalariada (PEAa) y el consumo residencial M3/mes	124
<i>Figura 57.</i> Distribución espacial porcentaje de PEAa y consumo residencial M3/mes.....	125
<i>Figura 58.</i> Valor del predio (USD) y el consumo residencial M3/mes	126
<i>Figura 59.</i> Distribución espacial valor del predio (USD) y consumo residencial M3/mes	127
<i>Figura 60.</i> Valor de vivienda (USD) y el consumo residencial M3/mes	128
<i>Figura 61.</i> Distribución espacial valor de vivienda (USD) y consumo residencial M3/mes....	129
<i>Figura 62.</i> Valor comercial (USD) y el consumo residencial M3/mes.....	130
<i>Figura 63.</i> Distribución espacial valor comercial (USD) y consumo residencial M3/mes.....	131
<i>Figura 64.</i> Porcentaje de cobertura energía eléctrica y el consumo residencial M3/mes	133
<i>Figura 65.</i> Distribución espacial servicio energía eléctrica y consumo residencia M3/mes	134
<i>Figura 66.</i> Porcentaje de cobertura servicio agua y el consumo residencial M3/mes	135
<i>Figura 67.</i> Distribución espacial servicio básico de agua y consumo residencial M3/mes	136

ABREVIATURAS

ANOVA	Análisis de la varianza
BI	Business Intelligence
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CINE	Clasificación Internacional Normalizada de la Educación
CLIRSE	Centro de Levantamiento Integrado de Recursos Naturales por Sensores Remotos
COOTAD	Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización
CPV	Censo de Población y Vivienda
EMAPA-I	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Ibarra
IEE	Instituto Ecuatoriano Espacial
Fc	F calculado
FIV	Factor de inflación de la varianza
GADI	Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra
GADP	Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial
IGM	Instituto Geográfico Militar
IMAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INEC	Instituto Nacional de Censos y Estadísticas
LORHUYA	Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamientos del Agua
MAE	Ministerio del Ambiente
MDE	Ministerio de Educación
nsm	Metros sobre el nivel del mar
MSP	Ministerio de Salud Pública
NBI	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas
PD y OT	Plan Desarrollo y Ordenamiento Territorial
PEA	Población Económicamente Activa
PEAa	Población Económicamente Activa Asalariada
PSAD56	Datum provisional sudamericano 1956
SENAGUA	Secretaría Nacional del Agua
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo
SIISE	Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador
SIRGAS	Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura)
UNDESA	United Nations Department of Economic and Social Affairs
UTM	Universal Transversal Mercator
WGS84	Sistema Geodésico Mundial 1984
WWAP	Programa mundial de evaluación de los recursos hídricos

TABLAS DE MEDIDAS

°C	Grados centígrados de temperatura
Ha	Hectárea
hab/ha	Habitante por hectárea
hab/hog	Habitante por hogar
L/hab/día	Litros habitantes por día
km ³	Kilometro cúbico
M ²	Metros cuadrados
M ³	Metros cúbicos
M ³ /mes	Metros cúbicos por mes
Mm	Milímetros

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSGRADO
PROGRAMA DE MAESTRÍA

**“FACTORES SOCIO AMBIENTALES PARA ESTABLECER
LINEAMIENTOS DE GESTIÓN EN LA OPTIMIZACIÓN DEL USO
DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE IBARRA”**

Autora: Ing. Ana María Lucero Peralta

Tutor: Larry M Frolich, Ph.D

Año: 2018

RESUMEN

La investigación analiza factores socio ambientales asociados al uso de agua potable en la parroquia urbana ciudad de Ibarra, empleando datos georeferenciados de: consumos de agua históricos 2014-2016 de la EMAPA-I, resultados del CPV 2010 y catastrales 2016 del GADI. Según el INEC, el área se conforma por 32 zonas censales codificadas, numeración que sirvió de enlace en la construcción de una base de datos maestra previo a la intersección de las capas cartográficas. Los usos del agua se agruparon en: consumos residenciales, asociados a la vivienda y los no residenciales relacionados a usos en la industria, comercio y servicios públicos y privados. El requerimiento del volumen del agua varía en los grupos identificados. El 76% en usuarios residenciales y el 17% en no residenciales. El análisis se centró en la determinación de factores socio-ambientales explicativos de la variación; no obstante, los consumos no residenciales requieren de estudios adicionales para caracterizar las diferentes actividades y los factores que inciden sobre el consumo en cada caso. Los consumos residenciales mensuales son el resultado de aplicación de criterios, sobre continuidad del consumo en el periodo de estudio y valores mínimos y máximos que podrían reflejar el requerimiento en hogares unipersonales y pluripersonales. La variación del consumo no es explicada por una sola variable sino por un conjunto de ellas, determinadas en un modelo estadístico calculado a nivel de zonas censales, incluyendo: temperatura, densidad poblacional, NBI, habitantes por hogar, PEAA, tamaño de vivienda y porcentajes de población: sin estudio, preescolar, secundaria y educación media. La localización espacial de consumos y las variables agrupadas en factores fue una herramienta base en la formulación de lineamientos estratégicos en la gestión urbana, basados en principios de consumo sustentable, respeto a la naturaleza y ahorro a través de una cultura de agua que requiere ser impulsada.

Palabras clave: zonas censales, consumos residenciales, consumos no residenciales, zonificación, factores socio-ambientales

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSGRADO
PROGRAMA DE MAESTRÍA**

**“SOCIO ENVIRONMENTAL FACTORS WHICH ESTABLISHES
MANAGEMENT GUIDELINES IN THE BETTER USE OF DRINKING
WATER IN IBARRA CITY”**

Author: Ing. Ana María Lucero Peralta

Tutor: Larry M Frolich, Ph.D

Year: 2018

SUMMARY

The research analyzes the socio environmental factors associated with the use of drinking water in the urban neighbor “Ciudad de Ibarra”, it was used the geo-referenced data such as: historical use of water from EMAPA year 2014 – 2016, 2010 CPV results and 2016 GADI land registers. According to INEC, the area is made of 32 encoded listed zones; this numbering was used as the link in the building of a data main base before the cartographic intersection. The uses of water were grouped in: residential purchase, associated to homes and no residential associated to its use in industry, business, and public and private services. The water required in these groups varies. The 76% of residential users and the 17% of those which are not residential. The analysis was centered in the determination of socio environmental factors which explain the variation; however, the no residential purchase needs required extra studies in order to characterize the different activities and the factors which influence on the purchase in each case. The monthly residential purchase are the result of an application of criteria about consumption continuity during the research period and minimal and maximal values that could reflect one-person or multi personal home requirements. The variation in the purchase is not just explained by a variable but for a group, which were chosen by a statistical method calculated in landmarked zones, including: temperature, population density, NBI, home habitants, PEAA, house size and population percentages as illiterate, pre scholar, secondary and high education student. The special localization of purchasing and the grouped variables in factors were a base tool in the formulation of strategic guidelines in the urban management, based in purchasing sustainable principles, environmental respect and water saving through water care culture that need to be inspired.

Clue words: land zones, residential purchasing, no residential, socio- environmental factors.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

A medida que la población mundial va creciendo, los países se urbanizan y la demanda de agua no deja de crecer y eso está ejerciendo presiones sobre la forma en que se gestiona el recurso hídrico en los territorios.

Uno de los grandes retos del siglo XXI será mejorar la gestión y la utilización de agua, para garantizar que este recurso fundamental soporte una población mundial de nueve mil millones o más para el 2050. Una contribución sustantiva para la solución de este reto es el uso eficaz de la ciencia, que mejore el uso de los recursos hídricos (Jiménez & Galizia, 2012)

De acuerdo al Informe Mundial sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo (2015), las ciudades se han convertido en el lugar donde se desarrollan retos y oportunidades cada vez más a enfrentarse. Según United Nations Department of Economic and Social Affairs [UNDESA] citado por United Nations World Water Assessment [WWAP] (2015) en el 2014, 3,9 billones personas o el 54% de la población mundial vivían en ciudades, y en el 2050, dos tercios de la población mundial vivirá en ciudades. Con estas proyecciones, la sociedad actual demandará de una mejor gestión de sus recursos hídricos, a fin de garantizar el acceso del líquido vital para las futuras generaciones, acorde a la expansión de zonas urbanas.

Bajo este contexto el proyecto “Ibarra Verde” pretende usar la tecnología para crear una herramienta de análisis, basado en un mapeo integral de la zona urbana de la ciudad de Ibarra, que sirva como modelo de planificación urbana técnicamente alta, y que, a la vez, respete el sentido cultural, las normas sociales y el estado ambiental de la región. El reto de crear herramientas digitales de alta calidad para analizar el uso de recursos en la zona urbana es una respuesta lógica al crecimiento de la ciudad (Frolich, 2016).

1.2 Planteamiento del problema

La población del cantón Ibarra pasó de 153.256 en el año 2001 a 181.175 habitantes en el 2010, creciendo en un 18%. La proyección establece que para el año 2020 bordeará los 221.149 habitantes, sin embargo ya para el 2010 el 77% de la población del cantón reside en la parroquia de Ibarra (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], 2015).

La dinámica de la ciudad de Ibarra, caracterizada por zonas residenciales, comerciales, industriales, educativas, de beneficio social y mixtas, que demanda del consumo de agua potable para sus distintas actividades cotidianas. Requiriendo de forma mensual alrededor de 800.000 m³ del agua (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], 2015); siendo la principal utilización de la dotación de agua potable el uso doméstico en los hogares, seguidas del sector, comercial, oficina, industrial, beneficencia, especial y municipal.

Con lo mencionado, se puede admitir que es menester el desarrollo de una gestión ambiental orientada a la optimización de los recursos hídricos en centros urbanos, insertando criterios sociales y ambientales frente al uso del agua para consumo humano de la población; no obstante, las nuevas proyecciones y estudio de la evolución de la Tasa Global de Fecundidad del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), señalan que para el 2030 en el Ecuador estará bajo el umbral del reemplazo, es decir se iniciará el decrecimiento poblacional. A pesar de esto, la tendencia de la población a expandir aún más a las áreas urbanas se ve reflejado en el valor tasa de crecimiento en 2,24%, demandando así de más espacios naturales para nuevos asentamientos (Villacís & Carrillo, 2012).

1.3 Formulación del problema

Para la población del centro urbano de la ciudad de Ibarra el suministro de agua es vital, ¿qué factores socio-ambientales puedan asociarse al consumo de agua y como estos se pueden representarse geográficamente?

1.4 Justificación de la investigación

Para conocer y explicar los principales usos de agua presentes en la zona urbana es necesario diagnosticar los volúmenes de consumos históricos de la población y a la vez establecer los posibles factores sociales, ambientales, demográficos y económicos que pudieren estar asociados ante el mayor o menor requerimiento del recursos hídrico en el área.

Por otra parte, el poder identificar en qué espacio geográfico se cumple o no esta condición, permite determinar la existencia o no de una problemática vinculada a un factor determinado. Permitiendo que la cartografía temática se convierte en una herramienta de gestión para la aplicación de acciones dirigidas en localidades específicas para un aprovechamiento adecuado del líquido vital.

Así, la investigación justificada dentro de las líneas de intervenciones emblemáticas del país, “Agua segura para todos”, encaminada a un manejo y aprovechamiento integral del recurso con mayor incidencia en cuidado del uso del agua por todos los actores sociales. Contribuyendo al fortalecimiento de la gestión actual de la Empresa pública del agua de Ibarra EMAPA-I para lograr la sostenibilidad del servicio en el área urbana.

De la misma forma, el estudio aportará al proyecto Ibarra Verde al generarse un insumo para el modelo de herramienta interactiva de planificación de ciudades que busca la gestión eficiente de los servicios básicos en zonas urbanas.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

- Analizar factores socio-ambientales que influyen en el consumo de agua potable en la ciudad de Ibarra para establecer lineamientos de gestión en la optimización del recurso hídrico.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar los factores socio-ambientales que influyen en el uso de agua por zonas de consumo en la ciudad de Ibarra.
- Zonificar el consumo de agua y factores socio-ambientales como herramienta de planificación a través de sistemas de información geográfica.
- Proponer lineamientos de gestión orientados a la sostenibilidad del recurso hídrico en la ciudad.

1.6 Preguntas directrices

¿Se puede generalizar el uso del agua de la población de la ciudad de Ibarra por zonas de consumo?

¿Se puede zonificar los consumo de agua de la población de Ibarra con factores socio-ambientales

¿Se puede emplear la zonificación de los consumos de agua y los factores socio-ambientales como herramienta de gestión para establecer lineamientos estratégicos de sostenibilidad de recurso hídrico?

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Introducción

La explosión demográfica mundial del siglo XX aumentó vertiginosamente la demanda de agua en el período 1950 – 2006, sobrepasado los 4.300 km³/año de agua consumida, cifra que representa aproximadamente el 30 % del agua dulce renovable (Gogiel, 2011).

El destino aplicado al agua dulce consumida varía mucho de una región a otra del planeta, incluso dentro de un mismo país. Los diez mayores consumidores de agua (en volumen) son India, China, Estados Unidos, Pakistán, Japón, Tailandia, Indonesia, Bangladesh (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos [WWAP], 2009). Por regla general, el consumo elevado de agua potable se da en países ricos y, dentro de estos, los consumos urbanos duplican a los consumos rurales. A nivel mundial, se extraen unos 3.600 km³ de agua dulce para consumo humano, es decir, 1.600 litros/habitante/día, de los cuales, aproximadamente la mitad no se consume (se evapora, infiltra al suelo o vuelve a algún cauce) y, de la otra mitad, se calcula que el 65% se destina a la agricultura, el 25% a la industria y, tan solo el 10% a consumo doméstico (Ambientum, 2006).

En este sentido, la sociedad demanda una mayor y mejor gestión del agua y conservación del ambiente (Gogiel, 2011). Para Orti & Figueras (2010) citado por Manco, Guerrero, & Ocampo, (2012) a partir del estudio y conocimiento de las variables influyentes en el uso del agua, se pueden analizar los patrones de consumo en usuarios residenciales, lo que permite construir un modelo integrado que describa los consumos de agua, que se traduce en estrategias de reducción de la demanda y contribuye al perfeccionamiento de las políticas de gestión del recurso dirigidas a su conservación y al fomento en la eficiencia en su uso.

El análisis de la demanda de agua debe ser objeto de un seguimiento continuo, con detallado desglose sectorial, evaluado y calibrado en estrecho contacto con las empresas

abastecedoras y con las instituciones locales responsables de los procesos de desarrollo urbano, así como con las entidades representativas de los agentes económicos usuarios del agua. Expresado de otro modo, el estudio de la demanda, debe pasar a constituir una de las máximas prioridades en la gestión del agua urbana (Rueda, 2012).

2.2 Consumo de agua potable a nivel nacional

En Ecuador seis de cada diez Gobiernos Autónomos Descentralizados GAD Municipales, gestionan la prestación del servicio de agua potable y alcantarillado a través del Municipio, tres mediante Empresa Pública Municipal y la diferencia opera con gestión de Empresa Pública Mancomunada, Empresa Regional y Operador Privado (Instituto Nacional Estadísticas y Censos [INEC], 2015)

El acceso al agua servicio de agua para consumo humano en el área urbana está garantizada en un 100% por los GAD Municipales, mientras que en el área rural los municipios cubren el 68,84% y el 31,16% es abastecido mediante juntas de agua (Instituto Nacional Estadísticas y Censos [INEC], *op. cit*)

El 90,23% de los GAD Municipales cuentan con sistemas de tratamiento de agua para consumo humano con 461 plantas de tratamiento de agua en el país y 229 se ubica en la región sierra. Sin embargo a nivel nacional el 74,42% de los GAD Municipales cumplen con la Norma INEN 1108, que establece los requisitos de calidad del agua apta para consumo humano (Instituto Nacional Estadísticas y Censos [INEC], *op. cit*).

Según datos publicados por el INEC el consumo de agua mensual a nivel nacional de los hogares fue de 26,86 m³, siendo los hogares de la provincia de Los Ríos los que registraron el consumo de agua más elevado del país, seguidos de los hogares de Azuay, El Oro, Bolívar y Esmeraldas. Por otra parte, para la provincia de Imbabura se registró un promedio mensual por debajo del nacional de 21,44 m³ (Instituto Nacional Estadísticas y Censos [INEC], 2012a).

En relación con las áreas urbanas y rurales también se presenta una diferencia del consumo promedio con un consumo de 26,73 m³ y 27,74 m³ respectivamente (Instituto Nacional Estadísticas y Censos [INEC], *op. cit.*). Esta variación de una mayor demanda de agua en hogares de áreas rurales es probable que esté relacionado con el número de integrantes del hogar es así que para Villacís & Carrillo (2012), en el área rural el promedio de hijos por hogar fue de 1,7, el cual supera al promedio en el área urbana (1,5).

Por otra parte y con referencia al gasto mensual por consumo promedio de agua de los hogares en el país, en el 2014 fue de 10,82 dólares, existiendo un ligero incremento del gasto de \$ 0,24 con respecto al 2012. Mientras que al analizar el gasto por el número de integrantes del hogar, se obtuvo que el egreso de una persona fue de 7,99 dólares y para un hogar compuesto de 5 personas o más fue de 12,20 dólares (Arias & Seilles, 2014)

Cabe agregar que las prácticas de ahorro más frecuentes de los hogares ecuatorianos son: cerrar las llaves mientras jabonan los platos o se cepillan los dientes, tomar duchar en menos de diez minutos, revisar regularmente las tuberías entre otras; y las menos empleadas son: la disposición de inodoros de doble descarga y de economizadores de chorro (Instituto Nacional Estadísticas y Censos [INEC], 2015); siendo estos comportamiento importantes dentro de los estudios de consumo de agua.

2.3 Factores asociados en el consumo de agua residencial

Para Manco *et al.* (2012) conocer las dinámicas y los factores que afectan el consumo de agua en las viviendas es fundamental para generar procesos de gestión desde este nivel y trascender a niveles superiores.

La necesidad de explicar cuáles son las variables que mejor se asocian al consumo de agua en la población ha permitido el desarrollo de varios estudios, es así que de acuerdo a Jiménez, Orrego, Vásquez, & Ponce (2017), consideran que la demanda de agua para uso residencial “podría estar influenciada por variables demográficas de los hogares como cantidad de personas que los conforman; variables relacionadas con características de la vivienda como antigüedad, número de cuartos de baño, tamaño del

lote, área de la construcción; y variables de clima como temperatura y precipitación ” (p 158).

Los comportamientos de los consumidores domésticos de agua a menudo son complejos y pueden tener consecuencias importantes para gerentes de suministro de agua (Ramsey, Berglund, & Goyal, 2017), quienes deben procurar la protección de las fuentes hídricas proveedoras de agua, debido a que la alteración del patrimonio ambiental muestra una relación negativa con el comportamiento de ahorro de agua (Aprile & Fiorillo, 2016).

De acuerdo a Hanemann (1998) citado por Ramirez, Soto, Acosta, Maya, & Sánchez (2015), el consumo básico de agua de una vivienda depende de un conjunto de variables adicionales al ingreso económico del hogar y el precio del servicio del agua. Considerando las siguientes:

“1) las características sociodemográficas del hogar, tales como el número de personas por toma de agua, así como sexo, edad y nivel de escolaridad de las personas que componen a la familia, 2) los aspectos físicos de la vivienda, como el tamaño de la vivienda y la existencia o no de jardín, 3) las condiciones climáticas, particularmente la temperatura y la precipitación, 4) los hábitos de consumo de los miembros del hogar, incluyendo frecuencia de baño y lavado de ropa, y 5) la tecnología instalada y las prácticas de ahorro de agua” (p. 9).

En referencia a la literatura citada, el estudiar las variables que inciden en el consumo de agua residencial, puede ser muy amplio; sin embargo es posible la agrupación de las variables por factores. Manco *et al.* (2012) basados en estudios afines plantearon la inclusión de variables de la siguiente manera: factor climático (temperatura, precipitación pluvial, humedad relativa), factor social (habitantes por vivienda, composición familiar, nivel de educación, estrato social), el factor económico (ingreso familiar, precio del agua, consumo histórico). Asimismo el factor cultural referente a estilo de vida de las personas, valores, normas y modelos sociales, creencias asociadas a la conducta ambiental.

2.2.1. Factores climáticos

Según Salazar & Pineda (2010), el consumo per cápita de agua se considera como una función del ingreso, del precio por metro cúbico y de variables sociodemográficas y

climatológicas que influyen en él. Asimismo Manco *et al.* (2012) incluyó las variables de temperatura, precipitación pluvial, humedad relativa como parte del factor climático; para estos autores solo especifica la temperatura máxima promedio (esperando que a mayor temperatura el consumo de agua aumente) y la precipitación media anual (esperando que con mayor precipitación disminuya el gasto para riego de jardines, así como por el efecto sobre la sensación térmica)

El análisis de las condiciones de temperatura y precipitación de acuerdo a los autores contribuyen a explicar en el consumo de agua en la ciudad. Para el cantón Ibarra, la temperatura media anual es de 15.6 °C y fluctúan entre los 12 °C a 16 °C y la precipitación anual es de 611,2mm con rangos que varían de 500mm a 750mm (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], 2015).

2.2.2. Factores sociodemográficos

El Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos [WWAP] (2009), señala que “La demografía y el consumo son los principales responsables de la presión ejercida sobre los recursos hídricos”. El agua es considerada por los científicos sociales como un recurso cuya disponibilidad y distribución impactará significativamente los usos y costumbres humanos en su vida cotidiana, familiar, laboral o escolar (García Lirios, Carreón Guillén, Hernández Valdés, Montero López, & Bustos Aguayo, 2013).

Aprile & Fiorillo (2016), las características sociodemográficas incluyen características individuales de la población, como: edad, educación, ingresos, composición del hogar, tenencia; propiedad y de esta última como el tamaño y la edad de la casa.

Densidad poblacional

En los últimos dos siglos se ha presenciado drásticos aumentos en la población mundial, pasando de 1.000 millones en 1.800, a 6.000 millones a finales del siglo XX. La existencia de más personas ha incurrido la demanda de más alimentos, bienes de consumo y agua para uso doméstico, siendo necesario el suministro de mayor cantidad de agua dulce en condiciones salubres, una demanda al ciclo hidrológico que puede ser

excesiva en muchas áreas (Grupo Académico de Apoyo a Programas de Población, 1998). Según Domínguez, Rivera, Vanegas, & Moreno (2008), uno de los principales factores de presión sobre los recursos hídricos de un país es el crecimiento poblacional; por lo tanto en las ciudades consolidadas el incremento de la población por superficie de área, demandará de mayor o menor cantidad de agua dependiendo del número de personas que forman parte de la estructura de la ciudad y cuán grande o pequeña sea la urbe.

Moliní & Salgado (2012), analizaron los impactos ambientales de la ciudad de baja densidad en relación con la ciudad compacta, mencionando que:

“El impacto ambiental de la ciudad compacta y dispersa mide su incidencia sobre el medio natural, su repercusión respecto a lo que existiría en caso de que la urbanización se desarrolle de una u otra manera. Se descarta medirla respecto a que no existiese urbanización, puesto que se considera que es imprescindible que los seres humanos dispongan de viviendas. No se puede renunciar a la construcción de casas, pero sí se debe intentar determinar cuál es la menos mala de las maneras de crear ciudades” (p. 2).

Según Domene & Saurí (2006) citado por Ramirez *et al.* (2015) los hogares con mayor densidad tienen el menor consumo per cápita con 120 litros por persona al día (l/h/d), seguidos por los de densidad media con 156 l/h/d, y por los condominios y casas solas con 203 l/h/d.

Tamaño de hogar

Dentro del debate entre ciudad compacta y ciudad de baja densidad, Moliní & Salgado (2012), citan que “la variable demográfica es explicativa de diferencias en el consumo, en el sentido de que las familias pequeñas consumen una mayor cantidad por persona que las grandes”.

Un hogar de mayor tamaño implica una mayor utilización y uso de electrodomésticos y otros bienes consumidores de agua tales como lavadoras, duchas, bebidas, comidas, entre otros (Velásquez, 2009).

Ramirez *et al.* (2015) cita a Domene & Saurí (2006) en relación al estudio de caso de la zona metropolitana de Barcelona, que los hogares pequeños con uno o dos miembros

son más comunes en el centro, mientras que hogares más numerosos son comunes en los suburbios. Es decir, a medida que la población se distribuye a las áreas periféricas de la ciudad se espera encontrar más integrantes por hogar.

Tamaño de vivienda

Moliní & Salgado (2012) consideran importante la composición de la familia como factor de la tipología residencial. Apuntan que las viviendas unifamiliares emplean un mayor consumo de agua, debido a su utilización puertas afuera, especialmente en los jardines. Asimismo, el nivel de ingresos en los hogares juega un papel importante, sin embargo, no tanto como, en ocasiones, el tipo de vivienda.

A este respecto señalan como ejemplo que hogares con altos ingresos viviendo en un edificio colectivo de apartamentos consumen menos agua que familias de ingresos medios residiendo en viviendas unifamiliares. No obstante, el gasto se exagera cuando coinciden nivel alto de ingresos y uso exterior del recurso en la vivienda.

Con relación a la estructura de ciudad la tipología de edificaciones ejercen diferentes presiones con la demanda de agua, en áreas difusas existe un mayor consumo de agua a causa de riego de jardines y piscinas; mientras en un modelo de ciudad compacta se presenta un menor requerimiento de agua en edificaciones plurifamiliares (Pesci, 2006).

En la bibliografía analizada por Ramirez *et al.* (2015) consideran que para recabar datos socioeconómicos de los hogares, se incluyen el tamaño del predio, los m² de construcción, número de baños, tamaño de la familia y antigüedad de la construcción; basados en el estudio de caso del consumo diario de 1.085 hogares de las zonas urbanas de Estados Unidos y Canadá.

Tamaño del predio

Según Rueda (1999) el modelo de ciudad difusa tiene graves consecuencias para el ciclo del agua en una cuenca hidrográfica, puesto que, entre otras causas, la construcción masiva de viviendas unifamiliares en urbanizaciones dispersas en el territorio, con piscina y jardín supone un consumo de agua significativamente mayor

que las tipologías de vivienda de la ciudad compacta. Al considerar la afirmación en relación con el tamaño del predio, las áreas difusas dispondrán de mayores extensiones de terreno que le permitirá de acuerdo a los ingresos económicos el uso de agua potable no solo para el consumo humano, sino para el mantenimiento de huertos o jardines. Es decir que, la superficie de los predios de las viviendas difusas serán mayores que los se encuentran en el área consolidada de la ciudad.

De acuerdo a Garcia, Ribas, & Llausàs (2014) “la bibliografía científica apunta al desarrollo del modelo territorial urbanístico de baja densidad como la principal causa del aumento en el consumo de agua para usos domésticos” (p. 56). Ramirez *et al.* (2015) advierten que en las viviendas donde se usa agua para actividades externas (diferentes al consumo humano) se consume más, sobre todo por la existencia de jardines, alberca y lavado de coches, a lo que se incluirían los huertos urbanos. Por lo cual, juegan un papel importante para explicar las variaciones en el consumo de agua la presencia de usos de agua residencial en actividades de recreación en la vivienda, el tipo de especies plantadas en el jardín y el comportamiento del consumidor hacia las prácticas de conservación.

Para Pereira & Hidalgo (2008), las dimensiones de los lotes son más generosas en los clubes de campo y los barrios cerrados de mayor categoría, es decir con población con mayores ingresos, y asimismo en los conjuntos de mayor antigüedad. “En estos casos, los terrenos poseen alrededor de 800 a 1.500 metros cuadrados. El contar con más metraje cuadrado implica, según los casos, poder tener una piscina privada, o simplemente estar más alejado de las miradas del vecindario” (p. 145)

El desarrollo de viviendas en superficies más reducidas, está más generalizado en la tipología compacta, así los barrios han sido diseñados pensando en usuarios de un nivel económico más bajo que el de los potenciales clientes de los clubes de campo y por lo tanto sus dimensiones son más modestas. Las fracciones de terreno son de menor tamaño debido a los valores del suelo urbano y la disponibilidad de nuevas áreas a urbanizar (Pereira & Hidalgo, *op. cit*)

Niveles de educación

De la revisión bibliográfica realizada, Adams (2014) cita que el comportamiento de conservación del agua se asocia a variables sociodemográficas tales como el ingreso, la educación encontrándose una correlación positiva con las actitudes de conservación, sin embargo recalca que según De-Oliver (1997) determina una relación inversa.

El Sistema de Indicadores Sociales del Ecuador [SIISE] (2015), propone una definición para la Escolaridad, como el “Número promedio de años lectivos aprobados en instituciones de educación formal en los niveles primario, secundario, superior universitario, superior no universitario y postgrado para las personas de 24 años y más.”

Según el INEC (2017), los años promedio de Escolaridad para el diciembre 2016, son de 10,13 a nivel nacional, 7,72 en el área rural y 11,17 en el área urbana. El promedio de años de escolaridad en la provincia de Imbabura en el año 2010 es de 8,5 (Sistema de Indicadores Sociales del Ecuador [SIISE], 2015). Lo cual muestra un nivel de escolaridad muy bajo, si se tienen en cuenta que hay 16 años de formación hasta llegar al nivel superior a la edad de 22 años.

En la Imbabura rural el número de años de escolaridad (4) es la mitad que en el área urbana (8). Y las mujeres siguen asistiendo menos a la escuela que los hombres. A nivel provincial ellas tienen un año menos de escolaridad que ellos. El análisis de la escolaridad a nivel cantonal destaca prácticamente lo mismo que a nivel provincial (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], 2015).

El interés de conocer la influencia de la educación a través de sus diferentes niveles con el consumo de agua potable, ha sido estudio de Ramsey *et al.* (2017), estableciendo que los niveles educativos y la conciencia sobre el agua no tienen correlación con los comportamientos de conservación o susceptibilidad a la adopción de tecnología de conservación. No obstante, citan que la educación no es un predictor confiable de la conservación del agua.

El análisis de la relación entre niveles de educación y consumo de agua potable

considera de manera detallada a varios indicadores que se analizan a continuación:

Población Sin Estudio

Los criterios de los indicadores se basan en definiciones y fundamentos establecidos por el SIISE; la población sin estudio es definida como el “Número de personas que no saben leer y/o escribir de 15 años o más, expresado como porcentaje de la población total de la edad de referencia”. Las fuentes disponibles miden el analfabetismo mediante la declaración de las propias personas sobre sus destrezas de lectura y escritura.

Analfabetos son aquellas personas que no saben leer y escribir o que solo leen o solo escriben. El número de analfabetos es un indicador del nivel de retraso en el desarrollo educativo de una sociedad. Es muy importante para detectar las desigualdades en la expansión del sistema educativo, en especial en el caso de los grupos más vulnerables de la población; de ahí la importancia de asociar este indicador con variables como residencia, etnia, grupo de edad y sexo.

En el cantón Ibarra los niveles de Analfabetismo están en el 5,5% que corresponde a 6.967 personas (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], 2015)

Población Nivel Preescolar

La Educación Inicial o Preescolar es el proceso de acompañamiento al desarrollo integral de niños y niñas menores de 5 años, y tiene como objetivo potenciar su aprendizaje y promover su bienestar mediante experiencias significativas y oportunas que se dan en ambientes estimulantes, saludables y seguros. Se marca como fin garantizar y respetar los derechos de los niños y niñas, así como la diversidad cultural y lingüística, el ritmo propio de crecimiento y de aprendizaje, y potenciar sus capacidades, habilidades y destrezas.

(https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_educativo_de_Ecuador)

Según datos del INEC, basados en el CPV 2010, el porcentaje de asistencia a nivel Preescolar en el Ecuador es de 2,3%.

Población Nivel Primaria

De acuerdo al SIISE este indicador mide la proporción de personas que aprobaron los seis años lectivos y el plan o programa de estudios requeridos oficialmente para completar el nivel de enseñanza primaria. Se refiere a las personas de 12 años y más ya que, según las normas oficiales vigentes, esta es la edad en la que se debería terminar el nivel.

La enseñanza primaria corresponde al nivel 1 de la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación [CINE]. Se refiere sólo a aquellas personas que aprobaron los seis años requeridos para el nivel primario en el sistema educativo regular (es decir, aquel sometido a disposiciones reglamentarias sobre el límite de edad, secuencia de niveles y duración de cursos); no incluye a aquellas personas que han asistido a programas equivalentes de educación compensatoria o especial. No implica la posesión de certificado de aprobación o graduación alguno.

Para el cantón Ibarra el indicador de primaria completa a los 12 años es 74,5% que corresponde a un número de 2.671 (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], 2015)

Población con Educación Media – Educación Básica

La Educación General Básica tiene como fin desarrollar las capacidades, habilidades, destrezas y competencias de los niños/as y adolescentes desde los 5 años de edad en adelante hasta continuar los estudios de Bachillerato. Está compuesta por diez años de atención obligatoria en los que se quiere reforzar, ampliar y profundizar las capacidades y competencias adquiridas en la etapa anterior, y se introducen las disciplinas básicas.

El nivel de Educación General Básica se divide en 4 subniveles:

Preparatoria (Nivel 1), que corresponde a 1.^{er} grado de E.G.B. y preferentemente se ofrece a los estudiantes de 5 años de edad.

Básica Elemental (Nivel 2), que corresponde a 2.^o, 3.^o. y 4.^o. grados de E.G.B. y preferentemente se ofrece a los estudiantes de 6 a 8 años de edad.

Básica Media (Nivel 3), que corresponde a 5.^o, 6.^o. y 7.^o. grados de E.G.B. y preferentemente se ofrece a los estudiantes de 9 a 11 años de edad.

Básica Superior (Nivel 4), que corresponde a 8.^o, 9.^o. y 10.^o. grados de E.G.B. y preferentemente se ofrece a los estudiantes de 12 a 14 años de edad.

Aunque las edades estipuladas son las sugeridas para la educación en cada nivel, no se puede negar el acceso del estudiante a un grado o curso por su edad. (https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_educativo_de_Ecuador).

Según los datos del INEC, basados en el CPV 2010, en el Ecuador la población que estudia la Educación Básica es del 66,1 %. Y en el cantón Ibarra, el 64,6 % aprobó la educación general básica (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], 2015)

Población con Nivel Secundaria

El SIISE fundamenta este indicador como la medición de la proporción de personas que aprobaron los seis años lectivos y el plan o programa de estudios requeridos oficialmente para completar el nivel de enseñanza secundaria. Se refiere a las personas de 19 años y más ya que, según las normas oficiales vigentes, esta es la edad en la que se debería concluir los estudios del nivel.

La enseñanza secundaria corresponde a los niveles 2 y 3 de la [CINE](#). Se refiere sólo a aquellas personas que aprobaron los seis años establecidos para el nivel secundario en el sistema educativo regular (es decir, aquel sometido a disposiciones reglamentarias sobre el límite de edad, secuencia de niveles y duración de cursos); no incluye a aquellas que han asistido a programas equivalentes de educación compensatoria o especial. No implica la posesión de título de bachiller.

Para el cantón Ibarra la población con secundaria completa es del 47,2% que representa a un número de 1.512 (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], 2015).

Población con Educación Superior

Para el SIISE este indicador corresponde al número de personas de 24 años y más que cursan o cursaron uno o más años de estudios de nivel superior, expresado como porcentaje de la población total de dicho grupo de edad.

Incluye, según las fuentes, estudios superiores no universitarios, universitarios y de postgrado (niveles 4, 5 y 6 según la CINE). En cuanto a los primeros, incluye a quienes declaran haber cursado en los institutos superiores pedagógicos o técnicos (equivalentes a 7 u 8 años de secundaria). No implica la aprobación de plan de estudios alguno ni la obtención o posesión de certificado de egreso o título universitario o profesional alguno. Este indicador busca medir las oportunidades de acceso de la población a la enseñanza superior. No toma en cuenta aspectos relacionados con la calidad, pertinencia y objetivos formativos del nivel superior. Considera como referencia a la población de 24 años y más ya que la mayoría de los programas existentes en el país requieren estudios de 6 años o menos luego del ingreso al nivel superior a los 18 años, edad establecida para terminar el nivel secundario. <http://www.siise.gob.ec/siiseweb/siiseweb.html?sistema=1#>.

Para el cantón Ibarra se establece una tasa de asistencia neta al nivel superior del 29,4% que corresponde a un número de 6.752 (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], 2015).

2.2.3. Factores socioeconómicos

Ramirez *et al.* (2015), mencionan que entre los datos socioeconómicos indagados en el estudio de consumo de agua se relacionan con la ocupación de cada miembro de la familia y su ingreso. Es decir, indagar sobre el empleo, ingresos económicos de la población permite identificar estilos de vida diferenciando el poder adquisitivo de bienes y servicios dependiendo de sus economías.

A continuación se describen variables relacionadas con ingresos económicos que pudieran vincularse con el consumo de agua de la población.

Índice de Necesidades Básica Insatisfechas NBI

Uno de los indicadores considerados por el INEC en su análisis de la pobreza son las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), indicador multidimensional que refleja condiciones estructurales de la pobreza; combinan factores tales como hacinamiento en el hogar, saneamiento y agua potable, materiales de la vivienda, dependencia económica

y asistencia de niños a la educación básica (Castillo & Andrade, 2015) (p. 124). Un hogar se considera pobre por NBI si tiene una o más privaciones en las dimensiones descritas.

El NBI es usado como indicador del Plan nacional de desarrollo y de la Estrategia nacional para la igualdad y la erradicación de la pobreza. El principal determinante de la pobreza por NBI en el Ecuador es la cobertura de agua por red pública y saneamiento (Secretaría Técnica para la Erradicación de la Pobreza, 2014) (p. 29). Por lo cual el valor del NBI puede ser un predictor sobre el consumo de agua a incluir a la vez otras variables que caracterizan un sector en base a número de personas en hogar, características de la vivienda, educación, dependencia económicas sobre el acceso de agua.

La pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI) es una medida de pobreza multidimensional desarrollada en los 80's por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). El método abarca cinco dimensiones y dentro de cada dimensión existe indicadores que miden privaciones: 1. Capacidad económica; 2. Acceso a la educación básica, 3. Acceso a Vivienda, 4. Acceso a servicios básicos, 5. Hacinamiento (Feres & Mancero, 2001).

Para el cantón Ibarra el indicador NBI para el 2010 es de 27,79 a nivel de hogares y de 31,24 a nivel de personas (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], 2015). Al relacionar el NBI con el consumo de agua se asocia lo expresado por Ramirez *et al.*, (2015) que prevé que el consumo de agua para actividades internas es ligeramente afecta por el precio, porque sirve para cubrir las necesidades básicas. “Un incremento significativo del precio no disminuye sustancialmente el consumo de agua” (p. 12), pero podría esperarse que en poblaciones donde el NBI es elevado el aumento del precio si se asocia a una disminución de agua debido a los menores ingresos.

Población Económicamente Activa PEA y Asalariada

Población Económicamente Activa PEA

Según definición adoptada por Instituto Nacional Estadísticas y Censos [INEC] (2016a),

la Población económicamente activa (PEA) corresponde a: Personas de 15 años y más que trabajaron al menos 1 hora en la semana de referencia ó aunque no trabajaron, tuvieron trabajo (empleados); y personas que no tenían empleo pero estaban disponibles para trabajar y buscan empleo (desempleados).

A nivel nacional se tiene que de la población total el 69,6% está en edad de trabajar y el 68,6% de la población en edad de trabajar se encuentra económicamente activa. De éste último porcentaje el 66,2% de la población se encuentran en el área urbana (Instituto Nacional Estadísticas y Censos [INEC], *op. cit.*).

De acuerdo a los datos publicados en el PD y OT del cantón Ibarra, la tasa de crecimiento de la PEA en el último periodo inter censal es del 2,99% que representan a 20.587 personas. El sector agropecuario o primario del cantón, concentra al 11,61% del total de la PEA y representa a 9.367 habitantes, el sector secundario de industria, manufactura, artesanía con el 19,38% que representa a 15.630 habitantes, el sector terciario de servicios y comercio con el 58,02% que representa a 46.855 habitantes, que evidencia la tendencia de crecimiento de esta actividad en el última década y su crecimiento es de 15.231 personas que han pasado a conformar el grupo de este sector. Por otra parte, Ibarra como cabecera cantonal concentra su PEA en el sector terciario “servicios” con 64.8% y representa a 41.452 habitantes (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], 2015)

Población económicamente activa asalariada PEAA

Se considera como tal a las personas que trabajan en relación de dependencia sea en el sector público o privado y recibe un pago por su trabajo sea: sueldo, salario o jornal (Instituto Nacional Estadísticas y Censos [INEC], 2012b). El comportamiento de este grupo de población con un ingreso fijo, pueden incidir en los consumos de agua en sus sitios de trabajo.

Valor del predio

Para Pereira & Hidalgo (2008), esta variable se encuentra relacionada con el tamaño de los terrenos, pero fundamentalmente con la zona en donde se localizan las

urbanizaciones. Para Ronconi & Casazza (2013) la provisión de servicios básicos (como ejemplo la red de agua, entre otros), producen beneficios directos que son apropiados por los dueños de los terrenos que reciben el servicio. Estos beneficios se traducen en incrementos en el valor de la propiedad. Mientras los lotes se localicen más cerca del área central y gocen de los mismos beneficios de los lotes a 1km de distancia del centro comercial, el precio incrementa significativamente, es decir que dependiendo de la localización de los terrenos y de la infraestructura disponible, el valor del terreno también varía en base con el número y tipo de servicios básicos.

Finalmente, es interesante señalar que los equipamientos externos tienen su peso en el costo de los terrenos, mientras las zonas se encuentren mejor abastecidas son áreas más consolidadas Pereira & Hidalgo (2008).

Valor de la vivienda

Para Velásquez (2009) algunas veces se utiliza la variable “valor de la propiedad”, actuando como un indicador de riqueza y preferencia de los hogares. Según Baumann *et al.*, 1998 citado por Ramirez *et al.* (2015) el ingreso y otras variables que se relacionan con el nivel de bienestar de la familia, tal como el valor de propiedad y el poder de compra en general, tienen una relación positiva con el consumo de agua.

Valor comercial

Para Garcia *et al.* (2014) entre las variables sociodemográficas utilizadas para predecir la elección de la tipología de jardín se encuentra el valor catastral de la vivienda. Si se asocia al tamaño de jardín, el tamaño del predio y el uso del agua para el mantenimiento; las áreas recreativas en una vivienda podrán variar con el valor comercial del predio.

El valor catastral es el resultado de la suma del precio del predio y el valor de la vivienda, considerando los m² de superficie y de construcción (variando según el tipo edificación).

Otras variables: coberturas de servicios básicos

Cobertura del servicio básico agua

Ramirez *et al.* (2015), sostienen en relación a la bibliografía revisada que, en la función de demanda de agua, las variables socioeconómicas, físicas, de clima, hábitos y condiciones del servicio, pueden denotarse como un vector z , en donde z sea el conjunto de estas variables. Indicándose que la cobertura de servicio de agua también incide en la demanda. Al relacionar el consumo con la disponibilidad de servicio, este podría tener una variación sobre la cantidad del uso, dependiendo si el servicio es continuo o no; es decir, en un sistema racionalizado del agua la población se presentaría la tendencia de ahorro el agua. No obstante, de acuerdo con los ingresos de la familia se podría cubrir el patrón de consumo, con la compra de agua embotellada o la implementación de tanques o cisternas de reserva.

De acuerdo al Instituto Nacional Estadísticas y Censos [INEC] (2012a), el 30,24% de los hogares del Ecuador consumen agua de botellón y el 37,5% en el área urbana.

Cobertura de energía eléctrica

Ramirez *et al.* (2015), recoge en la revisión de literaria de su estudio que la frecuencia del baño es uno de los rubros que más consume agua y presentan diferencias entre grupos de ingreso, los grupos de bajos ingresos se bañan en promedio dos días menos que los de altos ingresos. Asimismo, en relación al género las mujeres utilizan más agua para la higiene personal.

Si se relaciona la frecuencia del baño como el rubro que más se consume agua con la disponibilidad de duchas eléctricas en los hogares posiblemente se incremente el consumo por el confort del agua climatizada. Domene & Saurí (2006) menciona que en el 90% de los casos analizados en la zona metropolitana de Barcelona la gente tarda menos de 10 minutos en el baño y un tercio menos de 5 minutos (Ramirez *et al.*, *op. cit*). Por lo tanto el consumo de agua mensual podrá variar por la frecuencia como el tiempo de duración de baño y el número de integrantes de la familia.

2.3. Factores asociados en el consumo industrial y servicios

Para Tobarra (2013), “la evolución de la demanda de consumo industrial es difícil de prever pues depende de factores como la evolución de la producción o del tipo de

industria asentada en un lugar” (p. 585), incluso de fenómenos puntuales como el establecimiento de grandes empresas o la ubicación de parques industriales cercanas a las urbes. De acuerdo a González, Saldarriaga & Jaramillo (2010), “los principales consumos del agua en la industria están relacionados con a) transferencia de calor y/o enfriamiento; b) aplicación a procesos; c) recirculación; d) reutilización; y e) otros servicios industriales conexos o auxiliares, por lo general, prestados a terceros” (p. 214). Mereciendo realizar estudios específicos para caracterizar y determinar el consumo según el tipo de producción, sin dejar de evaluar el impacto de las actividades en la cuenca hidrográfica.

Para Tate (2004), en los principios de usos eficientes del agua, en “la mayoría de las actividades socioeconómicas, puede variar considerablemente el uso del agua, dependiendo del efecto recíproco de muchos factores” (p. 4). Las actividades socioeconómicas que caracterizan a una localidad, ciudad, pueden proporcionar información rápida de la cantidad de agua necesaria en la práctica si son diagnosticadas a través de estudios puntuales.

Por otra parte en relación al uso del agua en el sector servicios González *et al* (2010) define a los servicios “como el conjunto de actividades desarrolladas por las unidades económicas, encaminadas a generar y poner a disposición de las personas, los hogares o las empresas una amplia gama de servicios” (p. 220). Por lo tanto el requerimiento de agua variaría de acuerdo al tipo de servicios prestados (restaurant, comidas, comercio, salud, hoteleras, educacional, entre otros) y al tamaño de la actividad sea esta grande, mediana y pequeña.

Rico (2007), analizó el consumo de agua en la actividad turística en la región Valenciana, determinado que diferentes tipologías de alojamiento, equipamientos y servicios han multiplicado los consumos de agua potable durante las últimas décadas. Es así que, una actividad económica puede de forma desglosada presentar diferentes requerimientos del agua, variando a su vez por la demanda o frecuencia del servicio requerido por la población.

2.4. Gestión urbana de los recursos hídricos

Los desarrollos urbanos requieren de más agua por unidad de superficie, ya que generan desechos, incluyendo aguas residuales y desechos sólidos que tienden a degradar la calidad del agua y que deben atenderse y gestionarse. La urbanización también tiende a degradar las cuencas locales y sus alrededores debido a la destrucción de zonas boscosas y el aumento de áreas impermeables (Vammen, 2015).

La Nueva Cultura del Agua, basada en el ahorro, en la eficiencia y en el uso de recursos no convencionales, requiere una implicación importante por parte de los ciudadanos. Si la población quiere que los recursos sean utilizados de manera sostenible, garantizando el bienestar de las generaciones futuras, deberán implicarse mucho más en la gestión del agua, de manera consciente y comprometida (Gogiel, 2011).

La eficiencia del uso del agua muchas veces se alcanza a través del cambio en el comportamiento de los usuarios, por ejemplo a través de campañas de información, incentivos económicos y medios técnicos (Cisneros & Burneo, 2008).

2.4.1. La gestión de los servicios urbanos en la era de la información

La sociedad de la información surge como un nuevo paradigma tecnológico y se remonta a las décadas de 1940 y 1960, cuando se empezó a gestar la Revolución Microelectrónica y apareció la industria tecnológica. Esta revolución se basa en el poder inherente que tienen las tecnologías de la información, que al pasar a ser digitales han aumentado exponencialmente la capacidad de procesar datos de todo tipo (Rueda, 2012).

La era de la información trae consigo avances en todos los ámbitos de los sistemas urbanos. Las tecnologías de la información han permitido la génesis de las Smart Cities, ciudades hiperconectadas y sensorizadas, de gestión inteligente de los servicios urbanos y cuya población dispone de herramientas para interactuar, para participar en la gobernanza municipal o para acceder a los datos que le atañen (open data). Y no es

difícil imaginar que el control de toda la oferta y la demanda podrían ser gestionadas centralizadamente para una ciudad entera. Ello nos permitiría conocer primero y, gestionar, después, el grado de autosuficiencia de la urbe (Rueda, 2012). Siendo necesario, que los datos inter institucionales se encuentren accesibles y disponibles para el desarrollar investigaciones orientadas a la gestión de los recursos hídricos de la ciudad.

2.4.2. Gestión integral de agua urbanas

Wilk, Pineda, & Moyer (2006), mencionan que la gestión ambiental en los centros urbanos está determinada por la naturaleza de los problemas y oportunidades que se presentan en dichos entornos, dadas sus condiciones espaciales, administrativas y financieras y establecen como lineamientos de la gestión, en el contexto de Centroamérica al: *fortalecimiento del marco legal y normativo*, el *fortalecimiento de las capacidades técnicas* en actividades clave como son la planificación, la administración de servicios municipales, la implementación de instrumentos regulatorios y económicos, y el manejo de información ambiental, entre otros; el *fortalecimiento de las capacidades financieras*, para asegurar fuentes de financiamiento para una gestión urbano-ambiental efectiva; y el *fortalecimiento de la participación pública*, para asegurar que el conjunto de actores de la sociedad civil y el sector privado sean integrados en el proceso de diseño y ejecución de políticas y programas de gestión urbano ambiental.

La Gestión Integral de Aguas Urbanas tiene que ser adaptada a los retos específicos y dinámicos de cada área urbana, requiere de varios enfoques participativos para la intervención a largo plazo, sobre las instituciones, infraestructuras e inversiones (Banco Mundial, 2012). Por lo tanto, la entidad pública encargada del servicio de agua en la ciudad, debe emprender en procesos de gestión del agua urbana propios para la urbe en base con la realizada local, apoyada en diferentes instituciones y fundamental es la participación de los usuarios. Tomar las políticas de gestión de unos países a otros no garantiza sus resultados, es adecuado generar políticas en concordancia del desarrollo de cada ciudad.

En Europa el 2004 se impulsó el Plan Integral de Ahorro de Agua en la Municipalidad de Vitoria-Gasteiz, donde las empresas publicas apostaron a los programas de: mejora de infraestructura, de ahorro, eficiencia, sustitución y de Gestión, como acciones para disminuir el consumo de agua potable por la ciudad (Fernandéz, González, & Viñuales, 2003).

La recopilación, análisis y evaluación de experiencias en uso eficiente de agua en municipios del ámbito nacional e internacional efectuada por Fernandéz *et al.* (*op. cit*), donde compilan una serie de prácticas con relación en la gestión y uso de los recursos hídricos por parte de los gestores municipales. Herramientas que contribuyan a la construcción de sus propias acciones. Asimismo describe a las gestiones emprendidas desde objetivos, situación actual, resultados de su aplicación y los problemas encontrados en su implementación, siendo de interés los detalles de beneficios y dificultades.

