

DOI: <https://doi.org/10.23857/fipcaec.v7i1.552>

## La Demografía y el Consumo de Agua Potable en los Estratos Socio Economicos Urbanos

*Demography and Drinking Water Consumption into the Urban Socio-Economic  
Strata*

*Demografia e consumo de água potável em estratos socioeconômicos urbanos*

Carlos Wladimir Izurieta-Recalde <sup>I</sup>  
[cizurieta@unach.edu.ec](mailto:cizurieta@unach.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-8914-7719>

Alfonso Patricio Arellano-Barriga <sup>II</sup>  
[aarellano@unach.edu.ec](mailto:aarellano@unach.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-2345-6789>

Gina María Muñoz-David <sup>III</sup>  
[gmmunoz.fic@unach.edu.ec](mailto:gmmunoz.fic@unach.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-0907-4693>

**Correspondencia:** [cizurieta@unach.edu.ec](mailto:cizurieta@unach.edu.ec)

\* **Recepción:** 30/11/2021 \* **Aceptación:** 18/12/ 2021 \* **Publicación:** 20/01/2022

1. Economista, Magister en Pequeñas y Medianas Empresas Mención Finanzas, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
2. Ingeniero Civil, Magister en Ciencias de Saneamiento Ambiental. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
3. Ingeniera Civil, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.



## Resumen

El objetivo de este estudio es determinar si las diferencias demográficas encontradas en los estratos socio económicos identificados en ciudades menores a 150 000 habitantes, inciden en los consumos de agua potable. La información primaria fue obtenida a través de mediciones de campo y entrevistas realizadas en 11 asentamientos de población ecuatorianas entre el 2013 y 2015. Los consumos de agua fueron medidos mensualmente durante seis meses, en cada asentamiento a través de los micromedidores domiciliarios. Para determinar los estratos socio-económicos se aplicó el método de caracterización urbanística y socio-económica para poblaciones menores de 150 000 habitantes. Se realizan análisis de varianza de dos factores para establecer correlaciones significativas y también el test de Tukey para determinar intervalos de confianza entre los valores medios. Se considera a todas las ciudades juntas y también se las agrupa entre ciudades grandes, medianas y pequeñas. Existe una diferencia significativa entre el número de habitantes por familia de cada estrato socio económico. El estrato más pobre tiene más habitantes por vivienda. En el estrato más rico existen menos habitantes por vivienda. El consumo de agua potable no presenta una correlación significativa con el número de habitantes por vivienda cuando se analiza los datos de las 11 ciudades juntas. Cuando se considera los grupos de ciudades separadamente, se encuentra correlación entre el consumo de agua y los habitantes por vivienda en las ciudades grandes y medianas, pero no existe en las pequeñas. Estos resultados proporcionan información para administrar equitativamente el agua potable a través de sistemas tarifarios diferenciados considerando las características socio económicas y demográficas de los usuarios.

**Palabras claves:** Demografía; consumo agua potable; estratos socio-económicos.

## Abstract

The objective of this study is to determine whether the demographic differences found in the socio economic strata identified in cities of less than 150000 inhabitants affect drinking water consumption. Primary information was obtained through field measurements and interviews conducted in 11 Ecuadorian cities between 2013 and 2015. Water consumption was measured monthly for six months in each city through home micrometers. To determine socio-economic strata, the method of urban and socio-economic characterization was applied for populations under

150 000 inhabitants. Two-factor variance analyses are performed to establish significant correlations and also the Tukey test to determine confidence intervals between mean values. All cities are considered together and are also grouped between large, medium and small cities. There is a significant difference between the number of inhabitants per family of each socio-economic stratum. The poorest stratum has more inhabitants per dwelling. In the richest stratum there are fewer inhabitants per dwelling. Drinking water consumption does not have a significant correlation with the number of inhabitants per home, when analyzing data from the 11 cities together. When considering groups of cities separately, we found a correlation between water consumption and inhabitants per dwelling in large and medium-sized cities, but does not exist in small ones. These results provide information to equitably manage drinking water through differentiated tariff systems considering the socio-economic and demographic characteristics of users.