Fernandéz *et al.* (*op. cit*) organiza el catálogo de prácticas en el ámbito municipal (uso del agua residencial) ámbito industrial y ámbito de servicios, desde instalaciones eficientes, normativas para el uso eficientes, planes de ahorro de agua, campañas de sensibilización, reciclaje de agua en procesos entre otras. Las experiencias citadas se convierten en guías en el momento de diseñar acciones locales para promover la gestión ambiental urbana, en una primera instancia a través de lineamientos de gestión.

Velásquez (2009), cita varios estudios en la revisión de medidas de conservación de agua para contextualizar las practicas más frecuentes como: programas de ahorro residencial (Water management district southwest Florida, en línea), mejoras en el uso del agua residencial (Winzler&Kelly, 2005, 2006), dispositivos de alta eficiencia (Winzler&Kelly, 2005, 2006), programa de sustitución de sanitarios residenciales, actividades de divulgación y programas de educación (Winzler&Kelly, 2006), conservación de precios (Winzler&Kelly, 2006), coordinador de la conservación del agua (Winzler&Kelly, 2006), reemplazo de equipos ineficientes de uso de agua en sectores comerciales e industriales (Winzler&Kelly, 2006), pérdidas en el sistema (Winzler&Kelly, 2005), desarrollar programas de divulgación para usuarios industriales y comerciales.

La diversidad de propuestas y experiencia expuestas permite evaluar la viabilidad en el área local; sin embargo, la gestión integral del agua urbana requiere ser efectiva para garantizar los recursos hídricos. Un diagnóstico previo sobre el comportamiento de la población en los usos del agua basados en sus características sociales, demográficas y económicas que pudieren estar asociadas en la variación del consumo de agua, es fundamental para desarrollar directrices de gestión para una primera forma de intervención.

A nivel nacional el 14,76% de los hogares encuestados estarían dispuestos a pagar un rubro extra por mantener/conservar las fuentes de agua, presentándose este criterio en un mayor porcentaje en el área urbana (Instituto Nacional Estadísticas y Censos [INEC], 2012a). Es decir que, en la población aún no existe la predisposición de invertir en la conservación de las fuentes hídricas. Con el fin de obtener mayores resultados a nivel de prácticas ambientales en la población, es recomendable aumentar las campañas de sensibilización (Arias & Seilles, 2014).

2.5. Marco Legal

La investigación se fundamenta legalmente en la Constitución de la Republica, COOTAD, Ley de Recursos hídricos y Plan del Buen Vivir, en relación al recurso agua, su importancia, competencias del servicio y principios de manejo de uso racional.

Constitución de la Republica (Asamblea Nacional, 2008)

Directrices Nacionales vinculadas a la importancia de desarrollo de políticas locales con diferentes alcances en función de las competencias institucionales, con el interés de promover principios de sustentabilidad del líquido vital.

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Art. 264.- Los gobiernos municipales, en el literal 4. Tendrán la competencia de, prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

Art. 276.- en literal 4. Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad de agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del

subsuelo y del patrimonio natural.

Art. 318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos.

El estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano....

()

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Art. 415.- El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano.....().

Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua,()

Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) (Consejo Nacional de Competencias, 2014)

El Estado Nacional delega a los gobiernos autónomos la generación de políticas públicas en sus territorios con criterios de sustentabilidad de los recursos naturales circundantes.

Art. 54.- Funciones.- Son funciones del gobierno autónomo descentralizado municipal entre otras las siguientes:

a) Promover el desarrollo sustentable de su circunscripción territorial cantonal, para garantizar la realización del buen vivir a través de la implementación de políticas públicas cantonales, en el marco de sus competencias constitucionales y legales

Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua (Asamblea Nacional, 2014)

Establece la institución de principal encargada de velar por el manejo del recurso hídrico en el país, y a la vez es la entidad alidada de los gobiernos autónomos para emprender procesos de sensibilización en la colectividad.

Art 18.- Competencias y atribuciones de la Autoridad Única del Agua. Las competencias son: entre otras,

t) Concienciar a usuarios y consumidores sobre el uso responsable del agua para el consumo humano;

Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una vida

Además de las políticas y lineamientos territoriales se establecen las intervenciones emblemáticas del plan, en las que se cita “Agua segura para todos”, encaminada a un

manejo integral del recurso con mayor incidencia en cuidado del uso del agua.

El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable; en este sentido, esta intervención busca manejar y aprovechar de manera integral el recurso hídrico con una visión que supere las inequidades territoriales en acceso, calidad y cantidad, además de **comprometer a todos los actores sociales involucrados en su cuidado y uso responsable**.

Agua Segura para todos procura **desarrollar en la población una cultura adecuada para el cuidado del agua**. Este es el paso más importante, ya que comprende la difusión imperativa de información sobre el manejo y el cuidado del recurso hídrico, además del desarrollo de estrategias para lograr sostenibilidad de las infraestructuras relacionadas con el manejo de agua.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Descripción del área de estudio

3.1.1 Generalidades

La investigación se sitúa en la parte baja de la Unidad Hidrográfica del río Tahuando donde se localiza la parroquia urbana del cantón Ibarra, provincia de Imbabura, en la cual conforme al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI] (2012a, b), presenta una temperatura media anual entre 19 a 14°C y precipitaciones media anual que fluctúan de 500 a 1.000 mm.

De acuerdo al PET, 2001 citado en el PD y OT (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], 2015) el área urbana de la cabecera cantonal está localizada en una llanura, sobre la cota 2204 msnm, con la mayoría de su superficie en una zona central que no supera 5% de pendiente. Sobre el costado occidental del río Tahuando, existe una explanada que se extiende hasta las laderas de los cerros que limitan con la laguna Yahuarcocha.

El acelerado crecimiento poblacional en los últimos 16 años (1995-2011) se ha reflejado en el incremento de su superficie en 1.531 ha es decir 96 ha por año, proyectándose para el 2014 una población de 134.603 habitantes, que requieren cada día ser atendidos con los servicios básicos (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], 2015)

De las 37.981 viviendas existentes en el área urbana el 99,40% dispone de energía eléctrica, el 50,73% de telefonía convencional, el 94,70% tiene eliminan los desechos por el carro recolector y el 99,31% de población tiene acceso al agua potable, del cual el 92,85% se encuentra conectado a la red de alcantarillado combinado donde se integran las aguas servidas con aguas lluvias (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], *op. cit*). Los dos últimos servicios son administrados por

la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado EMAPA-I.

3.1.2 Consumo de agua potable en la ciudad de Ibarra

Respecto al requerimiento de agua en la ciudad se identifican 158 concesiones para uso doméstico. Las concesiones no necesariamente corresponden a EMAPAI, institución responsable de la dotación de agua para consumo humano, sino que estas concesiones corresponden también a las denominadas JAAP's (Juntas Administradoras de Agua Potable). En la mayoría de los casos estas juntas lo que proporcionan es agua únicamente entubada o con un incipiente proceso de cloración (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], *op. cit*).

Si bien es cierto que el principal propósito en cuanto a la dotación de agua potable es el uso doméstico en los hogares, también satisface otras demandas como es el caso del sector industrial, hospitalario, turismo y recreación (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], *op. cit*; pag. 20-21)

El PD y OT realiza proyecciones basadas en datos proporcionados por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (EMAPA, 2014) mencionado que para agosto de 2014 existe una población atendida cantonal de 193.052 habitantes, correspondientes al 97.39 % de la población total de Ibarra. Además expresa que, en el área urbana se determina una población proyectada de 151.638 habitantes con una cobertura del 99,31 % y en el área rural una población de 41.413 con cobertura de 91.31 % (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], *op. cit*)

Categorías de Consumo

De acuerdo al Reglamento general para la prestación de servicio de agua potable y alcantarillado del cantón Ibarra, (Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Ibarra [EMAPA-I), 2014) se establece varias categorías de consumo del servicio de agua potable que se citan a continuación.

Art. 22.- Categoría Residencial Cantonal.- Corresponden a esta categoría, aquellos

clientes que utilizan el agua con la finalidad de satisfacer sus necesidades vitales dentro de sus viviendas individuales o colectivas, esta categoría incluye casas, edificios, condominios, etc., que exclusivamente se destinen a vivienda; así como también pequeños locales comerciales o artesanales, entendiéndose por pequeños, aquel cuya área de utilización sea menor de 15 m².

El agua no podrá ser destinada para riego de campos o huertos y se permite solamente el riego de jardines. Se incluyen los grifos públicos instalados con medidor, así como las entidades oficiales municipales.

En esta categoría los clientes y usuarios de la tercera edad y de capacidades diferentes, previa su justificación legal se aplicará lo que determine la respectiva ley.

Art. 23.- Categoría Comercial.- Pertenecen aquellos clientes que utilizan el servicio del agua potable en inmuebles con un área mayor de 15 m² que no están destinados a los fines señalados en el artículo anterior, siendo estos: edificios de oficinas, tales como: edificios de oficinas, hoteles, restaurantes, pensiones, bares, fuentes de soda, salas de espectáculos, licorerías, estaciones de servicio sin lavado de carros, piscinas públicas y privadas, frigoríficos y demás inmuebles que por su destino guardan relación con los enunciado.

Art. 24.- Categoría Industria.- Pertenecen a esta categoría aquellos inmuebles destinados a industrias que utilicen o no el agua como materia prima. En esta clasificación se incluyen las lavanderías comerciales de ropa, estaciones de servicio con lavado de carros, lavadoras de carros, embotelladoras de agua, gaseosas, fábricas de hielo, fábricas de alcohol, y, en general inmuebles o locales destinados a fines que guarden relación o semejanza con lo enunciado.

Art. 25.- Categoría beneficencia.- Las instituciones de beneficencia con finalidad social o pública, así como los establecimientos educacionales pre-primarios, primarios, gratuitos, pagan el cincuenta por ciento de la tarifa correspondiente a la categoría residencial.

Art. 26.- Tarifa Fija.- Dentro de esta categoría están considerados los domicilios y sectores de uso común donde no se instale medidor, quienes pagan un valor fijo correspondiente al servicio de agua fuera de catastro mensual

Además de las categorías citadas, la EMAPA-I identifica internamente los consumos del cantón a través de tarifas diferenciadas como: residencial ciudad y residencial parroquia; discapacidad ciudad y discapacidad parroquial; tercera edad ciudad y tercera edad parroquia; industria ciudad e industria parroquial; comercial ciudad y comercial parroquia; oficina ciudad y oficina parroquia; beneficencia ciudad y beneficencia parroquia, especial y municipal (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], 2015). Por otra parte, en base a datos históricos 2014 – 2016 de la Empresa administradora de agua se identificó la tarifa Priorato que de acuerdo al departamento de comercialización forma parte de consumos residenciales de la ciudad.

3.1.3 División censal del área de estudio

De acuerdo a la asignación de códigos de división política administrativa aplicada en el Censo Poblacional de Vivienda 2010, la parroquia urbana de Ibarra se compone de 33

zonas censales, 32 corresponden al área urbana amanzanada y una al área dispersa o periférica. Cada zona censal a la vez está conformada por sectores censales que dependiendo de su superficie varían en número, estos sectores representan un número de manzanas específicas, conteniendo a la menor unidad de datos, la vivienda.

Las zonas censales se encuentran codificadas por el número de la provincia a la que pertenecen, seguidos del cantón, parroquia y número de zona. Para el caso de sectores censales la codificación se desglosa después del código zona. En la Tabla 1, se ejemplifica la asignación de los dígitos para zona y sector.

Tabla 1.

Ejemplo de codificación de zonas y sector censal

Provincia	Cantón	Parroquia	Zona	Sector
Imbabura	Ibarra	Ibarra	Zona 1	Sector 1
10	01	50	001	001

Con el afán de establecer el área de estudio, formas de enlace de datos y el determinar el nivel de análisis, fue fundamental comprender como el INEC compila la información del a través de codificaciones administrativas con coberturas digitales. Para Valle (2015), una de las principales y más llamativas formas de uso de tecnologías es la representación geográfica de las cifras mediante la elaboración de cartografía temática para publicación o difusión de resultado con una riqueza inmensurable.

3.1.4 Delimitación del área de estudio por zonas censales

Se basó en la demarcación del área de estudio de forma geográfica mediante el atributo de área amanzanada o dispersa a nivel de sectores censales de la información cartográfica del INEC facilitada por SENPLADES (2014), optándose por el análisis de áreas amanzanadas debido al mayor número de suministros de agua georeferenciados a en dichas área. Por otra parte, es necesario que la EMAPA-I culmine con la georeferenciación de los medidores del área periférica, para ser utilizados en futuros estudios. En la Tabla 2, se enlistan las 32 zonas censales que forman parte del área de estudio.

Tabla 2.

Lista de zonas censales y número de sectores que conforman el área de estudio

Código Zona Censal INEC	Codificación según estudio *	Número Sectores
100150001	Z-01	12
100150002	Z-02	10
100150003	Z-03	8
100150004	Z-04	7
100150005	Z-05	7
100150006	Z-06	11
100150007	Z-07	7
100150008	Z-08	11
100150009	Z-09	12
100150010	Z-10	7
100150011	Z-11	6
100150012	Z-12	10
100150013	Z-13	7
100150014	Z-14	10
100150015	Z-15	11
100150016	Z-16	7
100150017	Z-17	8
100150018	Z-18	10
100150019	Z-19	11
100150020	Z-20	10
100150021	Z-21	11
100150022	Z-22	10
100150023	Z-23	12
100150024	Z-24	12
100150025	Z-25	7
100150026	Z-26	10
100150027	Z-27	8
100150028	Z-28	6
100150029	Z-29	11
100150030	Z-30	8
100150031	Z-31	8
100150032	Z-32	11
TOTAL		296

Fuente: Elaboración propia basado en Información cartográfica SENPLADES 2014

Nota: * Con el propósito de citar rápidamente el número de la zona censal en la investigación se simplificó los primeros siete números de la codificación INEC, colocándose así sólo los dos últimos dígitos del código censal del cual provenía.

En la Figura 1, se aprecia la ubicación de las 32 zonas censales en la parroquia urbana amanzanada de Ibarra.

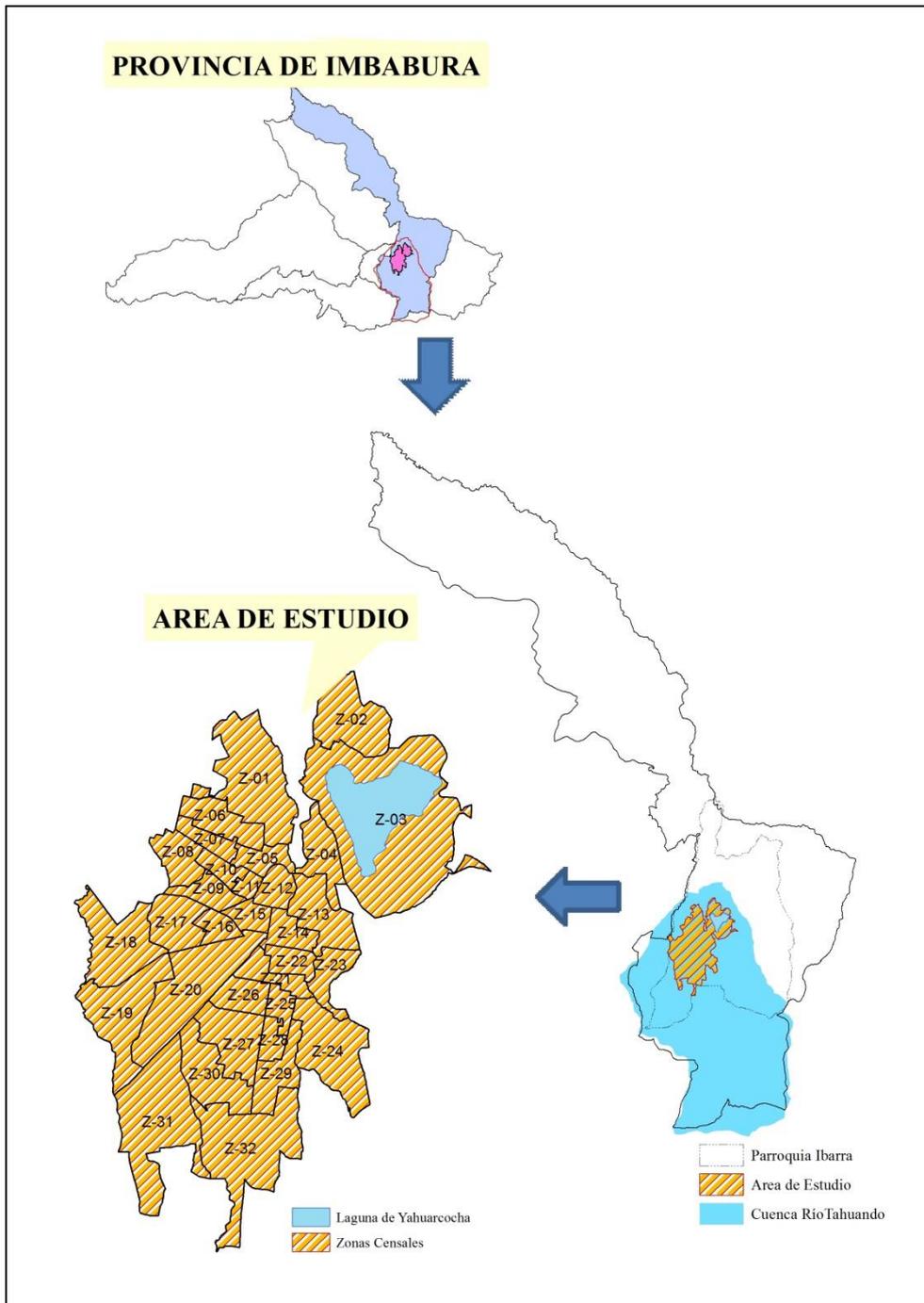


Figura 1. Área de Estudio con delimitación por zonas censales

3.2 Tipo de investigación

El estudio se caracteriza por ser de tipo descriptivo partiendo de un breve análisis del consumo de agua de la parroquia urbana amanzanada de Ibarra, para determinar la posible asociación de factores socio-ambientales relacionados en el gasto del recurso; con el fin de delinear estrategias de gestión que promuevan el aprovechamiento sostenible en la población. La unidad de investigación base fue las zonas censales.

Por cada uno de los objetivos específicos se puntualiza el tipo de investigación aplicada.

- Análisis de los factores socio-ambientales que influyen en el uso de agua por zonas de consumo en la ciudad de Ibarra. Para este objetivo se utilizó la investigación cuantitativa a partir de la recopilación y análisis de datos numéricos, de diferentes fuentes institucionales: EMAPA-I, SENPLADES, INEC, GADI, datos que fueron agrupados a una unidad de análisis (zona censal). De igual forma se apoyó en la investigación descriptiva para describir las relaciones existentes de las variables cuantitativas y cuali-cuantitativas.
- Zonificación del consumo de agua y factores socio-ambientales como herramienta de planificación a través de sistemas de información geográfica. Los tipos de investigación son tan diversos como las ciencias, para este caso el tipo empleado fue el denominado descriptivo geográfico por el uso de herramientas de sistemas de información geográficas Esri ArcGIS, permitiendo con la sobreposición de capas la representación de unidades homogéneas de los factores socio-ambientales (de sus variables) frente al uso del agua.
- Desarrollo de propuesta de lineamientos de gestión orientados sostenibilidad del recurso hídrico en la ciudad. La investigación documental permitió recabar guías para la estructuración de la propuesta y con el apoyo de los productos resultantes de las distintas fases del estudio, se definió las líneas estratégicas orientadas a impulsar la cultura del agua en la población.

3.3 Procedimiento de investigación

Comprende el proceso de recolección de datos, organización, análisis estadístico y el planteamiento de líneas estratégicas en base a los resultados de las fases anteriores.

3.3.1 Recolección de datos

Los datos empleados en el estudio proceden de varias fuentes como son las instituciones públicas, es decir no existió el levantamiento de información en el campo y tampoco se contrarrestó lo recolectado mediante encuestas aleatorias, debido al origen confiable de los datos al ser parte de los historiales de consumo de agua potable de la población, catastros vigentes e información del último censo poblacional de vivienda. A

continuación se detalla las distintas entidades estatales y el tipo de datos obtenidos mediante solicitud de información físicas y portal web.

Datos EMAPA-I

Fue la fuente de información base para el estudio de consumos de agua potable, gestionándose lo siguiente:

Bases de datos del departamento de comercialización y facturación de agua de EMAPA-I periodo 2014-2016, en formato Excel, con los siguientes atributos. (Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Ibarra [EMAPA-I] ,(2017)

- Número de Cuenta (medidor)
- Nombre de Usuario
- Dirección
- Tipo de tarifa (10 clases)
- Consumo m3 de agua
 - Año (2014-2016)
 - Meses (Enero – Diciembre)

Base de datos de departamento de agua no contabilizada de EMAPA-I

- Listado de medidores con número de cuenta georeferenciados en coordenadas UTM Datum PASAD56 zona 17S, organizados por planes, rutas de distribución de agua, en formato shapefile. (Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Ibarra [EMAPA-I], 2016)

Datos GADI

Datos catastrales del cantón Ibarra actualizados hasta octubre del 2016, coordenadas UTM Datum WGS84 zona 17 S, en formato shapefile, con el siguiente detalle (Gobierno Autónomo Descentralizado de San Miguel de Ibarra [GADI], 2016c):

- Clave catastral
- Tipo predio (Urbano/Rural)
- Área Total
- Área de Construcción

- Valor del predio
- Valor de la edificación
- Valor comercial

Otros datos

- Elementos geográficos áreas verdes del cantón Ibarra, coordenadas UTM Datum WGS84 zona 17 Sur (formato shapefile)
- Delimitación geográfica de Barrios de la ciudad de Ibarra, coordenadas UTM Datum PSAD56 zona 17 Sur (formato shapefile). (Gobierno Autónomo Descentralizado de San Miguel de Ibarra [GADI], 2016a)

Datos INEC Censo Poblacional de Vivienda (CPV) 2010

Datos de población de 5 años y más por niveles de instrucción codificados por sector censal parroquia urbana Ibarra. (zona urbana + periférica) en formato Excel (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2016b).

- Ninguno
- Centro de Alfabetización/(EBA)
- Preescolar
- Primario
- Secundario
- Educación Básica
- Educación Media
- Ciclo Postbachillerato
- Superior
- Postgrado
- Se ignora

Datos SENPLADES

Información geográfica en coordenadas UTM, Datum WGS84 zona 17 Sur, formato shapefile y mxd, elaborados por el INEC, pero información proporcionada por la SENPLADES:

Sectores Censales: Delimitación de zonas y sectores censales provincia de Imbabura. Año 2014, con los siguientes atributos entre otros, provenientes de datos INEC-CPV 2010 (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], 2016b):

- Área (km²)
- Densidad poblacional (habitantes/km²)
- Total de viviendas
- Total de hogares
- Total de habitantes
- Número de viviendas por agua por red pública
- Número de viviendas con energía eléctrica
- Total habitantes pertenecientes a la Población Económicamente Activa (PEA)
- Total habitantes pertenecientes a la Población Económicamente Activa Asalariada (PEAa)
- Porcentaje de Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)

Elementos geográficos provincia de Imbabura (edificios importantes, religiosos, parques, entre otros). (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], 2016a)

Otras fuentes de información

- Ortofotos provincia de Imbabura, coordenadas UTM, Datum SIRGAS 2000 zona 17 Sur. Año 2011. Gobierno Autónomo Provincial de Imbabura.
- Zonas de temperatura media anual 1°C, coordenadas UTM, Datum WGS84 zona 17 Sur. INAMHI, CLIRSE (2012), proyecto: "Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional Escala 1:25.000". Formato mxd (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI], 2012 b).
- Zonas de precipitación media anual (1985 - 2009) mm, coordenadas UTM, Datum WGS84 zona 17 Sur. INAMHI, CLIRSE (2012), proyecto: "Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional Escala 1:25.000". Formato mxd. (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI], 2012 a)

3.3.2 Organización de datos

Tratamiento de datos

Consistió en unificar los elementos geográficos a mismo sistema de proyección de coordenadas, para posteriormente codificarlos a la delimitación de sectores censales; trabajando de forma específica en los datos de consumo (proporcionados por EMAPA-I) y catastrales (por el GADI). Todo el tratamiento de datos se realizó en el sistema Esri ArcGIS 10.3

Datos de consumo

Las coordenadas de ubicación de los suministros de agua potable fueron proyectadas al Datum WGS84, determinándose su localización espacial con respecto a los sectores censales del estudio, a través de la intersección de capas. Aquellas cuentas no georeferenciadas, no formaron parte de la investigación.

Datos catastrales

Las capas catastrales fueron cortadas con los límites del área de estudio y unificadas una sola unidad de superficie, a hectáreas. De acuerdo al el 88,30% de los predios se encuentran edificados y no disponer el detalle del tipo de actividad de cada polígono del catastro se debió desarrollar criterios para la exclusión de predios entre los que se cita los siguientes:

- Polígonos menores a 40 m² en base a la ordenanza de uso y ocupación del suelo en el cantón (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], 2016b) señala la mínima superficie para una vivienda de interés social.
- Polígonos sin valores del área de construcción.
- Elementos geográficos naturales, Laguna de Yahuarcocha
- Polígonos identificados como edificios (instituciones educativas, edificios importantes, templos religiosos, edificio de salud, plazas y parques) de acuerdo a la información de SENPLADES.
- Polígonos identificados como infraestructuras nuevas en base a las ortofos del área de estudio.

Posterior a la eliminación de los predios se cruzó la información catastral con la capa de límites de sectores censales, incrementándose los polígonos (predios cortados) debido: a) que los límites censales no concordaban con los límites del catastro a pesar que se proyectaron en el mismo sistema, b) la delimitación censal basada en la existencia de viviendas en el 2010 y el catastro empleado actualizado al 2016, demuestra el crecimiento de la población y posiblemente existirán modificaciones en las demarcaciones de sectores censales en los próximo censo. Procediendo a editar los polígonos catastrales para asignar la codificación del sector al que pertenecía de acuerdo al porcentaje del área del polígono y el sentido de la línea divisora geográfica.

Por otra parte, los datos barriales fueron proyectados al Datum, WGS84, sin embargo los límites geográficos estos son distintos a los límites de sectores censales, existiendo una duplicidad de barrios al momento de intersección de capas.

Exportación de datos

Una vez unificados los datos base a un solo sistema de proyección geográfica y enlazados con la codificación de sectores censales, fueron exportados en formatos Excel, para que los investigadores especialistas del proyecto Ibarra Verde crearan una base de datos empleando el software Oracle Business Intelligence (BI), con el propósito de almacenar la gran cantidad de datos recabados en las distintas áreas de la investigación.

Las ventajas del BI para realizar los cálculos fueron aprovechados para obtener promedios de consumos mensuales y demás pruebas necesarias en el estudio a nivel de sectores para luego ser manejados a nivel de zonas censales. Se recalca que el almacenamiento de datos es generoso de forma específica para los datos de consumo, ya que se incluyeron los registros de las mediciones de los suministros de agua por 12 meses de un historial de tres años consecutivos de más de 35.000 medidores por año; además de información adicional de usuario (nombre, dirección, número de cedula) y características del suministros (número de cuenta, plan, ruta, tipo de tarifa). En el BI, es posible realizar varias operaciones y gráficos, sin embargo las figuras presentadas fueron realizadas en Excel.

Selección de variables

A continuación se describe el proceso de determinación de las variables de la investigación

Variable dependiente

Previo a definir la variable dependiente se analizó las clases de tarifas registradas y los consumos anuales en la base de datos BI (véase Tabla 3)

Tabla 3.

Categorías y consumos por tarifas EMAPA-I del área urbana Ibarra

Nombre de Categorías de Consumo	Clase de tarifas registradas	Volumen promedio anual M3**
Residencial Cantonal	Tercera edad ciudad	1.107.844,67
	Discapacidad ciudad	104.259,00
	Residencial ciudad	6.264.793,33
	Priorato *	70.216,33
	Municipal	51.525,00
Comercial Cantonal	Especial	83.504,00
	Comercial ciudad	1.584.082,67
Industrial Cantonal	Oficina ciudad	352.711,00
	Industria ciudad	59.968,00
Beneficencia Cantonal	Beneficencia ciudad	371.717,00

Fuente: Elaboración propia en base al Reglamento General para la prestación de servicios de agua potable y alcantarillados del cantón Ibarra, a través de la EMAPA-I, 2014 y clases de tarifas de base de datos periodo 2014-2016.

Nota: *El consumo es residencial, sin embargo el cobro tiene un valor diferenciado. ** Promedio anuales periodo 2014-2016

El detalle de las clases de tarifas y el volumen promedio anual del consumo del agua (Tabla 3) orientó a la agrupación de las categorías con fines del estudio en: Tarifas residenciales y Tarifas no residenciales.

Las tarifas residenciales se conformaron por las tarifas: 3 edad ciudad, discapacidad ciudad, residencial ciudad y priorato. Mientras las tarifas no residenciales se incluyeron a las tarifas: comercial ciudad, oficina ciudad, industria ciudad, beneficencia ciudad, municipal y especial. Definiéndose la unidad de análisis para los dos casos de m3/mes de consumo de agua.

Al analizar los volúmenes promedios anuales se identificó los mayores requerimientos para la ciudad en las tarifas “residenciales”, sin dejar de lado la importancia de los

volúmenes no residenciales; sin embargo al considerar que la información recabada tenía relación con datos poblacionales de vivienda, se optó por definir a la variable dependiente a los consumos residenciales, debido a que los consumos comerciales, industriales, de beneficencia, municipales y especiales obedecerían a otras variables, siendo tema de nuevos estudios.

Variables independientes

Para Rogger (1997), los principales factores que afectan el consumo de agua son: el tipo de comunidad, factores económicos y sociales, factores climáticos y tamaño de la comunidad; existiendo así, varios criterios en la literatura, citando otros autores que a además de los precios, consideran como determinantes de la demanda el factor climático, demográficos (de composición y tamaño de los hogares), socioeconómicos (nivel de ingreso), nivel cultural (Avilés-Polanco, Almendarez-Hernández, Hernández-Trejo, & Beltrán-Morales, 2015). La diversidad de criterios permitió una selección de las variables independientes relacionadas con el consumo de agua a criterio técnico del investigador, con el afán de comprobar si las variables recabadas de las distintas instituciones públicas pudieran ser asociadas y explicar el consumo de agua en la ciudad. En la Tabla 4, se enlistan de acuerdo al tipo de factor las variables seleccionadas.

Tabla 4 .*Variables independientes del estudio según factores socio-ambientales*

Factores socio ambientales	Tipo de variables	Sub variables
Climático	Temperatura (°C) Precipitación (mm)	
Demográficos	Densidad Poblacional (hab/ha) Habitantes por hogar (hab/hog) Tamaño de predio (M2) Tamaño de vivienda (M2)	
Sociales	Niveles de Instrucción* (número de personas)	Sin Estudio (Ninguno, Centro de Alfabetización, Se Ignora) ** Preescolar Primaria Educación Básica Secundaria Educación Media Educación Superior (Ciclo Post bachillerato, Superior, Postgrado)**
Socio-económicos	NBI (%) Población Económicamente Activa (PEA) número de personas Valor de predio (USD) Valor de vivienda (USD) Valor comercial (USD)	PEA Total PEA Asalariada
Otras variable	Servicios Básicos (%)	Cobertura energía eléctrica Cobertura agua potable

* Los niveles de instrucción incrementaron en base al plan decenal de educación 2006.

** Sumatoria de niveles de instrucción original para disminuir las categorías de análisis.

Base de datos de la variable dependiente**Consumo Residencial**

La variable del consumo residencial fue examinada con cada una de las variables independientes definidas en el estudio con el propósito de determinar si existe o no relación entre sí y que tan explicativas podrían ser. Para esto, fue necesario disponer de una base de datos georeferenciados que muestre concordancia del consumo promedio mensual de una vivienda o de un hogar de la ciudad de Ibarra, teniendo como referencia la información Instituto Nacional Estadísticas y Censos [INEC] (2012a), que cita que los hogares en el área urbana consumen 26,73 m³/mes y a nivel provincial Imbabura registra el valor de 21,44 m³/mes.

Los valores de consumo por hogar en área urbana, fueron de guía para definir posibles valores mínimos y máximos del gasto de agua por hogar. De acuerdo a Villacís &

Carrillo (2012) los hogares en el país están conformados desde unipersonales y más de seis miembros, en áreas urbanas la presencia de hogares unipersonales es de 12,1%, dato importante para considerar que dentro del área de estudio puede encontrarse hogares de este tipo. Por otra parte, para conocer la composición de los hogares de la parroquia urbana amanzanada de Ibarra se empleó los datos a nivel de sector censal y se determinó la relación del número de habitantes con el número de hogares teniendo como resultado un rango entre 2,6 a 7,4 habitantes por hogar (hab/hog).

En virtud de lo expuesto, se fijó un rango de 1hab/hog a 7,4 hab/hog con un volumen mínimo y máximo del consumo de m³/mes, basado en la cantidad de 100 litros/habitante/día adecuada por Howward, Bartram, & Organization, 2003, y un valor máximo de 367 litros/habitante/día consumidos para siete persona que habitan un hogar según Superintendencia de Servicios Sanitarios [SISS], (2008). Obteniéndose un consumo promedio mínimo de 3 m³/mes y un máximo de 83 m³/mes, valores proyectados a un consumo anual mínimo de 36 m³ y un máximo de 996 m³, con la finalidad de facilitar la selección de los suministros en la base de datos BI.

Asimismo a medida que se revisaron al azar los valores de consumo de suministros se detectó en la cuentas registros en cero en uno o en varios meses de un año, lo cual motivó la formulación de un criterio adicional el elegir suministros con mediciones continuas (12 meses enero – diciembre de un mismo año) por lo menos de un año del periodo de estudio (2014-2016). Los suministros con mediciones en cero pudieren ser indicadores de medidores: recién instalados, con consumos esporádicos o abandonados parcial o temporalmente.

Toda la información analizada sirvió para definir criterios de selección de suministros, determinando las siguientes condiciones para formar parte de la base de datos.

- Filtro 1. Suministros georeferenciados ubicados en el área de estudio.
- Filtro 2. Suministros con registros continuos (12 meses) de al menos un año del periodo de estudio (2014-2016).
- Filtros 3. Suministros con mediciones anuales mayor a 36 m³ y menor a 996 m³ de los suministros resultantes del F2.

Los suministros que no cumplieron la condición formaron parte de los Datos No Considerados, necesarios ser analizados en estudios posteriores.

En general el resultado de la base de datos de consumo residencial fue la aplicación de varios criterios que se convirtieron en filtros en la base de Oracle BI, resumidos en la Figura 2.

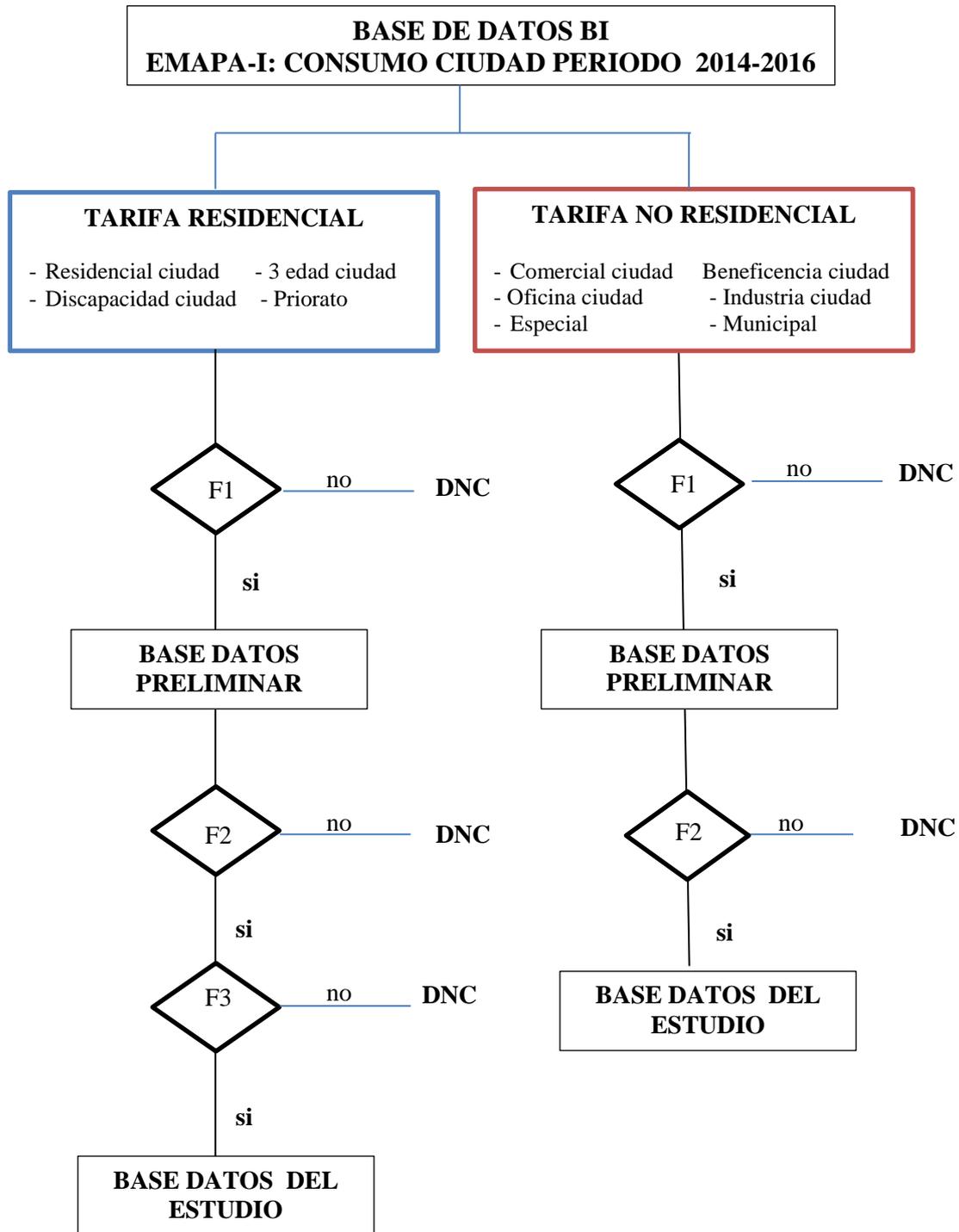
Consumos No Residenciales

El procedimiento para la definición de base de datos de consumos Tarifa No Residencial, fueron en concordancia con los criterios empleados en la tarifa residencial en la Figura 2, se resumen el proceso. La aplicación de los filtros en la base de datos Oracle BI, seleccionado aquellos suministros que se encuentren georeferenciados dentro del área de estudio (filtro 1) y los suministros con registros continuos (12 meses) de al menos un año del periodo de estudio (2014-2016), es decir aplicación del filtro 2. No existió la necesidad de aplicar el tercer filtro debido a que las distintas actividades no residenciales pueden tener un patrón diferente de demanda de agua y definir consumos mínimos y máximos sería otro tema de estudio.

De igual manera los suministros que no cumplían la condición de los filtros 1 y 2 formaron parte de Datos No Considerados.

La aplicación de los filtros era esencial para la representación cartográfica de dichos consumos, como se describe en la zonificación de los resultados.

En la Figura 2. Esquema de selección de datos sobre consumo de la ciudad de Ibarra se esquematiza el proceso de selección de datos sobre consumo de la ciudad de Ibarra.



F1 = Filtro 1. Suministros georeferenciados ubicados en el área de estudio.

F2 = Filtro 2. Suministros con registros continuos (12 meses) de al menos un año del periodo de estudio (2014-2016).

F3 = Filtros 3. Suministros con mediciones anuales mayor a 36 m³ y menor a 996 m³ de los suministros resultantes del F2.

DNC = Datos No Considerados en el estudio

Figura 2. Esquema de selección de datos sobre consumo de la ciudad de Ibarra

Fuente: Elaboración propia en base a la tarifas de registradas en EMAPA-I.

3.3.3 Análisis estadístico

Análisis de correlación

La correlación estadística fue la prueba empleada para establecer el grado de dependencia entre el consumo de agua residencial (m³/mes) con las variables independientes del estudio, previo a esto se analizó la normalidad de la variable dependiente con la finalidad de verificar datos atípicos tanto a nivel de sector como de zona censal. Posterior a esto los datos promedios de cada variable fueron graficados con el consumo promedio residencial y a través del coeficiente de correlación (r) de Pearson se demostró la existencia o no de la asociación de las variables. El factor de determinación lineal (r²) permitió conocer que tan ajustados los datos se encontraban a línea recta.

Una vez definido el nivel de significancia de los coeficientes de correlación al 95% y 99% mediante la prueba de significancia en el software estadístico SPSS versión 24; los resultados fueron resumidos para seleccionar las variables con valores de alta significancia estadística emplearlas en un modelo.

Regresión múltiple

Con el propósito de conocer si la posible asociación de varias variables independientes explicaría de mejor manera el consumo residencial se empleó la regresión múltiple. Con la ayuda del SPSS versión 24, se determinó el modelo estadístico explicativo, considerando la bondad del modelo en base al valor r² ajustado superior a 0,80, analizando los valores de Durbin-Waston menor a 2,5, para obviar los errores de autocorrelación, asimismo los valores de significancia 95% y 99% de f calculado del ANOVA y finalmente los valores de FIV menor a 10, para evitar que el coeficiente de regresión estimado se incrementa a causa de la colinealidad.

La validación del modelo fue aplicada y verificada con los datos de origen de consumo de cada zona censal considerando el valor del error del modelo, estableciéndose el número de zonas explicadas a través del modelo, resultado que demostró el porcentaje de aprobación o rechazo del mismo.

3.3.4 Zonificación de resultados

Para DeOliver (1999) la diferencia de las correlaciones estadísticas, la posición geográfica no solo muestran una relación entre causa y efecto, sino también la proximidad espacial de los datos individuales dentro de una característica (una fuerte la correlación estadística no transmite esto), y a través de este estudio se verificó que tan útil es la cartografía en la planificación ambiental.

La zonificación consintió en la representación cartográfica a nivel de zonas censales del área de estudio en forma separada de las variables independientes (factores ambientales, demográficos, sociales y económicos) con la variable dependiente (consumo de agua residencial m³/mes); empleando el sistema de información geográfico Esri ArcGIS versión 10.3.

Para zonificar los valores de las variables se aplicó el método de clasificación de intervalos iguales en tres clases, con el propósito de identificar datos altos, intermedios y bajos, diferenciando la representación de las variables independientes con colores graduados de una misma gama (colores claros - cantidades bajas, colores intermedios - cantidades intermedias y colores intensos -cantidades altas); para el caso de la variable dependiente se optó por un símbolo graduado (circunferencia pequeña a grande) con colores de semaforización, así: color verde para los consumos bajos, amarillo para intermedios y rojo altos.

Asimismo con la finalidad de identificar los sitios de la zona de estudio se empleó la información cartográfica del GADI (2016), sobre la ubicación de los barrios de la ciudad de Ibarra, información necesaria seleccionar debido al número de sectores barriales (100) existentes en la urbe; para lo cual, se optó emplear la información como puntos y no como polígonos, para que los elementos geográficos de mayor interés se aprecien de mejor manera. Los puntos de barrios fueron reducidos a 42 localidades considerando que exista al menos uno por zona y de conocimiento popular, con el fin de evitar sobrecargas por los nombres.

Por otra parte, los consumos no residenciales: comercial, industrial, beneficio, especial

y municipal, fueron representados a nivel de sectores censales debido a que no se puede generalizar a la zona censal un solo tipo de consumo no residencial, ya que en la práctica puede existir más de uno, obteniendo un mapa por cada tarifa, conservando la semaforización en concordancia a lo propuesto en los datos residenciales (verde-bajo, amarillo-intermedio y rojo-alto).

3.3.5 Planteamiento de lineamientos estratégicos

La formulación de propuesta de lineamientos estratégicos, se basó de forma previa en la identificación de directrices y lineamientos territorial del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2020, con el afán de mantener una compatibilidad con las políticas públicas nacionales. Asimismo se empleó la literatura revisada para la formulación de acciones y considerando la importancia de la cultura del agua en la población.

Los análisis de las variables independientes frente al consumo de agua fueron elementales para delinear acciones concretas en la fase del uso del recurso; generando un instrumento adicional para la gestión ambiental urbana de la EMAPA-I.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN O PROPUESTA

4.1 Análisis de los uso de agua potable en la ciudad de Ibarra

4.1.1 Generalidades

La investigación se sitúa en la parte baja de la Unidad Hidrográfica del río Tahuando donde se localiza la parroquia urbana del cantón Ibarra con una población proyectada al 2014 de 134.603 habitantes, (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], 2015). Al ser el área de estudio la capital de la provincia donde se asienta un considerable porcentaje de población de imbabureños, la demanda de servicios básicos crece, siendo el agua potable una de estas. En el estudio de Cuasapud (2017), relacionado a la oferta y demanda de agua se analiza los caudales autorizados mayores a 1,0 l/s destinados al consumo humano de las parroquias urbanas y rurales ubicadas en la microcuenca del Tahuando, de lo que desprende que el 66,67 % de las autorizaciones abastecen al sector urbano y el 33,33 % al sector rural. Es así que, la conservación de la microcuenca es vital para garantizar a la población el caudal permanente, siendo necesario explorar los usos principales del agua, para formular estrategias de manejo en la gestión urbana de los recursos hídricos.

El servicio de agua potable en la ciudad es abastecido por la EMAPA-I, que de acuerdo a la página web institucional tiene como visión ser:

“Una empresa reconocida por la ciudadanía al dotar servicios de agua potable, saneamiento y tratamiento de aguas residuales oportunos y de calidad a través del desarrollo eficiente, autosustentable e integral de nuestro personal, en apego al marco legal aplicable y comprometida con la mejora continua” (<http://www.emapaibarra.gob.ec/index.php/filosofia>).

Siendo oportuno incorporar acciones sobre el ahorro de agua en la institución y población como parte de un mejoramiento continuo que busca fortalecer el sistema de gestión ambiental.

La EMAPA-I dispone de una capacidad de reserva de agua potable en sus 23 tanques de

10.070 m³, representando el 1.01 % de la demanda del consumo mensual y el 30.15 % promedio de la demanda de consumo diario (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], 2015). Para enfrentar posibles situaciones de riesgo de sequía es necesario preparar a la población a través de programas de uso eficiente del agua, fomentadas en una cultura del agua.

4.1.2 Usos y volúmenes de consumo

La EMAPA-I, identifica a los clientes mediante la codificación del suministro asignando a la vez el un tipo de tarifa en base al uso del agua solicitado estableciéndose el pago respectivo en relación al volumen de consumo mensual. En la Figura 3, se aprecia los tipos de tarifas registradas para la ciudad de Ibarra, observándose que la tarifa residencial es la principal con el mayor número de clientes representando el 72,5% del total, seguido del comercial, tercera edad ciudad, discapacidad ciudad, priorato, oficina, beneficencia, industrial, especial y municipal.

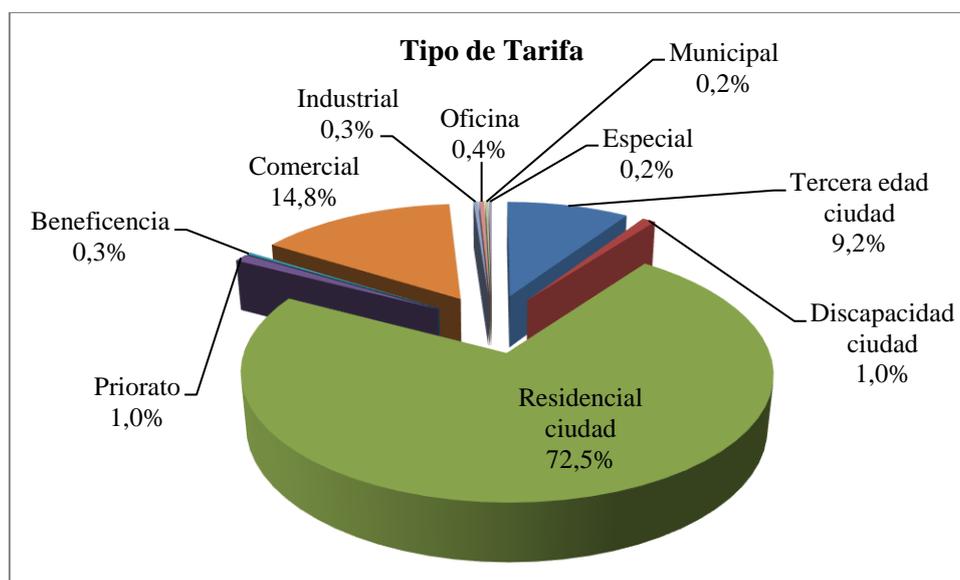


Figura 3. Tipo de tarifas registradas en la ciudad de Ibarra

Fuente: Elaboración propia, con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos facturados (2016)

Al analizar el volumen facturado en el año 2016 por EMAPA-I (véase Tabla 5), el total de agua demanda por la ciudad de Ibarra fue de **10.272.373 M3**, distribuida de forma mayoritaria en la tarifa residencial al sumar los valores residencial ciudad, tercera edad ciudad, discapacitados ciudad, priorato con un consumo de 7.787.915 M3; seguido por las tarifas comercial, beneficencia, y oficinas, con 2.296.512 M3. Es decir, que estas

cuentas suman más de 10.000.000 M3, tornándose estratégico la aplicación de medidas de eficiencia de agua en estos grupos de la población.

Por otra parte, sin dejar de lado las tarifas: especial, industrial y municipal, sumaron 187.946 M3 que comparadas con las demás tarifas el consumo es pequeño, pero no por eso en menos importante.

Tabla 5.

Volumen de agua potable consumido año 2016, según tipo de tarifa

Tipo de tarifa	M3 año 2016	Porcentaje (%)
Municipal	48.008	0,47
Industrial	62.297	0,61
Priorato	73.104	0,71
Especial	77.641	0,76
Discapacidad ciudad	106.122	1,03
Oficina	332.275	3,23
Beneficencia	397.827	3,87
Tercera edad ciudad	1.111.572	10,82
Comercial	1.566.410	15,25
Residencial ciudad	6.497.117	63,25
Total	10.272.373	100,00

Fuente: Elaboración propia, con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2016)

En la Figura 4 se muestra la distribución de la demanda de agua facturada en el año 2016 por tipo de tarifa, desprendiéndose que alrededor del 76% es consumido por sectores residenciales al incluir a las tarifas: residencial ciudad, tercera edad ciudad, oficina ciudad y priorato; y las actividades económicas y de servicio conforman el resto del porcentaje requerido.

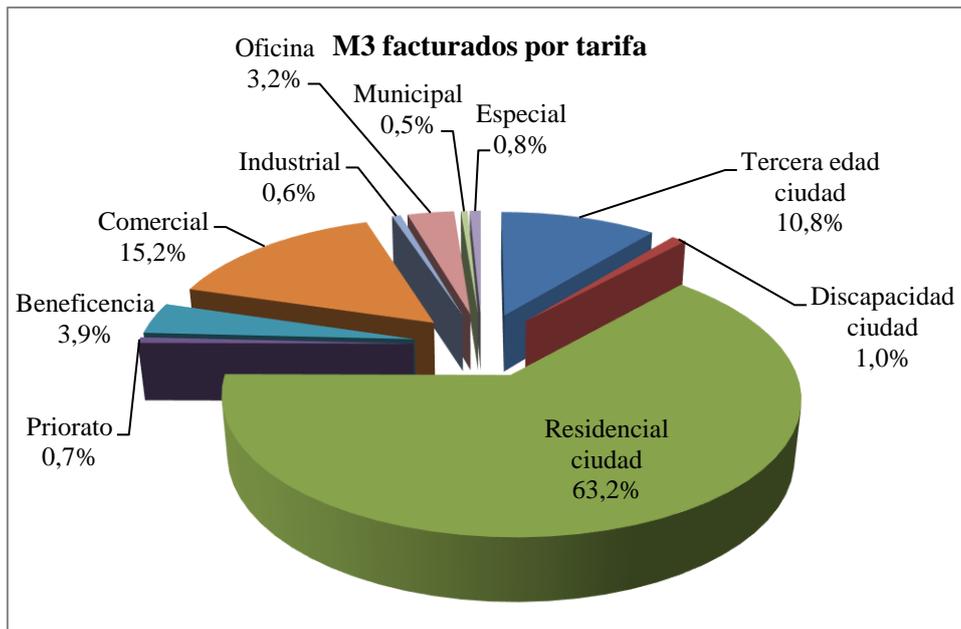


Figura 4. Volumen de agua consumida por tipo de tarifa

Fuente: Elaboración propia, con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos facturados (2016)

4.2 Consumo de Agua Tarifa Residencial

La categoría de consumo residencial incluye aquellos clientes que utilizan el agua con la finalidad de satisfacer sus necesidades vitales dentro de sus viviendas individuales o colectivas, así como también, los consumo de los pequeños locales comerciales o artesanales, cuya área de utilización sea menor de 15 m² (Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Ibarra [EMAPA-I], 2014). En la Figura 5 se aprecia la estructura de la categoría residencial conformada por las tarifas: residencial ciudad, tercera ciudad, discapacidad ciudad y priorato; diferenciadas las tres últimas por la aplicación de subsidios en el pago de agua consumida. Cabe indicar que el estudio empleó todas las tarifas citadas.

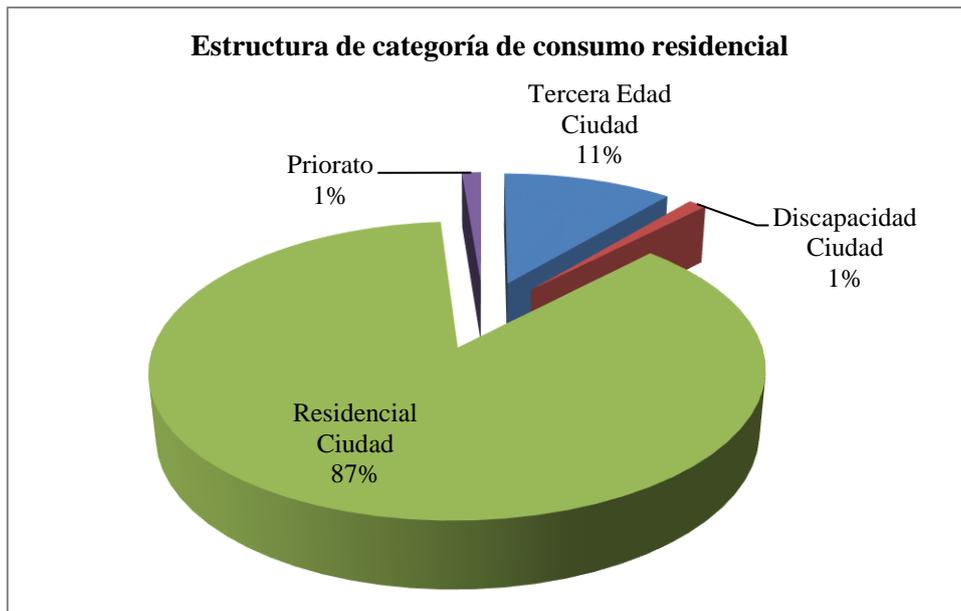


Figura 5. Estructura de categoría de consumo residencial

Fuente: Elaboración propia, con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos facturados (2014-2016)

A continuación se analiza la tarifa residencial relacionada con el número de suministros existentes, consumo de litros habitantes día, consumos por mes de año, consumos mensuales y zonificación por zonas y sectores censales.

4.2.1 Análisis de consumos tarifa residencial

Para los fines de la investigación y acorde a la metodología fueron agrupadas las tarifas residencial ciudad, tercera edad ciudad, discapacidad ciudad y priorato en una sola categoría denominada “consumos tarifa residencial”, término a emplearse en los siguientes análisis.

Características de los suministros tarifa residencial

Sobre la base de datos históricos 2014 a 2016 del consumo de agua en la ciudad y de información disponible sobre la georeferenciación de los suministros de agua proporcionados por la empresa municipal, a continuación se detallan las características.

En la Tabla 6 se presenta el número de suministros con consumo de tarifa residencial (sumatoria de tarifas: residencial, tercera edad, discapacidad y priorato), registrados hasta diciembre de 2016, de los cuales el 97% estuvieron georeferenciados en el sistema de proyección PSAD56 zona 17sur. Para los fines del estudio se proyectó al Datum

WGS84 zona 17 sur con el fin de unificar el sistema de coordenadas. Por otra parte, existe un 7% de suministros pendientes de ubicarlos de forma espacial.

Tabla 6.
Características de suministros tarifa residencial

Características Tarifa Residencial	Clientes	Porcentaje
Total de suministros registrados a diciembre 2016	36.622,00	100%
Total de suministros no georeferenciados	2.495,00	7%
Total de suministros georeferenciados	34.127,00	93%

Fuente: Elaboración propia, con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016)

El beneficio de disponer de información georeferenciada sobre el consumo de agua, permite el desarrollo de cartografía temática como herramienta de planificación. En la Tabla 7, se detalla características encontradas al analizar las cuentas; así,

- La presencia de suministros catalogados con uso residencial, aunque el nombre de usuario pertenecía a instituciones públicas o cuentas ubicadas en áreas de mercados, representaron el 2% del total. De acuerdo a la descripción de la categoría de consumo en el reglamento de la EMAPA-I, las actividades comerciales en áreas menores a 15 m² también forman parte de los consumos residenciales; sin embargo, para el estudio se debía manejar datos relacionados al consumo de agua de las viviendas, razón por la cual estos suministros no fueron considerados en los análisis posteriores.
- Asimismo al revisar el comportamiento de los consumos M3 sobre los registros mensuales se identificó medidores con lecturas continuas y discontinuas en un año, es decir, existieron cuentas que no tenían meses leídos completos en un año y otros registraban lecturas en cero. Para los fines respectivos del estudio estos suministros no fueron considerados. Las cuentas con mediciones discontinuas presentan el 20%.
- Todas las cuentas con consumos continuos de al menos un año, es decir con 12 meses completos fueron parte del análisis, con base en el criterio de identificar la población ubicada en un determinado lugar con consumos permanentes. Este tipo de suministros representa el 78 % del total de las cuentas georeferenciadas.

Tabla 7.*Características de suministros tarifa residencial georeferenciados*

Características suministros georeferenciados	Clientes	Porcentaje
Total de suministros georeferenciados	34.127	100%
Suministros georeferenciados sin uso residencial	547	2%
Suministros georeferenciados con mediciones discontinuas en los 12 meses de al menos un año	6.989	20%
Suministros georeferenciados con mediciones continuas en los 12 meses de al menos un año	26.591	78%

Fuente: Elaboración propia, con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos facturados (2014-2016)

Los promedios de consumos mensuales y anuales de los suministros georeferenciados con mediciones continuas de al menos un año de los tres de los cuales se disponía de datos, fueron analizados para conocer valores mínimos y máximos de consumos, detectándose registros mensuales menores a 3 M3 y mayores a 80 M3. Con base en los criterios metodológicos se establecieron filtros para el uso de datos con el propósito de garantizar que se refleje los consumos provenientes de los hogares, teniendo en cuenta la existencia en el área de estudio de hogares unipersonales y pluripersonales, efectuándose estimaciones de consumos por el número de mínimo y máximo de personas que integran el hogar. En la Tabla 8, se aprecia las características de los suministros con mediciones continuas:

- Los clientes con registros anuales menores a 36 M3 y mayores a 996 M3 no formaron parte del análisis del consumo residencial, en el primer caso porque no demostraría el consumo de una persona con un requerimiento de 100 L/hab/día; en el segundo caso, el número máximo de integrantes promedio por hogar encontrado fue 7,4 personas a lo cual se consideró asimismo un valor máximo de requerimiento diario de 367 L/hab/día de acuerdo a un estudio de Superintendencia de Servicios Sanitarios [SISS] (2008), por lo tanto los consumo superiores a esta relación estarían posiblemente asociados a requerimientos mixtos como residencial y comercial.

Tabla 8.

Características de suministros georeferenciados tarifa residencial mediciones continuas

Características Suministros georeferenciados mediciones continuas	Clientes	Porcentaje
Suministros georeferenciados con mediciones continuas	26.591	100,00%
Suministros con registros anuales entre 36 m3 y 996 m3	26.404	99,30%
Suministros con registros anuales menor a 36 m3	131	0,49%
Suministros con registros anuales mayor a 996 m3	56	0,21%

Fuente: Elaboración propia, con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016)

En relación al número de suministros del periodo de análisis se observa en la Figura 6, que existió un aumento de cuentas para el año 2015 y 2016, el mayor incremento se efectuó entre el 2014 al 2015, es decir que, la solicitud de nuevos medidores tendió a crecimiento en este periodo.

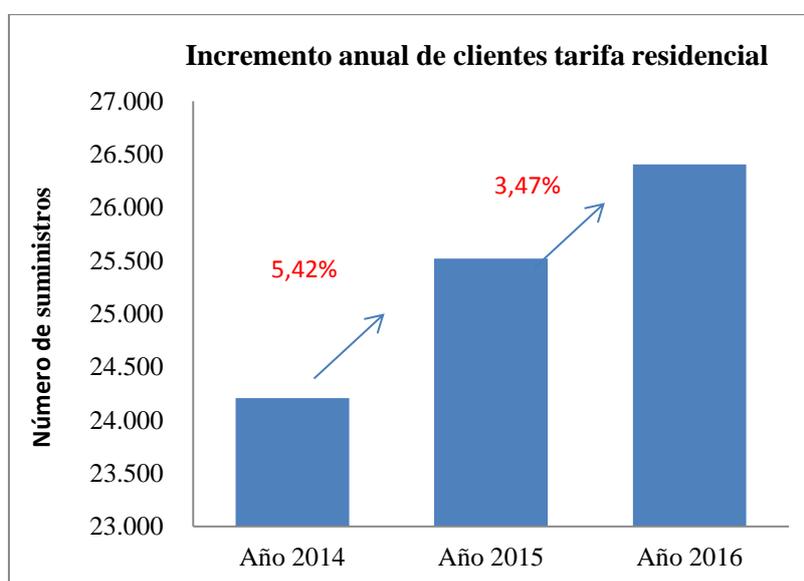


Figura 6. Incremento de suministros tarifa residencial periodo 2014-2016

Fuente: Elaboración propia, con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016)

A la par del incremento de los suministros por año también existió el aumento del requerimiento de M3 anuales, en la Figura 7, se observa la cantidad de M3 demandados por la ciudad de Ibarra, de forma específica de la parroquia urbana amanzanada durante los tres años del periodo de estudio. De igual manera, en relación a lo analizado en la figura anterior se presenta un crecimiento mayor de volumen de agua entre el 2014 al

2015 alrededor de 4,54% (273.385 M3); para los años 2015 al 2016 también se presentó una variación de 2,24% (141.177 M3). Denotándose que cada año existe una más demanda de agua en la población.

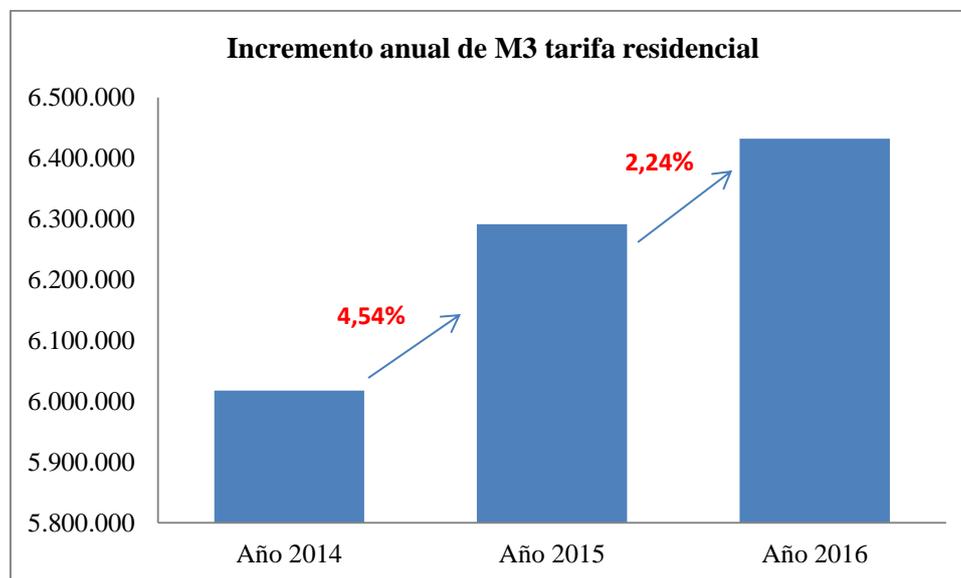


Figura 7. Incremento de M3 periodo 2014-2016, consumo residencial

Fuente: Elaboración propia, con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016)

Procesos de urbanización y consumo de agua anual

La urbanización o la concentración de la población en las zonas urbanas es un reflejo del movimiento migratorio del medio rural al urbano, del crecimiento vegetativo de las zonas urbanas y de la reclasificación de las zonas rurales en urbanas. Este crecimiento se ha efectuado normalmente sin considerar la interacción que existe entre el medio urbano y las cuencas donde se asientan (Dourojeanni & Jouravlev, 1999). La periferia que acoge las migraciones campo-ciudad ya supone una primera simplificación de la estructura urbana. (Rueda, 2012)

Con base en la proyección de la población al 2014, 2015 y 2016 y con los consumos respectivos, se promedió los resultados a nivel de zona censal, para ser graficados y mostrados en la Figura 8, de lo que se obtiene, que a medida a que la población se incrementa, también el consumo de M3 de agua demandado por año aumenta, existiendo una correlación positiva y significativa. Es indiscutible que, el crecimiento poblacional propio de cada zona censal sumado a la ampliación (propiedades horizontales) y creación de nuevas áreas urbanas las cuales se urbanizaran a medida que la población vea oportunidades laborales en la ciudad o mejores condiciones de

servicios, el requerimiento de agua aumentará, siendo los desafíos de la empresa municipal, satisfacer a las futuras poblaciones.

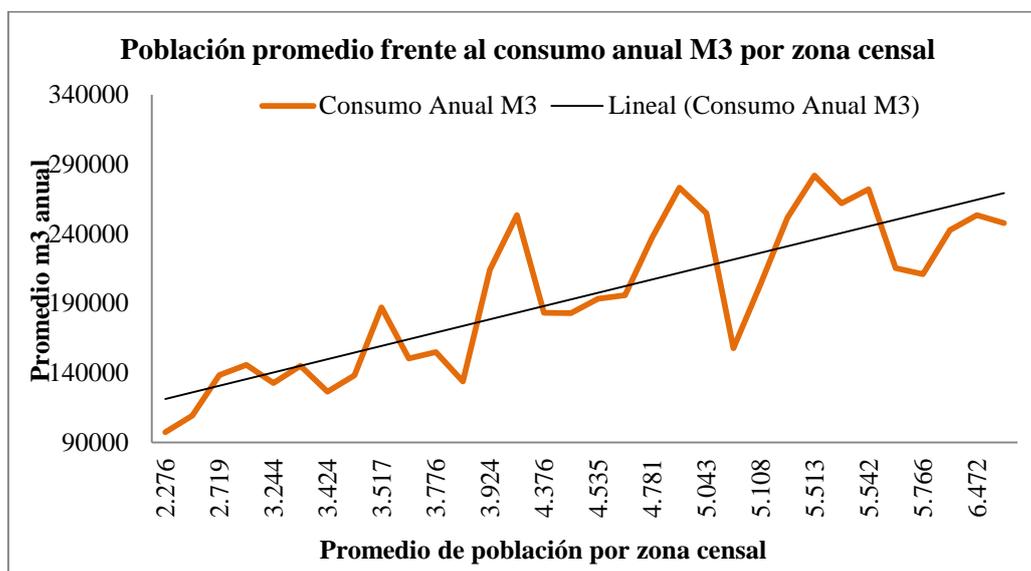


Figura 8. Población y consumo anual M3

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos Fracturados (2014-2016)

Consumo promedio Litros/ habitante/día por zona y sector censal

Zona censal

Según el Manual de procedimiento para la elaboración de informes técnicos para la sustentación de resoluciones de uso y aprovechamiento de agua (Secretaria del Agua [SENAGUA], 2012), la dotación para el abastecimiento humano en zona urbana con una distribución de toma domiciliaria va desde 150 a 250 L/hab/día, rango graficado comparándolo con el consumo actual promedio obtenido a nivel de zona censal (véase Figura 9). Observándose que existe una zona censal que se encuentran por debajo del valor mínimo de dotación, por otra parte, existen zonas censales que superan el valor máximo fijado de abastecimiento, por lo tanto estas zonas demandan de más de cantidad de agua que la estimada a ser consumida.

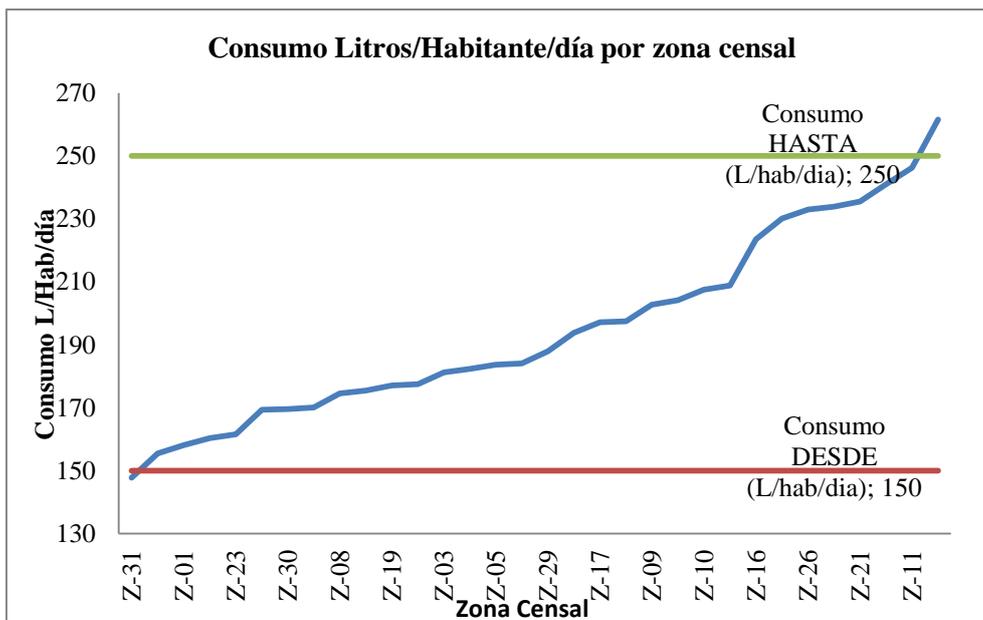


Figura 9. Consumo litros habitante día por zona censal

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

Por otra parte, en la Tabla 9 se considera otros factores establecidos en el manual relacionados con el abastecimiento humano, los valores de litros habitantes día varían dependiendo si se considera la población y el clima, o por las regiones geográficas. De esta manera, en la Tabla 9 se citan valores en concordancia a las características del área de estudio, con una población de más de 50.000 habitantes de clima templado, ubicado en la zona sierra y que a la vez es la cabecera cantonal y zona urbana. No obstante, con estos criterios adicionales, los consumo promedios LI/hab/día obtenidos por zonas censales estarían dentro de las consideraciones geográficas.

Tabla 9.

Dotación y consumo en el abastecimiento humano, según SENAGUA

Abastecimiento humano	Población	Clima	Dotación media futura (L/hab/día)	
			Desde	Hasta
(considerando otros factores)	Más de 50.000 habitantes	Templado		>220
Abastecimiento humano	Zona	Unidad política	Consumo (L/hab/día)	
			Desde	Hasta
(considerando regiones geográfica)	Sierra	Cabecera cantonal	150	200
		Zona urbana	250	300

Fuente: Manual de procedimiento para la elaboración de informes técnicos de sustentación para las autorizaciones de autorización del derecho de uso y aprovechamiento de agua. SENAGUA (2012). Capítulo VI, pág. 67.

Sector censal

En referencia a la dotación para el abastecimiento humano en zona urbana con una distribución de toma domiciliaria desde 150 a 250 L/hab/día, citada en el manual de procedimiento (Secretaría del Agua [SENAGUA], 2012) en la Figura 9, se observa que existe sectores censales que superan la dotación máxima por el tipo de distribución, llegando hasta a 340 L/hab/día. Y al comparar con los valores de consumo por regiones geográficas de la Figura 9, también supera el valor máximo. Es así que, se encuentran sectores censales con altos niveles de consumo por habitante día.

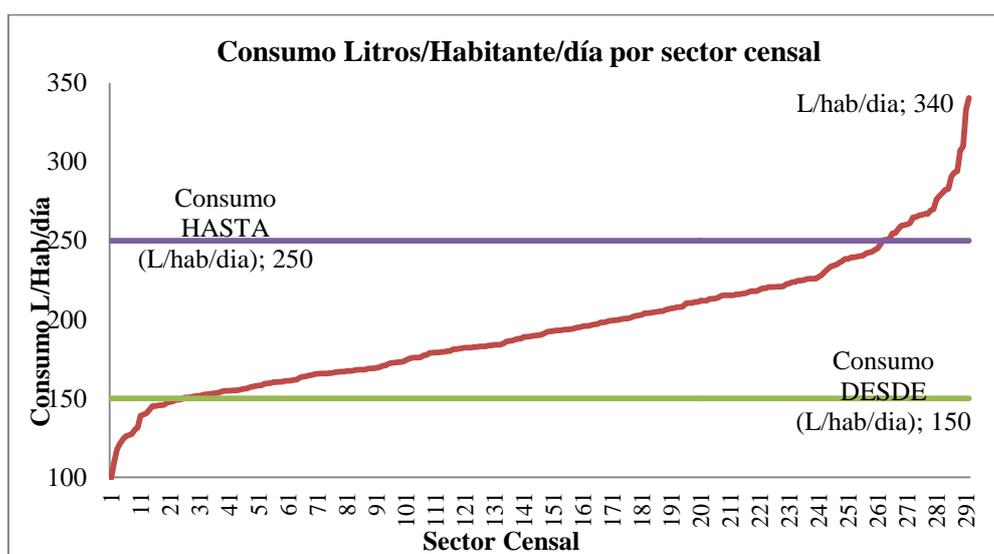


Figura 10. Consumo litros habitante día por sector censal

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos facturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

Consumo promedio de M3 según meses del año

Al analizar el consumo promedio de la parroquia urbana amanzanada de Ibarra, a nivel de los meses de año, se apreció (véase Figura 11) que durante los tres años de datos el mes de enero reflejaba los consumos más elevados en el año alcanzando los 23,50 M3/mes, y por el contrario el mes de menor consumo era diciembre con registros entre 19,50 M3/mes. A continuación se comparan los comportamientos de consumo en los meses febrero a noviembre:

- Si se examina el comportamiento de la línea representada para el año 2014 sin considerar los meses enero y diciembre, se observa que existen valores altos para los meses agosto a noviembre sobre los 22 M3, es decir la población en esas fechas demandó de más agua para sus actividades. Por otro lado, el valor promedio menor registrado (cerca a 20 M3) se presentó en el mes de abril.
- Al observar el comportamiento de la línea representada para el año 2015, sin

considerar los meses enero y diciembre, se evaluó que el mes de octubre se presentó el valor más alto de consumo (23,05 M3), casi similar al comportamiento del 2014 para ese mes, pero para el año 2016 fue uno de los meses con menores registros. En cambio para el menor valor (19,50 M3) fue leído en septiembre, mes en el cual para los años 2014 y 2016 fueron entre de más consumo.

- Si se considera el comportamiento de la línea representada para el año 2016 sin considerar los meses enero y diciembre, se aprecia que existió un valor alto (22,50 M3) registrado en el mes de abril que para el 2014 fue el de menor consumo. Por otra parte, el menor consumo se leyó en el mes de mayo y al compararlo con el comportamiento de 2014 este fue lo contrario.

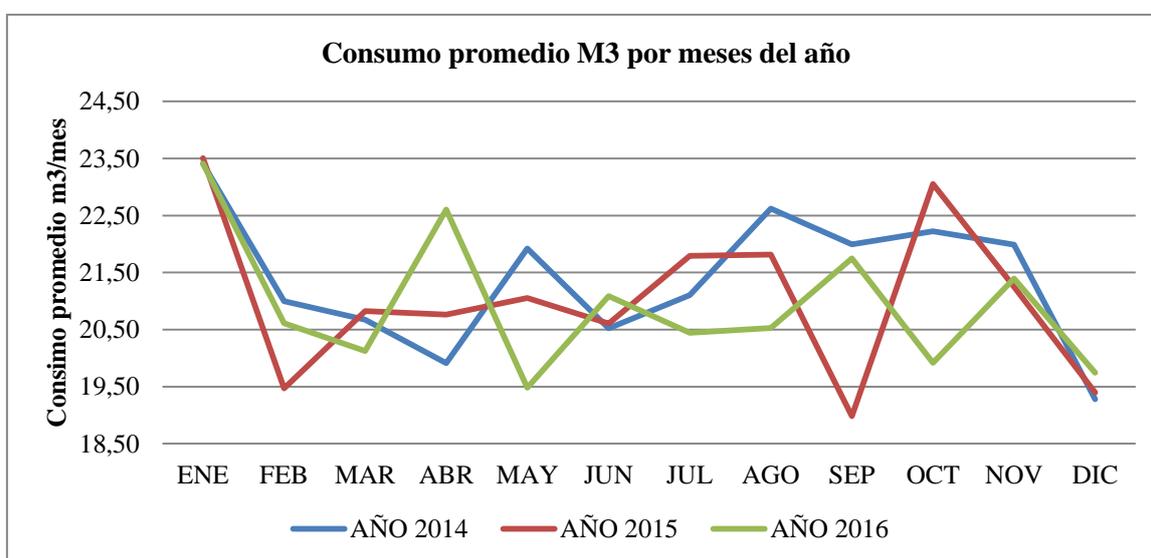


Figura 11. Consumo promedio por meses del año

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos Fracturados (2014-2016)

De esto se puede concluir que no existe una tendencia igual entre los meses de febrero a noviembre de los tres años analizados, pero si para los meses de enero y diciembre, con gran posibilidad se deba a que las lecturas realizadas representan 30 días medidos aunque no precisamente correspondan al día 1 al 30 del mes. Por lo tanto, es necesario investigar con base en lecturas específicas de los meses y conocer como varía de un mes a otros los consumos e identificar los factores o comportamientos asociados a los cambios sean climatológicos, presencia de festividades o periodos vacacionales de la población estudiantil, entre otros.

En la Figura 12, se grafican los volúmenes facturados acumulados durante los tres años del periodo de estudio, observando que enero fue el mes con más metros cúbicos facturados y diciembre el de menor registro, con una demanda promedio mensual de 500.000 M3, cantidad de agua que debe ser garantizada para la distribución por parte de la empresa municipal para satisfacer un patrón de consumo residencial.

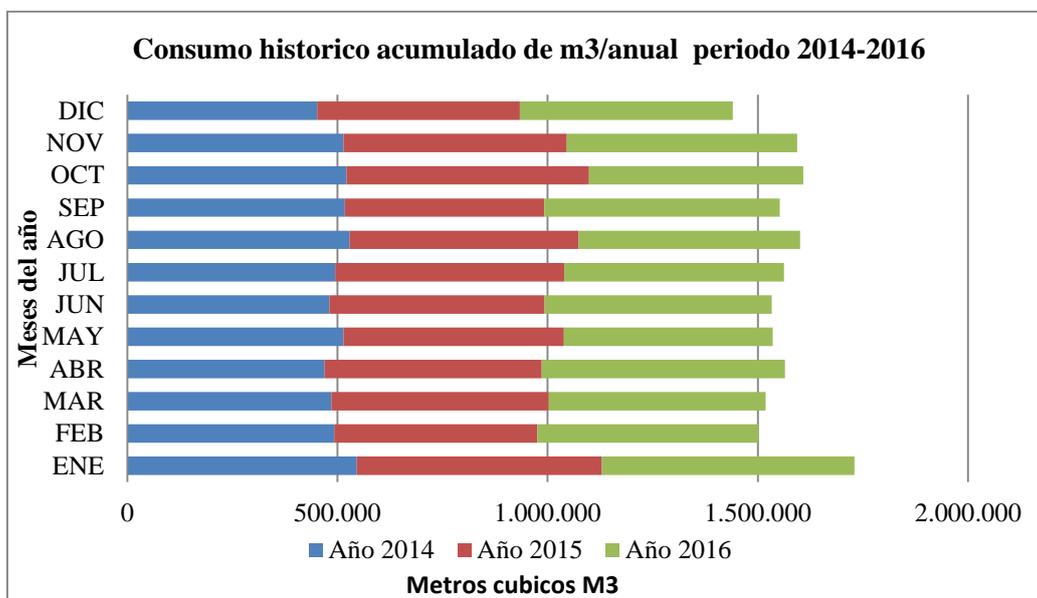


Figura 12. Consumo histórico acumulado M3/Anual periodo 2014-2016

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos Fracturados (2014-2016)

Consumo promedio M3/mes por zona y sector censal

En la Figura 13 se muestra la distribución del consumo por frecuencias determinadas en las 32 zonas censales de la parroquia urbana amanzanada de Ibarra registrando valores mínimos de 16 a 26 M3/mes con una media de 21,10 M3/mes; teniendo un comportamiento cercano a la distribución normal, es decir que el mayor número de zonas censales forman la cúspide de la distribución y a medida que desciende la curva a los dos extremos el número de zonas también decrecen.

Según el Instituto Nacional Estadísticas y Censos [INEC] (2012) el promedio de consumo estimado para la provincia de Imbabura es de 21,44 M3, que comparado con el valor promedio obtenido demuestra concordancia con las estadísticas nacionales sobre el consumo.

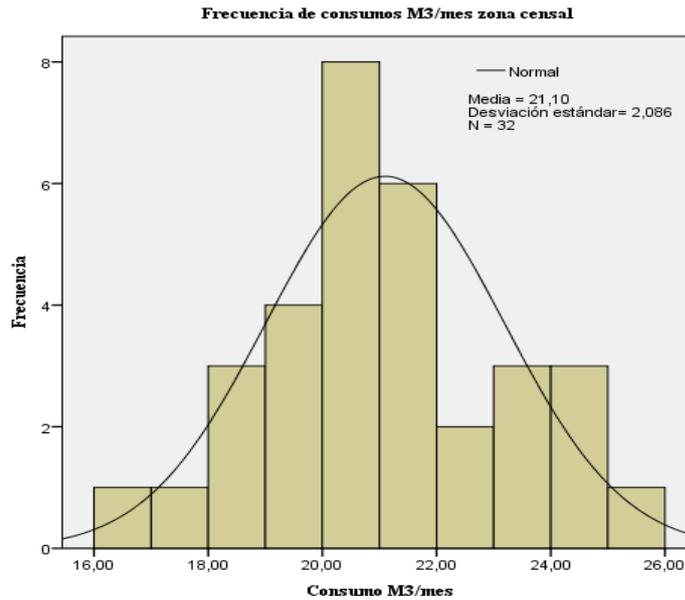


Figura 13. Distribución de frecuencias de consumo M3/mes, por zona censal
 Fuente: Elaboración propia utilizando SPSS (24.0) con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos Fracturados (2014-2016)

En la Figura 14 se aprecia la distribución de consumo por frecuencias establecidas en los 292 sectores censales que conforman el área de estudio, donde se registraron datos de consumo. Apreciándose una distribución normal, es decir, existen extremos de consumo bajos y altos con pocas frecuencias, y la mayor parte de consumos forma la cúspide de la curva. Los valores encontrados van de 13 a 32 M3/mes que en comparación con los determinados a nivel de zonas censales, se observa una distribución más amplia de los consumos, sin embargo el promedio por sector del área de estudio es de 21,00 M3/mes, bastante cercano al promedio de consumo de zona censal de 21,11 M3/mes.

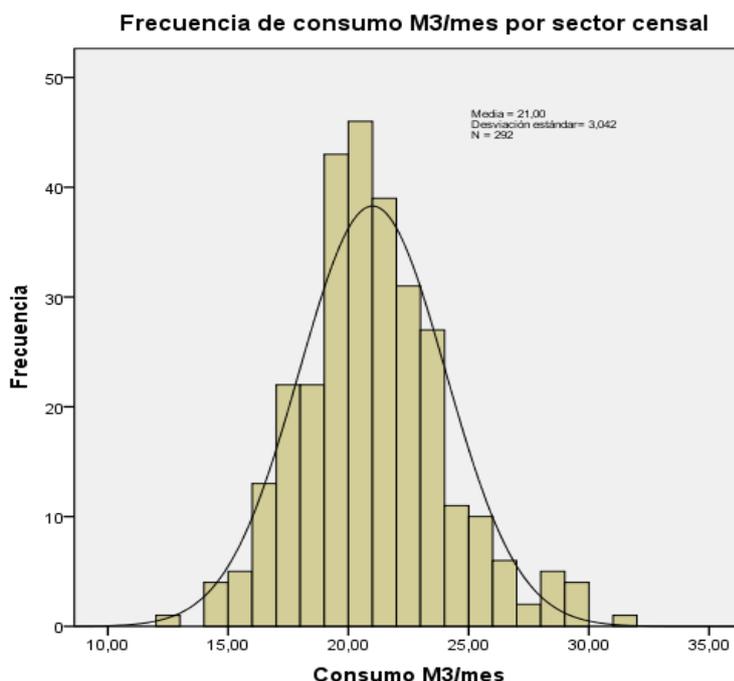


Figura 14. Distribución de frecuencias de consumo M3/mes, por sector censal
Fuente: Elaboración propia utilizando SPSS (24.0) con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos Fracturados (2014-2016)

4.2.2 Zonificación de consumos residenciales

Los consumos residenciales fueron zonificados tanto a nivel de zonas y sectores censales con el propósito de apreciar posibles variaciones de valores promedio al disminuir la unidad de análisis.

A nivel de zonas censales

Consistió en la representación espacial de demanda de agua residencial en M3/mes a nivel de zona censal. Estos consumos promedio también fueron utilizados en el análisis para determinar las variables explicativas asociadas con la variación del consumo de agua.

En la Figura 15 se identifican las zonas con rangos de consumo bajo, medio y alto, diferenciadas mediante colores semejantes a una semaforización. El primer intervalo color amarillo, comprende los consumos entre 16,80 a 19,58 M3/mes presentes en 7 zonas correspondiendo el 22% del área de estudio, estos representarían los valores bajos; el segundo de color tomate, fluctúa de 19,59 a 22,36 M3/mes con valores identificados en 17 zonas, es decir el 53% de la parroquia urbana de Ibarra; y el tercero simbolizado con color rojo, cuyos registros entre 22,37 a 25,20 M3/mes se encuentran en 8 zonas,

siendo las de mayor demanda representado en el 25% del territorio de estudio.

En el análisis detallado por suministro previo a la obtención de los promedios mensuales se observó, consumos que variaron entre 3 M3/mes a más de 80 M3/mes por lo tanto en las zonas identificadas con valores bajos al ampliar la unidad de análisis es posible encontrar consumos menores a 16,80 M3/. Y de igual manera en zonas de elevados consumos se encontraran valores superiores a 25,20 M3/mes; considerándose aún más el interés de profundizar nuevas investigaciones en las zonas y explicar las posibles causas de la variación del consumo.

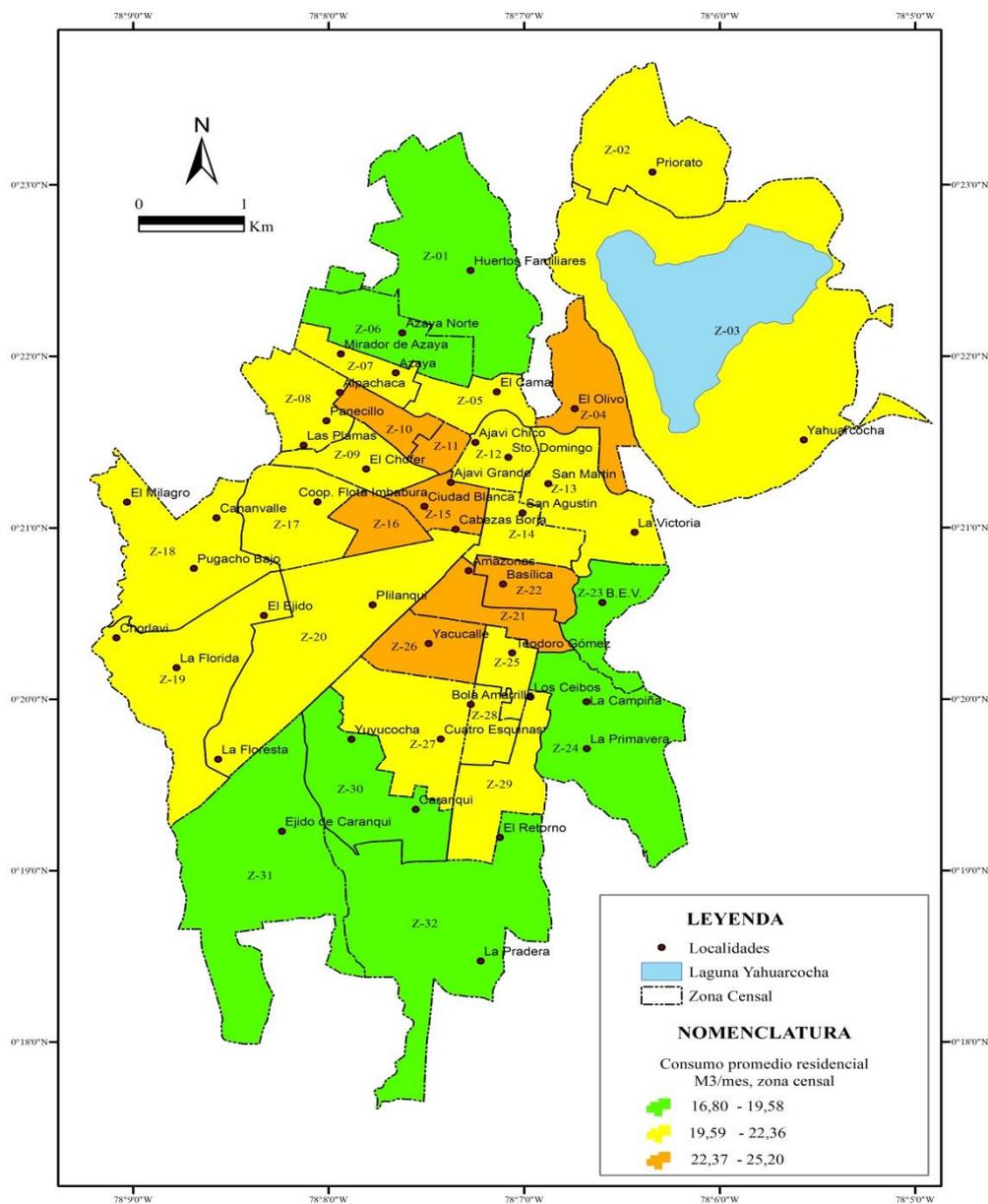


Figura 15. Distribución espacial consumo residencial por zonas censales

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos Fracturados (2014-2016)

A nivel de sectores

Al conformarse las zonas de varios sectores y estos de un conjunto de viviendas, es probable que los valores considerados como mínimos y máximos varíen, un ejemplo claro es lo mostrado en la Figura 16, en la cual se representa los consumos en tres intervalos manteniendo la misma metodología de graficas de las zonas censales.

En este caso, las siguientes zonas: Z-04, Z-09, Z-11, Z-15, Z-16, Z-21, Z-22 y Z-16 presentan al menos un sector con valores de consumo medio y alto, en rangos que van desde 18,88 a 24,97 M3/mes y 24,99 a 31,11 M3/mes respectivamente. Al comprar con los resultados promedios por zonas se aprecia que el valor máximo encontrado de 25,20 incrementó 31,11 M3/mes, asimismo el valor mínimo promedio a nivel de zona de 16,80 M3/mes disminuyó a 12,75 M3/mes. La tendencia observada es de encontrar valores más altos de consumo promedio a medida que se amplié la unidad de análisis por la diferencia de alrededor de 6 M3; sin embargo, también se presenta una tendencia de hallar valores aún menores de los citados a medida que se detalle la unidad de análisis, para este caso el valor de la diferencia fue de alrededor de 4 M3.

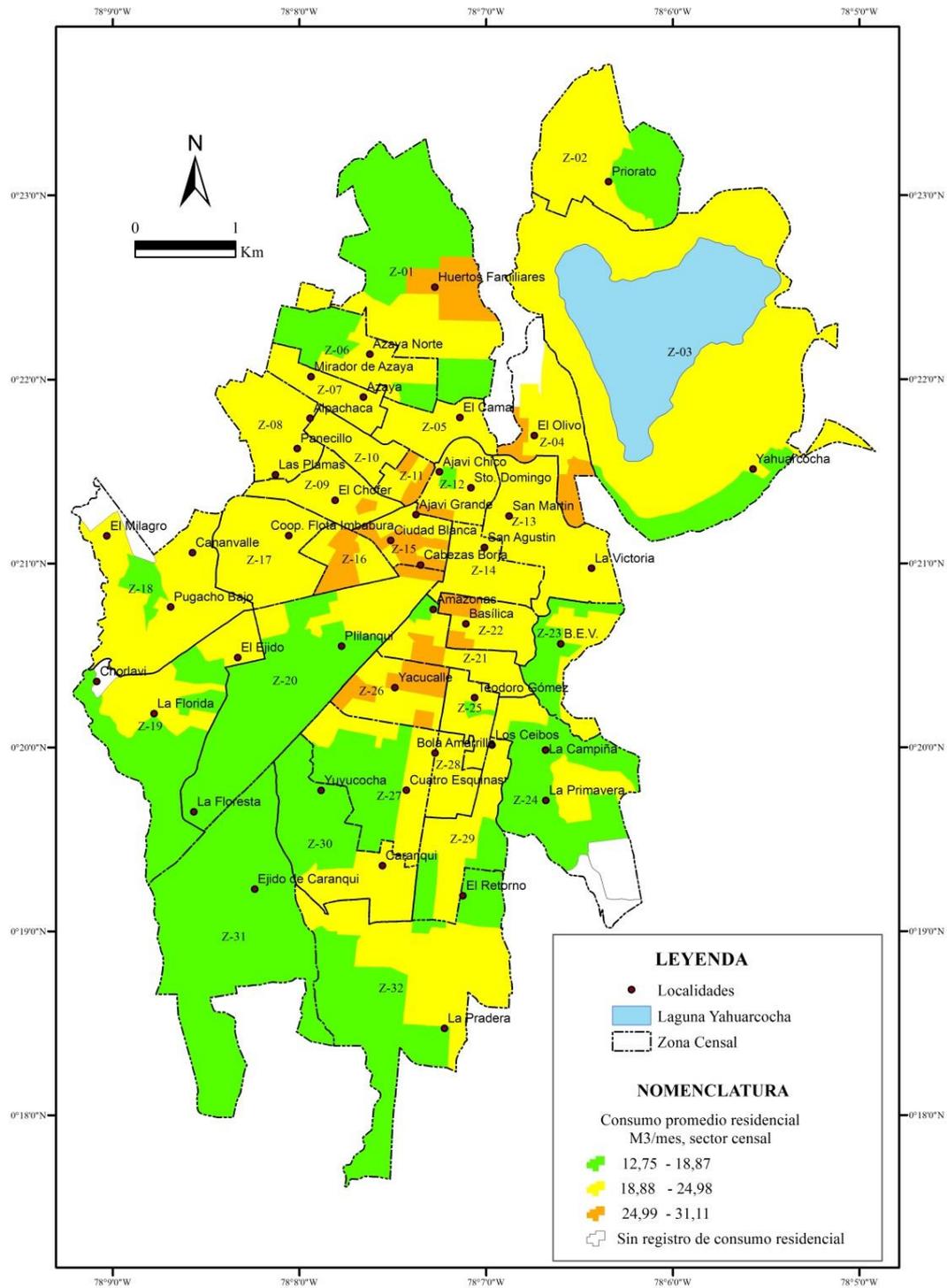


Figura 16. Distribución espacial consumo residencial por sectores censales

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos Fracturados (2014-2016)

4.3 Consumo de Agua Tarifa No Residencial

De acuerdo con la metodología propuesta las tarifas industrial, comercial, oficina, especial, beneficencia y municipal fueron agrupadas en una sola categoría y

denominadas como “consumo no residencial”, término que se emplea para generalizar las actividades socio-económicas.

4.3.1 Análisis de consumos no residenciales

Los consumos no residenciales de los suministros georeferenciados representan el 27,31% del total de los metros cúbicos mensuales demandados por la parroquia urbana de Ibarra, sin considerar el área periférica de la ciudad; por lo tanto las actividades socioeconómicas requieren de importante atención al momento de estructurar medidas para la optimización del recurso, debiendo ser diseñadas para atender las necesidades de los sectores públicos y privados.

En la Figura 17 se aprecia la distribución en porcentaje de la demanda de agua por tarifa, así, el 58% se registra en la tarifa comercial constituida por clientes con alguna actividad económica relacionada con la prestación de servicios; seguido del 15% representado por la tarifa de beneficencia, compuesta por instituciones educativas, casas hogar, entre otras; continuando con el 14% del requerimiento por la tarifa oficina, teniendo relación con la oferta de servicios; y los menores porcentajes se encuentran en las tarifas especial, municipal e industrial,

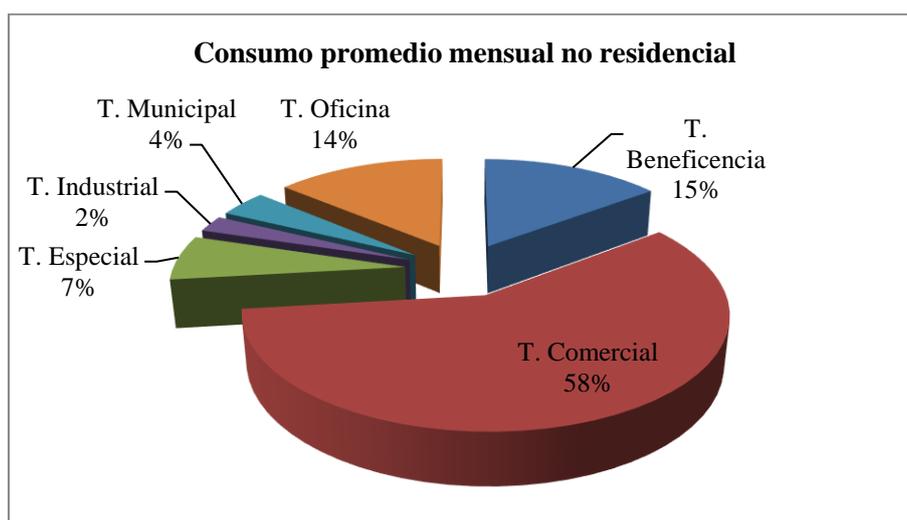


Figura 17. Porcentaje mensual del consumo de agua, tarifa no residencial

Fuente: Elaboración propia, con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016)

Al analizar los consumos promedios de las 32 zonas censales, se observó en la mayoría de zonas la presencia de las seis tarifas, es decir, las actividades socioeconómicas se

distribuyen en toda el área del estudio, sin que se concentren en una área específica sea al norte, centro o sur de la ciudad.

En la Figura 18 se aprecia la composición de los consumos no residenciales de la zona con código 100150020 que registra la demanda más elevada de metros cúbicos mensuales; como se muestra cerca del 80% del volumen de agua es consumido por los clientes de tarifa comercial, seguido de tarifa de oficinas, beneficencia, industrial, especial y municipal. Deduciendo que esta zona tiene una propensión principal a efectuarse actividades comerciales. Las localidades representativas de la zona son: Pílanqui, Aeropuerto y La Floresta, es decir el ingreso sur de la ciudad de Ibarra.

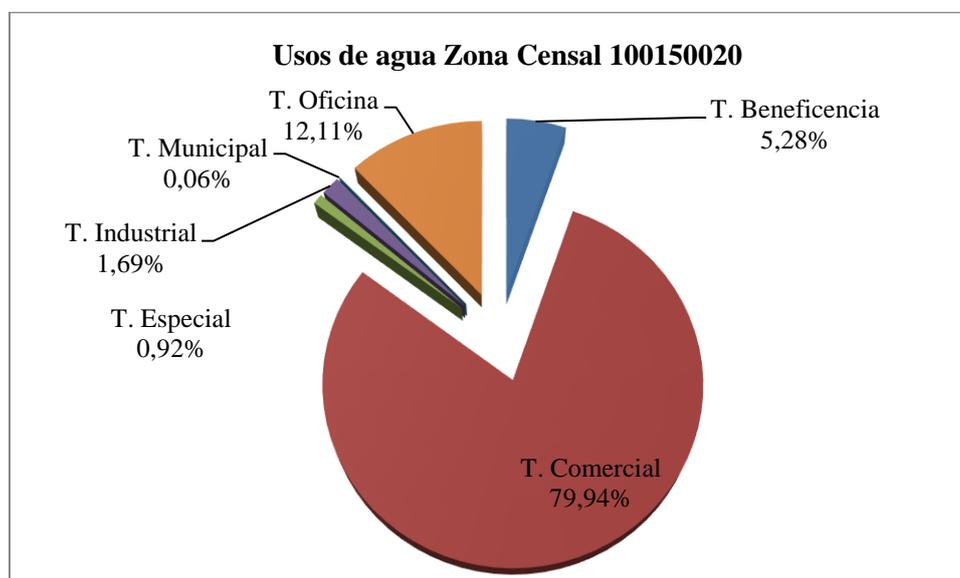


Figura 18. Uso de agua en zona censal de mayor consumo no residencial

Fuente: Elaboración propia, con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos facturados (2014-2016)

En igual forma se analiza el externo de menor consumo por zona censal, presentado en la zona 100150012 ubicada en el centro de la ciudad entre los barrios Ajavi Chico, y Santo Domingo (véase Figura 19) no registran tarifas especiales e industriales; sin embargo, se mantiene el mayor porcentaje en el consumo de la tarifa comercial con cerca del 73%. Continuada por el consumo de la tarifa de beneficencia, a razón por la presencia de centros educativos y en menor porcentaje las tarifas municipal y oficinas.

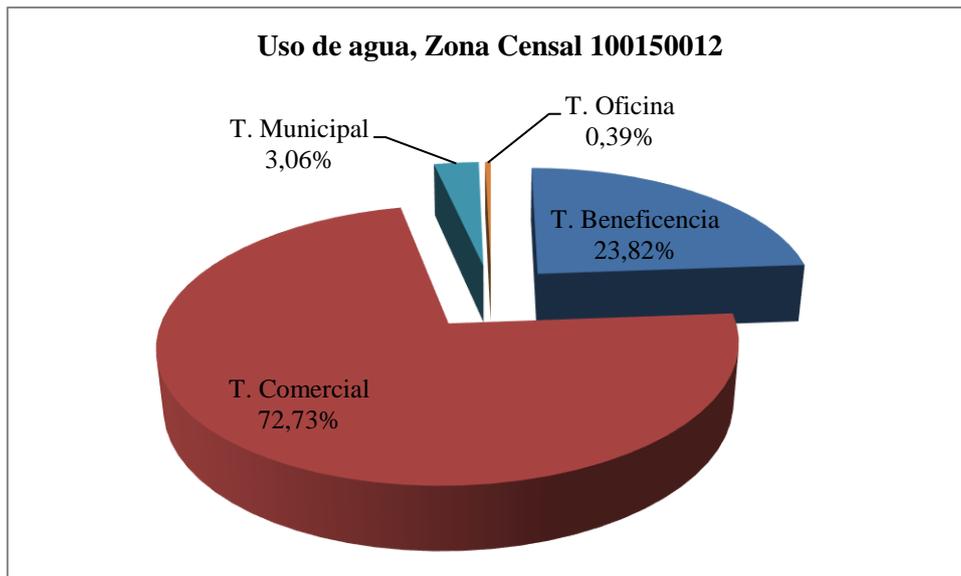


Figura 19. Usos de agua en la zona censal de menor consumo no residencial

Fuente: Elaboración propia, con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016)

4.3.2 Zonificación de consumos no residenciales por sectores censales

La zonificación de los consumos no residenciales se realizó por cada una de las tarifas a nivel de sectores censales, representando el consumo promedio de M3/mes del sector es decir, del conjunto de actividades que conforman la tarifa. Los datos empleados corresponden a los registrados en los suministros georeferenciados en el periodo 2014-2016.

Tarifa Industrial

Se incluyen en esta tarifa aquellos inmuebles destinados a industrias que utilicen o no el agua como materia prima, citándose entre otras actividades a las lavanderías comerciales de ropa, estaciones de servicio con lavado de carros, lavadoras de carros, embotelladoras (Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Ibarra [EMAPA-I], 2014).

En tarifa industrial se registraron hasta diciembre de 2016, 135 suministros georeferenciados, de los cuales el 11,11% representaron mediciones no continuas en los 12 meses de al menos un año del periodo de datos 2014-2016. Los suministros sin registros de datos o con consumo en cero fueron considerados como consumos discontinuos (véase Tabla 10).

En el mismo contexto, los suministros con mediciones continuas de los 12 meses de al menos un año representan del 88,89% del total de la tarifa; aunque no todas las cuentas fueron permanentes durante los tres años. De esta manera el 48,3% de los clientes con demanda continua tienen una permanencia de tres años en el sitio, el 30% tuvieron permanencia de sus actividades en dos años y 21,7 % al menos estuvieron un año de forma permanente (véase Tabla 10). Si se detallan las actividades de esta tarifa y se considera la permanencia de las mismas se abre la oportunidad de ampliarse el análisis al que se podría incluir la investigación de determinar los factores que interviene en la variación del consumo, y así comprender de mejor manera el comportamiento de este sector económico frente al requerimiento de agua.

Tabla 10.
Características de los suministros tarifa industrial

Característica de tarifa industrial	Clientes	Porcentaje %	
Total de suministros georeferenciados hasta diciembre 2016	135	100	
Suministros georeferenciados con mediciones no continuas en los 12 meses de al menos un año, con consumo mayor a 0m3	15	11,11	
Suministros georeferenciados con mediciones continuas en los 12 meses de al menos un año	Total suministros con mediciones continuas de al menos un año periodo de estudio	120	88,89
	Suministros con un año de mediciones continuas	26	21,67
	Suministros con dos años de mediciones continuas	36	30
	Suministros con tres años de mediciones continuas	58	48,33

Fuente: Elaboración propia, con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016)

La literatura revisada menciona que la demanda de consumo de agua industrial obedece a varios factores (Gonzalez, Sladarriaga, & Jaramillo, 2010; Tobarra, 2013); por lo tanto dependiendo de la actividad el requerimiento varia. En el área de estudio se encontrado valores mensuales por sector censal entre 1,08 M3 a 217,53 M3, con gran probabilidad los valores bajos se relacionen con actividades nuevas o se trate de actividades con escasos consumo de agua en sus procesos, o culminación de actividades industriales y sin solicitud del cambio de tarifa a los actuales consumos. De acuerdo a la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], 2015) las principales industrias establecidas en el área

urbana son:

- Industrias lácteas y derivados, desatándose la fábrica FLORALP, seguidas de las fábricas artesanales de producción de yogurt y quesos y otras actividades ligadas en la producción de helados.
- Industrias cárnicas, en la que se cita a la empresa pública de faenamiento EP-FYPROCAI; sin embargo la actividad se encuentra registrada en la tarifa de beneficencia.
- Aunque en la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial no especifica a que sector pertenece la envasadora de gas licuando ENI, la empresa LICORAN y REPROAVI también estas actividades forman parte de usuarios registrados con tarifa industrial. Cabe indicar que, las dos últimas industrias son citadas en el Plan de Ordenamiento como fuentes de emisiones gases por los procesos productivos.

En la Figura 20 se muestra la distribución de la tarifa industrial en 70 sectores del área de estudio representando el 24% del territorio, es decir que al menos una actividad se localiza por sector censal. Asimismo en las zonas censales Z-17, Z-13 y Z-22 teniendo como puntos de referencia los barrios: El Ejido, San Martín y Basílica tienen un sector con los valores más altos de consumo de agua mensuales de la tarifa industrial, seguidas de las zonas Z-04 y Z-29 en las localidades La Quinta y San Luis respectivamente, en las que se sitúan los sectores con valores medios de consumo industrial.

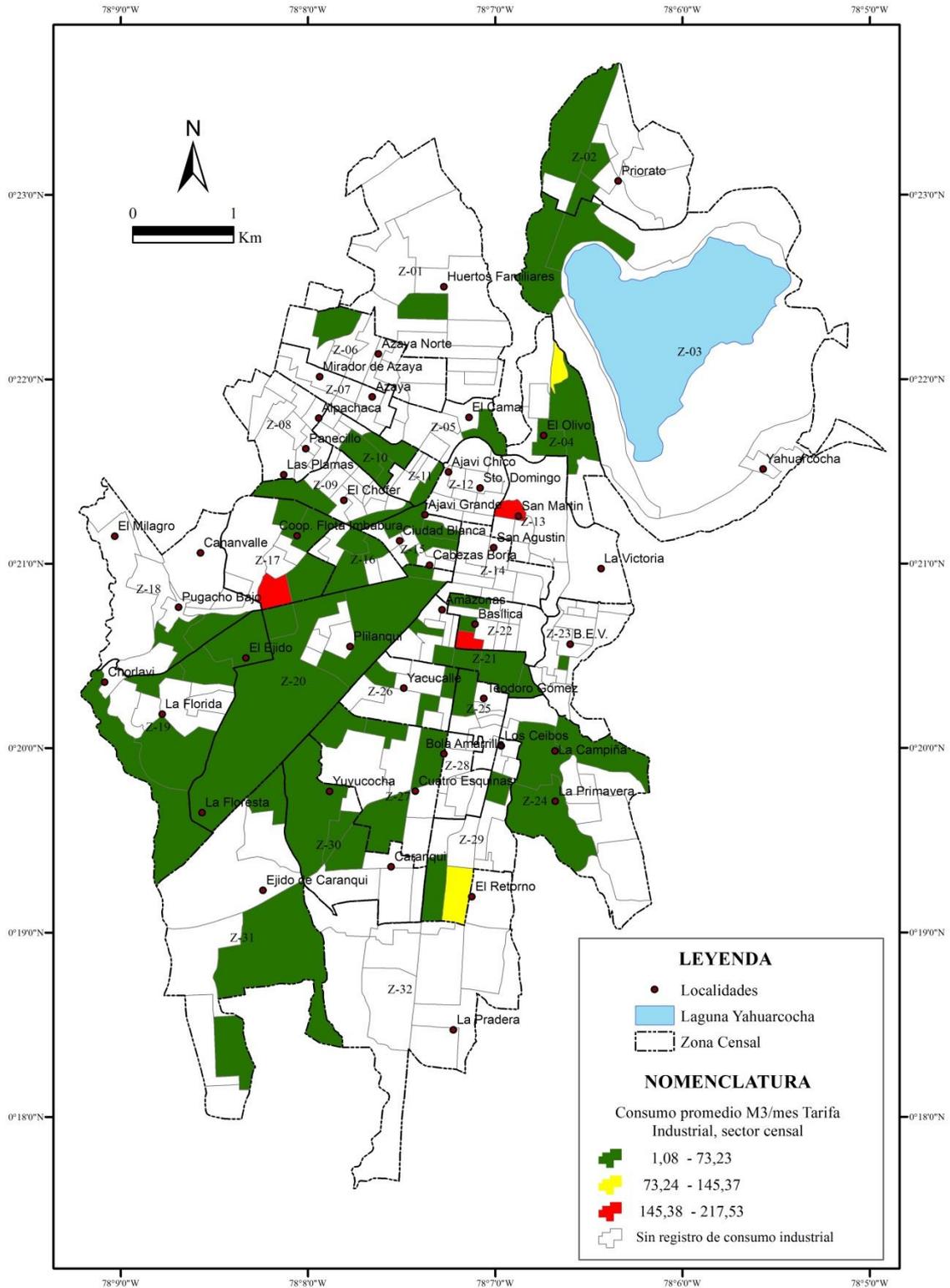


Figura 20. Distribución espacial consumo M3/mes, tarifa industrial

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos Fracturados (2014-2016)

Tarifa Comercial

Constituidas por aquellos clientes que utilizan el servicio del agua potable en inmuebles con un área mayor de 15 M2, en actividades de alojamiento, restaurantes, salas de

espectáculos, estaciones de servicio sin lavado de carros, piscinas públicas y privadas, entre otras (Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Ibarra [EMAPA-I], 2014). El total de clientes registrados entre los suministros georeferenciados y sin georeferenciar suman 6.554, existiendo un importante número de cuentas de las que se disponen de las coordenadas geográficas la EMAPA-I (véase Tabla 11).

Del total de suministros georeferenciados 6.333, el 84,08% tienen mediciones continuas con consumos mayores a 0 m³, de las cuales el 15,96% son actividades que al menos fueron permanentes un año, el 59,68% tuvieron continuidad por dos años y el 24,36% fueron estables en los tres años, con probabilidad existirán factores para estos comportamientos, necesarios ser analizados para conocer la dinámica de las actividades comerciales de la ciudad y cómo afecta a la demanda de agua (véase Tabla 11).

Tabla 11.
Características de los suministros tarifa comercial

Característica de tarifa comercial		Clientes	Porcentaje %
Total de suministros registrados a diciembre 2016		6.554	
Total de suministros no georeferenciados		221	
Total de suministros georeferenciados		6.333	100
Suministros georeferenciados con mediciones no continuas en los 12 meses de al menos un año		1.008	15,92
Suministros georeferenciados con mediciones continuas en los 12 meses de al menos un año	Total suministros con mediciones continuas de al menos un año periodo de estudio	5.325	84,08
	Suministros con un año de mediciones continuas	850	15,96
	Suministros con dos años de mediciones continuas	3.178	59,68
	Suministros con tres años de mediciones continuas	1.297	24,36

Fuente: Elaboración propia, con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016)

Las actividades de comercio y servicios más representativas en Ibarra en el 2013 se relacionan con: 1) Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos en un 43,21%; 2) Transporte, almacenamiento y comunicaciones, en un 14,79; 3) Hoteles y restaurantes en un 12,33%; los demás porcentajes corresponde a varias actividades como de servicio

sociales, salud (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], 2015).

En la Figura 21 se representa la distribución de la tarifa comercial en 284 sectores de 296 correspondiendo al 96% del territorio del área de estudio, lo que quiere decir que existen cerca de 19 actividades por sector con este tipo de tarifa. El consumo mínimo promedio por sector fue de 7,33 M3/mes siendo superior al encontrado en la tarifa industrial; y un valor máximo promedio de 100,53 M3/mes. Según Rico (2007) las diferentes tipologías hoteleras han multiplicado el consumo de agua en la región Valenciana y al considerar que esta actividad hotelera en el área de estudio es la tercera más importante de la ciudad, estudiar las distintas categorías de alojamiento y sus consumos podría contribuir al desarrollo de medidas específicas para estas actividades, beneficiando a las gestión de agua urbana pública y privada.

Las zonas censales Z-01, Z-04, Z-13, Z-16, Z-17 y Z-20 con puntos de referencia Huertos Familiares, El Olivo, La Victoria, Flota Imbabura, Urbanización de Pílanqui, El Elegido tienen al menos un sector con un rango de consumo entre 69,45 a 100,53 M3/mes y un sector entre el intervalo de 38,39 a 69,44 M3/mes. Las zonas Z-01, Z-13 y Z-17 son reiterativas de elevados consumos de agua industrial, convirtiéndose en áreas de interés de implementar acciones pilotos para una eficiencia en el uso de agua.

En el rango de 7,33 y 38,38 M3/mes considerado como bajo consumo existen 9 zonas (Z-05, Z-06, Z-07, Z-08, Z-09, Z-10, Z-12, Z-15 y Z-23) con el 100% de los sectores donde se registra la tarifa dentro de estos consumos.

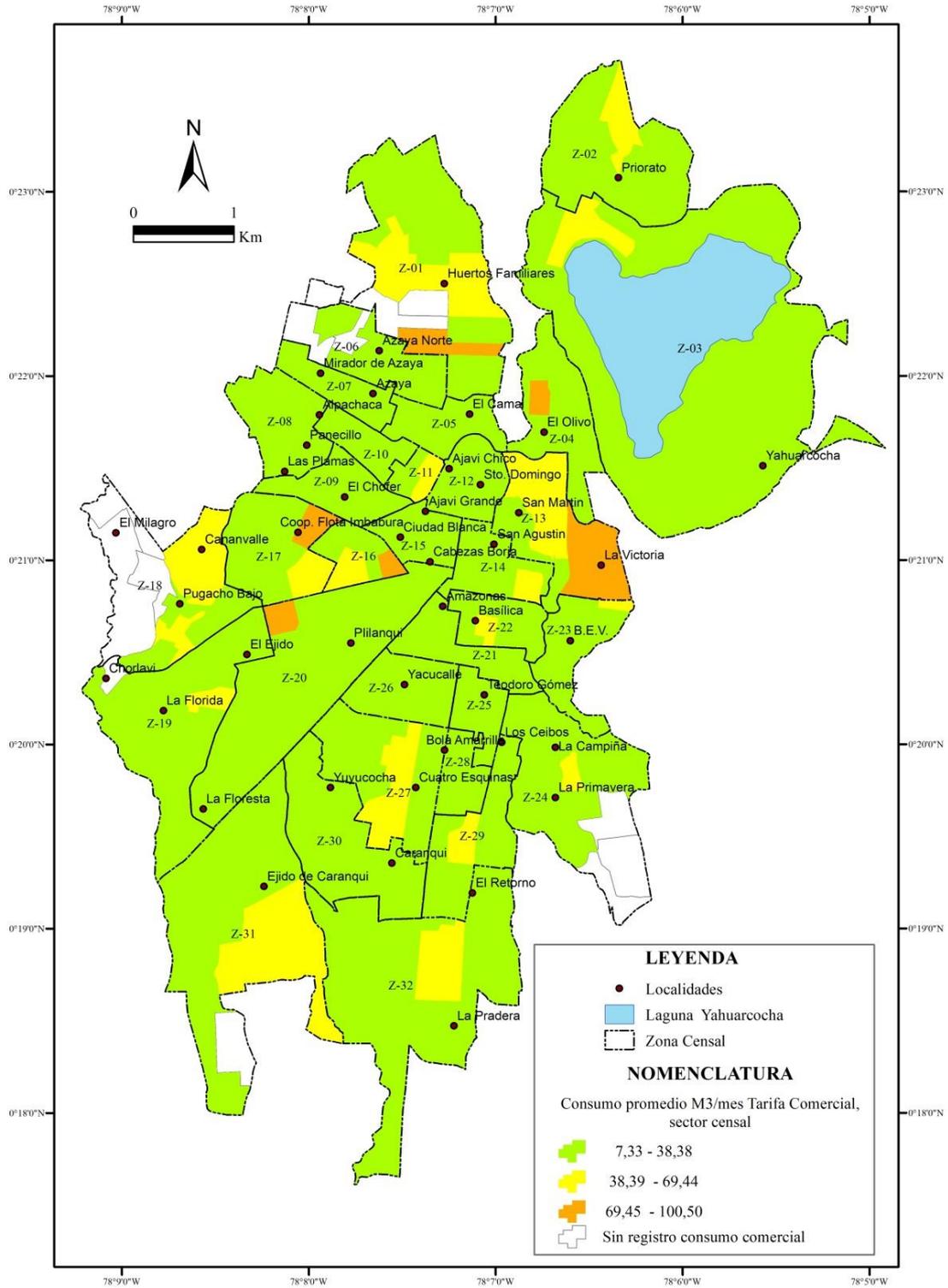


Figura 21 Distribución espacial consumo de M3/mes, tarifa comercial

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos Fracturados (2014-2016)

Tarifa Oficina

Es parte de la categoría de consumo comercial según el reglamento de prestación de servicios de EMAPA-I, sin embargo se registra de forma diferenciada. En el 2013, las

actividades relacionadas con comercio y servicios, específicas para actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler, en las que se podrían ubicar las tarifas de oficina representaban el 12,87 % de los ingresos en la ciudad (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], 2015).

Del total de los 177 clientes registrados en esta tarifa, 173 se encuentran georeferenciados de los cuales el 82,08% presentaron lecturas continuas con consumos mayores a 0 M3 en al menos un al año del periodo de estudio. De este último porcentaje se observa que los suministros con consumos permanentes entre los tres, dos y un año comparten casi los mismos porcentajes, es necesario investigar a que se debió ese comportamiento (véase Tabla 12).

Tabla 12.
Características de los suministros tarifa oficina

Característica de tarifa oficina		Clientes	Porcentaje %
Total de suministros registrados hasta diciembre 2016		177	
Total de suministros no georeferenciados		4	
Total de suministros georeferenciados		173	100
Suministros georeferenciados con mediciones no continuas en los 12 meses de al menos un año		31	17,92
Suministros georeferenciados con mediciones continuas en los 12 meses de al menos un año	Total suministros con mediciones continuas de al menos un año periodo de estudio	142	82,08
	Suministros con un año de mediciones continuas	44	30,99
	Suministros con dos años de mediciones continuas	48	33,80
	Suministros con tres años de mediciones continuas	50	35,21

Fuente: Elaboración propia, con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016)

En la Figura 22 se representó todas las cuentas de la tarifa oficina georeferenciadas continuas, distribuidas en los 68 sectores equivalente al 23% del área de estudio, es decir que existen un promedio de 2 usuarios por sector.

En la zonas Z-03 y Z-12 que corresponden a las localidades de Yahuarcocha y Ajavi

Chico - Santo Domingo, tiene al menos un sector con consumos promedios entre 471,49 a 704,25 M3/mes, comparados con los consumos más elevados en la tarifas industriales y comerciales, son valores superiores; esta tarifa debe ser considerada estratégica por los consumos promedios. Asimismo en las zonas Z-10, Z-12, Z-13, Z-15, Z-19, Z-23, Z-25, Z-30 tienen al menos un sector que registra un consumo entre 238,73 a 471,49 M3/mes, valores superiores a las tarifas comercial e industrial. Por otra parte, las zonas Z-02, Z-04, Z-07, Z-11 y Z-29, no registran consumos para esta tarifa.

Finalmente para las demás zonas, los consumos promedios de los sectores censales fluctúan de 5,96 a 238,72 M3/mes, representando consumos superiores a los promedios de la tarifa comercial; no obstante, si se analiza por el número de suministros que se encuentran registrados para esta tarifa es inferior a la comercial, ya que esta última representa un mayor volumen de metros cúbicos mensuales, y al relacionarse por el consumo promedio del cliente el valor mensual es superior al promedio del cliente comercial.

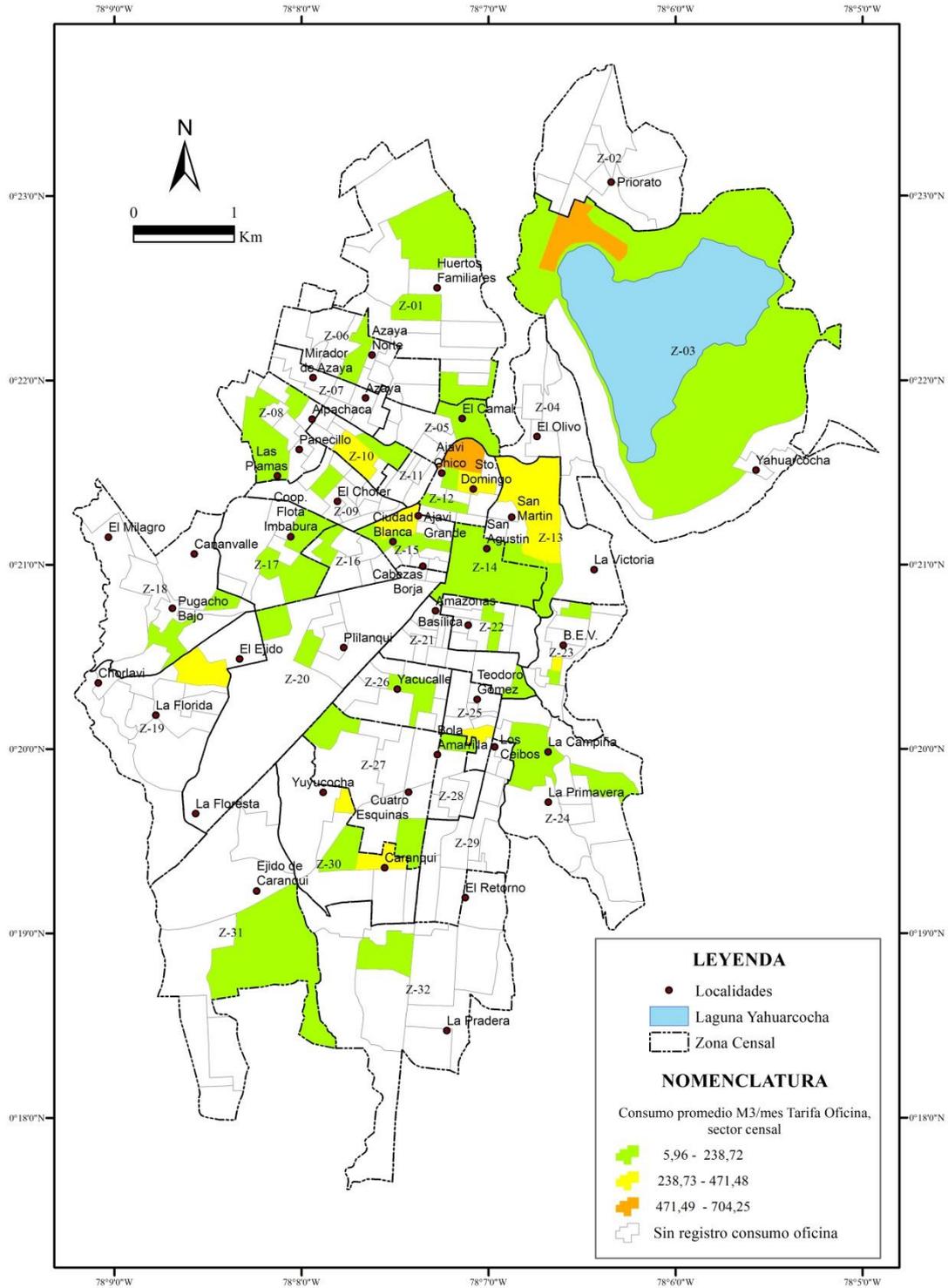


Figura 22 Distribución espacial consumo M3/mes, tarifa oficina

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos Fracturados (2014-2016)

Tarifa Especial

La tarifa especial corresponde a la categoría de consumo residencial en las que se encuentra especificada para el abastecimiento del servicio de las baterías sanitarias públicas de acuerdo al detalle del nombre de usuarios registrados. En la Tabla 13, se

observa que 21 de los 37 suministros se encuentran georeferenciados, de los cuales el 85,71% tienen mediciones continuas.

Tabla 13.
Características de los suministros tarifa especial

Característica de tarifa especial	Clientes	Porcentaje %
Total de suministros registrados hasta diciembre 2016	37	
Total de suministros no georeferenciados	16	
Total de suministros georeferenciados	21	100
Suministros georeferenciados con mediciones no continuas en los 12 meses de al menos un año	3	14,29
Suministros georeferenciados con mediciones continuas en los 12 meses de al menos un año	18	85,71
Suministros con un año de mediciones continuas	4	22,22
Suministros con dos años de mediciones continuas	10	55,56
Suministros con tres años de mediciones continuas	4	22,22

Fuente: Elaboración propia, con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016)

En la Figura 23 se muestra la distribución de los suministros en 12 sectores de los 296 del territorio, es decir, que tan solo el 4% del área de estudio ocupa esta tarifa. En las zonas Z-14, Z-15 y Z-21 que corresponde a las localidades La Merced, Ciudad Blanca y Yacucalle, tiene al menos un sector con un requerimiento entre 370,74 a 1.003,19 M3 al mes. Las zonas restantes tienen sectores con consumos promedios entre 14,50 y 370,73 M3 al mes.

De la demanda de la tarifa se puede deducir que las medidas de ahorro debieron encaminarse al estudio del estado actual de las baterías sanitarias y de acuerdo al caso el desarrollo de un programa de cambio de instalaciones sanitarias y grifería con sistemas eficientes, lo cual requiere de inversiones por parte de la empresa municipal.

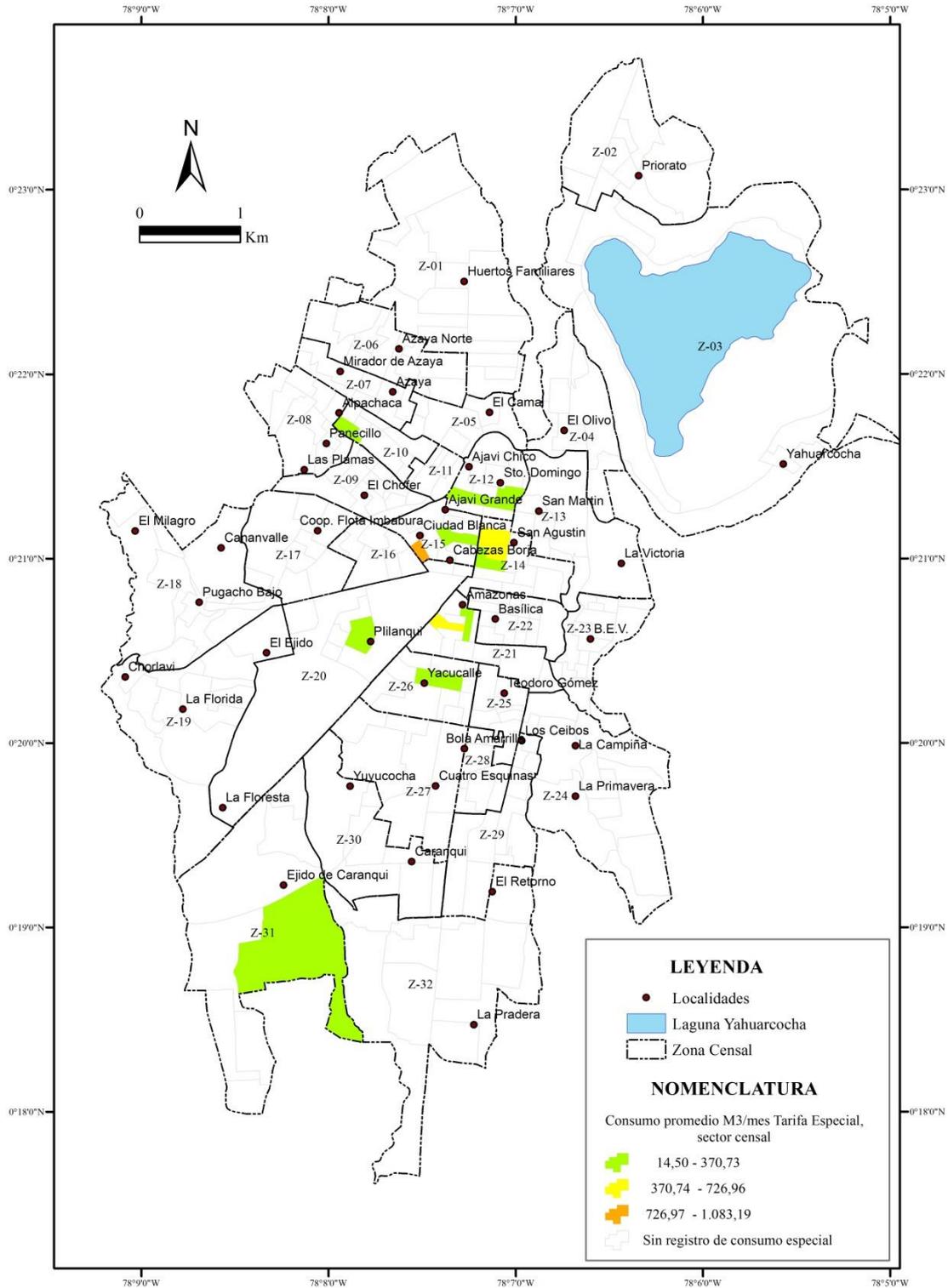


Figura 23. Distribución espacial consumo M3/mes, tarifa especial

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos Fracturados (2014-2016)

Tarifa Beneficencia

Forman parte de esta tarifa las instituciones de beneficencia con finalidad social o pública, así como los establecimientos educacionales pre-primarios, primarios, gratuitos

(Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Ibarra [EMAPA-I], 2014). Como ejemplos se citan hospitales públicos, casas hogares, congregaciones religiosas, jardines, entre otras.

Del total de las 156 cuentas pertenecientes a la tarifas, 148 se encuentran georeferenciadas de las cuales el 80, 41% corresponde a los suministros con registros continuos en al menos un año (véase Tabla 14). Los consumos de esta tarifa estarán acordes de la demanda del uso de las instituciones.

Tabla 14.
Características de suministros tarifa beneficencia

Característica de tarifa beneficencia		Clientes	Porcentaje %
Total de suministros registrados hasta diciembre 2016		156	
Total de suministros no georeferenciados		8	
Total de suministros georeferenciados		148	100
Suministros georeferenciados con mediciones no continuas en los 12 meses de al menos un año		29	19,59
Suministros georeferenciados con mediciones continuas en los 12 meses de al menos un año	Total suministros con mediciones continuas de al menos un año periodo de estudio	119	80,41
	Suministros con un año de mediciones continuas	26	21,85
	Suministros con dos años de mediciones continuas	48	40,34
	Suministros con tres años de mediciones continuas	45	37,82

Fuente: Elaboración propia, con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016)

En la Figura 24 se observa la distribución de los consumos en 76 sectores representando el 26% del territorio de estudio. Las zonas con al menos un sector con mayor consumo mensual son Z-05, Z-13 y Z-15 en las que se presentan intervalos entre 886,88 a 2.646,04 M3/mes; correspondientes en las localidades del Camal, Ajavi Grande y San Martin.

Por otra parte, las demás zonas presentan un consumo entre 7,29 a 886,88 M3/mes, siendo valores mensuales más alto en promedio de la tarifa industrial, comercial y oficina, teniendo la única diferencia el número de clientes que pertenecen a esta tarifa. Cualquier acción emprendida en la eficiencia del uso de agua requiere de compromisos

tanto de instituciones públicas como privadas

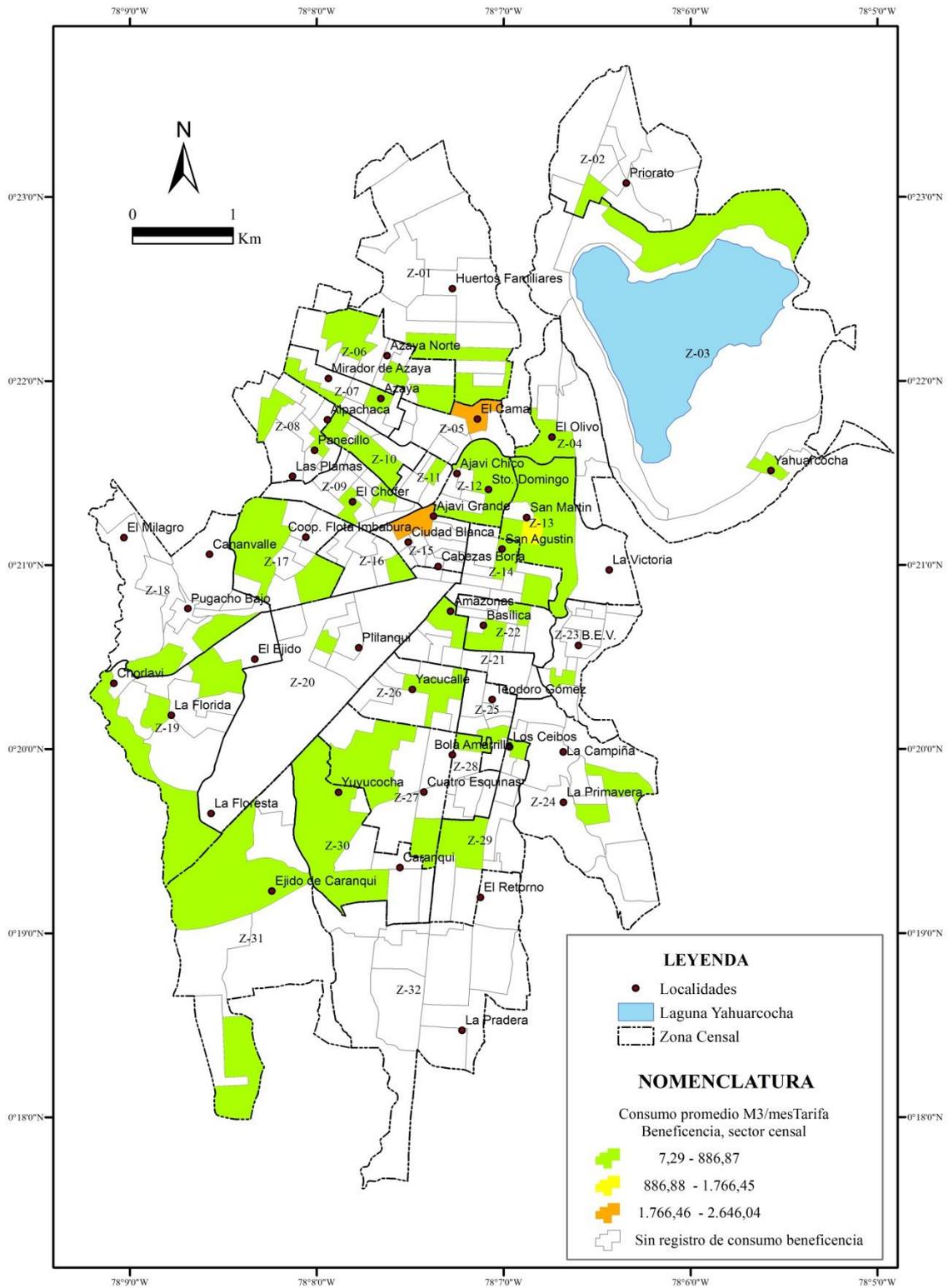


Figura 24. Distribución espacial consumo M3/mes, tarifa beneficencia

Fuente: Elaboración propia con base en Datos B1- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos Fracturados (2014-2016)

Tarifa Municipal

En esta tarifa se registran las cuentas de las oficinas municipales en los que incluyen: al GADI, compañía mixta del mercado amazonas, lavanderías, municipales, oficinas del mercado Santo Domingo, Junta Parroquial de Caranqui, entre otras, correspondiendo a 103 suministros de los cuales menos de la mitad, solo 45 cuentas se encuentran georeferenciadas y de aquí el 66,67% presentaron consumos continuos en al menos un año (véase Tabla 15).

Tabla 15.
Características de suministros tarifa municipal

Característica de tarifa municipal		Clientes	Porcentaje %
Total de suministros registrados hasta diciembre 2016		103	
Total de suministros no georeferenciados		58	
Total de suministros georeferenciados		45	100
Suministros georeferenciados con mediciones no continuas en los 12 meses de al menos un año		15	33,33
Total suministros con mediciones continuas de al menos un año periodo de estudio		30	66,67
Suministros georeferenciados con mediciones continuas en los 12 meses de al menos un año	Suministros con un año de mediciones continuas	8	26,67
	Suministros con dos años de mediciones continuas	8	26,67
	Suministros con tres años de mediciones continuas	14	46,67

Fuente: Elaboración propia, con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos facturados (2014-2016)

La tarifa se ha localizado en 19 sectores correspondiendo el 6% del área de estudio, los consumos varían entre 10,86 a 304,95 M3/mes (véase Figura 25). En la zona Z-14 se observa el mayor consumo a nivel de sectores censales donde se ubica el GAD Municipal y EMAPA-I. Por otra, parte las zonas Z-05, Z-10, Z-13, Z-14, Z-19 y Z-21 presentaron demandas de 108,90 a 206,92 M3/mes.

Es menester profundizar los análisis en cada una de las tarifas de consumo, para así formular medidas de ahorro específicas significativas que deban ser implementadas y evaluadas.

Este es un breve análisis de descripción de datos, promedios mensuales y de ubicaciones

espaciales, exploratorio básico para el desarrollo de estudios futuros orientados a identificar los factores que afectan a la variación de la demanda de agua.

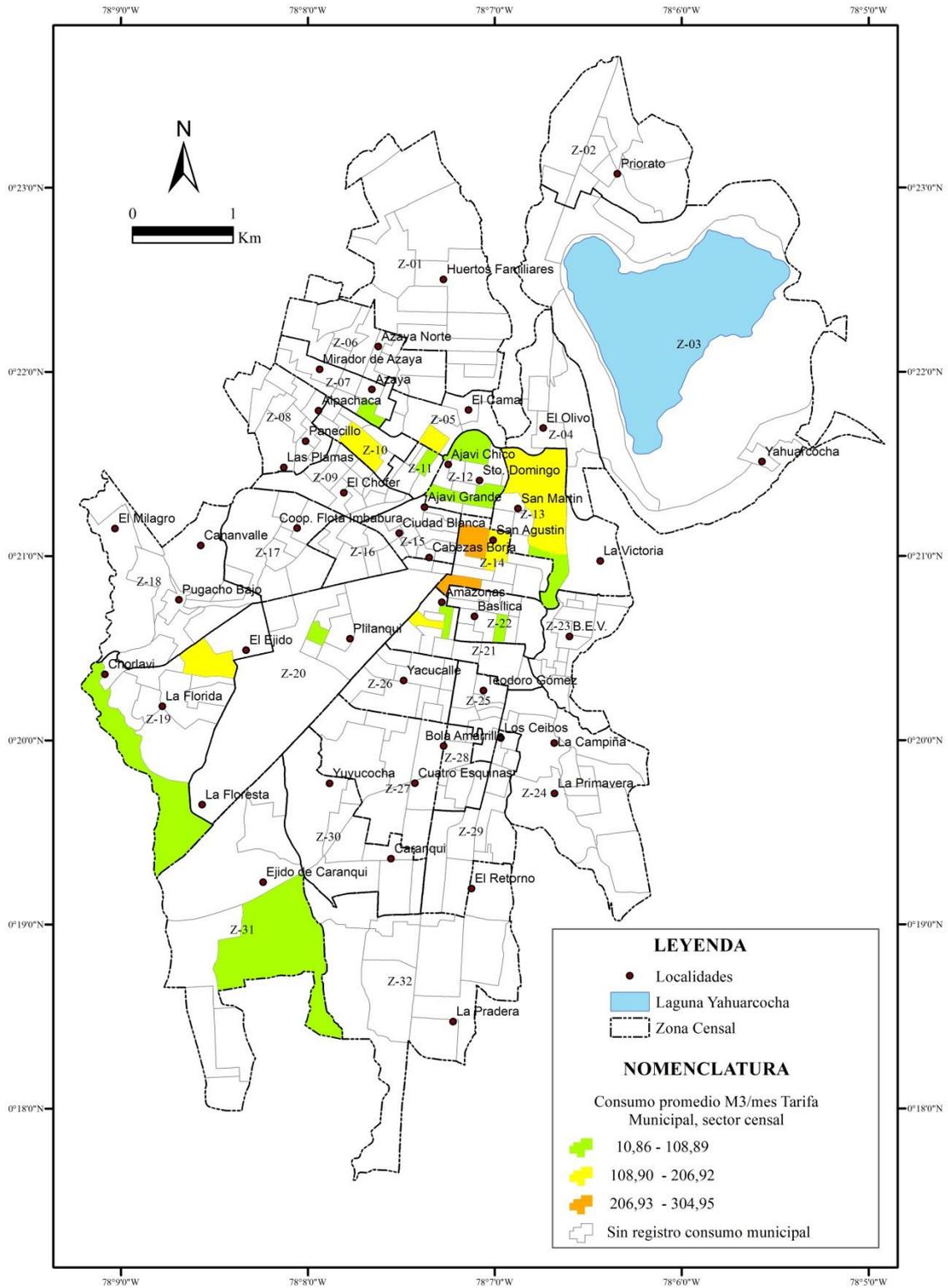


Figura 25. Distribución espacial consumo M3/mes, tarifa municipal

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos Fracturados (2014-2016)

4.4 Factores Socio Ambientales En El Consumo De Agua Tarifa Residencial

De acuerdo a la metodología aplicada y las características de la investigación se ha identificado factores ambientales, demográficos, sociales y socio-económicos con las siguientes variables de análisis.

4.4.1 Factores Ambientales Climáticos

Las principales variables climáticas analizadas son temperatura media anual y precipitación media anual

Temperatura media anual

Para García-Salazar & Mora-Flores (2008), la temperatura promedio es otra variable ambiental que incrementa el consumo de agua en la ciudad, afirmación comprobada para la urbe de Ibarra al considerar los rangos de temperatura media anual ($^{\circ}$ C) predominantes en el área de estudio con la ubicación geográfica de los consumo de agua residencial (véase Figura 26), Demostrando que la variación del gasto del agua en la población se relaciona con el aumento o disminución de la temperatura, es decir a mayor temperatura ambiental existe una tendencia mayor al consumo promedio mensual y viceversa. Ameritándose, analizar a detalle el consumo promedio mensual en los meses con mayores grados de temperatura media anual para determinar el comportamiento de los habitantes en el uso, empleando datos de lecturas específicamente de un mes corrido debido a que en la investigación se trabajó con el promedio de consumo de los meses facturados y no precisamente corresponden al mes consumido.

Es importante indicar que los valores de temperatura fueron obtenidos mediante el cruce de datos cartográficos de zonas de temperatura (INAMHI, 2012b) y los límites del área de estudios, para establecerse temperaturas medias por cada zona censal, considerando la extensión de la zona. Los rangos de temperatura media anual presentes son de 16 a 18,5 $^{\circ}$ C.

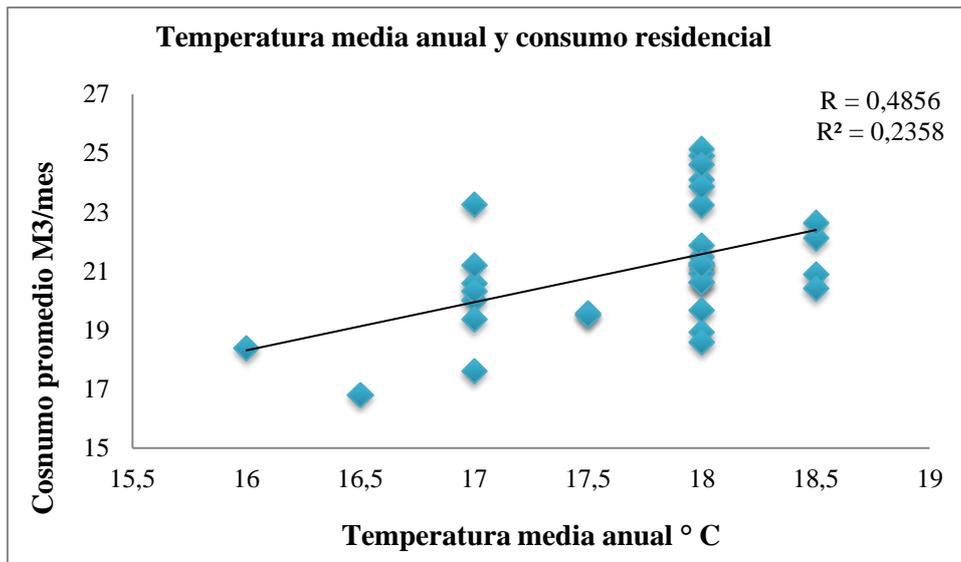


Figura 26. Temperatura media anual °C y el consumo promedio residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con información cartográfica- zonas de temperatura INAMHI (2012), Base de Datos BI- Proyecto Ibarra Verde (2017) consumos fracturados EMAPA-I (2014-2016)

Por otra parte, la zonificación del consumo de agua residencial con zonas de temperatura media anual (véase Figura 27), permite la representación del comportamiento de la variable dependiente versus la variable independiente, observándose ocho zonas censales con mayor gasto de agua (22,37 a 25,14 M3/mes), ubicadas en los rangos de temperatura de 19°C a 17°C confirmando el postulado que el incremento de agua está relacionado a la temperatura, identificados en los sectores El Olivo, Ajavi Grande, Basílica, Yacucalle, Ciudad Blanca, Amazonas y Cabezas Borja. Sin embargo, también se identifican a la vez bajos consumos en 5 zonas (16,80 a 19,58 M3/mes), este menor requerimiento puede estar asociado a otros factores, apreciándose este particular en los sitios Yuyucocha, La Primavera, Azaya del Norte y Huertos Familiares. De igual forma en estos rangos se encuentran 13 zonas censales con consumos intermedios (19,59 a 22,36 M3/mes) siendo los de mayor predominancia, ubicados en los barrios El Camal, Alphaca, Cananvalle, El Milagro, Pilanqui, Los Ceibos y Priorato.

La variación de consumo en los rangos de temperatura (19°C a 17°C) es posible deberse a la densidad de construcciones (número de viviendas), a mayor o en menor presencia de cobertura vegetal y a la impermeabilización del suelo, con base en que las zonas más desprovistas de cobertura vegetal y más impermeabilizadas presentan mayores temperaturas configurándose así zonas de micro islas de calor urbano (Romero &

Molina, 2008). La zonas de mayor consumo se centran en este rango, observándose a la vez que a medida que las zonas se distribuyen al norte o al sur de la zona de temperatura estas tienden a registrar menor consumo residencial razón por la cual se podría contribuir a estos aspectos la influencia de los diferentes requerimientos de agua.

Para los demás rangos de temperatura entre 17°C a 14°C se presentan consumos promedios entre 16,80 a 19,58 M3/mes, cumpliendo la relación a menor consumo menor temperatura ambiental siendo localidades de referencia Ejido de Caranqui, La Pradera, El Retorno y La Primavera.

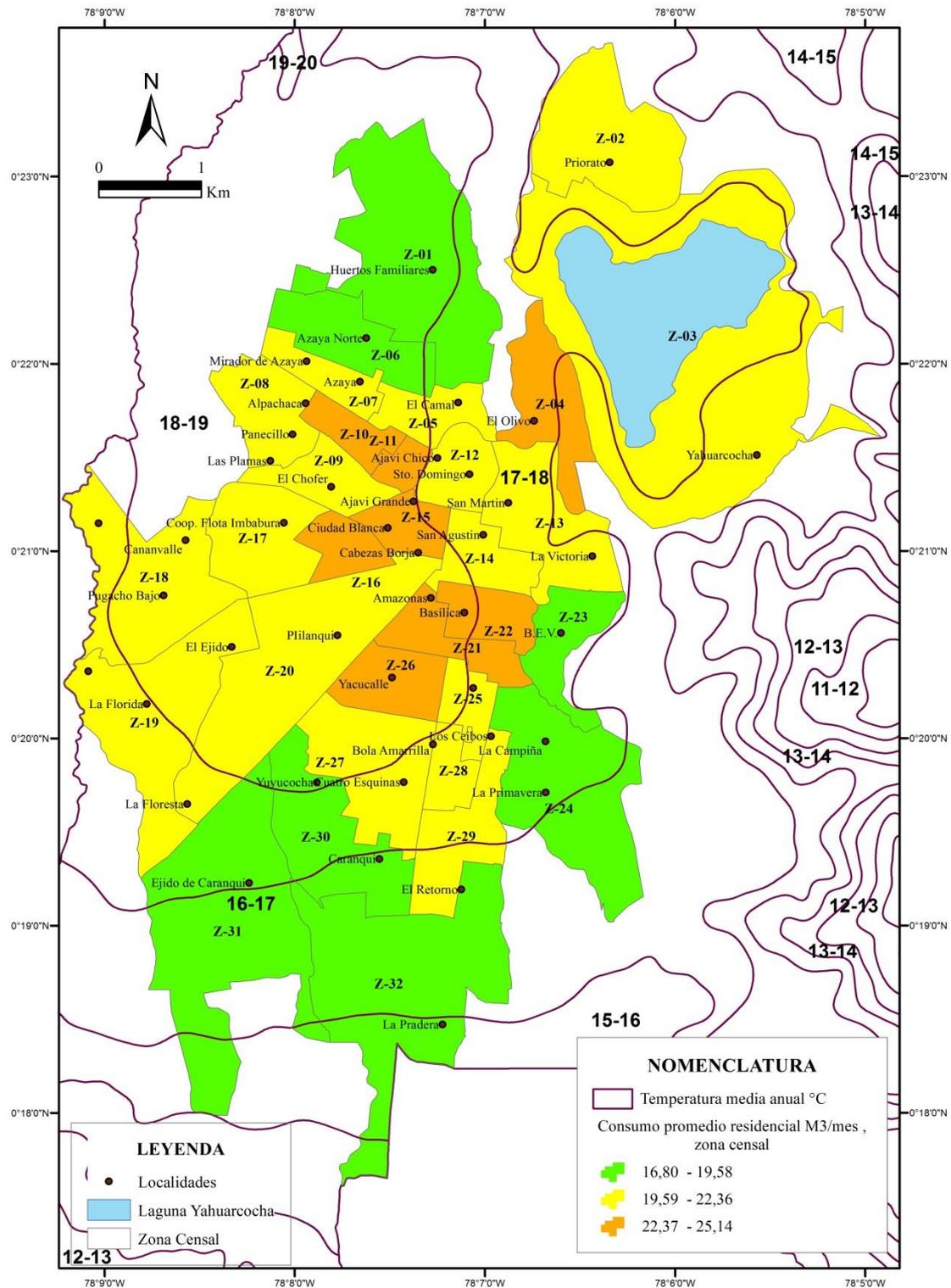


Figura 27. Distribución espacial temperatura media anual °C y consumo residencial M3/mes
 Nota: Elaborado con información cartográfica- zonas de temperatura INAMHI (2012), Base de Datos BI- Proyecto Ibarra Verde (2017) consumos fracturados EMAPA-I (2014-2016)

Precipitación media anual (mm)

De acuerdo a Salazar & Pineda (2010), entre otros factores que inciden en el consumo per cápita se encuentran los climatológicos, para lo cual ensaya con la temperatura y precipitación, esperando que con mayor precipitación disminuya el gasto para riego de jardines, así como por el efecto sobre la sensación térmica.

En la Figura 28 se representa los valores de precipitación media anual obtenidos mediante el cruce de capas de las zonas de precipitación (INAMHI, 2012a), con los límites del área de estudio, estableciéndose promedio de los rangos de precipitación por cada zona censal considerando su extensión, para luego ser graficados. Los intervalos de precipitación presentes en el área de estudio oscilan entre 550 a 850 mm.

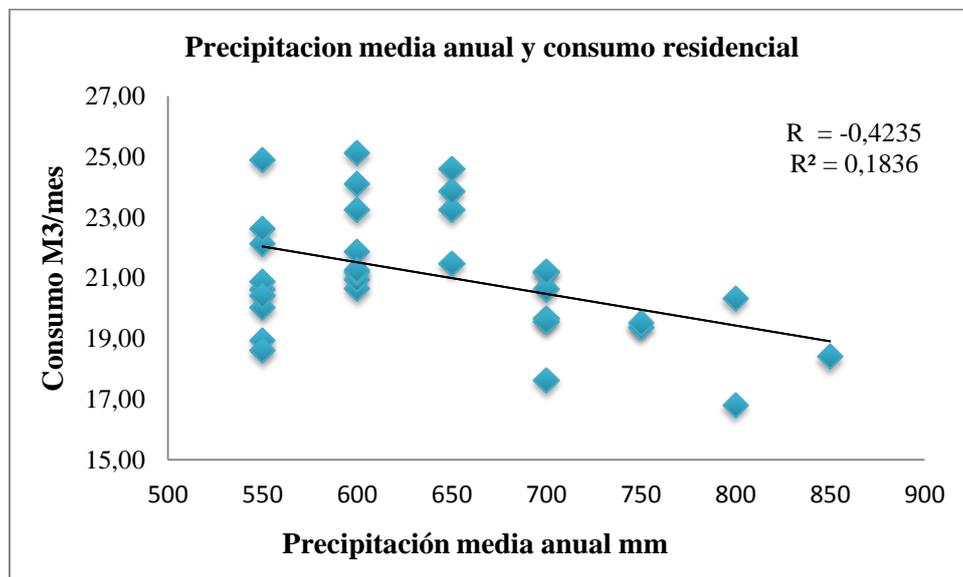


Figura 28. Precipitación media anual (mm) y el consumo residencial M3/mes

Nota: Elaborado con información cartográfica- zonas de precipitación INAMHI (2012), Base de Datos BI- Proyecto Ibarra Verde (2017) consumos fracturados EMAPA-I (2014-2016)

Los resultados de la comparación de la precipitación media anual con los consumos promedios de las zonas, muestran que a mayor precipitación disminuye el requerimiento de agua por parte de la población, asociándose con lo expresado por Salazar & Pineda, (2010) que esta relación es negativa pero significativa, señalando que se usa menos agua en ciudades con mayor precipitación.

Para Tobarra (2013), la precipitación apenas consigue reducir el consumo de agua y esto podría ser parte de la explicación si se analiza los rangos entre 550 a 660 mm de la

Figura 28, existiendo tanto valores alto como bajos de consumo, con gran probabilidad se presentarán otros factores en estas zonas de precipitación que influyen en el consumo de la población asentadas en las áreas.

Al zonificar la demanda de agua por zona censal junto con las zonas de precipitación (véase Figura 29), se encontraron rangos de precipitación comprendidos entre 500 a 1.000 mm, analizándose lo siguiente. En el rango de 700 a 1.000 mm se encuentran los consumos medios y bajos situados en la localidades de Caranqui, La Pradera, La Primavera, La Campiña y Cuatro Esquinas; mientras, entre la zonas de 700 a 600 mm tiende a presentarse consumos medios y alto como ejemplo de referencia los barrios de Pílanqui, Yacucalle, Basilica y La Victoria; y finalmente para la zona entre 500 a 600 mm existe una variedad de consumos altos, medios y bajos. Este último consumo presente en tres zonas censales correspondientes a las localidades de los Huertos Familiares y Azaya Norte, en las cuales deben existir otros factores sociodemográficos que influyen en el comportamiento de su consumo.

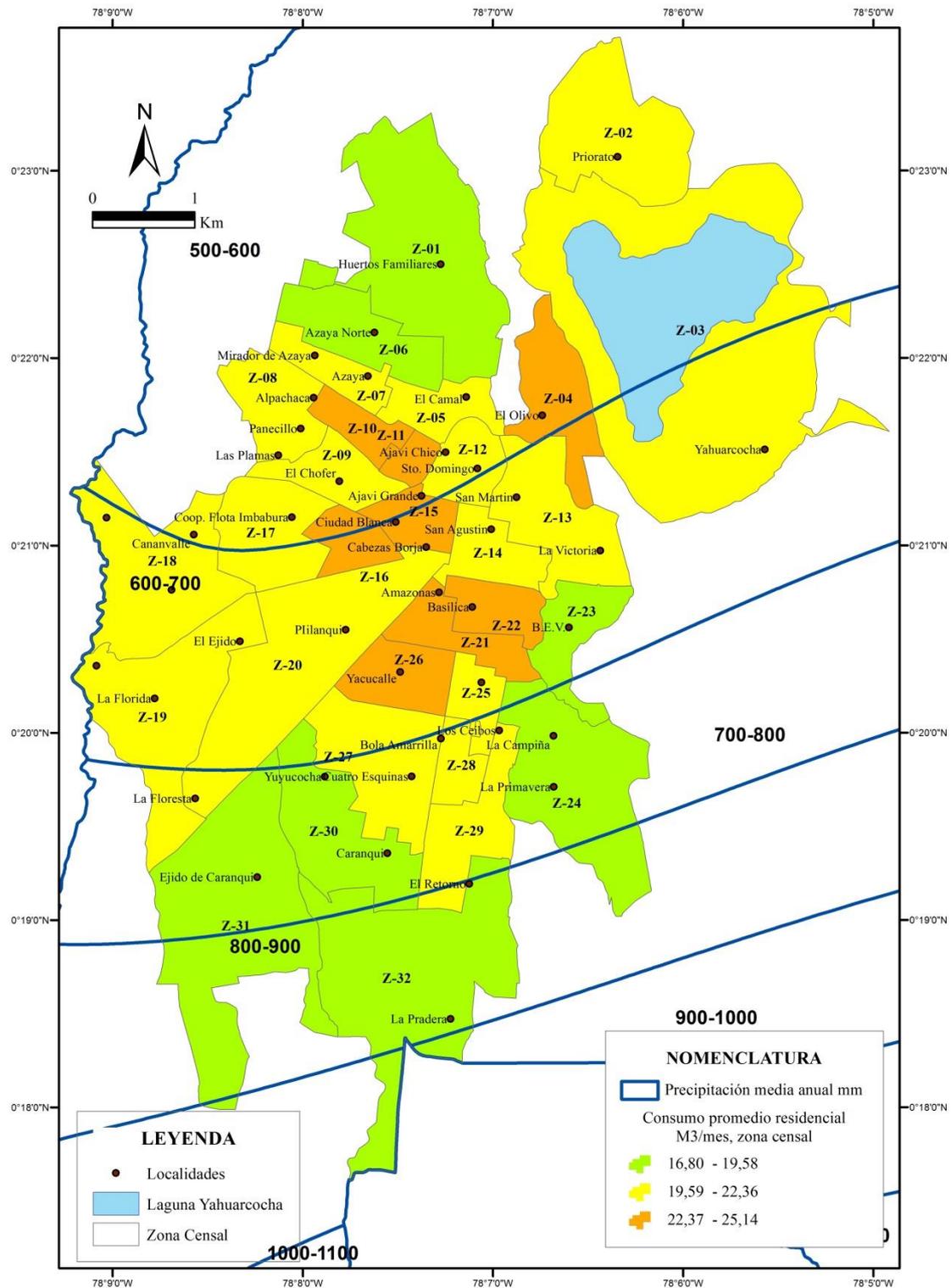


Figura 29. Distribución espacial precipitación media anual (mm) y consumo residencial M3/mes
 Nota: Elaborado con información cartográfica- zonas de temperatura INAMHI (2012), Base de Datos BI- Proyecto Ibarra Verde (2017) consumos fracturados EMAPA-I (2014-2016)

4.4.2 Factores Demográficos

En la revisión de literatura las variables demográficas son amplias, sin embargo para este estudio las analizadas serán: la densidad poblacional, habitantes por hogar, tamaño del predio y de vivienda. Según el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos [WWAP] (2009), la demografía y el consumo son los principales responsables de la presión ejercida sobre los recursos hídricos por ende en las cuencas hidrográficas, razón por la cual se inicia el análisis con las variables de población.

Densidad Poblacional

La densidad poblacional se considera como el número de personas que habitan una determinada superficie, para el estudio se empleó la unidad de habitantes por hectárea. En la Figura 30 se muestra la densidad poblacional promedio por cada zona censal de la ciudad de Ibarra con el consumo promedio residencial teniendo como resultado que a mayor número de personas que existe por hectárea se ve incrementado el consumo promedio. Se ha obtenido un coeficiente de correlación positivo y significativo sobre la variación del consumo con el número de personas.

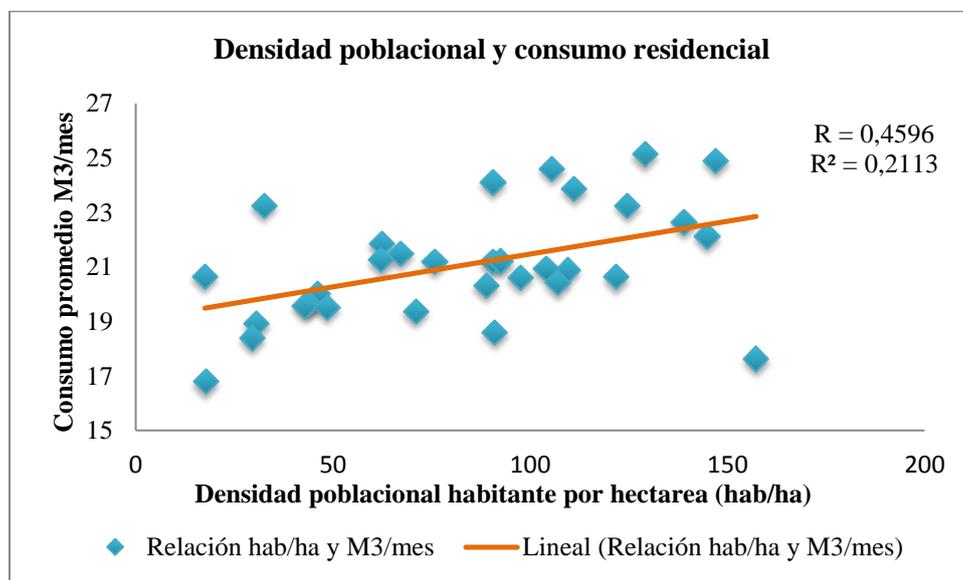


Figura 30. Densidad poblacional habitante/hectárea (hab/ha) y consumo residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

En la Figura 31 se observa la distribución espacial de las dos variables identificándose las zonas que tienen mayor número de habitantes asentadas en el centro de la urbe,

alrededor de estas se encuentran las zonas con mediana densidad y las zonas de menor situada al norte y al sur respectivamente, bordeando la zona periférica. No obstante existen dos casos especiales:

- En la zona Z-23 correspondiente a la localidad Barrial Banco Ecuatoriano de Vivienda (B.E.V), el consumo de agua es menor que en las otras zonas de alta densidad poblacional;
- En la zona Z-04 como punto de referencia el barrio del Olivo existe un mayor gasto de agua, en la cual la densidad es baja.

Para los autores Domene & Saurí (2003), el mayor consumo de agua en las áreas residenciales de baja densidad se debe en buena parte a usos exteriores de agua, especialmente el riego de jardines, para el caso de la zona Z-04 puede explicarse el uso del agua se dé a otras actividades no precisamente residenciales, otra explicación podría estar relacionado con cercanía de la Universidad Técnica del Norte pudiendo influir con una dinámica particular por los estudiantes que viven alquilando y el consumo que varía sea a razón de una población flotante.

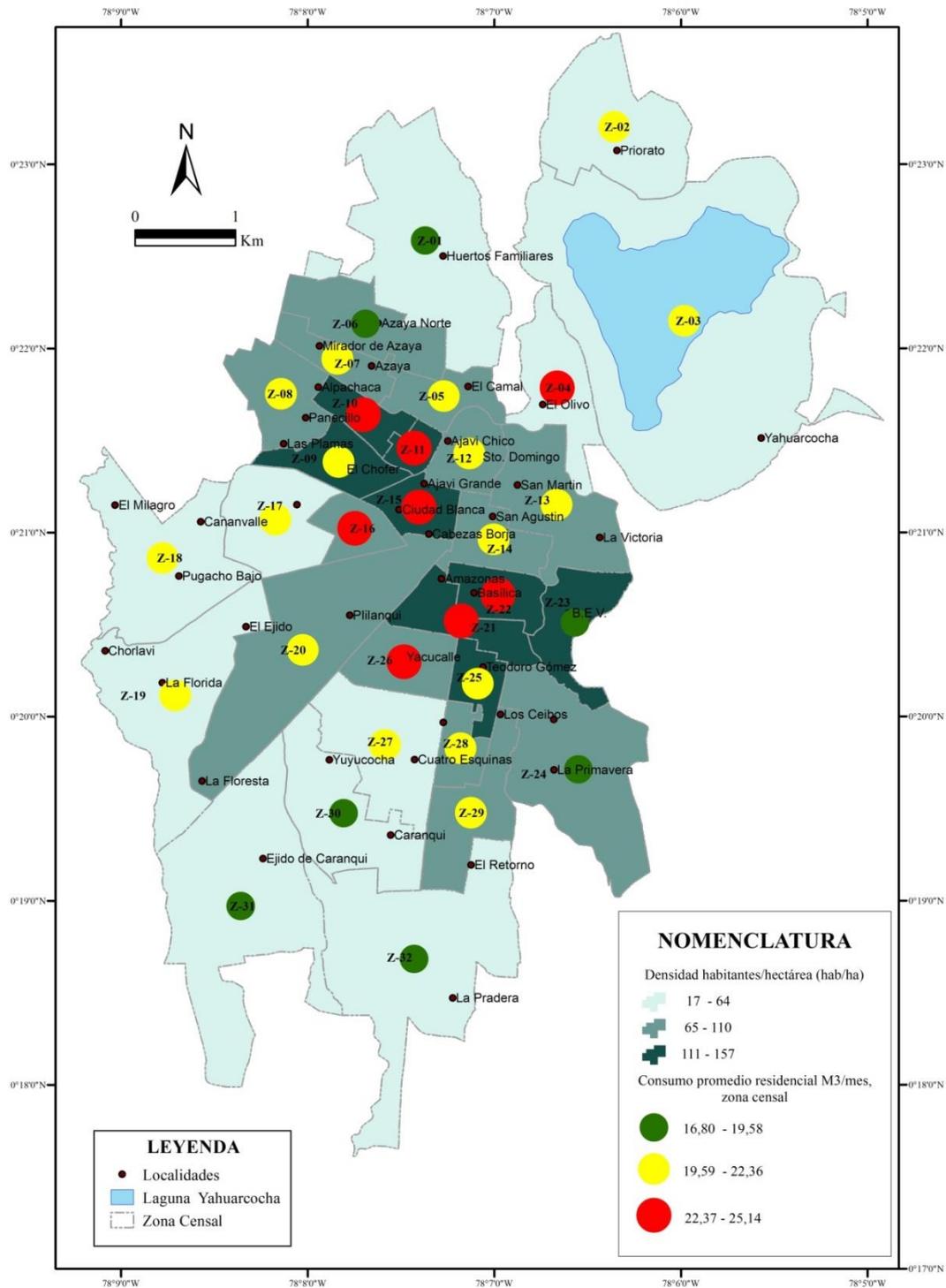


Figura 31. Distribución espacial habitantes/hectárea y consumo residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

Habitantes por hogar

La conformación del número de personas que habitan un hogar también se analiza para conocer si la composición del número de integrantes incide en la demanda del agua mensual.

Se puede observar en la Figura 32 que el rango de integrantes por hogar oscila entre 3,2 a 4,2 siendo los de mayor frecuencia los hogares entre 3,6 y 3,8 personas; es así que se denota a los grupos con menor número de integrantes con tendencia a incrementar el uso del agua, mientras los grupos de más personas tiende a disminuir su consumo. Probablemente este fenómeno se deba a factores sociales y económicos que influyen en el ahorro del agua.

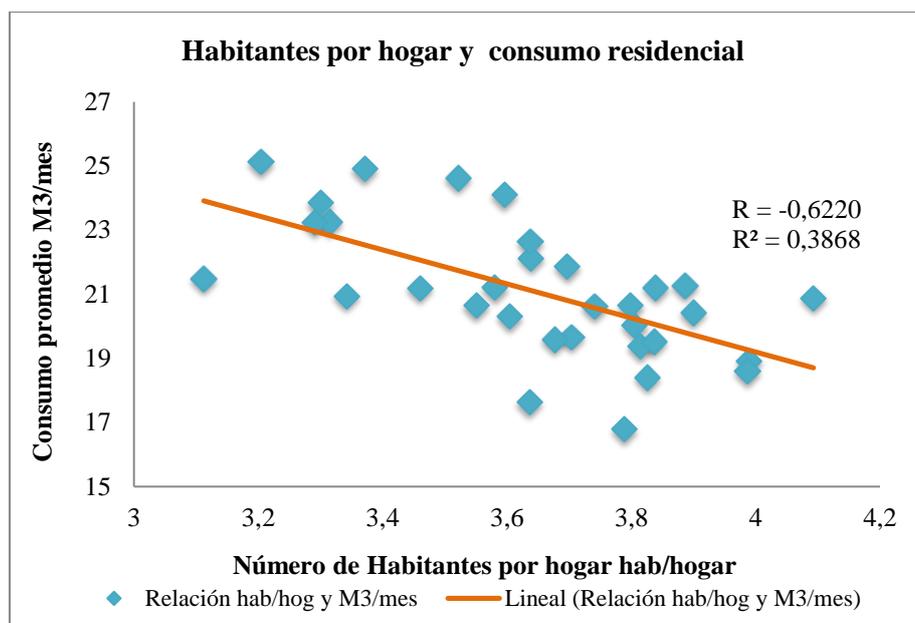


Figura 32. Habitantes por hogar (hab/hog) y consumo residencial M3/mes

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

De acuerdo a la distribución de los habitantes por hogar (véase Figura 33) las familias con el menor número de miembros se localizan en el centro de la urbe a excepción de la Z-04 alejada de este y situada al norte de la ciudad. Conforme las zonas se apartan del centro el promedio de integrantes disminuye.

Las zonas con mayor número de personas por hogar se ubican hacia los límites de las zonas periféricas en las localidades de Priorato, Azaya, Yahuarcocha, Milagro, El Ejido y Caranqui, corroborando lo señalado por Ramirez *et al.* (2015), que los hogares más numerosos son comunes en los suburbios, y que las familias grandes consumen menos agua (Moliní & Salgado, 2012).

Se esperaría que al incrementar el número de personas de un hogar se registraría un mayor consumo; sin embargo, en este caso se trata de zonas de baja densidad poblacional agrupadas en grupos familiares grandes.

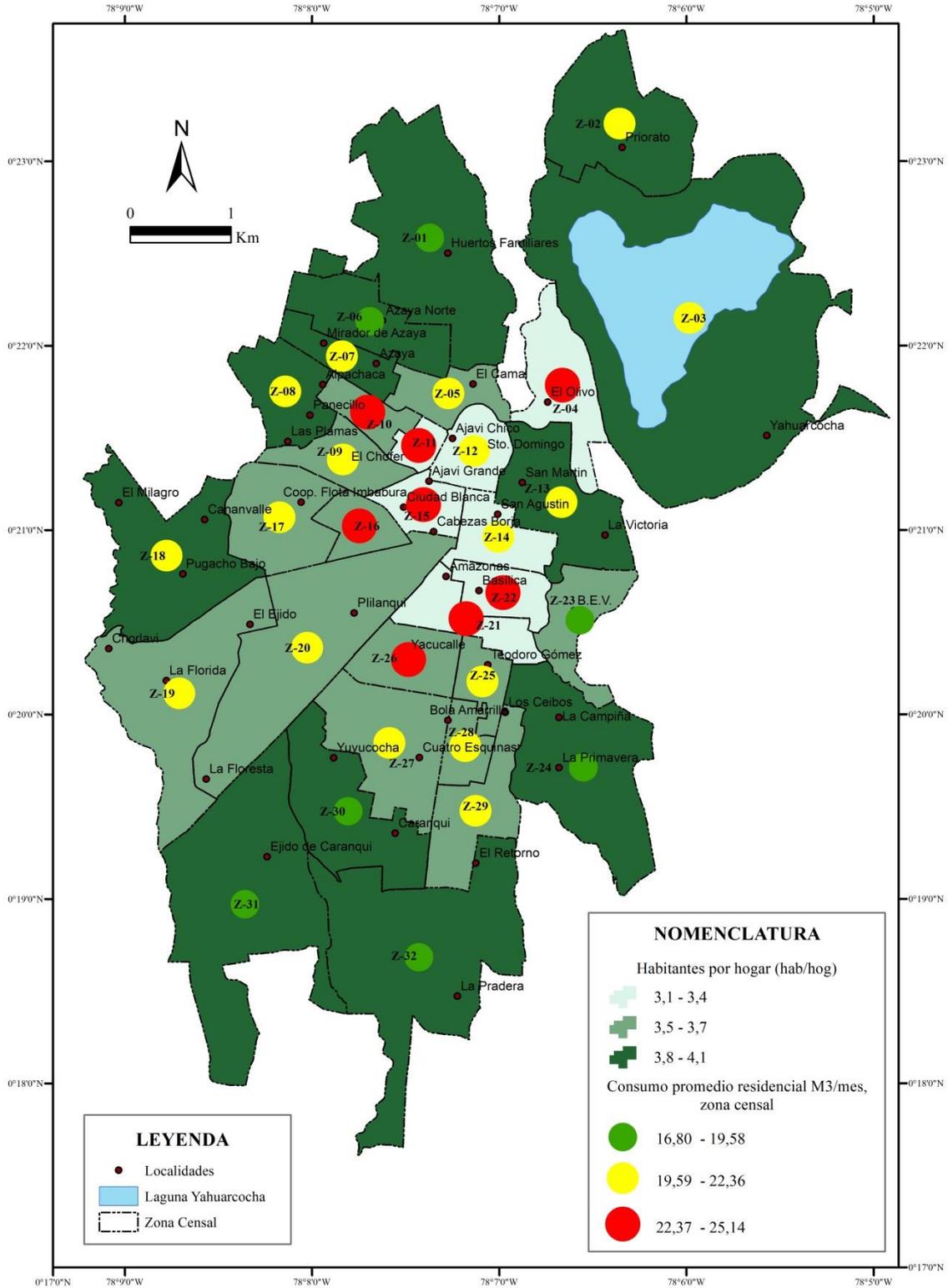


Figura 33. Distribución espacial habitantes por hogar y consumo residencial M3/mes
 Nota: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

Tamaño de predio

El tamaño promedio del predio es el resultado de la identificación previa de la

existencia de una edificación dentro del predio, debiéndose realizar este proceso a la falta de información descriptiva del tipo de ocupación del terreno.

En la Figura 34 se observa que el tamaño de los terrenos se concentra en superficies menores a 500 M2; sin embargo, hay casos en los cuales superan este promedio debiendo verificarse en las bases catastrales el tipo de ocupación de los predios, para establecer las posibles causas de la variación. La gráfica muestra que existen consumos menores a 19 M3/mes en zonas censales donde el tamaño de los predios fluctúan entre 200 a 1.200 M2 por lo cual no se puede precisar que a mayor superficie del terreno exista un incremento de consumo de agua como lo cita Pereira & Hidalgo (2008); probablemente esto se deba a una expansión urbana reciente o se traten de espacios físicos pendientes a ser urbanizados. También se aprecia un consumo cercano a 21 M3/mes en una superficie de terreno mayor a 2.000 m2, puede ser un caso especial a considerarse en futuras investigaciones.

A pesar de que existe una tendencia entre el consumo y el tamaño del predio es necesario identificar de forma asertiva los predios con ocupación de vivienda para entender mejor esta relación

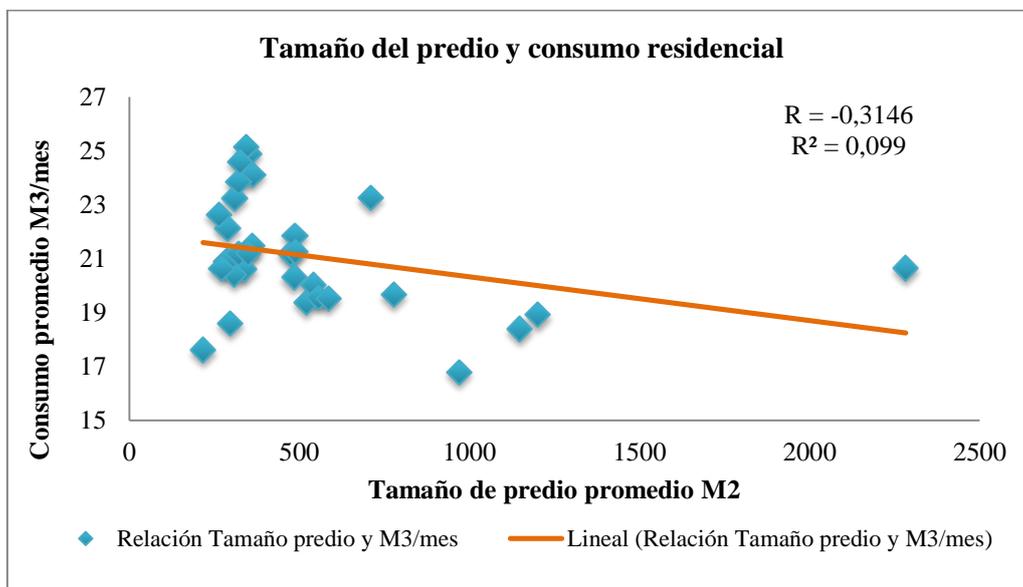


Figura 34. Tamaño del predio (M2) y el consumo residencial M3/mes

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado GADI catastro 2016

Al momento de representar el tamaño del predio y el consumo promedio (véase Figura 35) es evidente que las áreas con terrenos de mayor superficie se concentran en la zona

Z-03 que corresponde a la población de Yahuarcocha, donde existen actividades turísticas, comerciales y residenciales desarrolladas en diferentes tamaños de predios. Por otra parte, los terrenos con superficies intermedias entre 906 a 1.594 M2 se encuentran ubicados al norte y al sur del área céntrica en las localidades Huertos Familiares y El Ejido de Caranqui - La Pradera.

Para entender de mejor manera los consumos por tamaño del terreno será indispensable disponer de información que identifique si el predio tiene una vivienda o no, para ser almacenadas en la base de datos y así realizar las gráficas respectivas, también se podría realizar un análisis a nivel de sectores censales para verificar y comprender la heterogeneidad de los tamaños de los terrenos.

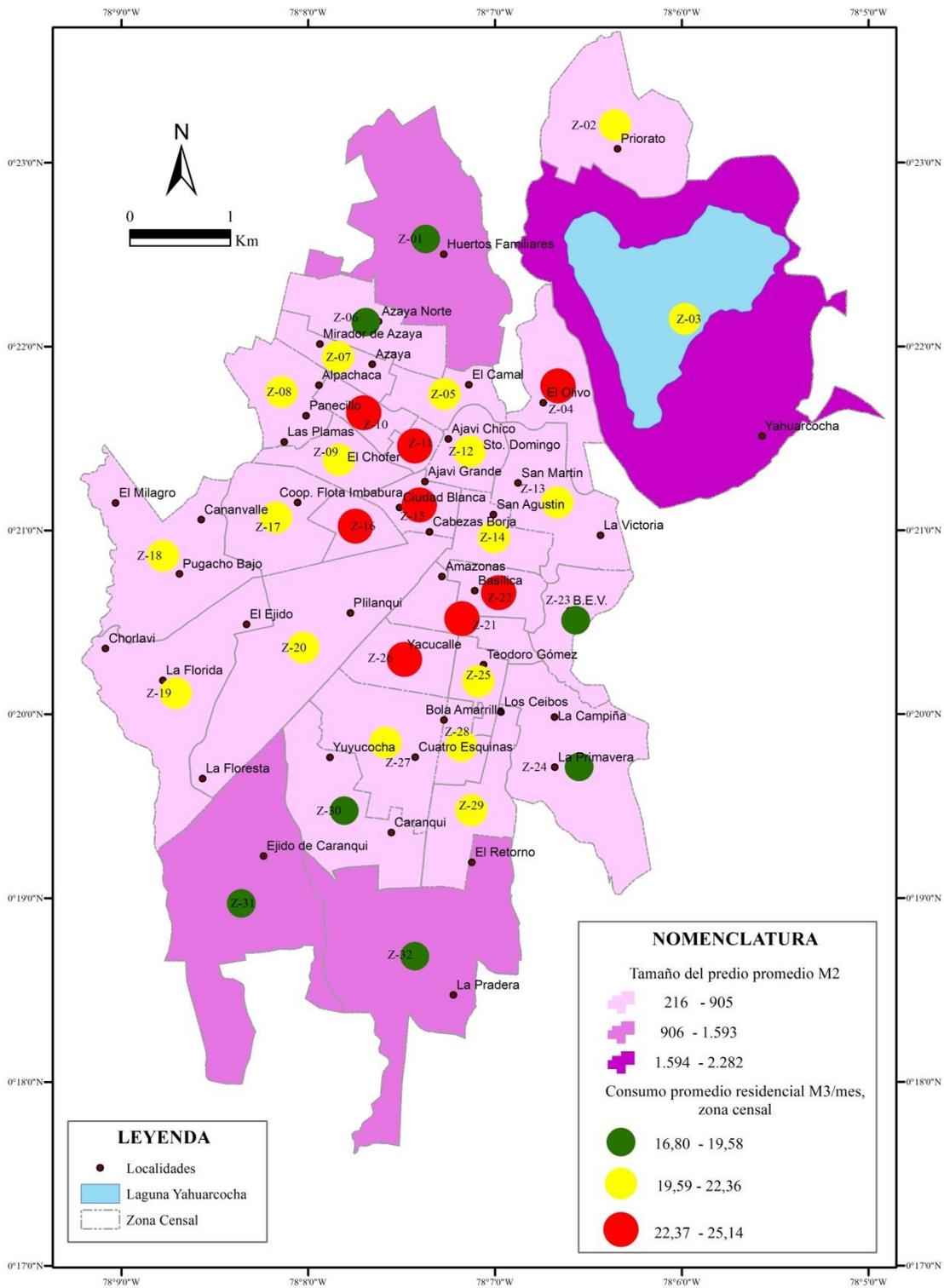


Figura 35. Distribución espacial tamaño predio (M2) y consumo residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado GADI catastro 2016

Tamaño de vivienda

El tamaño de la vivienda está fuertemente asociado con el requerimiento del líquido vital, en la Figura 36 se aprecia que las viviendas de mayor tamaño tienen a gastar más

agua que aquellas viviendas con menor superficie. También se muestra el rango de viviendas más frecuente entre 100 y 250 M2 que serían el tamaño de casas más representativas para la ciudad. Se puede considerar que las viviendas con mayor tamaño dispondrían de más superficies para actividades distintas a las residenciales como de recreación (jardines, huertos, o tal vez pequeñas albercas), lavado de autos, incrementando el gasto del agua.

Para Mendoza (2010), un cuarto adicional en la vivienda aumenta el gasto en consumo de agua en 3,72%, consecuentemente si se analiza el tamaño de casa mayor a 250 M2 se tiene la tendencia a incrementar el consumo mensual. En conclusión existe una correlación positiva significativa del tamaño de la vivienda con los M3/mes.

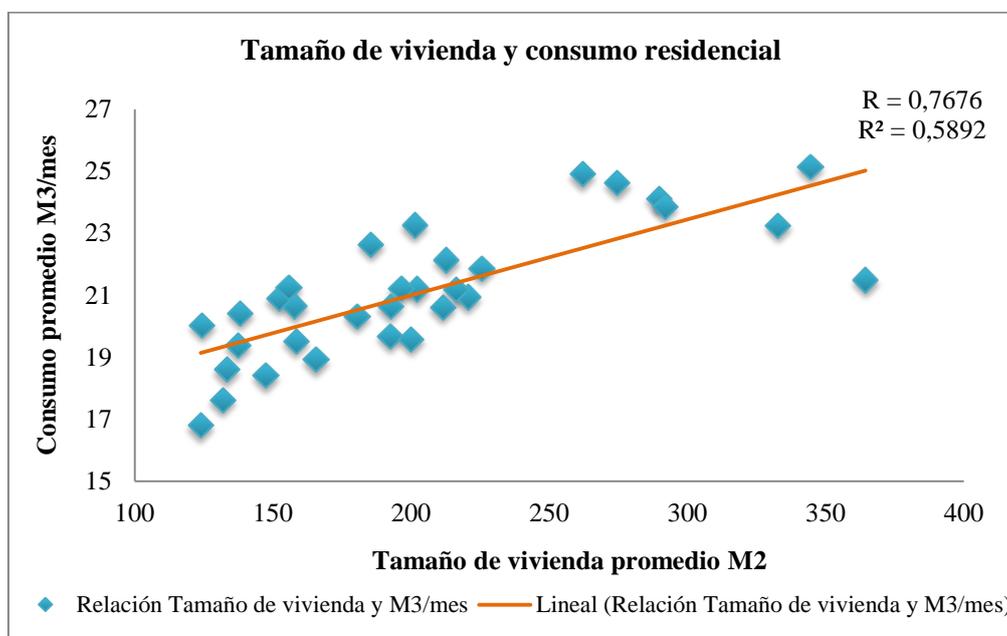


Figura 36. Tamaño de vivienda (M2) y el consumo residencial M3/mes

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado GADI catastro 2016

En la Figura 37 se aprecia una distribución de las viviendas de mayor tamaño concentradas en el centro de la ciudad y a medida que se alejan del centro va disminuyendo la superficie de las edificaciones. Las zonas con presencia de casas más grandes se localizan en las zonas Z-14, Z-15, Z-16, Z-21 y Z-22, que corresponde a las localidades de La Merced, San Agustín, Ciudad Blanca, urbanizaciones: Pilanqui, José Leoro, Jardín; Basílica; Amazonas y parte del barrio de Yacucalle.

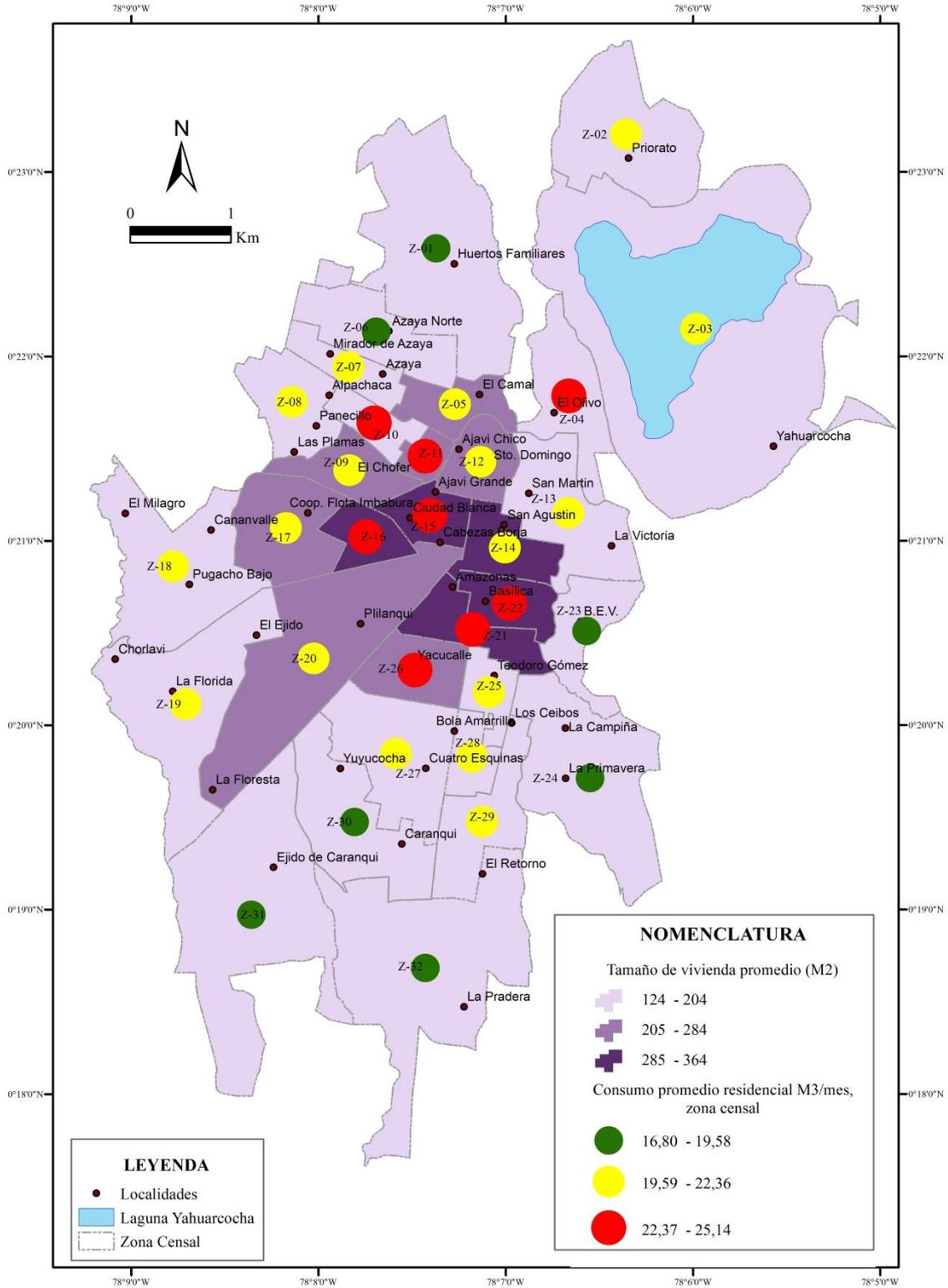


Figura 37. Distribución espacial tamaño de vivienda (M2) y consumo residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado GADI catastro 2016.

4.4.3 Factores Sociales

Los factores sociales se relacionan al nivel de instrucción analizando las distintas categorías de educación registrados en el censo poblacional de vivienda 2010.

Población Sin Estudio

La población sin estudio es de resultado de la suma de las personas que contestaron en el censo poblacional haber asistido a centros de alfabetización que no disponen de ningún nivel de estudio o ignora el nivel de estudio. En la Figura 38 se observa que, la población de menor grado de nivel de estudios o sin estudio como se ha denominado a esta categoría tienden a gastar menos el agua. Posiblemente el no derroche de los recursos sea algo que se ha aprendido por la experiencia y no más por instrucción educativa.

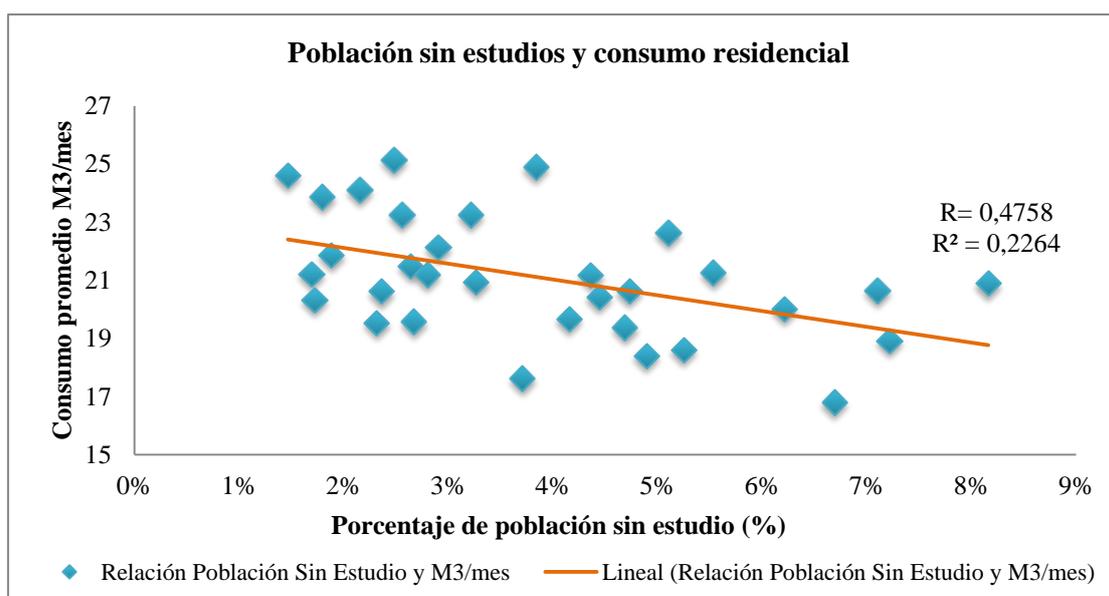


Figura 38. Porcentaje población sin estudio y consumo residencial M3/mes

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

Al analizar la Figura 39 la distribución espacial del porcentaje de personas sin estudio los valores máximos se encuentran al norte y al sur oeste de la ciudad en las localidades de Priorato, Yahuarcocha, Huertos Familiares, zona de Alpachaca y Ejido de Caranqui. Por otra parte, la población con los menores porcentajes sin estudio se localiza en el centro de la urbe.

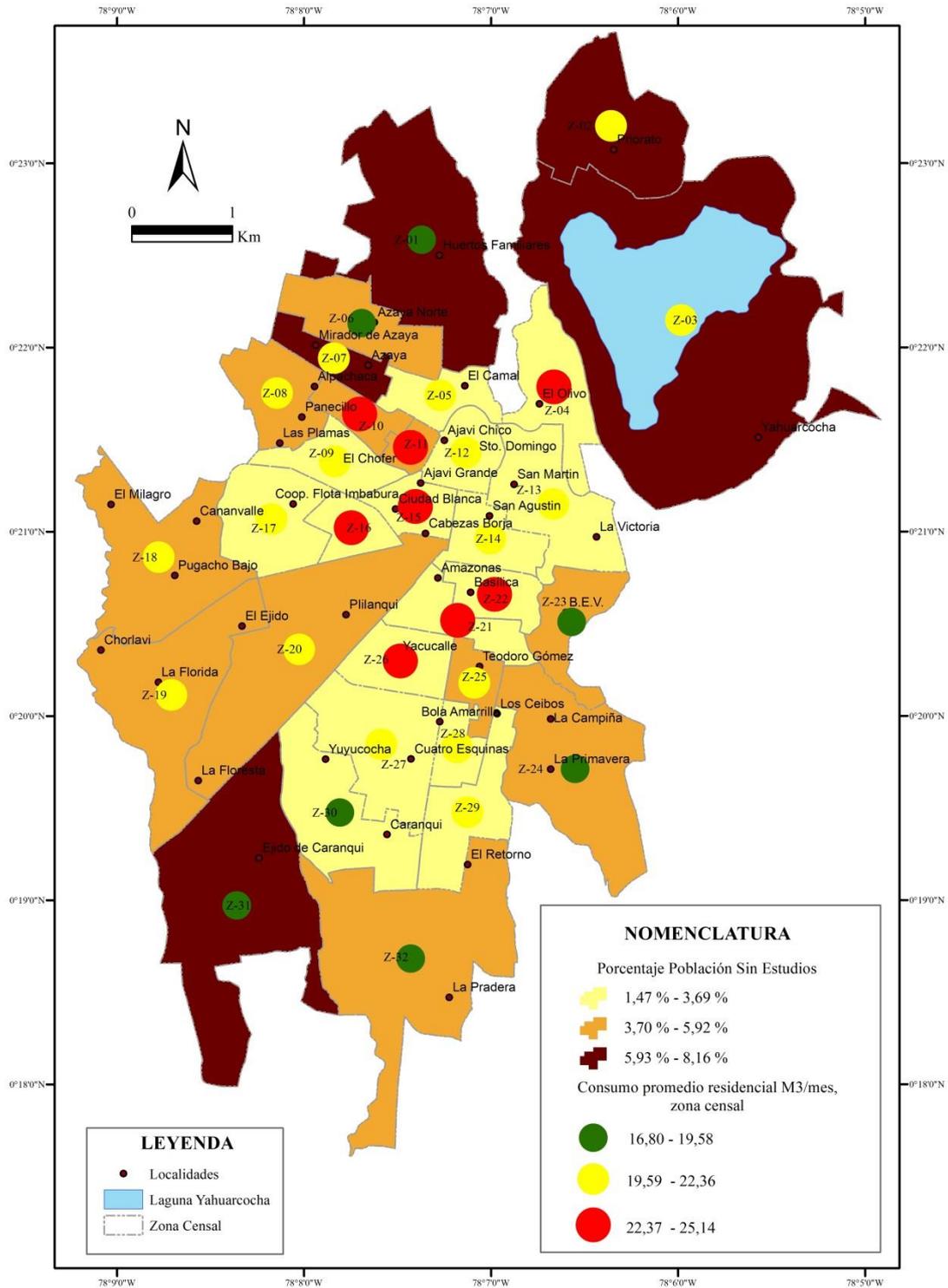


Figura 39. Distribución espacial porcentaje población nivel sin estudio y consumo residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

Población Nivel Preescolar

La población de nivel preescolar corresponden a los niveles de educación inicial y aunque los porcentaje de la población son bajos, la tendencia es a disminuir el

requerimiento de agua a medida de que existen mayor porcentaje de niños en el nivel preescolar, es decir que, el desarrollo integral de los niños en estas etapas también podrían incidir en el uso responsable del agua (véase Figura 40).

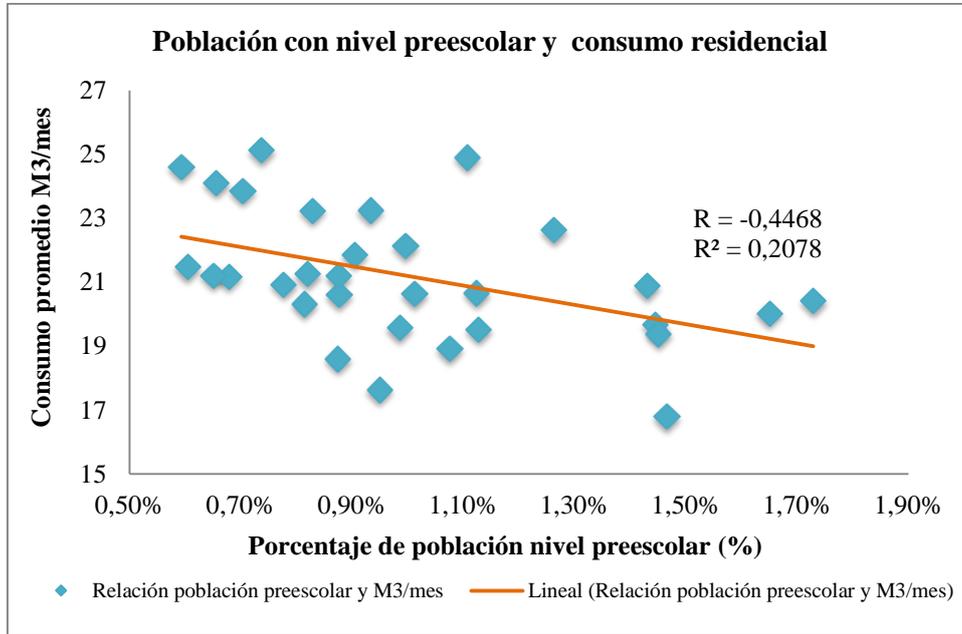


Figura 40. Porcentaje población con nivel preescolar y el consumo residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

La educación en el ser humano es una forma de garantizar a la sociedad que se incluía un ente aportante para su desarrollo. Para Ospina (2008), una educación para el desarrollo humano considera el tipo de hombre que debe formar y, por ende, el tipo de sociedad. Estos aspectos crean la expectativa de que ¿si se funda el respecto a los recursos naturales, el ahorro del agua como parte de una formación desde los niveles iniciales de la educación, se podrá formar una nueva sociedad?

En la representación de la variable Figura 41 se muestran la baja existencia de población con nivel preescolar en el centro de la urbe, y los mayores porcentajes de habitantes en este nivel educacional se encuentran alejados de las zonas céntricas como: Priorato, La Campiña, La Primavera, La Florida y Ejido de Caranqui.

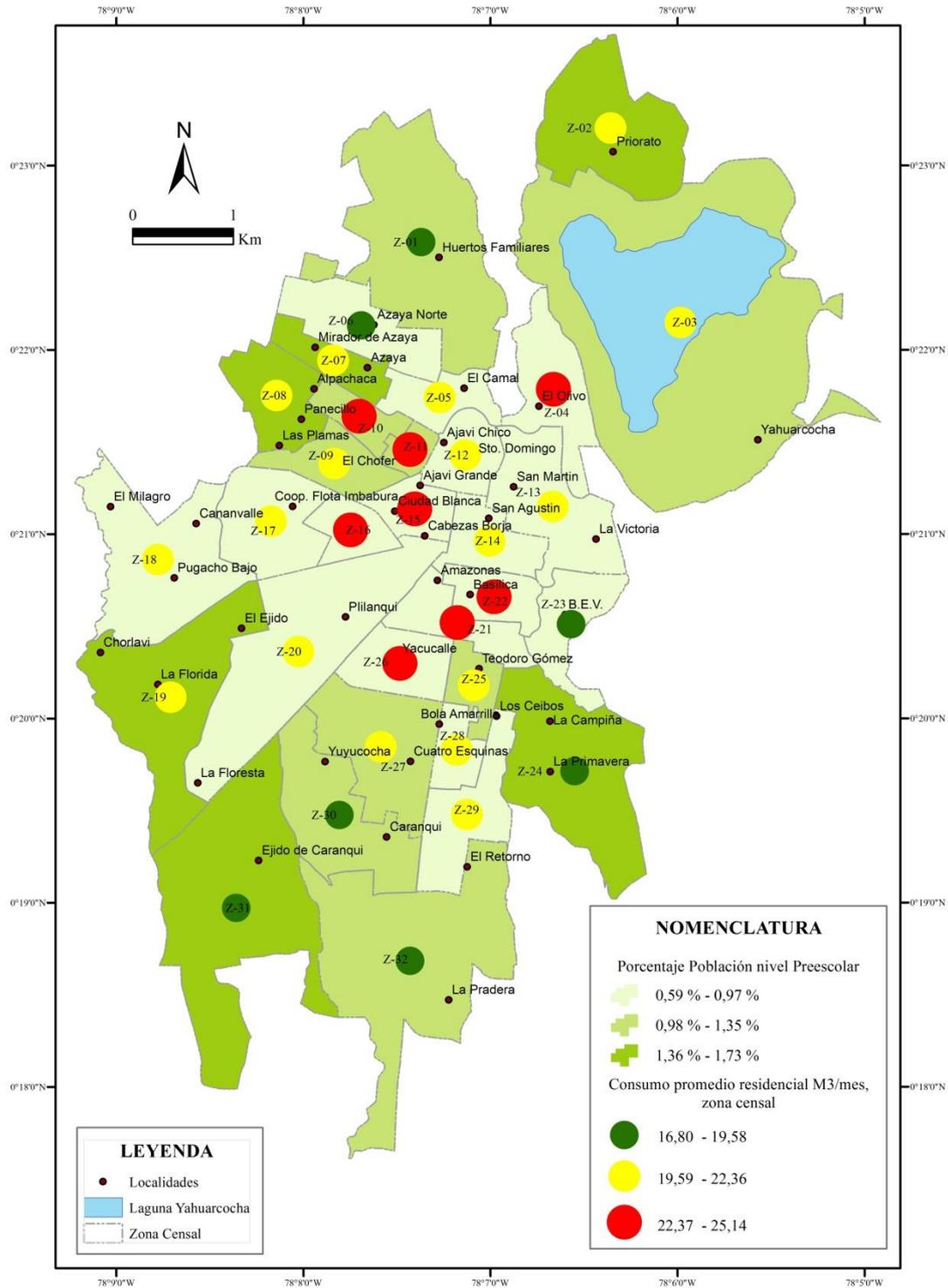


Figura 41. Distribución espacial porcentaje población nivel preescolar y consumo residencial M3/mes
 Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

Población Nivel Primaria

La instrucción primaria corresponde a los años de escolaridad categorizados así antes del 2006, es decir de primero a sexto grado, por lo tanto se refiere a la proporción de

personas que aprobaron los seis años lectivos. En la Figura 42 se muestra que a mayor población caracterizada con este nivel tiende a consumir menos agua, por lo tanto existe una tendencia de menor uso del líquido vital. No obstante, este es uno de los grados de educación de mayor presencia en la población en estudio.

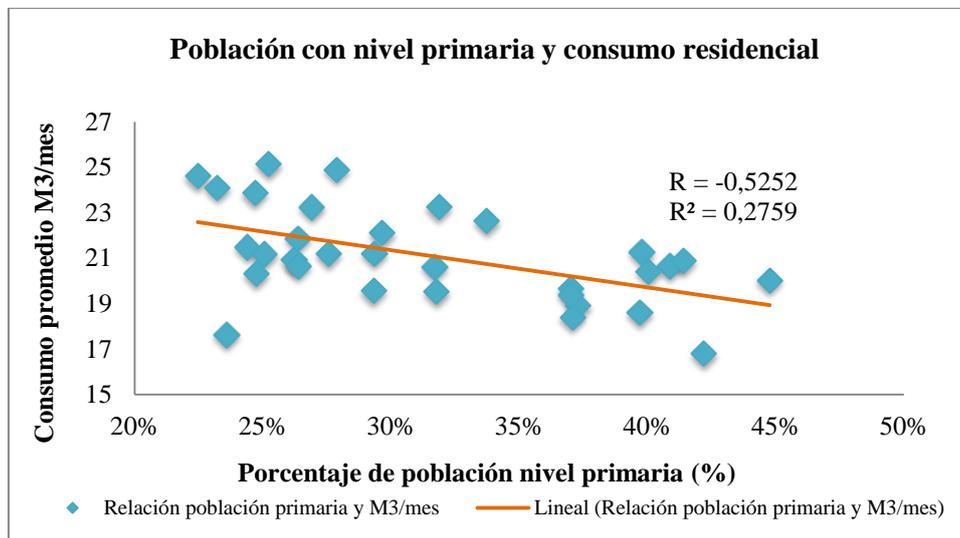


Figura 42. Porcentaje población con nivel primaria y el consumo residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

En la zonificación de la variable Figura 43 se aprecia la distribución de los máximos porcentajes de población de los niveles de educación primaria en las zonas alejadas de la parte céntrica de la ciudad en las localidades de: Priorato, Yahuarcocha, Ejido de Caranqui, Pugacho Bajo, Las Palmas, Alpachaca, Azaya con requerimientos bajos de agua.

Asimismo las poblaciones con menor porcentaje de nivel primaria se sitúan alrededor del centro de la ciudad en 17 zonas censales, es decir el 53 % del territorio es ocupado por habitantes que posiblemente dispongan de otros niveles de instrucción superiores a la primaria.

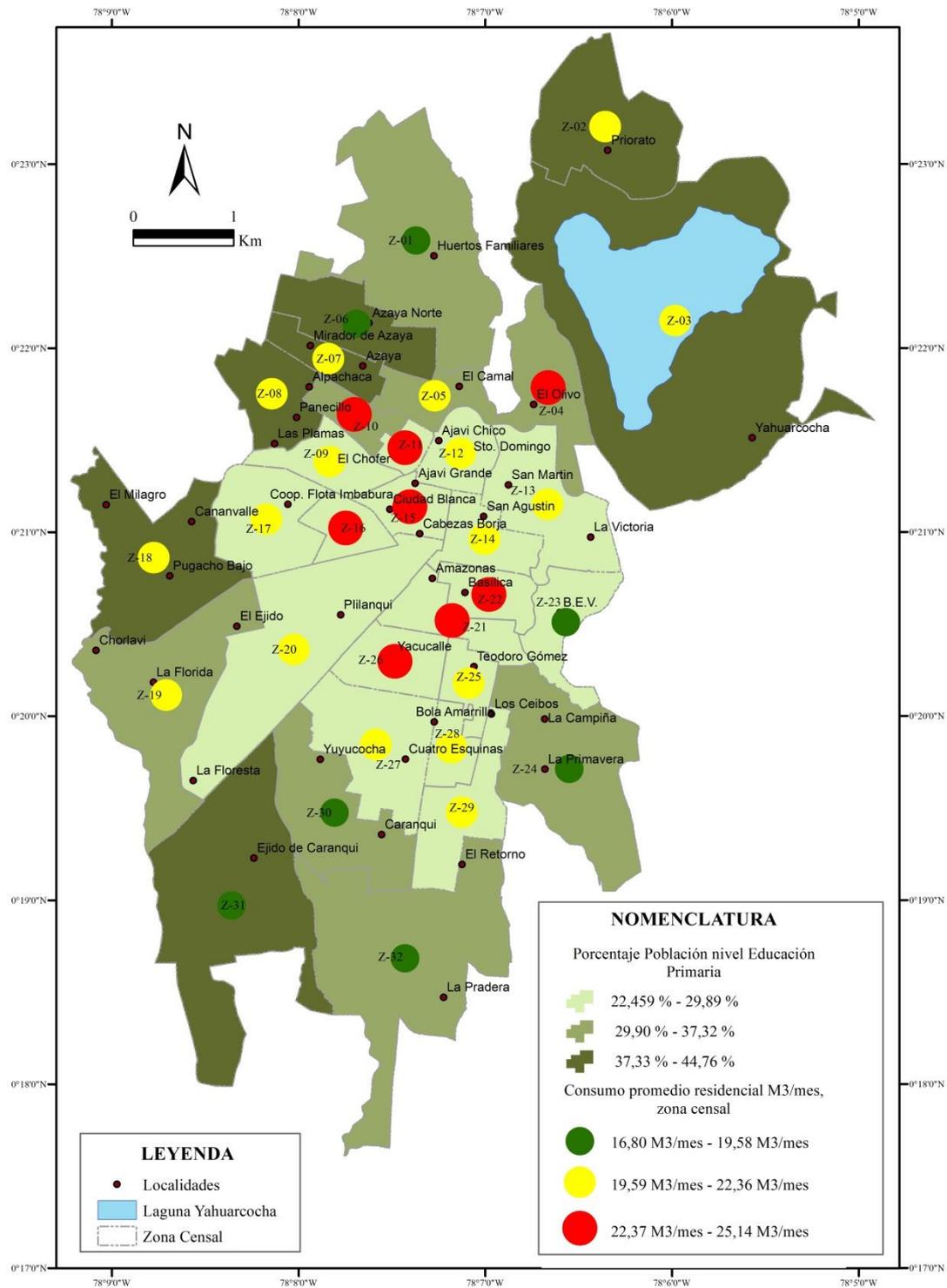


Figura 43. Distribución espacial porcentaje población nivel primaria y consumo residencial M3/mes
 Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

Población con Educación Básica

La educación básica de acuerdo al Ministerio de Educación la constituye desde el primer año hasta el décimo grado comprendido entre las edades de 5 años a 15 años de

edad, cabe resaltar que esta clasificación se dio a partir del Plan Decenal del 2006 (Consejo Nacional de Educación & Ministerio de Educación, 2007). En la Figura 44, se muestran la existencia de una baja relación entre el consumo y el nivel de educación; es decir que esta variable, no explicaría adecuadamente la variación del requerimiento de agua. Sin embargo, al ser el censo poblacional aplicado en el 2010 y el plan decenal ejecutado al par a partir del 2006, con probabilidad el cambio de nombre de los niveles de educación pudo afectar a identificar el nivel al que la población encuestada respondió. Por otra parte, los temas ambientales analizados en clase pueden quedarse como charlas que no producen cambios en la conducta de las personas.

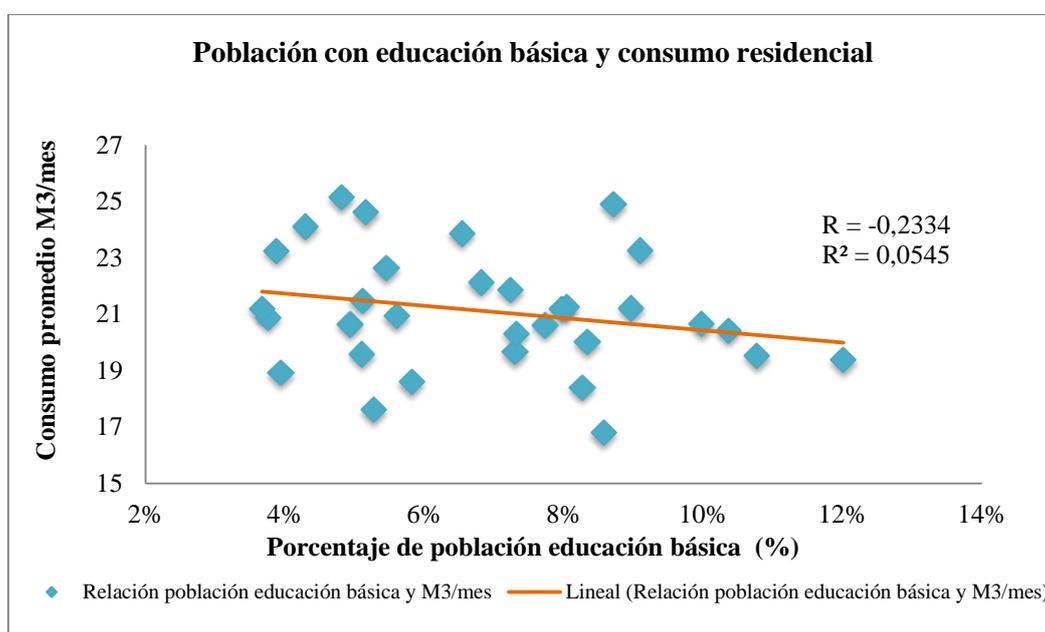


Figura 44. Porcentaje población con educación básica y el consumo residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

La Figura 45 proporciona información de la distribución de la población con nivel de educación básica, denotándose que el mayor porcentaje de la población se sitúa en las localidades de Yahuarcocha, Las Palmas, Caranqui, La Primavera, sin apreciarse un patrón específico en el centro de la ciudad sobre la cual se tienda a distribuir los resultados, como se presentaban en los anteriores análisis. Conforme se vaya ingresando los datos a la base maestra de consumos en el BI y actualizando los datos del nivel de educación de la población, sea en base al próximo censo poblacional o por estudios de caso, podría establecerse mejor la relación entre el requerimiento de agua en los habitantes con este tipo de formación. Por el momento, no se emplearía esta variable para explicar el consumo de agua residencial por zona censal.

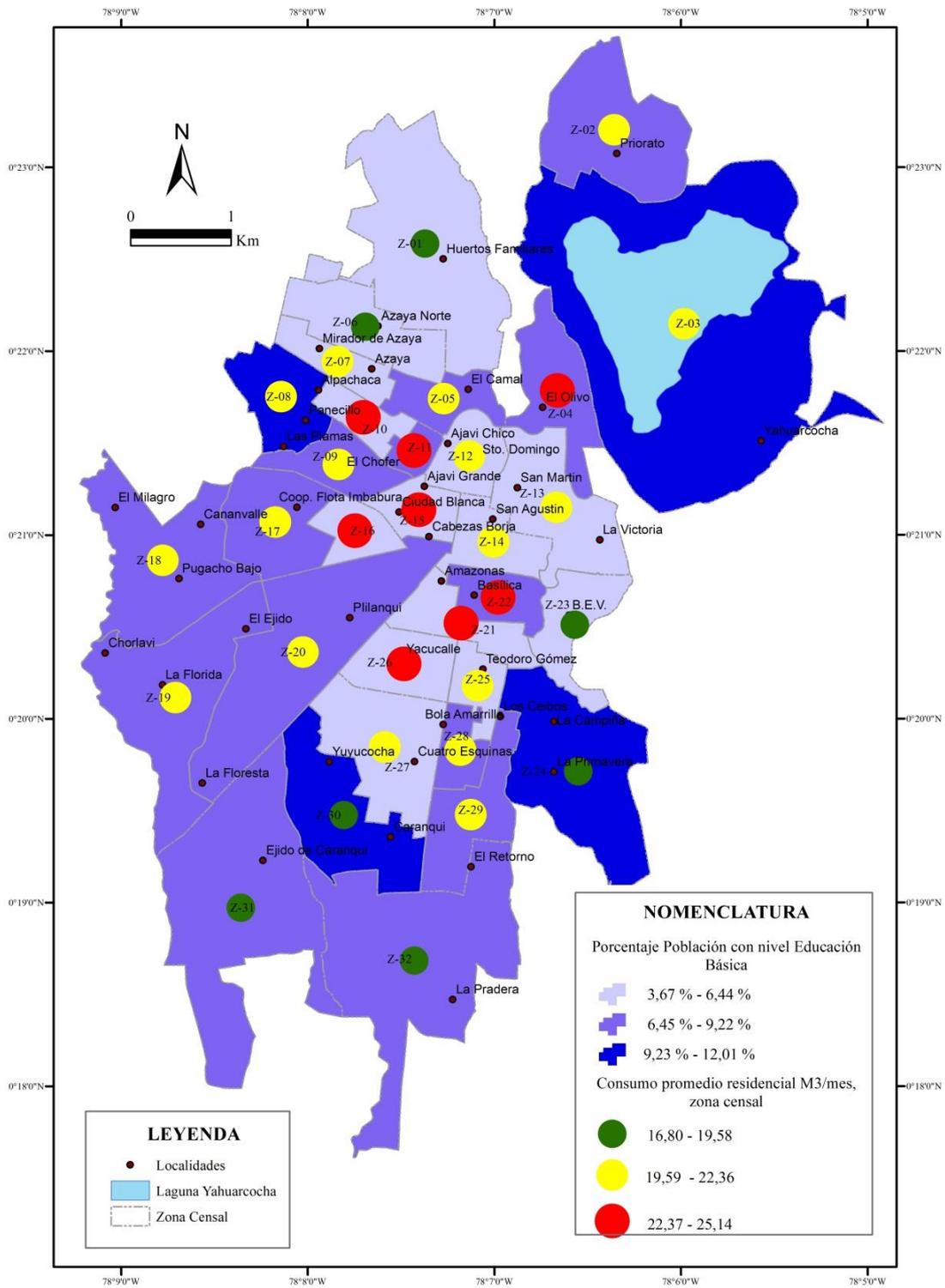


Figura 45. Distribución espacial porcentaje población nivel educación básica y consumo residencial M3/mes

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

Población con Nivel Secundaria

La educación secundaria considerada como etapa subsiguiente a la primaria y que a

partir del Plan Decenal de Educación desapareció su denominación, surgiendo otras categorías que podría relacionarse en la actualidad como son: la educación básica general y educación media o bachillerato. No obstante, los procesos educativos en este nivel se orientan en capacitar y proveer de herramientas para acceder a niveles educativos superiores. Con este breve análisis y al observar la Figura 46 es posible encontrar una moderada relación entre la población de nivel secundario y la cantidad de agua gastada, población que con gran posibilidad en el momento del censo de 2010, ya no formaba parte de la población en procesos de formación.

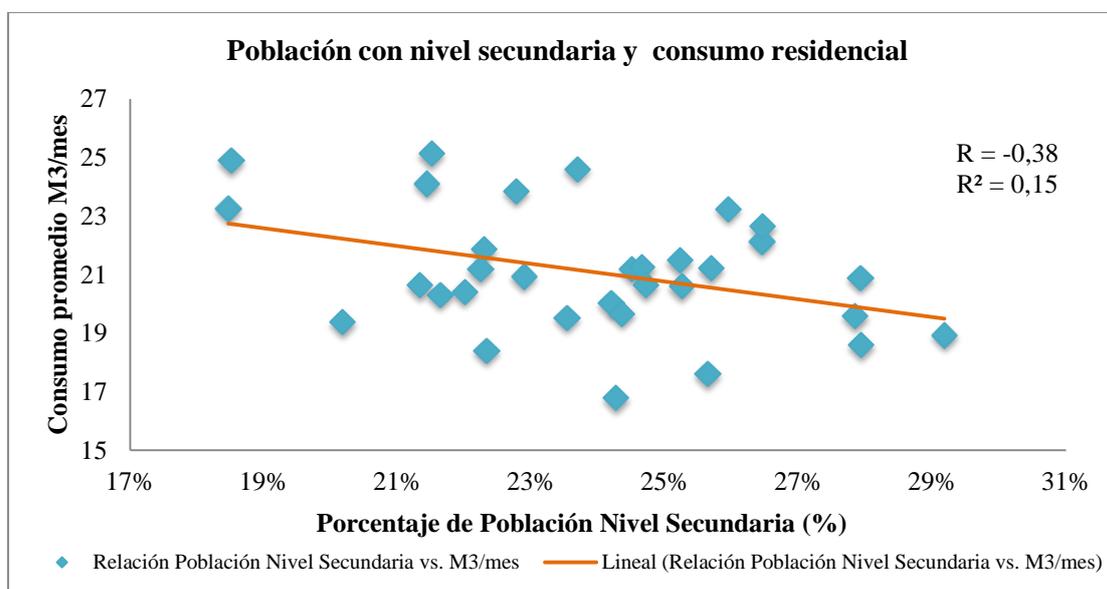


Figura 46 Porcentaje población con nivel secundaria y el consumo residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado CPV 2010 - INEC

La dependencia del consumo de agua es inversamente proporcional al porcentaje de habitantes con estudios secundarios, explicar la variación del consumo de agua en esta población dependerá de otros factores educacionales como si existió o no una formación ambiental durante el periodo formativo como cultura general. Para García & Cano Ortiz, (2006), los estudiantes tienen una percepción baja de su propio consumo de agua durante algunas actividades cotidianas como bañarse, lavar vajillas y lavadora, razón por lo cual como pueden aplicar prácticas de ahorro si existe un desconocimiento sobre la cantidades de uso de agua que requieren habitualmente.

Mediante la zonificación de la población de niveles de educación secundaria se identifica que no hay patrones claros de distribución de habitantes, como en anteriores

variables, véase Figura 47.

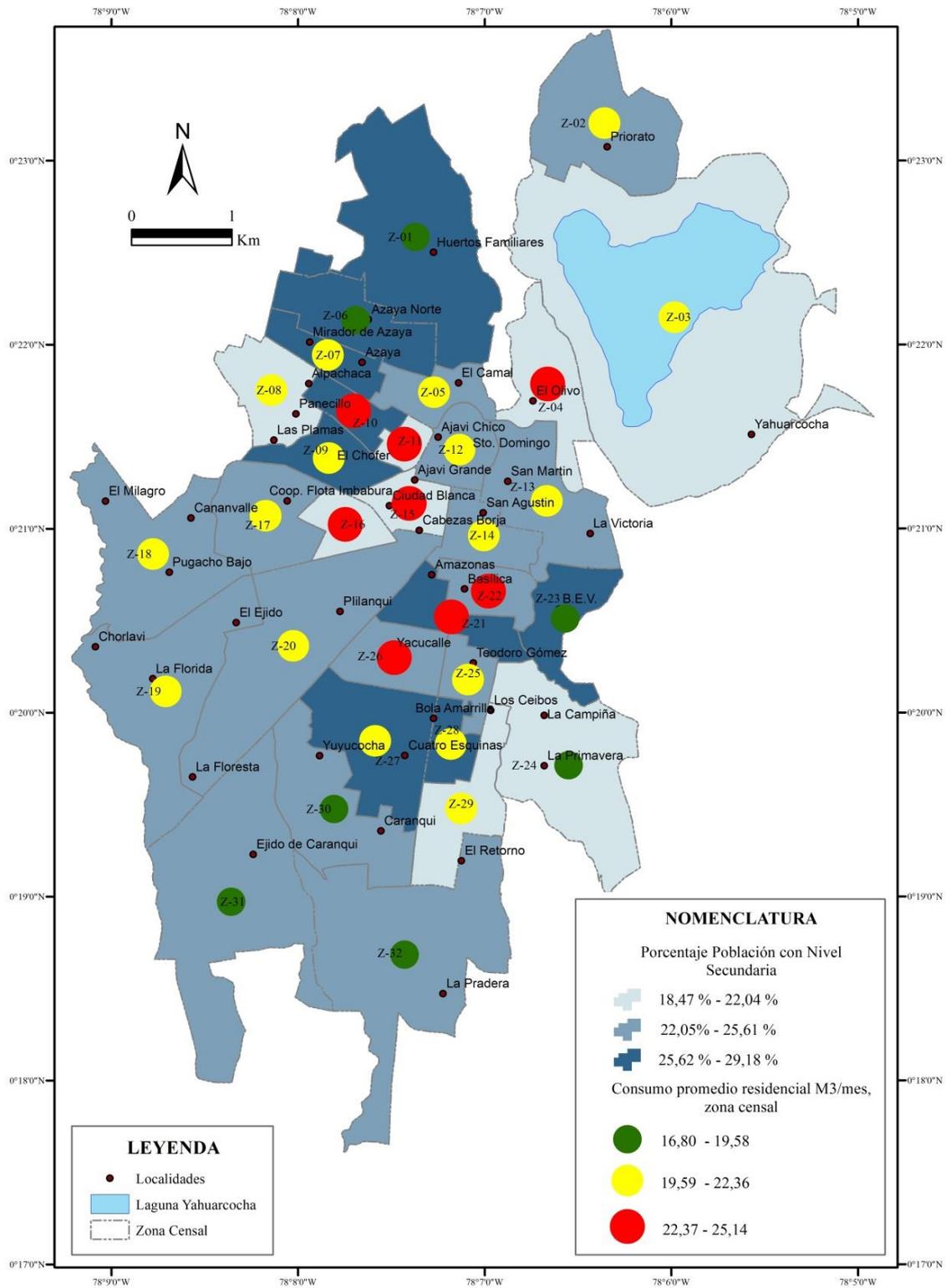


Figura 47. Distribución espacial porcentaje población nivel secundaria y consumo residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos facturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

Población con Educación Media

La educación media corresponde al nivel educativo de bachillerato es decir, posterior a los 10 años de educación básica, como se observa en la Figura 48 y a diferencia de las gráficas (véase Figura 42, Figura 44 y Figura 46) la tendencia para este análisis cambia el sentido siendo significativa la relación de, a mayor población con nivel superior de educación se eleva el gasto de agua.

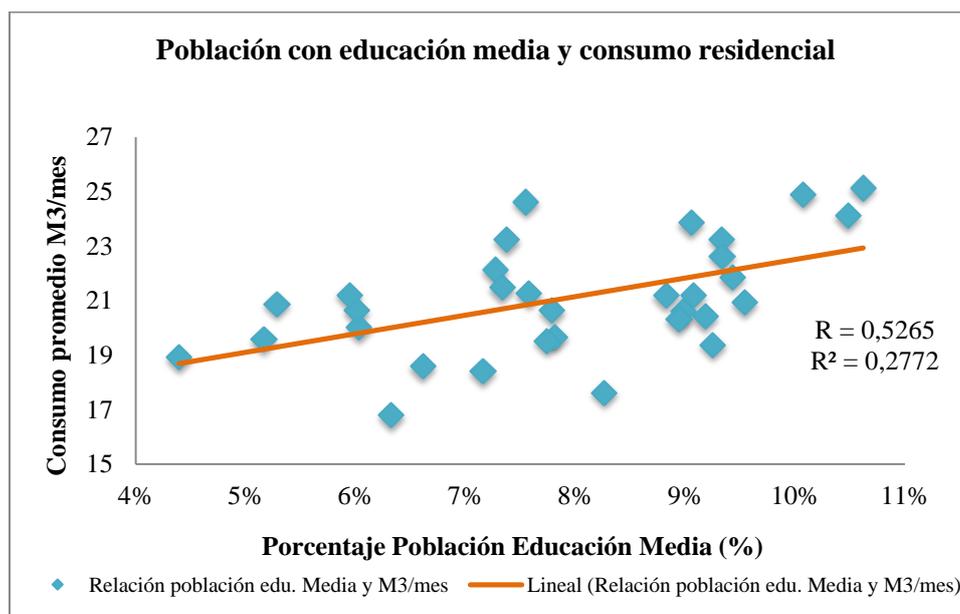


Figura 48. Porcentaje población con educación media y el consumo residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos facturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

Si bien en los cursos superiores el tema del agua se profundiza en la importancia del recurso, uso impactos, procesos de potabilización, depuración y medidas de ahorro de agua, convirtiéndose en conocimientos adquiridos dentro de aulas; sin embargo, ¿cómo se evaluar si el aprendizaje en clase formara parte de la cultura del estudiante aplicando las medidas de minimización de agua como un hábito?, si al observar en la figura la dispersión de los resultados se eleva el consumo de agua en cuanto más la población tiene estudios secundarios.

En la Figura 49 se muestra la distribución de la población con estudios de educación media (bachillerato) ubicada alrededor del centro de la ciudad, dando la pauta donde se localizaba la población “adolescente” que cursaba en este nivel de educación en el momento del censo. Hacia el noroeste de la urbe en las localidades de Huertos Familiares y Alpachaca se caracterizaron por tener habitantes con los valores menores

de porcentajes de este tipo de nivel educativo, siendo predominante el nivel de secundaria (véase Figura 47). Para las localidades céntricas de la ciudad como los barrios de Toedoro Gómez, Bola Amarilla, Cuatro Esquinas se mantienen bajos los porcentajes de personas con nivel educación media, pero el nivel de secundaria sería el de más representativo (véase Figura 47) y hacia el sur oeste del área de estudio sector Ejido de Caranqui predomina la educación primaria (véase Figura 43). En las zonas con requerimientos medios y bajos de agua se encuentran la población con estudios medios, en menor porcentaje.

Se ha encontrado que existe cierta relación entre la variación de consumo de agua y los niveles de educación de la población; no obstante, la necesidad de efectuar estudios detallados sobre el requerimiento del agua en la población según las edades y el tipo de nivel de educación que se encuentra o que obtuvo, son variables a emplearse de acuerdo con Aprile & Fiorillo (2016), lo cual pueda generar información que explique qué tan fuerte es la relación entre el consumo de agua y la formación académica recibida.

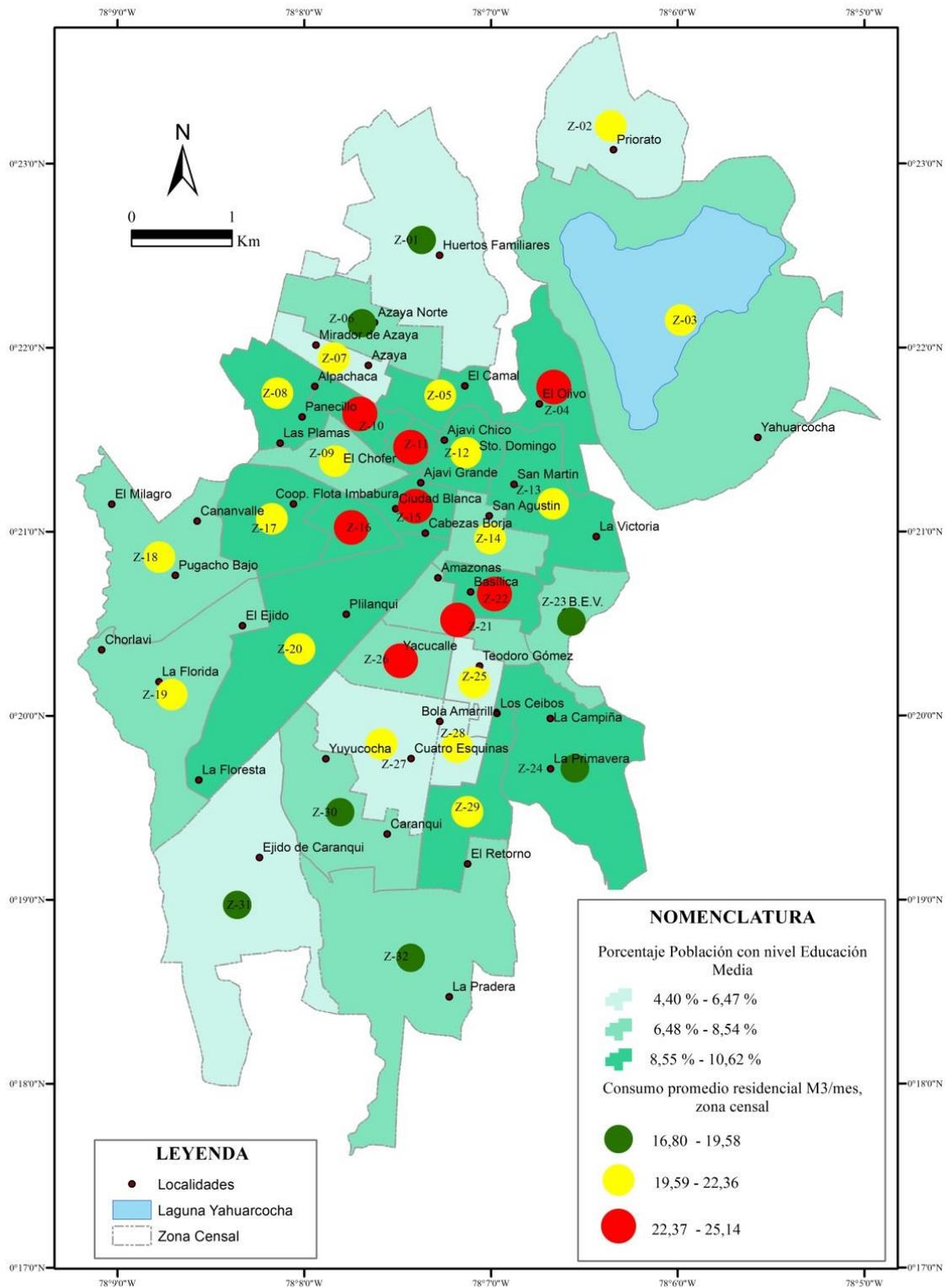


Figura 49. Distribución espacial porcentaje población nivel educación media y consumo residencial M3/mes

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

Población con Educación Superior

El análisis de la población con estudios “superiores” se ha basado en suma de los

habitantes con ciclo postbachillerato, superior y postgrado, observándose en la Figura 50 la dispersión del consumo incrementado en relación al porcentaje de población con este tipo de estudios; se esperaría un comportamiento contrario al encontrado desde el punto de vista que en algún momento de la vida de estudiantes recibieron en aulas la importancia de ahorro del agua, sin embargo los niveles superiores no demuestra que la educación recibida en temática ambiental pueda reflejarse en favor del gasto del agua.

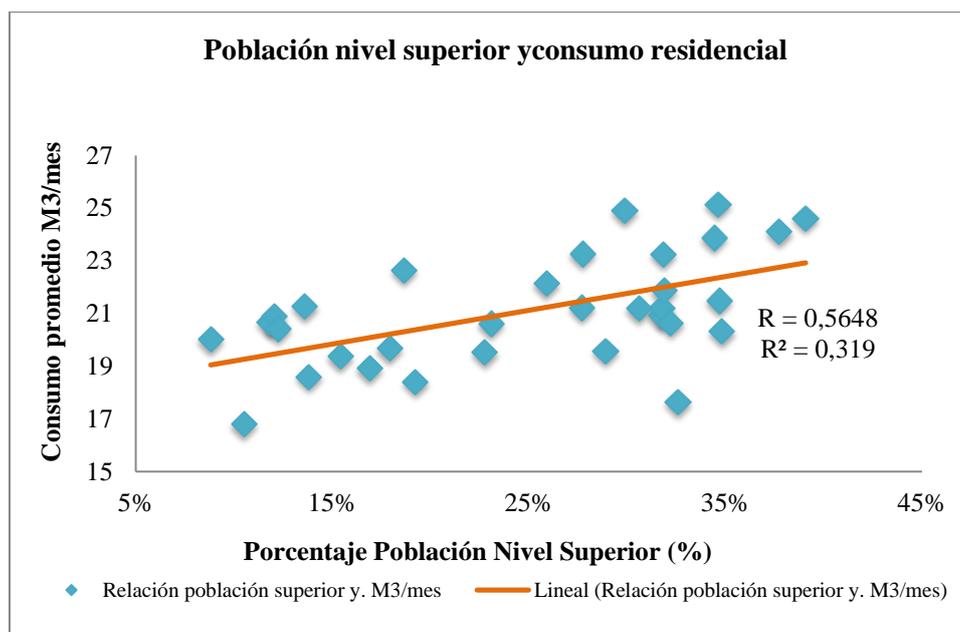


Figura 50. Porcentaje de población nivel superior y el consumo residencial M3/mes

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

Al zonificar la población con estudios “superiores” (véase Figura 51), se aprecia en la zona céntrica de la urbe la dominancia de las zonas con una población importante con niveles superiores, con crecimiento al sur de la ciudad (barrio El Retorno). Sin embargo hacia los límites de la zona urbana con la zona periférica y/o de parroquias rurales se presentan los valores más bajos de la población con nivel “superior”; al norte: Priorato y Yahuarcocha, al noroeste en los sitios Huertos Familiares, Azaya, Alpachaca y Las Palmas; al oeste: las localidades de Cannavalle, El Milagro, La Florida, al suroeste: Ejido de Caranqui y al sur este: La Campiña, La Primavera. Sitios donde es predominante habitantes con población primaria, no obstante la población citada tiende a consumos medios y bajos, a excepción del sector de la zona Z-23 (barrio Banco Ecuatoriano de Vivienda) que es la única área que registra un menor consumo de agua con una población alta en niveles superiores, posiblemente esté resultado se relacione con otras variables como el tamaño de vivienda.

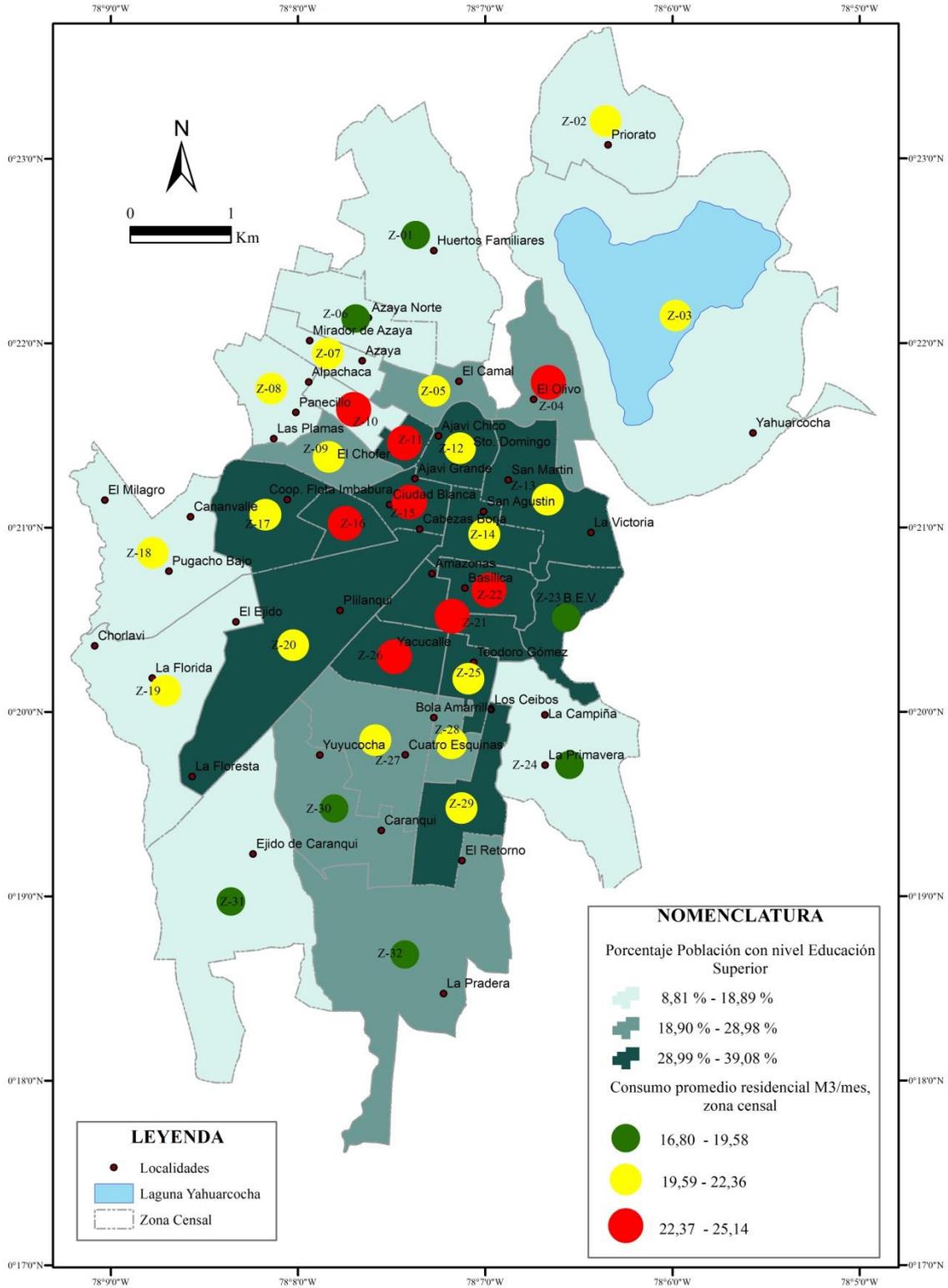


Figura 51. Distribución espacial porcentaje población nivel superior y consumo residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

4.4.4 Factores Socio-económicos

De acuerdo a la literatura revisada se agruparon las variables dentro de este factor, el indicador de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) conocido también como indicador de la pobreza, la población económicamente activa total y asalariada, el valor de predio, valor de vivienda y comercial.

Índice de Necesidades Básica Insatisfechas NBI

El índice de necesidades básicas insatisfechas es el resultado de presencia o ausencia de ciertos servicios básicos (saneamiento, agua, entre otros), acceso de educación y hacinamientos. De acuerdo con la Secretaría Técnica para la Erradicación de la Pobreza (2014) el principal determinante de la pobreza por NBI en el Ecuador es la cobertura de agua por red pública y saneamiento; motivo por el cual el analizar el consumo de agua puede asociarse con el porcentaje presente de NBI, por cada zona censal, determinando características o comportamiento de la población.

En la Figura 52 se observa que a menor porcentaje de NBI existe un mayor consumo promedio de agua residencial, es decir que, los actores que disponen de mejores condiciones de servicios y niveles de educación incrementan el uso del agua.

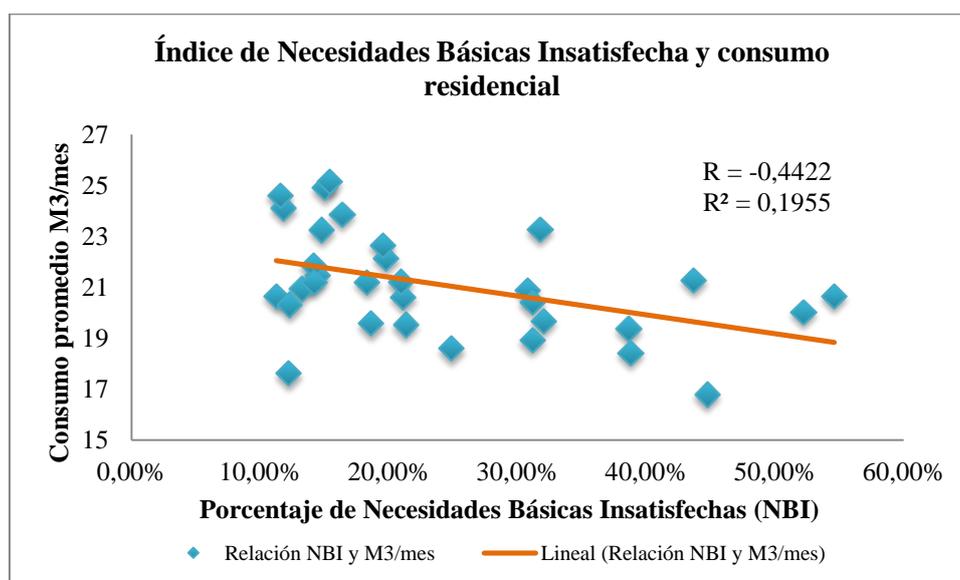


Figura 52. Índice de necesidades básicas insatisfechas (NBI) y consumo residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos facturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

Al representar espacialmente se puede verificar que los mayores porcentaje de índice de necesidades básica insatisfechas (NBI) se ubica en la zona norte y sur más cercanas al área periférica o dispersa de la parroquia de Ibarra. Identificándose en estas áreas la falta de coberturas de los servicios para la población, siendo menester la planificación y aplicación de competencias de las instituciones estatales para la inclusión de zonas con el mejoramiento o acceso a los servicios, con el fin de disminuir la brecha entre las localidades más consolidadas (véase Figura 53). Para la Cooperación Andina de Fomento [CAF], (2007) es evidente que el acceso a agua y saneamiento de calidad es una condición necesaria para la inclusión social y el logro de una vida digna.

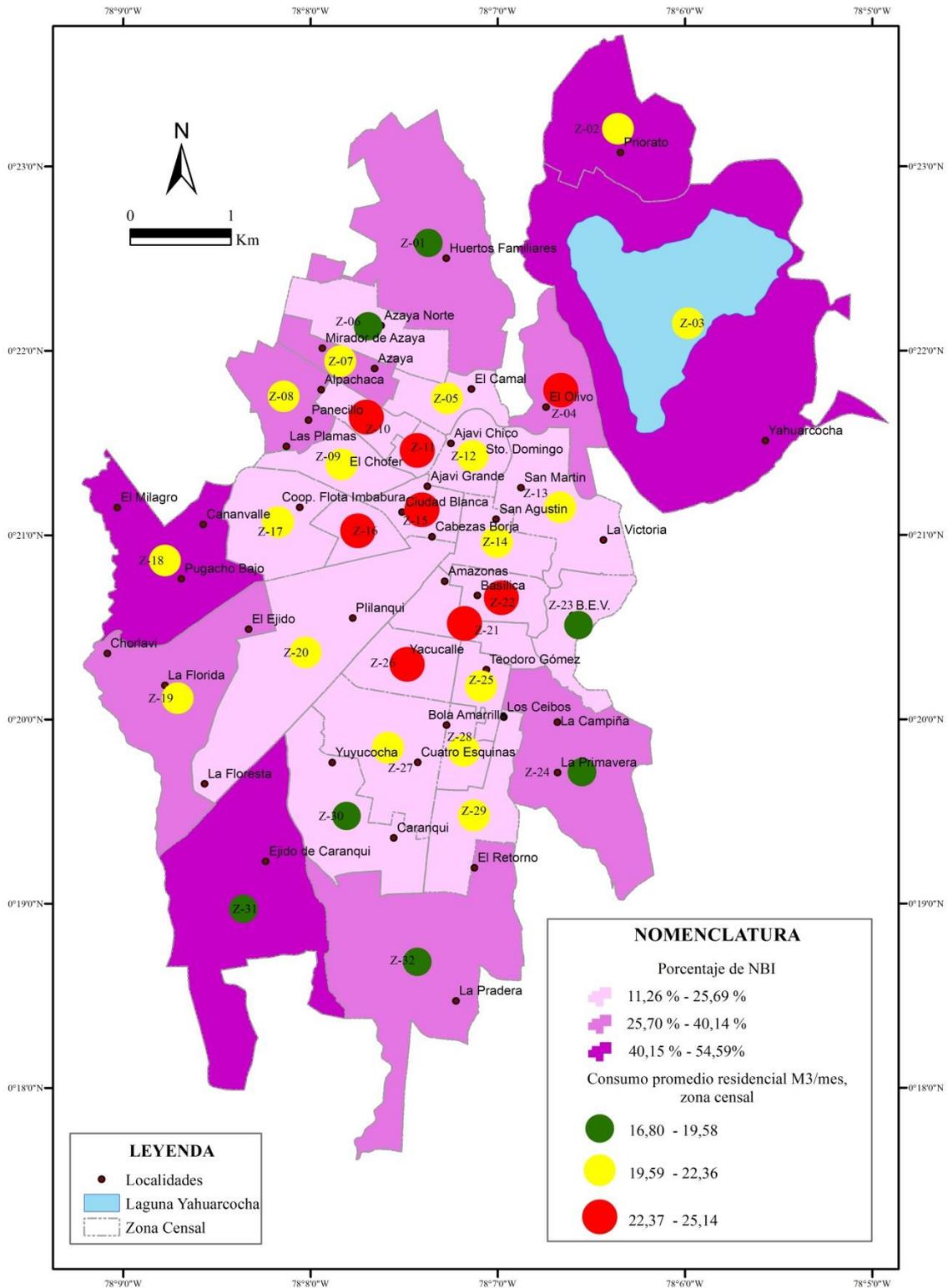


Figura 53. Distribución espacial porcentaje NBI y consumo residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos facturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

Población Económicamente Activa (PEA)

La población económicamente activa contiene a los habitantes que según el censo

poblacional de vivienda 2010 registraron actividad laboral pudiendo ser con dependencia o independencia de un patrono. Se observa en la Figura 54 que existe un requerimiento mayor de agua, cuando se incrementa el porcentaje de la población con actividad laboral.

Los consumos promedios con esta variable se ven afectados a medida que se eleva el porcentaje de la población económicamente activa. Para Domene & Saurí (2006) citando por Ramirez *et al.* (2015), la frecuencia del baño es uno de los rubros que más consume agua y presentan diferencias entre grupos de ingreso, los grupos de bajos ingresos se bañan en promedio dos días menos que los de altos ingresos. Por lo cual, los hábitos de higiene en la población económica podrían estar asociados al consumo mayor de agua y a medida de que se especifique sus ingresos mensuales, se tendría más elementos de análisis, para comprender el comportamiento de quienes laboran con o sin patrono.

Asimismo no se podría descartar que el consumo esté relacionado al uso del agua con otras actividades no residenciales sino comerciales.

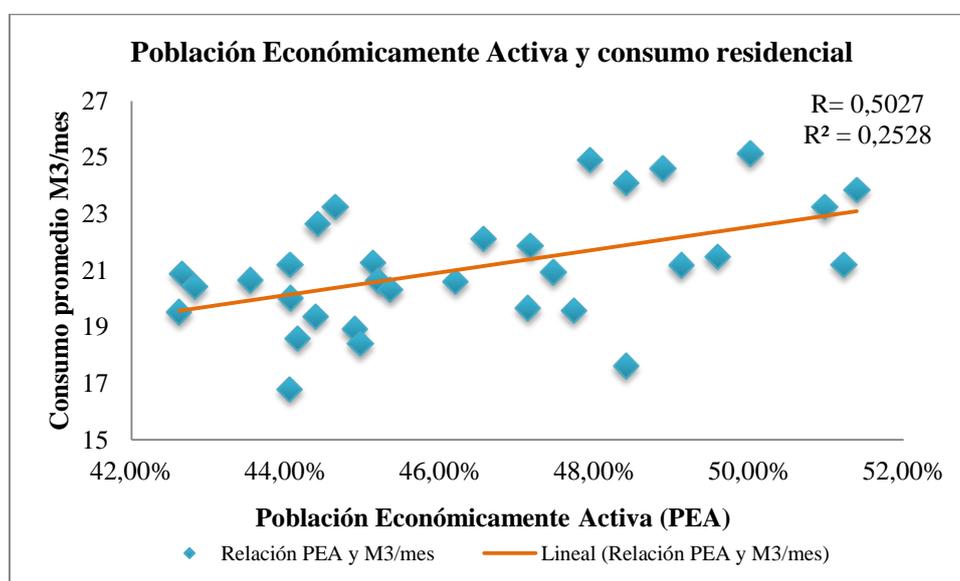


Figura 54. Porcentaje de población económicamente activa (PEA) y el consumo residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

La población económicamente activa se encuentra distribuida en las zonas céntricas como Z-13, Z-14, Z-15, Z-20, Z-22, Z-21 y Z-26 en las localidades de San Martín, San

Agustín, La Victoria, Ciudad Blanca, Cabezas Borja, Amazonas, Basilica, Pilanqui y Yacucalle. Y el menor número de habitantes que influyen en economía se encuentran a los extremos del área de estudio delimitando con las zonas periféricas de la ciudad. (Véase Figura 55)

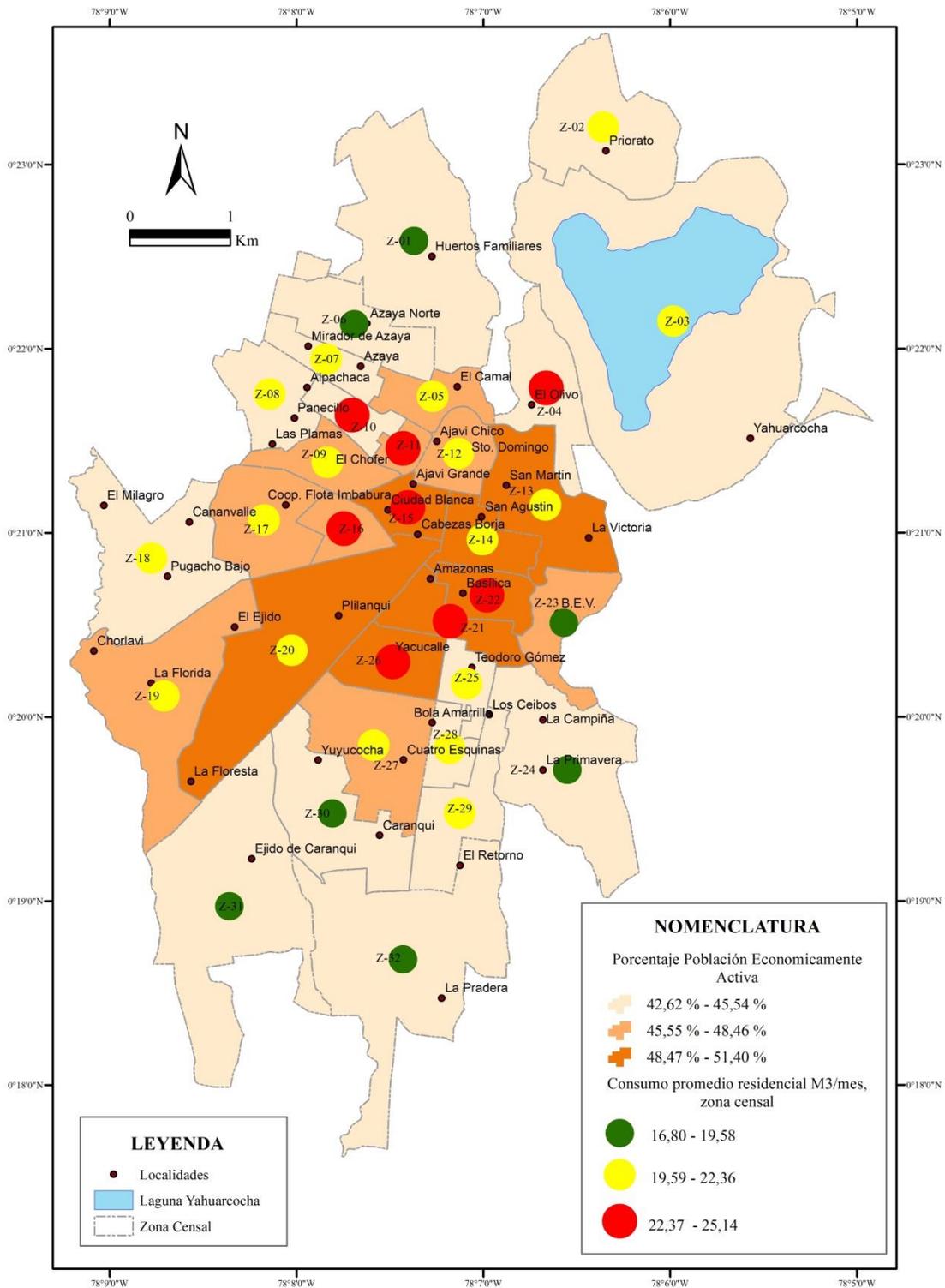


Figura 55. Distribución espacial porcentaje PEA y consumo residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos facturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

Población Económicamente Activa Asalariada (PEAa)

Corresponde al porcentaje de población económicamente activa que labora bajo dependencia laboral pública o privada recibiendo un pago por su trabajo. En la Figura 56 el porcentaje de la población activa asalariada fluctúa entre el 22 al 36%; sin embargo, la concentración de la población está entre 26 y el 30%. Esto demuestra que alrededor de la tercera parte de la población económicamente activa de la ciudad tienen un ingreso mensual fijo.

En este caso el consumo de agua tiene una moderada relación con la población asalariada, podría explicarse mejor como es la asociación al disponer datos sobre los ingresos percibidos por su trabajo, sin embargo esta población tendría un ingreso fijo y no variable como se presentan en los trabajos independientes.

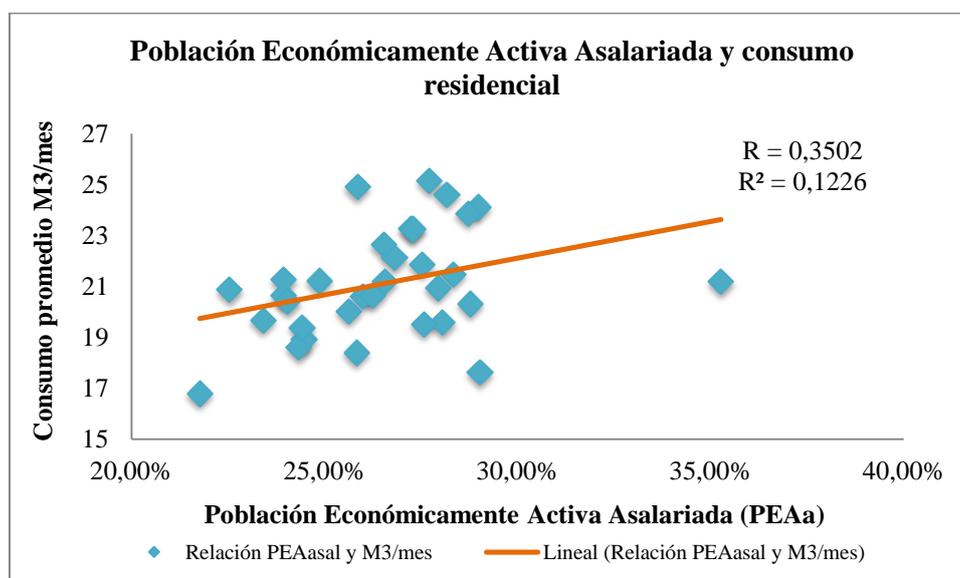


Figura 56. Porcentaje población económicamente activa asalariada (PEAa) y el consumo residencial M3/mes

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

En la Figura 57 se muestra que la población económicamente asalariada se centra en las localidades de la Victoria, San Martín correspondientes a la zona Z-23. Y por el contrario la población con menos habitantes con un trabajo asalariado se encuentran en zonas cercanas a los límites del área periférica de la ciudad. Un caso particular es observable en las zonas Z-25 y Z-28 que corresponden a los barrios Bola Amarilla y Teodoro Gómez donde se ubican principalmente actividades comerciales.

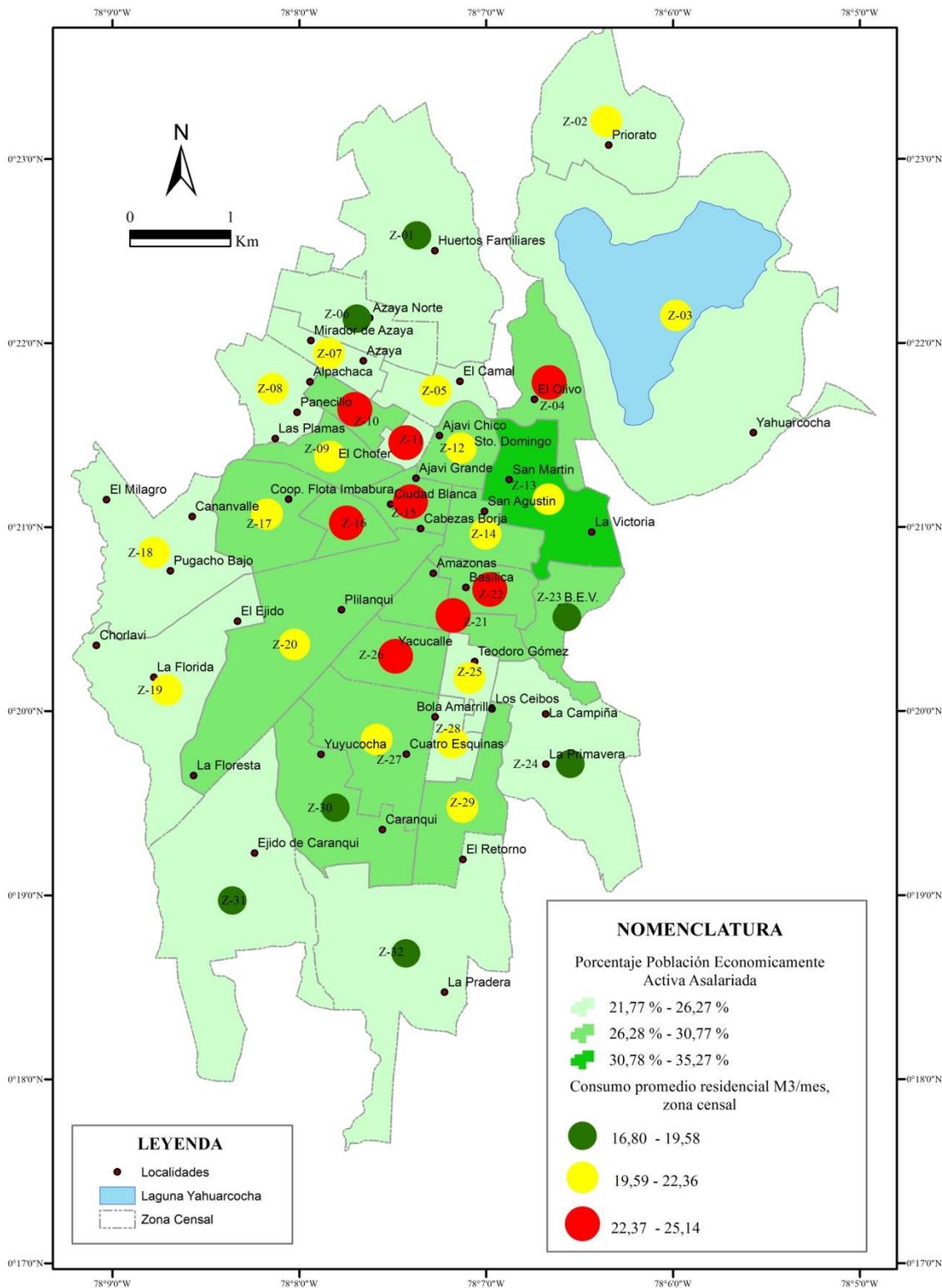


Figura 57. Distribución espacial porcentaje de PEA y consumo residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

Valor del Predio

El valor económico del predio tiene una estrecha relación o incidencia en el consumo

promedio de agua como se muestra la Figura 58, aún mayor costo del terreno mayor consumo de agua independientemente del tamaño del mismo, además de que se pueden apreciar una mayor frecuencia en terrenos valorados entre \$10.000 y \$40.000; sin embargo también hay casos donde llegan a costar hasta \$100.000,00 el terreno, dependiendo el valor por la ubicación y tamaño. Para Pereira & Hidalgo (2008), recalcan la dependencia del consumo de agua con la zona en donde se localizan las urbanizaciones.

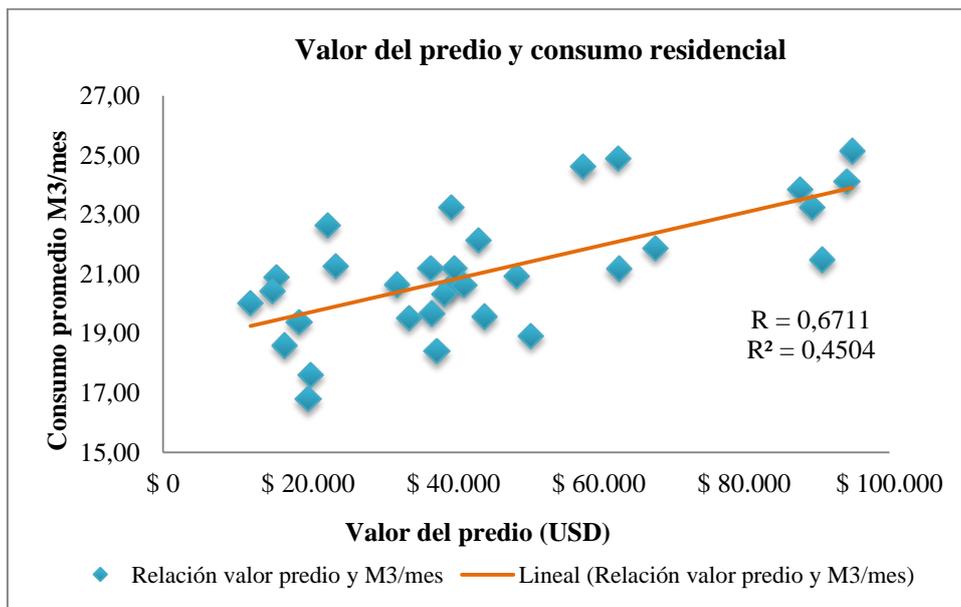


Figura 58. Valor del predio (USD) y el consumo residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado GADI catastro 2016

Al zonificar los valores del terreno en la Figura 59, se visualiza la predominancia de los terrenos más costosos localizados en el centro de la urbe, y por otra parte los de menor valor se encuentran en los límites con la zona periférica. En el caso especial de la zona Z-03 de Yahuarcocha el costo del terreno es bajo pero sus predios cuentan como el mayor número de metros cuadrados por zona censal demostrando que incide más el costo del terreno que el tamaño del mismo. También existen terrenos donde el costo es intermedio y están limitadas con los de terrenos de menor valor y no necesariamente al lado o seguido de los de mayor costo, es el caso de las zona Z-04 y Z-01 en las localidades El Olivo y Huertos Familiares lo que nos indicaría que estas zonas son las que han tendido a incrementar su valor por la progresiva urbanización.

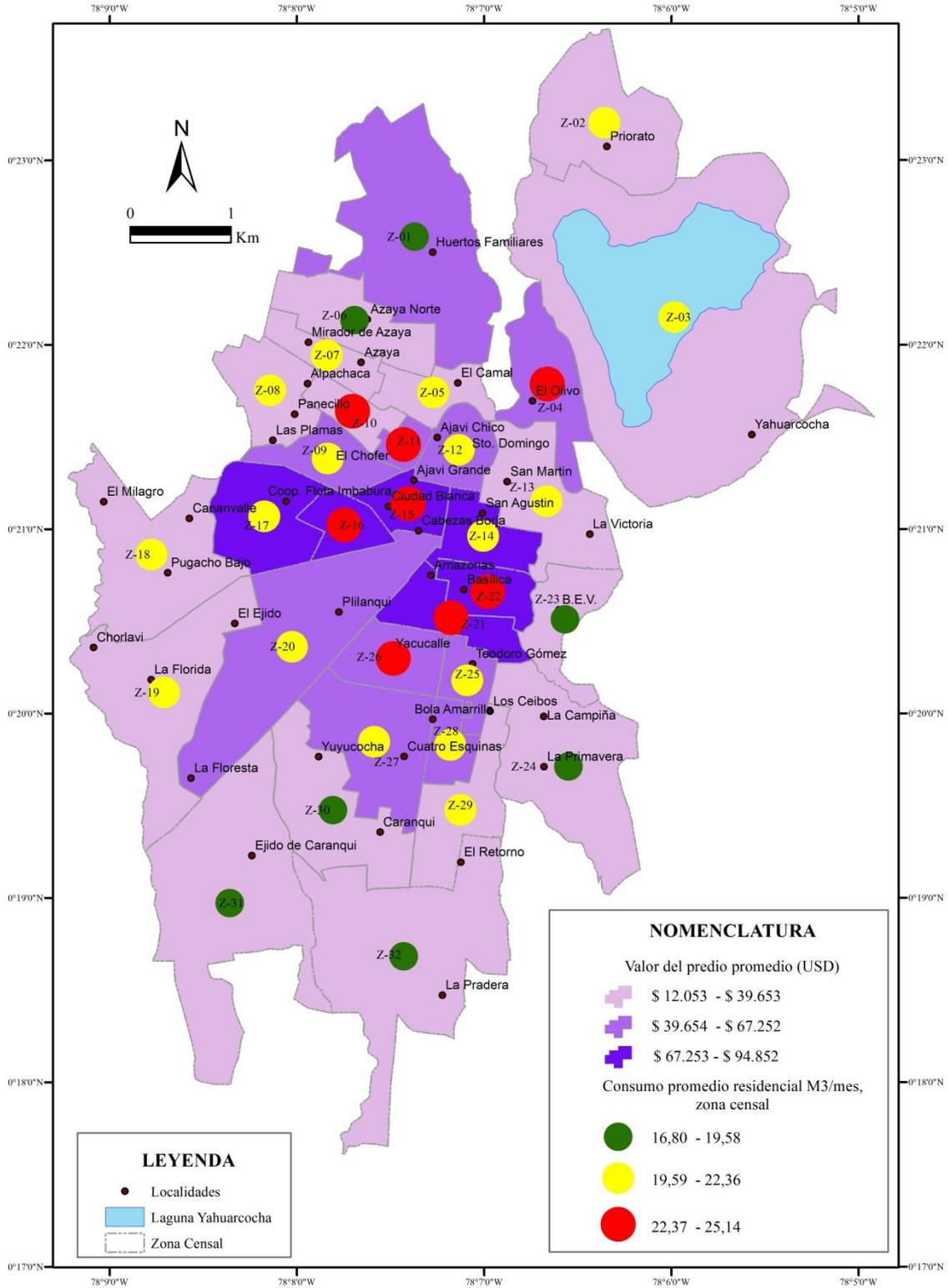


Figura 59. Distribución espacial valor del predio (USD) y consumo residencial M3/mes

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado GADI catastro 2016

Valor de Vivienda

El valor de la vivienda de igual manera que el tamaño están relacionadas altamente con el consumo del agua, es decir que, aún mayor costo de la vivienda la demanda del líquido también se ve incrementada; a diferencia de que los tamaños de vivienda se observaba como se concentran entre ciertos rangos, el costo de la vivienda se hallan de mejor forma distribuida frente al consumo. El valor económico fluctúa entre \$35.000 a \$100.000 dichos valores son los promedios de las zonas y a nivel de sectores censales se puede encontrar viviendas con menor o mayor costo a lo graficado. Para Ramirez *et al.* (2015), el valor de la vivienda tienen una relación positiva con el consumo de agua, por lo cual el costo de la vivienda también debería proporcionar información sobre el nivel económico característico de hogares que lo habitan. (Véase Figura 60)

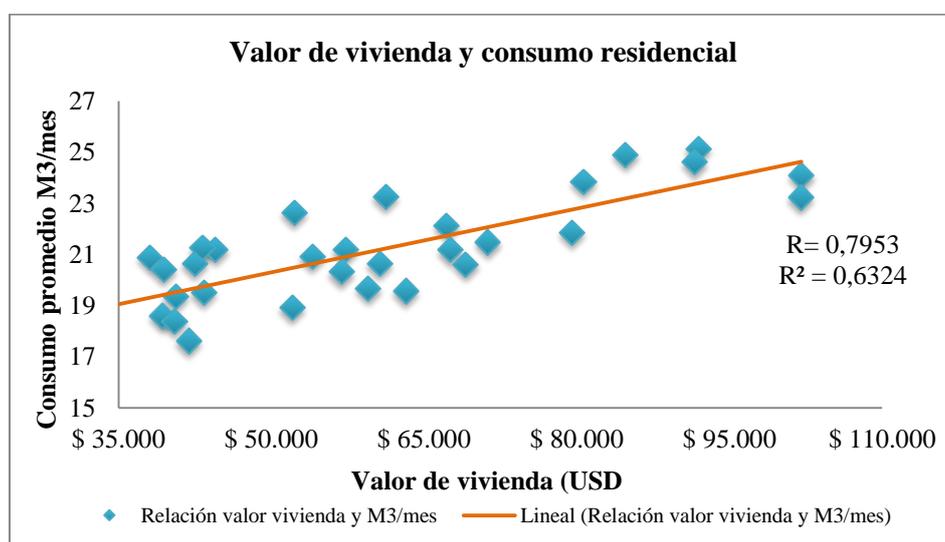


Figura 60. Valor de vivienda (USD) y el consumo residencial M3/mes

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado GADI catastro 2016.

Al representar el mayor valor económico de las viviendas (véase Figura 61) se observa que estas se ubican en el centro de la urbe en las zonas Z-11, Z-15 a 17, Z-21, Z-22 y Z-26 en las localidades de Ajavi Grande, Ciudad Blanca, Flota Imbabura, Amazonas, Basílica y Yacucalle.

A medida que las demás zonas se distribuyen hacia los cuatro puntos cardinales el valor promedio tiende a disminuir y los costos más bajos se localizan para los sitios de Priorato, Huertos Familiares, Yahuarcocha, Azaya, El Milagro, Ejido del Caranqui, La Pradera, La Primavera y Banco Ecuatoriano de Vivienda.

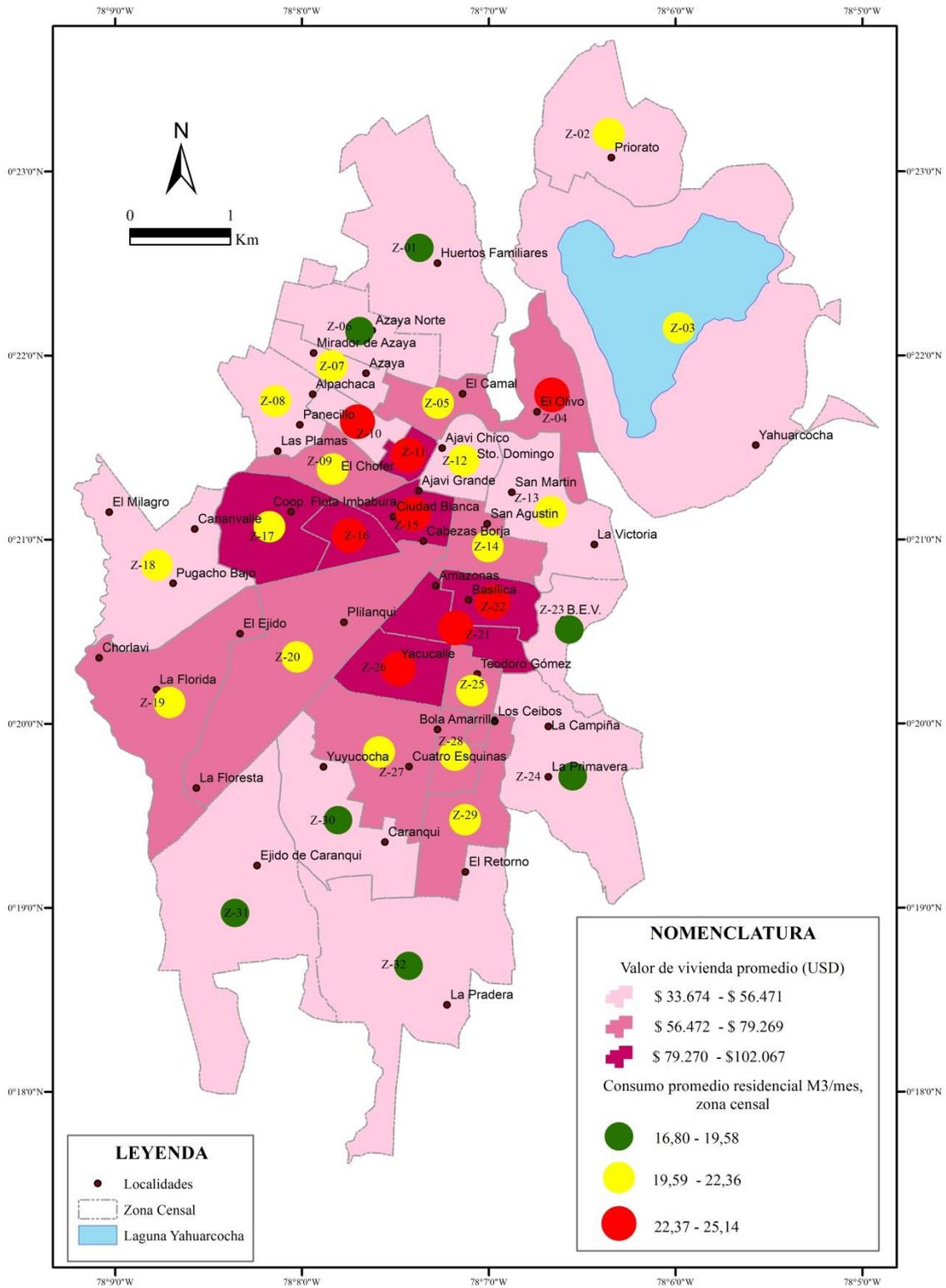


Figura 61. Distribución espacial valor de vivienda (USD) y consumo residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos facturados (2014-2016) y adaptado GADI catastro 2016

Valor Comercial

El valor comercial es el resultado del costo de terreno más la vivienda, variable que al ser comparada con el consumo de agua residencial mantiene la tendencia de incrementar el consumo a medida que aumenta el valor comercial (véase Figura 62). Es decir, que el comportamiento de la población ante el gasto de agua está relacionada hasta en el valor de venta de la vivienda, esperando que la tendencia se mantenga incluso después de una compra de la vivienda por parte de nuevas personas que la habiten.

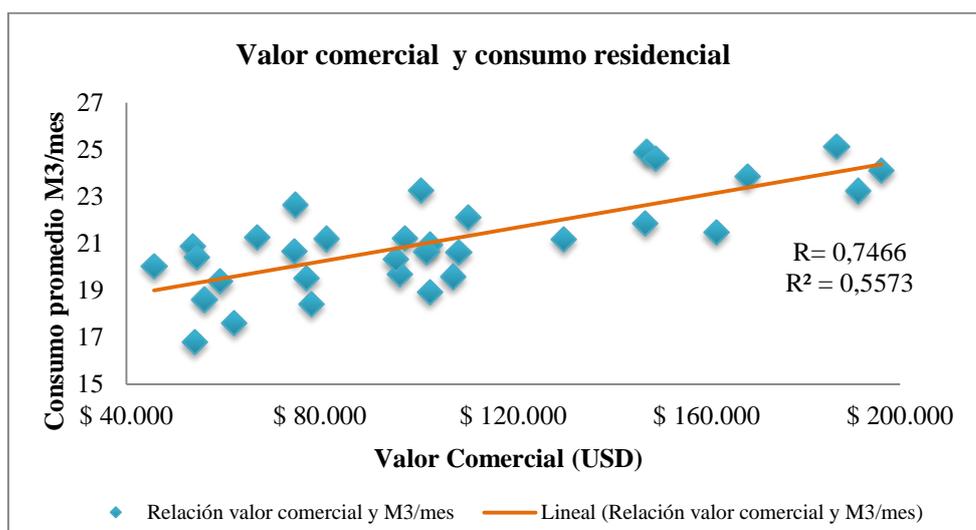


Figura 62. Valor comercial (USD) y el consumo residencial M3/mes

Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos facturados (2014-2016) y adaptado GADI catastro 2016

En la Figura 63 se representa el valor comercial en intervalos altos medios bajos siendo el coste comercial de mayor precio de los inmuebles ubicados en las zonas céntricas de la ciudad (Z-11, Z-14, Z-15, Z-16, Z-17, Z-21, Z-22 y Z-26) en las localidades de Ajaví Chico, Cabezas Borja, Ciudad Blanca, Flota Imbabura, Amazonas, Basílica y Yacucalle; y alrededor de estas localidades tiende a disminuir el valor comercial. Mientras más al sur los valores comerciales son menores, y por el otro extremo, al norte los sectores como El Olivo, Huertos Familiares tienen valores intermedios. Pero para los sectores localizados al noreste Priorato y Yahuarcocha tienden a disminuir el valor comercial. Entre más acerca las zonas estén del núcleo urbano el inmueble tiende a un mayor costo.

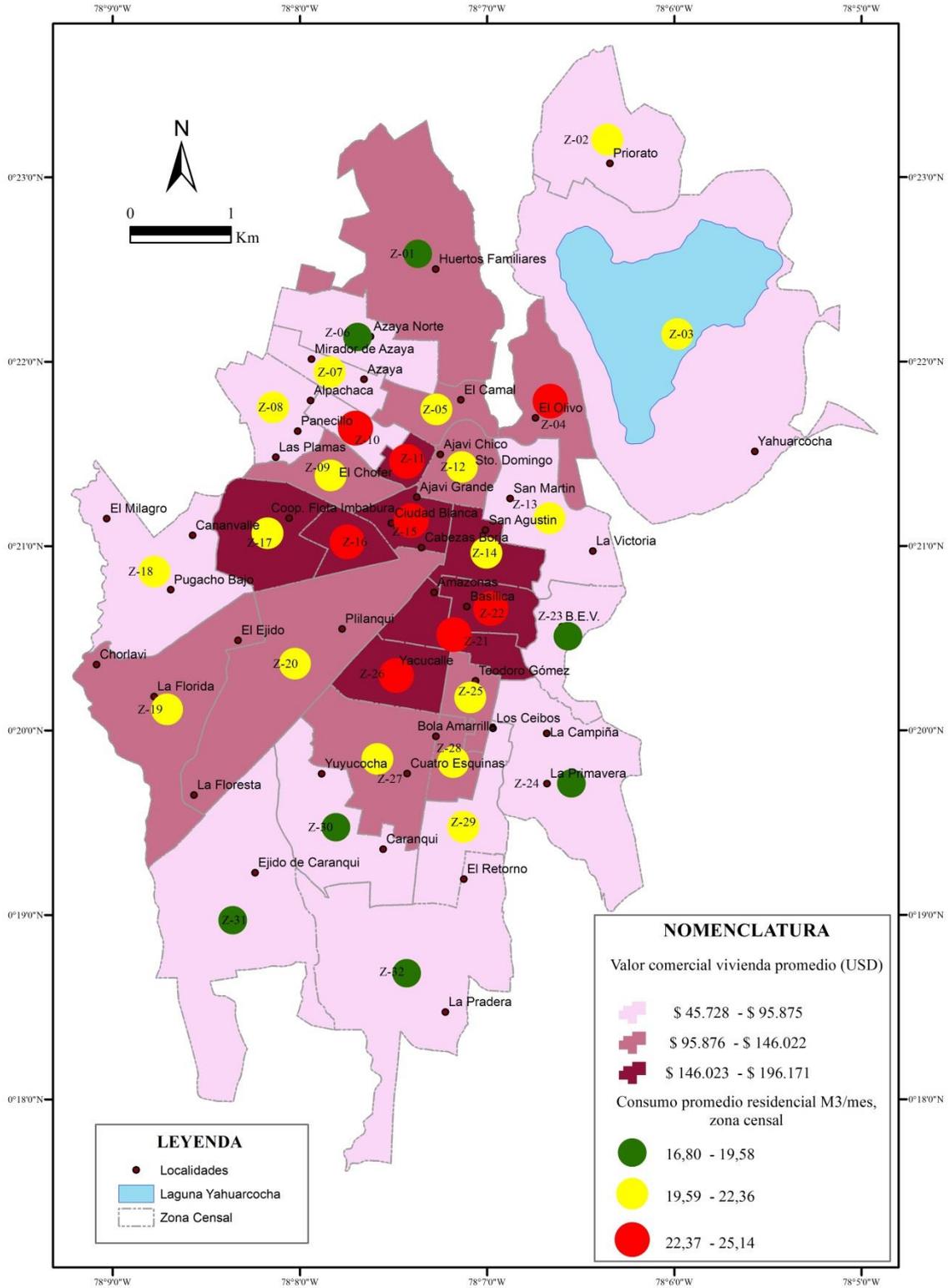


Figura 63. Distribución espacial valor comercial (USD) y consumo residencial M3/mes
 Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos facturados (2014-2016) y adaptado GADI catastro 2016

4.4.5 Otras variables: servicios básicos

Ramírez *et al.* (2015), analizan que en la demanda de agua también se debe considerar además de las variables sociodemográficas, las condiciones de los servicios básicos; y de acuerdo a las características del estudio se tomará como referencia la disponibilidad de coberturas de servicios: energía eléctrica y agua; abriendo la posibilidad de continuar en futuras investigaciones el análisis del consumo de agua con las condiciones del servicios en relación al tiempo y calidad del servicio (tipo de instalaciones).

Porcentaje de Cobertura de Energía Eléctrica

La cobertura de energía eléctrica en el área de estudio bordea entre el 97,50% al 100%, valores que muestran que casi la totalidad de la población dispone del servicio. Al ser un rango porcentual corto entre el valor mínimo y máximo, el consumo tendiente a elevarse a medida que existe mayor cobertura del servicio (véase Figura 64). Y al observar la dispersión de los resultandos entre el último medio punto porcentual, el comportamiento del consumo con el servicio podría cambiar, debido a la presencia de una gran cantidad de valores que se encuentran por debajo de la media mensual (21,11 M3).del requerimiento de agua de la ciudad

Entre los electrodomésticos en el hogar que se emplea agua para su funcionamiento están: lavadora de ropa y vajilla, que en la actualidad están diseñados para facilitar las actividades de lavado y ahorrar agua, pero dependería del comportamiento de la población en el uso adecuado de estos electrodomésticos, para que incida o no en la optimización de agua.

Por otra parte, el uso de la ducha eléctrica puede variar este consumo del agua debido al tiempo de uso; esta variabilidad del requerimiento de agua pueda estar asociadas más a los hábitos de la población si se relaciona con la disponibilidad de duchas eléctricas en los hogares con la frecuencia del baño y el tiempo de uso del agua climatizada.

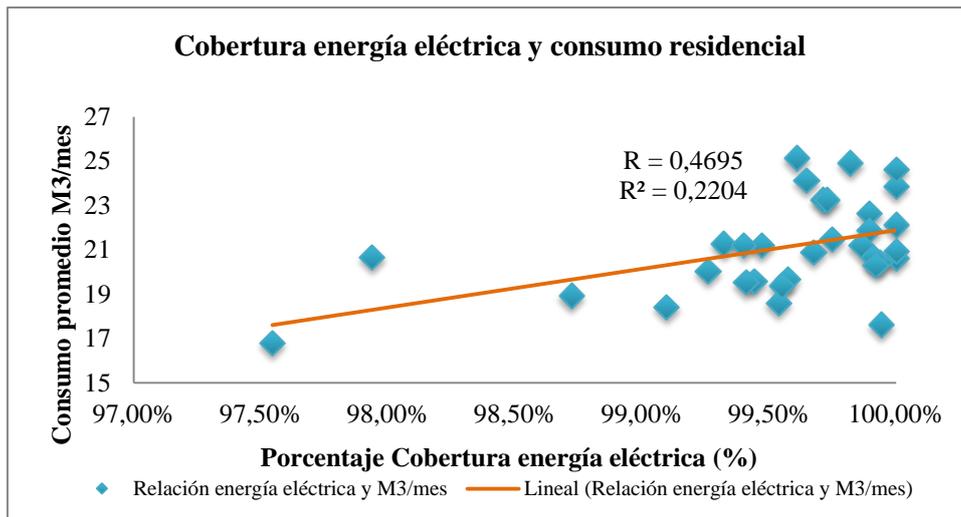


Figura 64. Porcentaje de cobertura energía eléctrica y el consumo residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

En la Figura 65 se representa el porcentaje de cobertura de energía eléctrica, que como se ha mencionado el área dispone casi en su totalidad del 100% del servicios. No obstante en las localidades de Yahuarcocha (al norte) y Ejido de Caranqui (al sur) zonas de menor cobertura del servicio entre 97,50 a 98,36% que, al ser comparados con los requerimientos de agua, en dichas áreas se observa que la población tiende a consumir valores intermedios y bajos de M3/mes.

Las coberturas intermedias de energía de 98,37 a 99,19% en los sitios Huertos Familiares (al norte) y La Pradera (al sur) predominan los consumo bajos de agua, posiblemente en estas zonas existen otros factores que inciden de mejor manera en la población.

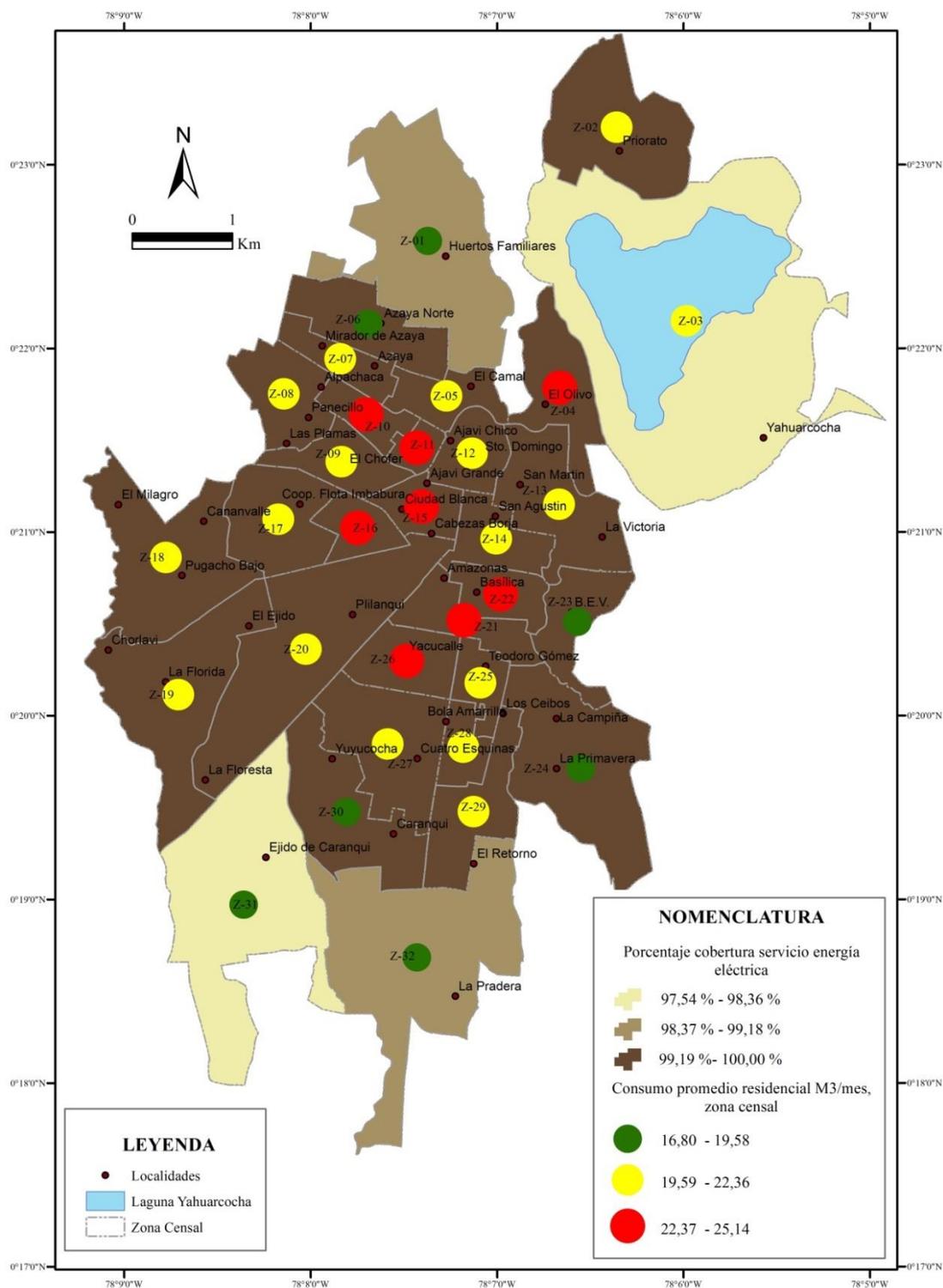


Figura 65. Distribución espacial servicio energía eléctrica y consumo residencia M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

Porcentaje de Cobertura de Agua

De acuerdo al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI], (2015) la cobertura del servicio de Ibarra en el área urbana es del 99,31%

representando a una población proyectada atendida de 151.639; sin embargo, al no disponer a detalle ubicación espacial del número de viviendas carentes del servicio, se empleó la información del censo de población y vivienda 2010, en el cual el rango de cobertura de servicios de agua es amplio entre el 80 al 100% a comparación con el encontrado en el servicio de energía eléctrica (véase Figura 64). Los resultados graficados (véase Figura 66), muestran una baja relación entre el consumo de agua y el porcentaje de servicio debido a que los datos trabajados son del censo y que en base al PD y OT del cantón demuestra el incremento del servicio a la ciudadanía. No obstante, se observa en el rango de cobertura de 95% al 100% una dispersión de los resultados sobre y bajo la media de consumo (21,10 M3/mes) de la ciudad; siendo necesario ser evaluado con los datos actuales para determinar si el porcentaje de cobertura del servicio de agua tiene una mejor relación con el requerimiento residencial del agua.

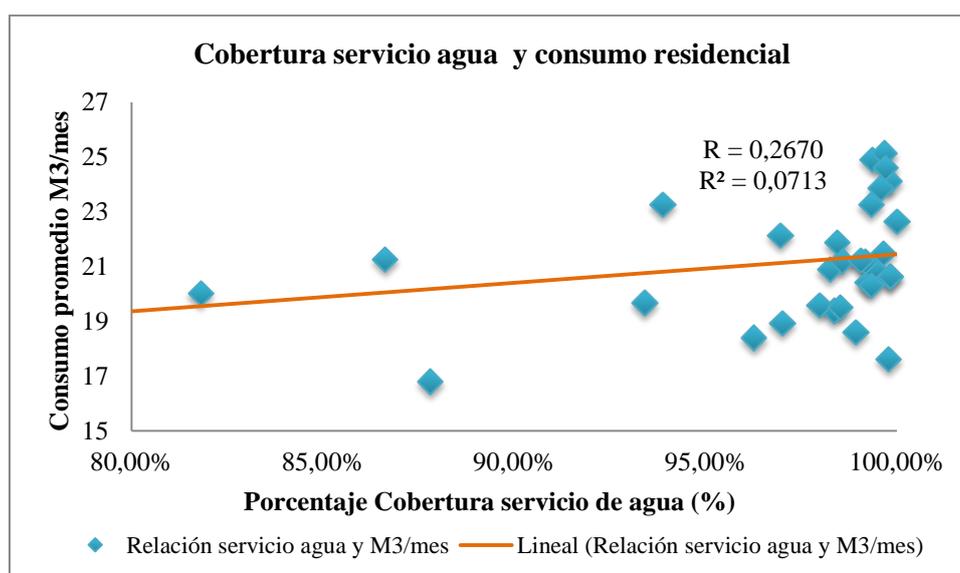


Figura 66. Porcentaje de cobertura servicio agua y el consumo residencial M3/mes
Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

En la zonificación de la cobertura del servicio de agua las localidades ubicadas al norte de la ciudad, como Priorato y Yahuarcocha, son los lugares de menor porcentaje de cobertura, sin embargo la EMAPA-I en los datos de consumos 2014-2016 registran una tarifa diferenciada de cobro de agua denominado como “Priorato” que corresponde al primer sitio como tal, debido a que el servicio no era de forma continua (véase Figura 67).

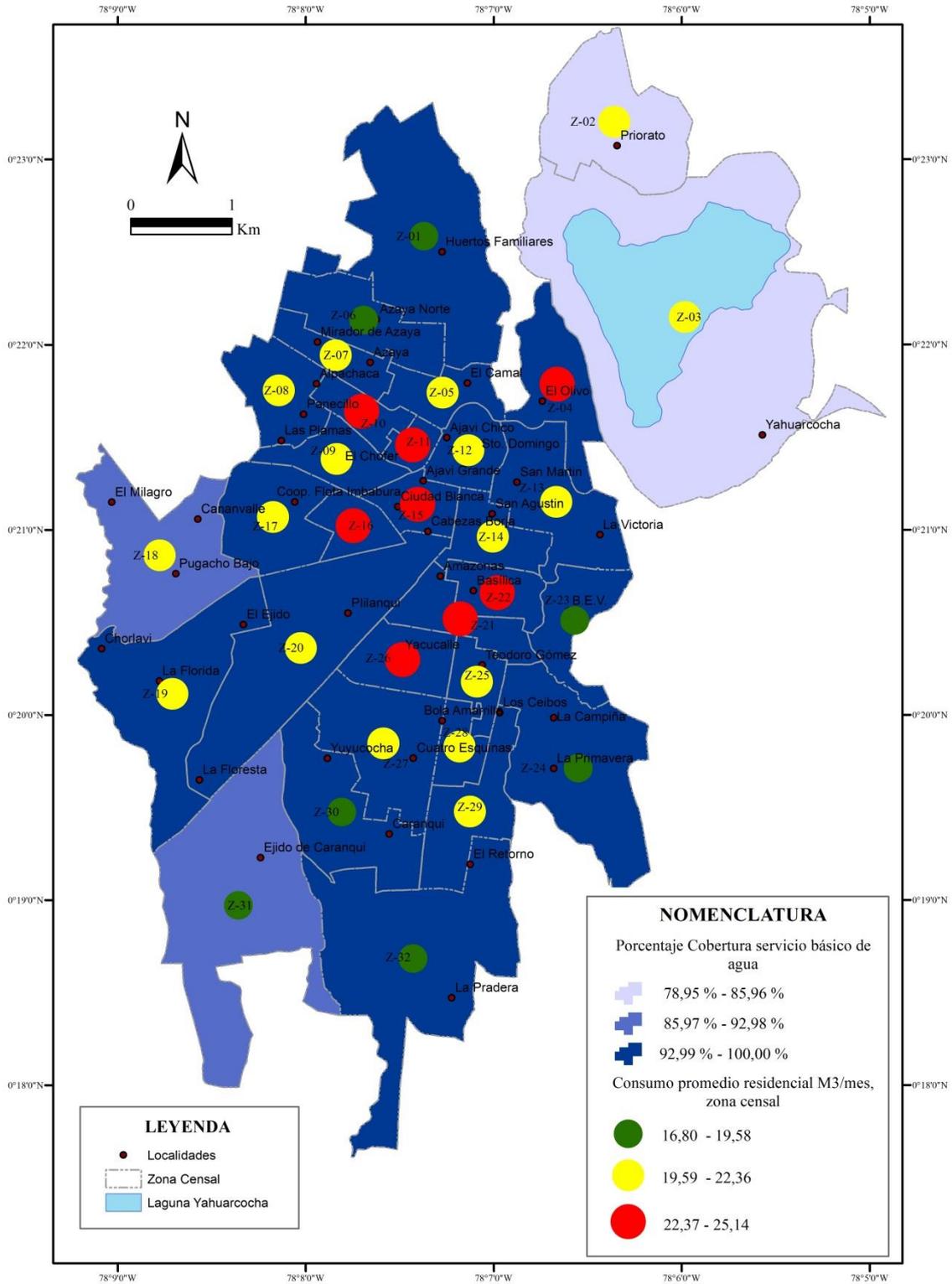


Figura 67. Distribución espacial servicio básico de agua y consumo residencial M3/mes
 Fuente: Elaboración propia con base en Datos BI- Proyecto Ibarra Verde, 2017. EMAPA-I consumos fracturados (2014-2016) y adaptado INEC-CPV 2010.

4.5 Modelo estadístico de consumo de agua tarifa residencial

Para Muñoz (1999) citado por Colmenárez & Salazar, (2016) la etapa de estimación del modelo consiste en realizar un análisis de regresión con el propósito de estimar los valores de los parámetros que acompañan las variables exógenas. Para determinar el modelo del consumo de agua residencial por zona censal, primero se sintetizó los resultados de las correlaciones individuales de cada una de las variables de estudio (véase Tabla 16) y se comparó los valores obtenidos de R con los niveles de significancia al 95% y 99%, teniendo los siguientes resultados.

Tabla 16.

Significancia de coeficientes de correlación de variables de estudio

N°	VARIABLES	Valor R	Niveles de significación		Significado de significación de correlación
1	Temperatura	0,4856	*	**	Positiva significativa al 95% y 99%.
2	Precipitación	-0,4235	*		Positiva significativa al 95%
3	Densidad Hab/ha	0,45963	*	**	Positiva significativa al 95% y 99%.
4	NBI	-0,44220	*		Negativa significativa al 95%.
4	Habitante por hogar	-0,62196	*	**	Negativa altamente significativa al 95% y 99%
6	PEA asalariada	0,35017	*		Positiva significativa al 95%
7	PEA	0,50275	*	**	Positiva altamente significativa al 95% y 99%
8	Tamaño de predio (M2)	-0,31459			Negativa moderada
9	Valor predio (USD)	0,67115	*	**	Positiva altamente significativa al 95% y 99%
10	Tamaño vivienda (M2)	0,76757	*	**	Positiva altamente significativa al 95% y 99%
11	Valor vivienda (USD)	0,79525	*	**	Positiva altamente significativa al 95% y 99%
12	Valor comercial (USD)	0,74656	*	**	Positiva altamente significativa al 95% y 99%
13	Sin Estudios	-0,47584	*	**	Negativa significativa al 95% y 99%
14	Nivel Preescolar	-0,44680	*	**	Negativa significativa al 95% y 99%
15	Nivel Primaria	-0,52523	*	**	Negativa altamente significativa al 95% y 99%
16	Educación Básica	-0,23348			Negativa baja
17	Nivel Secundaria	-0,38236	*		Negativa significativa al 95%
18	Educación Media	0,52649	*	**	Positiva altamente significativa al 95% y 99%
19	Nivel Superior	0,56482	*	**	Positiva altamente significativa al 95% y 99%
20	Cobertura servicio de Energía	0,46949	*	**	Positiva significativa al 95% y 99%
21	Cobertura servicio de Agua	0,26697			Negativa baja

Fuente: Elaboración propia utilizando SPSS (24.0)

Tomando en consideración el nivel de significancia Tabla 16, las variables que reflejan mayor correlación individual con la variable dependiente “Consumo de Agua

Residencial Mensual”, están representan por las siguientes:

1. La temperatura media anual °C, se asocia positivamente con el consumo, incrementándose junto con el requerimiento de agua.
2. La precipitación media anual (mm), tiene una correlación negativa significativa, en zonas con altas precipitaciones se consume menos agua.
3. La densidad poblacional (hab/ha), esta significativamente correlacionada con el consumo de agua a mayor densidad poblacional mayor consumo de agua residencial.
4. El indicador NBI, tiene una correlación negativa significativa, es decir a mayor porcentaje de NBI menor requerimiento de agua mensual del agua.
5. La variable Habitantes por hogar, está altamente asociada con el consumo de agua de forma negativa, a mayor número de personas que integra el hogar el consumo de agua disminuye.
6. La población económicamente activa asalariada (PEAa), se relaciona positivamente con el consumo, así el requerimiento del agua residencial aumenta con el porcentaje de PEAa
7. La población económicamente activa (PEA) que incluye a trabajadores dependientes e independientes, también se asocia altamente con el requerimiento de agua, es decir a mayor PEA mayor consumo.
8. El valor del predio, el tamaño de la vivienda, valor de vivienda, valor comercial, son altamente significativas, es así, que se incrementa el consumo de agua en viviendas más grandes con terrenos costosos y de valor de compra venta que tienden a elevarse.
9. En los niveles de educación la asociación con el consumo de agua es significativa de forma negativa en la población sin estudios, preescolar, primaria y secundaria, es decir que, a mayor presencia de porcentaje de estos niveles existe en los habitantes a una tendencia de ahorro de agua. Por otra parte, los niveles educación media y superior son significativos positivamente, lo que correspondería a un requerimiento mayor de agua al incrementar la población de estas características.
10. La cobertura de servicio de energía eléctrica tiene una presencia significativa positiva en el consumo del agua, al disponer mayor cobertura del servicio se eleva la demanda de agua.

Con las variables más significativas se ensayaron mediante la regresión múltiple los

posibles modelos estadísticos en programa SPSS (versión 24.0), descartando aquellos con valores bajos de R y R², evaluándose a la vez el valor de Durbin-Watson en la Tabla 17, se resumen las características del modelo. Cabe resaltar que la variable eliminada por el programa estadístico de primera entrada fue el valor comercial, con probabilidad se debió a que es una variable resultado de la suma del valor del predio y valor de la edificación de vivienda.

Tabla 17.

Resumen de modelo estadístico de consumo residencial por zona censal

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson	ANOVA f calculada
0,934	0,872	0,811	0,90741	2,008	14,285 **

Fuente: Elaboración propia utilizando SPSS (24.0)

Nota: Significancia 99%**

Considerando la bondad del modelo en base al valor R² ajustado superior a 0,80, analizando los valores de Durbin-Waston menor a 2,5, para obviar los errores de autocorrelación, asimismo los valores de significancia 95% y 99% de f calculado del ANOVA y finalmente los valores de FIV menor a 10, para evitar que el coeficiente de regresión estimado se incrementa a causa de la colinealidad; se estableció el modelo estadístico expresado en la siguiente ecuación en base los criterios mencionados.

$$Y = -14,727 + 1,831x_1 + 0,018x_2 + 8,541x_3 + 1,521x_4 + 28,411x_5 + 0,019x_6 - 4,751x_7 - 109,634x_8 - 53,877x_9 - 38,188x_{10} + 0,90741$$

Por lo tanto, la ecuación del modelo estadístico para la metodología empleada y que es explicativa del consumo de agua residencial promedio mensual por zonas censales para la parroquia urbana amanzanada de Ibarra es:

Consumo de agua (m3/mes) = - Valor Constante B_0 + B_1 *Temperatura + B_2 * Densidad poblacional + B_3 *Indicador de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) + B_4 *Habitantes por hogar + B_5 *Población Económicamente Activa Asalariada (PEAa) + B_6 *Tamaño de Vivienda - B_7 *Población sin estudio - B_8 *Población Nivel Preescolar - B_9 *Población con Nivel Secundaria - B_{10} *Población Educación Media + **Error de estimación del modelo estadístico.**

4.5.1 Validación de modelo estadístico

La validación se basó en verificar cuán predictor podría ser el modelo elegido, procediéndose a estimar el valor esperado del consumo de agua potable por zonas censales del área de estudio, mediante la determinación de los intervalos de confianza para las 32 zonas.

El intervalo de confianza está conformado por un valor inferior y superior, siendo el resultado de:

Límite inferior = valor estimado de consumo de agua con la aplicación del modelo por cada zona - error estándar modelo (0,91)

Límite superior = valor estimado de consumo de agua con la aplicación del modelo por cada zona + error estándar modelo (0,91)

Considerando los valores de los límites inferior y superior calculados se compraron con los promedios del consumo residencial (2014-2016) por zona censal. En la Tabla 18, se observa los resultados de la aplicación de la ecuación y los valores de los límites y la comparación con los M3/mes.

Tabla 18*Validación del modelo estadístico del consumo residencial por zona censal*

Zona Censal	Valor aplicación formula	Límite superior	Límite inferior	M3/mes
Z-01	18,76	19,67	17,85	18,93
Z-02	19,73	20,54	18,92	20,02
Z-03	20,99	21,80	20,18	20,65
Z-04	21,73	22,54	20,92	23,26
Z-05	20,87	21,68	20,06	20,61
Z-06	18,78	19,59	17,97	18,60
Z-07	20,31	21,13	19,50	20,89
Z-08	21,72	22,53	20,91	20,42
Z-09	22,47	23,28	21,66	22,13
Z-10	20,55	21,36	19,74	22,64
Z-11	24,52	25,33	23,71	24,91
Z-12	21,56	22,37	20,75	20,94
Z-13	21,45	22,26	20,64	21,20
Z-14	23,37	24,18	22,56	21,49
Z-15	24,75	25,56	23,94	25,14
Z-16	23,83	24,64	23,02	24,11
Z-17	21,70	22,51	20,88	21,87
Z-18	21,48	22,29	20,67	21,26
Z-19	19,90	20,71	19,08	19,67
Z-20	21,69	22,50	20,88	21,19
Z-21	23,11	23,92	22,30	23,25
Z-22	23,90	24,71	23,09	23,86
Z-23	18,43	19,24	17,62	17,62
Z-24	20,17	20,98	19,36	19,38
Z-25	21,04	21,85	20,23	20,64
Z-26	23,45	24,26	22,64	24,61
Z-27	18,94	19,76	18,13	19,58
Z-28	21,11	21,92	20,30	21,21
Z-29	20,17	20,98	19,36	20,32
Z-30	19,78	20,59	18,97	19,52
Z-31	16,57	17,38	15,76	16,80
Z-32	18,30	19,11	17,49	18,41

Los valores en las zonas censales que no se logró explicar la variación del consumo a través del modelo demandan de estudios puntuales para definir las variables que mejor se relacionan con el uso del agua residencial.

En referencia a lo anterior en la Tabla 19, se muestra los porcentajes de validación del modelo para el número de zonas, teniendo que alrededor del 84 % de las zonas censales

son explicadas con el modelo manteniendo una relación con el valor de R2 ajustado en porcentaje.

Tabla 19.

Porcentaje de validación de modelo estadístico de consumo

Características de validación	Número de zonas	Porcentaje (%)	Detalle
Zonas censales dentro de límites	27	84,40	Z-01; Z-02; Z-03; Z-05; Z-06; Z-07; Z-09; Z-11; Z-12; Z-13; Z-15; Z-15; Z-17; Z-18; Z-19; Z-20; Z-21; Z-22; Z-23; Z-24; Z-25; Z-27; Z-28; Z-29; Z-30; Z-31; Z-32
Zonas censales fuera de límites	5	15,60	Z04; Z-08; Z-10; Z-14; Z-26
Total zonas censales	32	100,00	

Al comprobar que las variables empleadas en el modelo son significativas en la variabilidad en la demanda del agua residencial y tener un porcentaje importante de validación, se empleará las variables predictores de la ecuación de modelo en la formulación de los lineamientos de gestión.

4.6 Propuesta de lineamientos de gestión para la optimización de uso de agua potable

“La Gestión Integral de Aguas Urbanas es un proceso flexible, participativo e iterativo que integra los elementos del ciclo de aguas urbanas (suministro de agua, gestión de aguas pluviales, y manejo de residuos) con el desarrollo urbano de la ciudad y la gestión de la cuenca fluvial para maximizar los beneficios económicos, sociales y medioambientales de manera equitativa” (Banco Mundial, 2012)(p. 11). El estudio se ha enfocado en la gestión urbana de forma específica en el suministro de agua a través de lineamientos de gestión que procuran ser parte del sistema de mejoramiento de la gestión ambiental de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ibarra.

4.6.1 Contextualización

El uso de base de datos asociadas a características ambientales, sociales, demográficas y económicas de la población frente al consumo histórico de agua, permitió diagnosticar si existe o no variación del requerimiento de agua en la población de la parroquia

urbana Ibarra con un punto adicional de identificar el área geográfica de lo que ocurría.

El área de estudio se caracteriza por un clima templado, variando su temperatura entre 14 a 19°C, con precipitaciones medias anuales de 500 a 1000mm, con una población de 84 habitantes por hectárea donde los integrantes promedio de la familia es de 3,6, en el cual el tamaño de vivienda promedio es de 204 m². Los niveles de educación de mayor porcentaje son primaria seguidos de superior, secundaria, educación media, educación básica sin estudio y preescolar. Con característica económicas principales: comerciales, industriales, entre otras, en el 46% población económicamente activas y la población económicamente asalariadas se representa en un 26%. Por otra parte, el indicador de necesidades básicas insatisfechas tiene un promedio de 24%, dando a entenderse que es un centro urbano con buenos accesos a los servicios básicos, vivienda y educación.

Los usos del agua en la urbe están relacionados en dos grandes grupos: 1) los consumos residenciales comprenden aquellos asociados a los domicilios en los que se incluyen las tarifas residencial ciudad, tercera edad ciudad y discapacitados ciudad, sin embargo las actividades económicas que se desarrollan en superficies menores a 15 m² también se registran como consumos residenciales. 2) los no residenciales comprendiendo el empleo del agua por las actividades de la industria, comercio, servicios (oficinas públicas y privadas, centros educativos, entre otras), diferenciadas por el tipo de tarifa registradas como industrial, comercial, oficina, especial, municipal y beneficencia.

El requerimiento del agua varía de acuerdo a los grupos identificados en la investigación, el 83 % de los suministros de la ciudad corresponden a los usuarios residenciales y el 17 % de suministros a los no residenciales, no obstante, el 76 % del volumen de agua facturado en el año 2016 fue demandado por los clientes de tarifa residencial es decir alrededor de 7.787.915 m³ y el 24 % de los metros cúbicos anuales es usado por las actividades no residenciales.

Con lo mencionado es importante establecer acciones dirigidas a un consumo responsable de los dos grandes grupos, a través de lineamientos de gestión que buscan ser incluyentes en la gestión de la empresa municipal con la participación de otras

instituciones públicas para un trabajo en conjunto. El estudio con las bases de datos ha puesto un mayor esfuerzo en encontrar explicar los factores que pudieren explicar la variación del consumo de agua por zonas censales de la parroquia, considerando los resultados para definir directrices iniciales.

4.6.2 Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una vida

Las nuevas y sintetizadas directrices del país aparecen contenidas en el Plan Nacional de Desarrollo para el periodo 2017-2021 denominado “Toda una vida” (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], 2017). Considerando en la investigación estas líneas nacionales como la plataforma para la formulación de lineamientos de gestión local teniendo como propósito el aporte hacia el cumplimiento de las políticas públicas. Es así que, fueron revisados los ejes, objetivos, políticas, metas, intervenciones emblemáticas, directrices y lineamientos, relacionadas con el estudio, en búsqueda de un manejo adecuado de los recursos hídricos en centros urbanos, en la Tabla 20, se resumen lo mencionado.

Tabla 20.

Identificación de directrices y lineamientos del Plan Nacional de desarrollo afines a la investigación

Eje	Objetivo	Política	Meta	Intervenciones emblemáticas	Directrices y Lineamientos
1.Derechos para todos durante toda la vida	O3. Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones	3.1 Conservar, recuperar y regular el aprovechamiento del patrimonio natural y social, rural y urbano, continental, insular y marino-costero, que asegure y precautele los derechos de las presentes y futuras generaciones	Reducir la expansión de la frontera urbana y agrícola a 2021.	Agua segura para todos , busca manejar y aprovechar de manera integral el recurso hídrico con una visión que supere las inequidades territoriales en acceso, calidad y cantidad, además de comprometer a todos los actores sociales involucrados en su cuidado y uso responsable.	<p>b) Gestión del hábitat para la sustentabilidad ambiental y la gestión integral de riesgos</p> <p>f) Articulación de instrumentos del Sistema Nacional Descentralizado de Planificación Participativa</p> <p>b.10. Construir ciudades verdes y resilientes, que combinen la valoración del patrimonio cultural y el manejo ambiental adecuado.</p> <p>f.3. Generar catastros e información de base territorial confiable, pertinente, permanente, accesible y desagregada para la toma de decisiones y la transparencia de la gestión pública.</p>

Fuente: Adaptado del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], 2017)

4.6.3 Mejoramiento del sistema ambiental urbano, basado en lineamientos de gestión

El desarrollo consensuado de estrategias inter-institucionales permitirá fortalecer la gestión ambiental individualizada a través de la articulación de acciones. Es así que el propósito de estos lineamientos de gestión es de apuntalar a una meta macro, el disponer de políticas públicas locales con un conjunto de directrices considerados como relevantes en la gestión ambiental urbana integral, a la cual se debe adicionar otros aspectos de la urbe, distintos al consumo de agua.

Alcance

Los lineamientos propuestos se enmarcan en el uso y consumo de agua potable de la parroquia urbana amanzanada de Ibarra, sin considerar el área periférica de la misma; asimismo sin incluir los demás procesos por los cuales es posible disponer el recurso con solo abrir un grifo. Siendo necesario el desarrollo de futuros estudios o la integración de otros para que exista una unificación de acciones desde la protección de la captación, potabilización, distribución, usos, descarga de aguas a red de alcantarillado y tratamiento.

Objetivo general

- Contribuir a la gestión ambiental urbana con lineamientos para la optimización del uso de agua potable en la ciudad de Ibarra.

Objetivos específicos

-
- Proveer de directrices de acción encaminadas al fortalecimiento institucional de la empresa abastecedora del servicio.
- Incorporar criterios de consumo eficiente de agua en la gestión ambiental urbana.

Principios

- Consumo sustentable, basado en el aprovechamiento del agua de forma responsable.

- Respecto a la naturaleza, fundamentado en la conservación de recursos naturales.
- Ahorro de agua, cimentado en una cultura de agua necesaria ser impulsada.

Meta de propuesta

Disponer de un catastro de uso y consumo de agua de la ciudad de Ibarra al 2019, a manera de una línea base para la gestión ambiental urbana y como herramienta de evaluación futura de medidas adoptadas.

Actores Estratégicos identificados

La gestión integral del recurso hídrico, requiere de una mejor respuesta de las autoridades locales asegurando una coordinación entre las entidades de planificación territorial, las dependencias prestadoras de los servicios y las unidades municipales” (Wilk, Pineda y Moyer, 2006, p.39). Bajo este contexto se identifican los actores locales y provinciales involucrados, considerando que la ciudad de Ibarra es la cabecera, cantonal y es a su vez la capital de la provincia de Imbabura.

- Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES)
- Secretaria de Agua (SENAGUA)
- Ministerio del Ambiente (MAE)
- Ministerio de Educación (MDE)
- Ministerio de Salud Pública (MSP)
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial (GADP)
- Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ibarra (EMAPAI)
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra (GADI)
- Academias Universitarias

Desarrollo de lineamientos de gestión

A continuación se detallan los lineamientos de gestión orientados al fortalecimiento institucional en el manejo de recurso hídrico de las áreas urbanas, relacionados a la optimización del agua potable en la ciudad de Ibarra.

a) Lineamientos para el fortalecimiento del sistemas de gestión ambiental

Dirigido a la empresa prestadora de servicio de agua de la ciudad.

Lineamiento

- Generación de normativas para el uso eficiente del agua potable en la ciudad de Ibarra.
- Formulación de un Plan Integral de Ahorro de Agua en que se incluya el agua no contabilizada

Actividades generales

- Desarrollar un marco normativo para el incentivo de ahorro de agua potable en la población.
- Establecer una serie de programas operativos para cada uno de los usos del agua en la ciudad, considerando para esto los lineamientos propuestos de la investigación.

Actores estratégicos

Institución responsable: EMAPAI

Instituciones de apoyo: SENPLADES, Universidades UTN, PUCE-I, entre otras.

b) Lineamientos de gestión para el manejo de información interinstitucional

Busca la articulación de datos de las distintas Carteras de Estado para el manejo ambiental del territorio.

Lineamiento

- Disponer de una herramienta de planificación urbana interinstitucional a través de un sistema de integrado de datos relacionados al consumo del agua, factores que inciden el uso y demás procesos como evaluaciones de acciones. (Catastro de uso de agua y factores)

Actividades generales

- Crear e implementar una base de datos interinstitucional para el compartimiento, almacenamiento y actualización de datos relacionados al consumo de agua con la visión de incorporar otros aspectos relacionados a la gestión ambiental urbana. (manejo de desechos, consumo de energía eléctrica entre otros que se considere de interés).
- Motivar el desarrollo de nuevas investigaciones de consumo de agua a nivel de casos de estudios de zonas o sectores de mayor o menor requerimiento de agua, en base a la información actual disponible.

Actores estratégicos

Institución responsable: SENPLADES, EMAPAI

Instituciones de apoyo: Universidades UTN, PUCE-I, entre otras.

c) Lineamientos de gestión en la tarifa de consumo residencial

Los lineamientos detallados se encuentran organizados por los factores de estudio: ambiental, demográficos, social y económicos.

Factor ambiental

Constituido por la variable temperatura, basado a que existe un mayor consumo de agua en las zonas más cálidas de la ciudad (véase Tabla 21)

Tabla 21.

Lineamientos estratégicos factor ambiental

Variable	Lineamiento	Actividades generales	Actores
Temperatura	Diseño de campañas de sensibilización acorde a la temporada climática.	Difundir el consumo de agua eficiente y aplicación de buenas prácticas ambientales en el hogar para las temporadas con aumentos de temperatura media anual en la ciudad	Institución responsable: EMAPAI, Instituciones de apoyo: GADI,MAE, Universidades

Factor demográfico

Compuesto por las variables de densidad poblacional, número de integrantes por hogar y el tamaño de la vivienda, encontrados como explicativos en la variación del consumo mensual del agua (véase Tabla 22).

Tabla 22.

Lineamientos estratégicos factores demográficos

Variable	Lineamientos	Actividades generales	Actores
Densidad poblacional	<ul style="list-style-type: none"> Formulación de campañas de sensibilización periódicas sobre el mantenimiento y revisión de las instalaciones de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Mantener campañas informativas de mantenimiento y revisión de instalaciones de agua y sobre el uso de sistemas ahorradores de agua en el hogar. 	<p>Instituciones responsables: EMAPAI, GADI</p> <p>Instituciones de apoyo: GADI, MAE, Universidades</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Formulación de programa de instalaciones eficientes. 	<ul style="list-style-type: none"> Motivar en la población el uso o el remplazo de sanitarios y duchas de ahorro de agua y/o grifos temporizadores. 	<p>Instituciones responsables: EMAPAI</p>
Habitantes por hogar	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de estrategias de incentivos económicos y honoríficos a personas de demuestren prácticas de ahorro de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Campaña de sensibilización dirigida en los sectores con menor número de integrantes por hogar y de mayor consumo del agua. 	<p>Institución responsable: EMAPAI</p> <p>Instituciones de apoyo: Universidades UTN, PUCE-I a como parte de vinculación con la sociedad.</p>
Tamaño del vivienda	<ul style="list-style-type: none"> Creación de gráfica de consumo referencial promedio con el consumo facturado como mecanismo de sensibilización 	<ul style="list-style-type: none"> Proporcionar de medios gráficos a la ciudadanía sobre el consumo promedio del sector/zona/plan/ruta de su localidad a través de cartas de consumo 	<p>Institución responsable EMAPAI</p> <p>Instituciones de apoyo: Universidades UTN, PUCE-I, entre otras.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Creación de gráfica de semaforización de consumo para ser visualizado en facturas de agua (consumo alto, medio y bajo) 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar escalas de consumo habitantes/litros/diarios en base a factores de la ciudad. 	

Factor social

Son los distintos niveles de instrucción de la población que explican de mejor manera la variación de los consumos mensuales promedio del agua (véase Tabla 23)

Tabla 23.

Lineamientos estratégicos factores sociales (nivel de instrucción)

Variable	Lineamientos	Actividades generales	Actores
Población Sin Estudio	<ul style="list-style-type: none">• Promover convenios para la alfabetización en zonas con mayor porcentaje de población sin estudios.	<ul style="list-style-type: none">• Desarrollar temáticas relacionado al agua con el afán de incluir en los procesos de alfabetización, pudiendo abordarse los tópicos de: importancia, consumo promedio, medidas de ahorro, higiene y salud.	Institución responsable: MDE Apoyo: EMAPAI, MSP, MAE, SENAGUA, Universidades UTN, PUCE-I, entre otras.
Población Nivel Preescolar	<ul style="list-style-type: none">• Impulsar la cultura del agua en la población estudiantil a partir de los centros educativos de la ciudad.	<ul style="list-style-type: none">• Desarrollo de talleres, charlas, campañas elaboradas conforme el nivel de instrucción formal.	Institución responsable: MDE Instituciones de apoyo: SENAGUA, EMAPAI, Universidades UTN, PUCE-I, entre otras.
Población con Educación Media	<ul style="list-style-type: none">• Promover la aplicación de eco auditorías en los centros educativos.	<ul style="list-style-type: none">• Proponer un plan piloto para la aplicación de una eco-auditoría sobre el consumo de agua en un centro educativo, con el propósito de verificar la metodología para posibles replicas.	Institución responsable: MAE, EMAPAI Instituciones de apoyo: SENAGUA, MDE, Universidades UTN, PUCE-I, entre otras.
Población con Educación Secundaria			

Factor socio-económico

Las condiciones de hacinamiento, acceso a servicios básicos, educación, y vivienda representados por el indicador NBI y el porcentaje de población económicamente activa, se encuentran asociadas con variabilidad del consumo mensual del agua (véase Tabla 24).

Tabla 24.

Lineamientos estratégicos factores socioeconómicos

Variable	Lineamientos	Actividades generales	Actores
Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas NBI	<ul style="list-style-type: none">• Incrementar y/o mejorar la cobertura de servicio de agua en zonas con índices altos de NBI.	<ul style="list-style-type: none">• Priorización de las localidades con mayor porcentaje de NBI para la aplicación de programas de mejoramientos de cobertura de agua y saneamiento.	Institución responsable: EMAPAI
Población Económicamente Activa PEA	<ul style="list-style-type: none">• Promover y/o reforzar las buenas prácticas ambientales en las instituciones privadas y actividades comerciales.	<ul style="list-style-type: none">• Difusión de aplicación de buenas prácticas ambientales en las actividades comerciales con consumo de agua.	Instituciones responsables: MAE, EMAPAI Institución de Apoyo: GADI
Población Económicamente Activa PEA Asalariada	<ul style="list-style-type: none">• Procurar el seguimiento a la gestión de buenas prácticas ambientales relacionadas con el consumo de agua aplicada en instituciones públicas.	<ul style="list-style-type: none">• Analizar la eficiencia de las medidas adoptadas en las instituciones públicas.	Institución responsable: MAE Institución de Apoyo: EMAPAI, Universidades UTN, PUCE-I, entre otras.

Zonificación de factores

El uso de la información cartográfica permite identificar de una forma inmediata las localidades con requerimiento de acción oportunas, razón por la cual se establece una directriz para la creación y aplicación de un visor con los primeros resultados de este estudio, con una perspectiva de incorporar más elementos.

Lineamiento

- Desarrollar mecanismos de difusión innovadores para la población sobre el uso y consumo de agua identificando los factores que inciden en su variación, por zonas geográficas censales.

Acción

- Implementar una plataforma para la visualización del comportamiento de la población en el uso y consumo de agua en la ciudad, empleando técnicas comunicacionales informáticas (tic's), como un mecanismo de sensibilización sobre los volúmenes de metros cúbicos demandados para las actividades.
- Ampliar el uso de la plataforma para otros aspectos de la ciudad como el requerimiento de energía eléctrica, la generación de desechos sólidos y demás aspectos relacionados a la gestión ambiental urbana.

Actores estratégicos

Institución responsable: EMAPAI

Instituciones de apoyo: GADI, Universidades UTN, PUCE-I, entre otras.

d) Lineamientos de gestión en tarifas de consumos no residenciales

Orientados a usuarios registrados con tarifas industriales, comerciales, oficinas, especiales, municipales y beneficencia.

Lineamientos

- Fortalecer la gestión ambiental descentralizada a través de instrumentos regulatorios.
-

Propósitos

- Promover la regularización ambiental de las actividades de servicio, productivas, económicas, que se registren en el catálogo ambiental como obligatorias.
- Promover la aplicación de buenas prácticas ambientales en las actividades no obligadas a regularización ambiental.

Actividades generales

- Identificación de los suministros respectivos a las actividades con permisos ambientales para actualizar la tarifa de consumo.
- Promover la aplicación de buenas prácticas ambientales a los usuarios con tarifa especial, beneficencia, municipal, oficinas, comercial que no se encuentren bajo la obligatoriedad de regularizarse ambientalmente.
- Promover el reemplazo de equipos ineficientes de uso de agua en sectores reemplazo de equipos e instalaciones ineficientes de uso de agua en sectores comerciales e industriales
- Promover mecanismos de producción limpia en sectores industriales.

Actores estratégicos

Instituciones responsables: GADP, MAE, GADI, EMAPAI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La parroquia urbana amanzanada de la ciudad de Ibarra se constituye de 296 sectores censales unificados en 32 zonas delimitadas geográficamente por el INEC. Y en relación al análisis del demanda de agua potable de la ciudad, se propuso la agrupación del consumo en dos categorías: 1) “consumos residenciales” nombrada así al conjunto de consumos provenientes de residencial ciudad, tercera edad ciudad, discapacidad ciudad y priorato y 2) “consumos no residenciales” denominados así para los fines de análisis en este grupo a las tarifas industrial, comercial, oficina, especial, beneficencia y municipal. Términos que serán empleados a continuación.

CONCLUSIONES

- El uso de datos interinstitucionales EMAPA-I, INEC, SENPLADES, GADI, permitió el desarrollo de la investigación sin el requerimiento del levantamiento de información de campo para un primer estudio descriptivo y exploratorio del consumo de agua potable de la ciudad Ibarra. Sin embargo, si fue necesario conocer de forma general los barrios principales y ubicación de sitios importantes del área de estudio, como mercados, hospitales, entre otros.
- Cada institución pública que georeferencia sus datos emplea un determinado sistema de proyección de coordenadas, lo que ocasiona errores de precisión al momento de proyectar a otros. Hecho comprobado en la intersección de datos catastrales con las zonas censales, donde no coincidió los límites de las área del INEC con las municipales duplicándose predios, para lo cual se aplicó criterios para determinar a qué sector y/o zona pertenencia cada predio incrementado.
- Al no disponer de información descriptiva de la actividad registrada en cada predio catastral, como residencial, comercial, área publica, industrial entre otras, ocasiono inconvenientes al emplear los datos siendo menester el uso de criterios previos y descartar aquellos predios no relacionados con la vivienda.
- La EMAPA-I al 2016 a través del departamento de agua no contabilizada había

georeferenciado el 93% de los suministros que abastecen al área de estudio y mientras el área de comercialización y facturación disponía del 100% de los registros de consumos de los clientes, datos que fueron unificados por el equipo técnico de software del proyecto Ibarra Verde, mediante la clave del suministro.

- Todos los datos interinstitucionales fueron reunidos en una unidad de análisis codificada en sector censal y zona censal, intersectados mediante el uso de sistemas de información geográficos Esri ArcGis 10.3, para luego ser exportados a una base de datos maestra en el software Oracle Business Intelligent BI. Debido a la gran cantidad de datos relacionados en el consumo de agua en la ciudad fue necesario el BI para almacenar y promediar los datos de 35.000 suministros aproximadamente, es decir de cada uno se tendría 12 lecturas y 36 registros del periodo de estudio y multiplicados por el total suministros, se convertía en gran base de datos no manejable en una sola hoja de Excel.
- Los promedios de consumos residenciales mensuales fueron el resultados de la aplicación de criterios en la selección de los suministros que cumplieran con consumos continuos en al menos un año del periodo de estudio es decir que registraban 12 meses continuos de lecturas y no presentaren consumos en cero. Así mismo, se estableció un rango de datos mínimo y máximo que reflejarían el consumo de un hogar unipersonal y pluripersonal, fijándose en el consumo per cápita mínimo de 100 l/h/día y máximo de 367 l/h/día.
- Los promedios de consumos no residenciales mensuales fueron el resultado de aplicación de criterios en la selección de los suministros que cumplieran con consumos continuos en al menos un año del periodo de estudio, es decir que registraban 12 meses continuos de lecturas y no presentaren consumos en cero. La misma metodología empleada en los consumos residenciales, sin embargo aquí no fue aplicado otro criterio ya que no se podría fijar un valor mínimo o máximo ya que dependerá del tipo de la actividad.
- El mayor porcentaje de suministros y a la vez el mayor requerimiento de volumen demandado de agua en el área de estudio, fueron los consumos de tarifa residencial, centrándose así en la determinación de factores socio-ambientales explicativos de la variación; no obstante, los consumos no residenciales

requieren de estudios adicionales para caracterizar las diferentes actividades y los factores que inciden sobre el consumo en cada caso.

- La variación del consumo de agua residencial no es explicada por una sola variable, sino por un conjunto de ellas, determinadas a través de un modelo estadístico calculado a nivel de zonas censales urbanas amanzanadas, en las que se incluyen: la temperatura, densidad poblacional, indicador de necesidades básicas insatisfechas, habitantes por hogar, población económicamente activa asalariada, tamaño de vivienda y porcentajes de: población sin estudio, población nivel preescolar, población con nivel secundaria y población con educación media.
- Al disponer de información histórica sobre consumos de agua potable en la ciudad Ibarra de forma georeferenciada en su mayoría, se logró el desarrollo de cartografía temática en relación a los distintos usos de acuerdo a la tarifa registrada (residencial, comercial, industrial, beneficencia, oficina, especial y municipal), a nivel de zonas y sectores censales, áreas empleadas por el INEC, para establecer características sociales, económicas, demográficas de la población a través de los censos poblacionales de vivienda.
- La representación espacial de consumos no residencial por tarifa permitió ubicar los sitios de la ciudad donde se concentran los valores máximos, intermedios y menores del requerimiento de agua, que dependiendo del uso, presentan diferentes distribuciones así, el consumo tarifa comercial (96 %) se encuentra casi en toda el área de estudio mientras que el consumo tarifa especial (4%) es puntual y no muy representativo en la urbe. Los consumos promedios mensuales a nivel de sectores censales según el tipo de tarifa fueron muy fluctuantes entre sí, de 1,08 a 2.640 M3/mes.
- La distribución espacial del consumo de tarifa residencia facilitó la identificación de zonas censales con: valores altos concentrados en el centro de la urbe; medios alrededor de los requerimientos alto, siendo la mayoría de los casos presentados; y los bajos de consumo registrados al norte y sur limitando con las áreas periféricas de la parroquia urbana. Al disminuir la unidad de

análisis a nivel de sectores censales el rango valores de consumos promedios se amplía en relación a la zona.

- La zonificación del consumo de agua residencial con las variables de los factores ambientales, sociales, demográficos, socioeconómicos y otras, favoreció el análisis espacial de los patrones de consumo de agua de la población sobre las variables para entender mejor su comportamiento por localidades barriales.
- Debido a que el requerimiento del recurso hídrico es permanente para el desarrollo del ser humano y de las demás actividades (sociales, económicas y productivas), se propusieron medidas preventivas y mitigadoras a manera de lineamientos estratégicos con el propósito de apoyar a la gestión ambiental urbana en relación al consumo de agua de la población, en base a directrices asentadas en principios de consumo sustentable, respeto a la naturaleza y ahorro; ya que es inevitable la demanda del agua generó un impacto ambiental en la cuenca hidrográfica abastecedora.
- La zonificación del consumo de agua residencial con factores asociados a la variabilidad de consumo, fueron una herramienta base en la formulación de líneas de acciones aplicables en la gestión urbana, al orientar de forma espacial las zonas con mayor o menor requerimiento de intervención, en relación a los resultados obtenidos y representados.
- La aplicación de los lineamientos estratégicos citados requiere de un compromiso y de una planificación inter-institucional participativa para concretarse la gestión pública, que involucra el destino de recursos técnicos y económicos. No obstante, no se ha determinado costos sobre la aplicación de los mismos, necesitando profundizar la propuesta a niveles de más detalle como son los programas y proyectos.

RECOMENDACIONES

- Cada institución estatal dispone de una gama de datos que pueden ser empleados para explorar una realidad, no obstante requiere de un compromiso técnico el compartimiento y el involucramiento de la academia para su buen uso; con el propósito de contribuir a una planificación mancomunada de la urbe. Por lo que se recomienda impulsar la investigación mediante el uso y aprovechamiento de las bases de datos existentes en las entidades públicas.
- Es recomendable estandarizar los sistemas de proyección de coordenadas en las instituciones públicas para garantizar el uso de datos compartidos, disminuyendo posibles errores en la transformación y proyección a otros sistemas.
- Profundizar en futuros estudios el análisis de consumos no residenciales e identificar los factores que inciden la variación del requerimiento del agua dependiendo de la actividad.
- Actualizar los datos de consumo de agua potable en la base maestra del software Oracle BI realizando el mismo trabajo de identificar la ubicación geográfica de los nuevos suministros en las zonas y sectores censales del estudio.
- En base a la zonificación de consumos residenciales y no residenciales realizar investigaciones en las zonas o sectores de mayor y menor requerimiento de agua encontrado, para el desarrollo de estudios más detallados a partir del levantamiento de campo y ampliar la información generada.
- Socializar los resultados de la investigación y los lineamientos propuestos a los organismos estatales previstos (como responsables y de apoyo), para que en el marco de sus competencias definan los mecanismos adecuados para implementar las acciones planteadas.
- Se recomienda formar una mesa técnica de gestión ambiental urbana cantonal para tratar las problemáticas ambientales de la urbe generando posibles soluciones, comenzando por el “consumo de agua urbana”.

- Es imprescindible que existiera el interés y el compromiso inter-institucional para trabajar en un bien en común, donde los esfuerzos paralelos sumen y no los separe los aspectos políticos.
- Desarrollar propuestas para la elaboración de un proyecto piloto de eco-auditorias en instituciones educativas acorde de los lineamientos de gestión.
- Desarrollar procesos metodológicos de educación ambiental desde el punto de vista de instauración de una cultura de agua en los diferentes niveles de educación.
- Diseñar y desarrollar campañas de sensibilización del uso del agua en los diferentes sectores de consumo (residencial y no residencial)
- Complementar el estudio del consumos de agua de la parroquia urbana amanzanada de la ciudad de Ibarra a través de investigaciones sobre el consumo de las áreas periferias (zona dispersa) de la misma, mediante el uso de base de datos maestra BI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, E. A. (2014). Behavioral Attitudes towards Water Conservation and Re-use among the United States Public. *Resources and Environment*, 4(3), 162–167. <https://doi.org/10.5923/j.re.20140403.04>
- Ambientum. (2006). El Consumo de agua en porcentajes. In *Medioambiental*. Retrieved from https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/el-consumo-de-agua-en-porcentajes.asp
- Aprile, M., & Fiorillo, D. (2016). Water conservation behaviour and environmental concerns. *Mpra*, 75065(75065), 1–30.
- Arias, P., & Seilles, M. (2014). Módulo de Información Ambiental en Hogares 2014. *INEC*, 4–46. <https://doi.org/10.13427/j.cnki.njyi.2014.01.027>
- Asamblea Nacional. (2008). Constitución de la República del Ecuador. *Registro Oficial*, (20 de Octubre), 173. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Asamblea Nacional. (2014). Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua. *Registro Oficial Suplemento* (06 de Agosto 2014).
- Avilés-Polanco, G., Almendarez-Hernández, M. A., Hernández-Trejo, V., & Beltrán-Morales, L. F. (2015). Elasticidad-precio de corto y largo plazos de la demanda de agua residencial de una zona árida. Caso de estudio: La Paz, B.C.S., México. *Tecnología Y Ciencias Del Agua*, 6(4), 85–99.
- Banco Mundial, B. (2012). Gestión Integral de Aguas Urbanas: Síntesis. Washington DC: Banco Mundial.
- Castillo, A. R., & Andrade, S. J. (2015). Pobreza en Ecuador: Perfiles y Factores Asociados 2006-2014. In *Reporte de pobreza por consumo Ecuador 2006-2014* (pp. 142–196). Quito: INEC -Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- Colmenárez, A., & Salazar, E. (2016). Modelo Para La Estimación De La Producción De Agua De Uso Doméstico. *Estimating Model for the Production of Domestic Water.*, 19(36), 5–33. Retrieved from <http://ezproxy.uao.edu.co:2048/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=117340115&lang=es&site=eds-live>
- Consejo Nacional de Competencias. (2014). *Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización (Cootad)*.
- Consejo Nacional de Educación, C., & Ministerio de Educación, M. (2007). Rendición de Cuentas Enero- Junio 2007, Plan Decenal de Educación del Ecuador 2006 -2015. *Ministerio de Educación Ecuador*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004> Quito. Autor
- Corporación Andina de Fomento [CAF]. (2007). Oportunidades en America Latina. Hacia una mejor política social. *Reporte de Economía Y Desarrollo*.
- Cuasapud, N. (2017). *Manejo y protección de fuentes de agua para consumo humano en la microcuenca del Tahuando, en el cantón Ibarra, provincia de Imbabura*. Universidad Técnica del Norte. Tesis. Maestría en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas.

- DeOliver, M. (1999). ATTITUDES AND INACTION A Case Study of the Manifest Demographics of Urban Water Conservation, *31*(3), 372–394.
- Domene, E., & Saurí, D. (2003). Modelos Urbanos Y Consumo De Agua. El Riego De Jardines Privados En La Región Metropolitana De Barcelona. *Investigaciones Geograficas*, *32*, 5–17.
- Domínguez, E., Rivera, H., Vanegas, R., & Moreno, P. (2008). Relaciones demanda-oferta de agua y el índice de escasez de agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico Colombiano.
- Dourojeanni, A., & Jouravlev, A. (1999). Gestión de Cuencas y Ríos Vinculados con Centros Urbanos.pdf, 181.
- Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Ibarra [EMAPA-I]. (2014). Reglamento general para la prestación de servicio de agua potable y alcantarillado del cantón Ibarra, a través de la EMAPA-I. Ibarra
- Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Ibarra [EMAPA-I]. (2016). Clientes_Ibarra_av_01. [Shapefile]. Base de datos de departamento de agua no contabilizada de EMAPA-I. Ibarra. Autor.
- Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Ibarra [EMAPA-I]. (2017). PLAN 18_archivos. [Carpeta]. 18 archivos. [Excel]. Bases de datos del departamento de comercialización y facturación de agua de EMAPA-I periodo 2014-2016. Ibarra. Autor.
- Felipe, C., & Burneo, D. (2008). *Análisis de Estrategias para la Gestión de Demanda y Oferta de los Recursos Hídricos y Evaluación de su Factibilidad Financiera-Económico en la Cuenca Alta del Río Guayllabamba*.
- Feres, J. C., & Mancero, X. (2001). El Método de las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) y sus Aplicaciones en América Latina. *Estudios Estadísticos Y Prospectivos*, *7*, 61–100. Retrieved from [http://dds.cepal.org/infancia/guide-to-estimating-child-poverty/bibliografia/capitulo-III/Feres Juan Carlos y Xavier Mancero \(2001b\) El metodo de las necesidades basicas insatisfechas \(NBI\) y sus aplicaciones en America Latina.pdf](http://dds.cepal.org/infancia/guide-to-estimating-child-poverty/bibliografia/capitulo-III/Feres Juan Carlos y Xavier Mancero (2001b) El metodo de las necesidades basicas insatisfechas (NBI) y sus aplicaciones en America Latina.pdf)
- Fernández, M., González, E., & Viñuales, V. (2003). Recopilación, análisis y evaluación de experiencias en uso eficiente de agua en municipios del ámbito nacional e internacional. *Catálogo de Buenas Prácticas*, 1–179. Retrieved from www.ecodes.org
- Frolich, L. (2016). Ecología humana y la urbe inteligente: Utilizando mapeo interactivo para el análisis socioambiental del uso de agua y de energía eléctrica en Ibarra-Ecuador. *Ciencia*, *19*, 227–240.
- García-Salazar, J. A., & Mora-Flores, J. S. (2008). Tarifas y consumo de agua en el sector residencial de la Comarca Lagunera Introducción. *Región Y Sociedad*, *XX*(42), 119–132.
- García, J. E., & Cano Ortiz, M. I. (2006). ¿Cómo nos puede ayudar la perspectiva constructivista a construir conocimiento en Educación Ambiental? *Revista Iberoamericana de Educación*, *41*(41), 117–131. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2168809&info=resumen&idioma=SPA>
- García, X., Ribas, A., & Llausàs, A. (2014). Jardines privados y consumo de agua en las periferias urbanas de la comarca de La Selva (Girona). *Investigaciones Geográficas*, *(61)*, 55–69. <https://doi.org/10.14198/INGEO2014.61.04>

- García Lirios, C., Carreón Guillén, J., Hernández Valdés, J., Montero López, M., & Bustos Aguayo, J. M. (2013). Actitudes, consumo de agua y sistema de tarifas del servicio de abastecimiento de agua potable. *Polis, REvista Latinoamericana*, 12, N° 34, 363–401.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI]. (2015). *Actualización Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Ibarra 2015-2023*. Ibarra. Autor.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de San Miguel de Ibarra [GADI]. (2016a). Barrios_Ibarra. [Shapefile]. Delimitación de barrios. Ibarra. Autor.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra [GADI]. (2016b). Ordenanza que reglamenta el uso y ocupación del suelo en el cantón Ibarra. Ibarra. Autor.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de San Miguel de Ibarra [GADI]. (2016c). Ibarra2016. [Shapefile]. Datos catastrales. Ibarra. Autor.
- Gogiel, G. (2011). *Conciencia social y ahorro de agua doméstica según las diferentes tipologías urbanas*. Universitat Politècnica de Catalunya. Universidad Politécnica de Catalunya. Máster en Sostenibilidad.
- Gonzalez, M., Sladarriaga, G., & Jaramillo, O. (2010). Estimación de la demanda del agua: Conceptualización y dimensionamiento de la demanda hídrica sectorial. *Estudio Nacional Del Agua*, 169–228.
- Grupo Academico de Apoyo a Programas de Población. (1998). El agua y la dinámica de la población. *Este Pais*, 91, 1–5.
- Howard, G., Bartram, J., & Organization, W. H. (2003). Domestic Water Quantity , Service Level and Health (World Health). Switzerland: World Health Organization. Retrieved from http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/67884/WHO_SDE_WSH_03.02.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Instituto Nacional Estadísticas y Censos [INEC]. (2012a). Información Ambiental en Hogares Junio 2012. Quito. Autor.
- Instituto Nacional Estadísticas y Censos [INEC]. (2012b). Resumen metodológico y Principales Resultados Encuesta Nacional de ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales 2011-2012. *Instituto Nacional de Estadísticas Y Censos*, 64, 18–21. <https://doi.org/11425181>. Quito. Autor.
- Instituto Nacional Estadísticas y Censos [INEC]. (2015). Estadísticas de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales Agua y Alcantarillado (2015). Quito. Autor.
- Instituto Nacional Estadísticas y Censos [INEC]. (2016a). Encuesta nacional de empleo, desempleo y subempleo (ENEMDU). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Quito. Retrieved from <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/empleo-encuesta-nacional-de-empleo-desempleo-y-subempleo-enemdu/>. Quito. Autor.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2016b). Cabecera Cantonal Ibarra: Población de 5 Años y más por Nivel de Instrucción Según Sector Censal [Exel]. Reporte basado en Censo de Población y Vivienda (CPV) 2010. Quito. Autor.

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2017). Tablas de Variables de Educación. Recuperado el Febrero de 2018, de <http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=M AIN&BASE=CPV2010&MAIN=WebServerMain.inl>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI]. (2012 a). Zonas de precipitación media anual (1985 - 2009) mm. [Mapa]. 1: 50.000. [mxd]. Centro de levantamientos integrados de recursos naturales Por sensores remotos [CLIRSE]: proyecto "Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional Escala 1:25.000". Julio 2012.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI]. (2012 b). Zonas de temperatura media anual 1°C. [Mapa]. 1: 50.000. [mxd]. Centro de levantamientos integrados de recursos naturales Por sensores remotos [CLIRSE]: proyecto "Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional Escala 1:25.000". Diciembre 2012.
- Jiménez, B., & Galizia, J. (2012). *Diagnóstico del agua en las américas. Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS), Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT)*. Mexico.
- Jiménez, D., Orrego, S., Vásquez, F., & Ponce, R. (2017). Estimación de la demanda de agua para uso residencial urbano usando un modelo discreto-continuo y datos desagregados a nivel de hogar : el caso de la ciudad de Manizales , Colombia. *Lecturas de Economía, No. 86*, 153–178.
- Manco, D., Guerrero, J., & Ocampo, A. (2012). Eficiencia en el consumo de agua de uso residencial. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 11*(Enero-Junio), 23–28. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75025842003%0ACómo>
- Mendoza, S. (2010). Determinantes de gasto en consumo de agua : Análisis comparativo a nivel nacional y para el Estado de Nuevo León ., 1–88.
- Moliní, F., & Salgado, M. (2012). Los impactos ambientales de la ciudad de baja densidad en relación con los de la ciudad compacta. *Biblio 3W, XVII*(958), 1–20. Retrieved from <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-958.htm>
- Ospina, B. (2008). La educación como escenario para el desarrollo humano. *Universidad de Antioquia, XXVI*, 1–4.
- Pesci, R. (2006). Vientos Verdes. *Veinte ideas sobre la Sustentabilidad. 1ra Edición. Buenos Aires. Nobuko*. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=SIz7e1REIoMC&pg=PA44&lpg=PA44&dq=consumo+de+agua+promedio+en+ciudad+compacta&source=bl&ots=ZtFtLLDRHS&sig=9UDm1pJ7U9zSBvvmEpv1_T14qvE&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi0pur66cnZAhUKbq0KHcbJB-oQ6AEIJTAA#v=onepage&q=consumo%20de%20agua%20promedio%20en%20ciudad%20compacta&f=false
- Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos [WWAP]. (2009). *El agua en un mundo en constante cambio. El 3er Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*. Retrieved from <http://www.unesco.org/>
- Ramirez, G., Soto, G. ., Acosta, B. ., Maya, L. ., & Sánchez, F. (2015). Estimación de los factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en México. Estimación de los factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector

- doméstico en México Informe Final, (March). <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1597.1365>
- Ramsey, E., Berglund, E. Z., & Goyal, R. (2017). The impact of demographic factors, beliefs, and social influences on residential water consumption and implications for non-price policies in urban India. *Water (Switzerland)*, 9(11), 1–21. <https://doi.org/10.3390/w9110844>
- Rico Amorós, A. M. (2007). Tipologías de consumo de agua en abastecimientos urbano-turísticos de la Comunidad Valenciana. *Investigaciones Geográficas*, 42, 5–34. <https://doi.org/1989-9890>
- Romero, H., & Molina, M. (2008). Relación espacial entre tipos de usos y coberturas de suelos e islas de calor en Santiago de Chile. *Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas*, (May 2014), 1–7. Retrieved from http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117775/Molina_Anales.pdf?sequence=1 <http://www.captura.uchile.cl/jspui/handle/2250/5634>
- Ronconi, L., & Casazza, J. G. (2013). La incidencia de la dotación de redes de infraestructura en el precio del suelo. El caso de los municipios de expansión del Área Metropolitana de Buenos Aires 1 Documento final, 1–36.
- Rueda, S. (1999). Modelos e Indicadores para ciudades más sostenibles Taller sobre Indicadores de Huella. *Taller Sobre Indicadores de Huella Y Calidad Ambiental Urbana*, 40.
- Rueda, S. (2012). *Libro verde de sostenibilidad urbana y local en la era de la información* (Ministerio). Madrid.
- Salazar, A., & Pineda, N. (2010). Factores que afectan la demanda de agua para uso doméstico en México. *Región Y Sociedad*, 22(49), 3–16.
- Secretaría del Agua [SENAGUA]. (2012). Capítulo VI: Dotaciones de Agua. En *Manual de procedimientos para la elaboración de informes técnicos de sustentación para las resoluciones de autorización del derecho de uso y aprovechamiento*. Quito.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [Senplades] (2016a). Plano Censal de la Capital de la Provincia, San Miguel de Ibarra. [Mapa].1: 50.000. [mxd]. Archivo digital:100150_SAN MIGUEL DE IBARRA, GEO_EDIF_P2010. Realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. Mayo 2010.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [Senplades] (2016b). sectores_Imbabura. [shapefile]. 1: 50.000. Sectores censales Imbabura. Realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC].2014.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES]. (2017). Plan nacional de desarrollo 2017-2021 “Toda una Vida.” *Senplades*, 1–148.
- Secretaría Técnica para la Erradicación de la Pobreza. (2014). *Estrategia Nacional para la Igualdad y Erradicación de la Pobreza* (Primera Ed). Quito: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. Retrieved from <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=2130&force=1> <http://www.planificacion.gob.ec/biblioteca/>
- Sistema de Indicadores Sociales del Ecuador [SIISE]. (2015). *Escolaridad*. Recuperado el 02 de 2018, de http://www.siise.gob.ec/siiseweb/PageWebs/Educacion/ficedu_E03.htm

- Superintendencia de Servicios Sanitarios [SISS]. (2008). Nivel de consumo de agua potable en el país, 24.
- Tate, D. (2004). Uso Eficiente del Agua, 13. Retrieved from <http://cidbimena.desastres.hn/filemgmt/files/principioagua.pdf>
- Tobarra, M. (2013). Factores explicativos de la demanda municipal de agua y efectos en el bienestar de la política tarifaria . Una aplicación a la cuenca del Segura. *Estudios de Economía Aplicada*, 31, 577–596.
- United Nations World Water Assessment [WWAP]. (2015). *The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. UNESCO. <https://doi.org/978-92-3-100071-3>
- Valle, C. (2015). *Reseña histórica de la cartografía en el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Quito: INEC -Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- Velásquez, J. (2009). *Estimación de la Demanda de agua urbana residencial: Factores que la afectan, conservación del recurso y planteamiento metodológico desde el ordenamiento territorial y las medidas de conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Tesis. Maestría en Ingeniería de recursos hidráulicos Retrieved from http://www.bdigital.unal.edu.co/867/1/71383331_2009.pdf
- Villacís, B., & Carrillo, D. (2012). País atrevido: la nueva cara sociodemográfica del Ecuador. *Analitika*, 52. Retrieved from http://www.inec.gob.ec/publicaciones_libros/Nuevacarademograficadeecuador.pdf
- Wilk, D., Pineda, C., & Moyer, D. (2006). *Lineamientos estratégicos para la gestión ambiental urbana en Centroamérica*. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo. Retrieved from https://publications.iadb.org/discover?query=lineamientos+estrategico&submit=&sort_by=score&order=desc