**Keywords:** Demography; drinking water consumption; socio-economic strata.

## Resumo

O objetivo deste estudo é verificar se as diferenças demográficas encontradas nos estratos socioeconômicos identificados em cidades com menos de 150.000 habitantes afetam o consumo de água potável. As informações primárias foram obtidas por meio de medições de campo e entrevistas realizadas em 11 assentamentos equatorianos entre 2013 e 2015. O consumo de água foi medido mensalmente durante seis meses, em cada assentamento por meio de micrômetros domiciliares. Para determinar os estratos socioeconômicos, aplicou-se o método de caracterização urbana e socioeconômica para populações com menos de 150.000 habitantes. A análise de variância de dois fatores é realizada para estabelecer correlações significativas e também o teste de Tukey para determinar intervalos de confiança entre os valores médios. Todas as cidades são consideradas em conjunto e também são agrupadas em grandes, médias e pequenas cidades. Há uma diferença significativa entre o número de habitantes por família de cada estrato socioeconômico. O estrato mais pobre tem mais habitantes por domicílio. No estrato mais rico há menos habitantes por habitação. O consumo de água potável não apresenta correlação significativa com o número de habitantes por domicílio quando se analisam os dados das 11 cidades em conjunto. Quando os grupos de cidades são considerados separadamente, encontra-se uma correlação entre consumo de água e habitantes por domicílio nas cidades de grande e médio porte,



mas não existe nas pequenas. Esses resultados fornecem informações para a gestão equitativa da água potável por meio de sistemas tarifários diferenciados considerando as características socioeconômicas e demográficas dos usuários.

**Palavras-chave:** Demografia; consumo de água potável; estratos socioeconômicos.

## Introducción

El crecimiento urbano y la poca inversión gubernamental en sistemas de agua potable, además del impacto del cambio climático en las fuentes de agua, hacen sentir cada vez más la deficiencia de agua potable en muchos países en desarrollo. En muchas ciudades la cobertura del servicio de distribución de agua potable y saneamiento es deficitario (Pinilla-Rodríguez & Torres-Sánchez, 2019) y es una de las causas que impiden su desarrollo sustentable local. Algunos autores han considerado los múltiples factores ligados a la demanda y consumo de agua potable y coinciden en que el factor demográfico no es menos importante que los otros (Manco Silva, Guerrero Erazo & Ocampo Cruz, 2012; Matos, Teixeira, Duarte & Bentes, 2013; Reynaud & Romano, 2018; UNESCO, 2009).

Los procesos económicos, demográficos y sociales se determinan mutuamente a lo largo del tiempo, la estructura económica influye y se ve influenciada por los cambios en la demografía, según Cuadrado, Mancha, Villena & Casares (2010), en los objetivos de la política económica se encuentran los objetivos demográficos, los cuales se orientan a la mejora del tamaño y de la estructura de la población, que tiene un marcado componente social, que puede llegar a ser muy amplio y está destinado a mejorar o preservar el bienestar social, absorbiendo una parte importante de los recursos económicos de la nación (p. 61).

El análisis de la estructura demográfica a diferentes escalas geográficas es de gran importancia para explicar muchas de las realidades socioespaciales a las cuales se enfrentan las localidades urbanas (González & San Marful, 2018). Siendo variables demográficas de estado de la población el tamaño, distribución territorial y estructura.

Morote Seguido (2017) escribe que, en algunos países europeos, Estados Unidos de América, Australia e Irán, se reportan conclusiones contradictorias que datan de años atrás. En Londres, el consumo per cápita disminuyó cuando se incrementó el número de habitantes por familia (Á.

Morote, 2017); mientras que en otros casos se incrementa el consumo per cápita cuando se incrementa el número de habitantes de una familia. En Manizales, Colombia, la demanda de agua se incrementó al aumentar el número de habitantes de las viviendas (Jiménez, Orrego, Vásquez & Ponce, 2017; Jaramillo, 2005). Jiménez *et al.* (2017) considera el número de personas por familia como una de las características del hogar que influye positivamente en un modelo econométrico para determinar la demanda de agua de uso residencial.

Desde el punto de vista de la psicología de la sustentabilidad, el consumo de agua dispendioso podría ocurrir cuando no existe una crisis hídrica (García Lirios, Carreón Guillén, Hernández Valdés, López Lena & Bustos Aguayo, 2013). Los mismos autores piensan que para evitar el desperdicio de agua se requiere un cambio de actitud que podría ser motivado por sistemas tarifarios. Arellano, Izurieta, Bravo & Merino (2019) reportan la evidencia significativa del desperdicio per cápita de agua cuando existen demasiados aparatos sanitarios per cápita en una residencia de una ciudad grande. Los aparatos sanitarios considerados son: inodoros, duchas, lavabos, lavadoras de ropa y de platos. La suma de todos ellos lo llaman equipo sanitario. El consumo per cápita de agua potable puede ser calculado conociendo el número de aparatos sanitarios en ciudades grandes y medianas, pero no en las pequeñas. La distinción entre ciudades grandes, medianas y pequeñas, característica demográfica urbana, fue reportada por Arellano, Bayas, Meneses & Castillo (2018). Los consumos de agua en los dos estudios son reportados como consumo per cápita en cada estrato socio económico. El estrato de mayor capacidad económica es el A y el de menor capacidad es el D. Los estratos B y C son intermedios (Arellano, González, & Gavilanes, 2013).

La provisión del agua potable es un servicio de un bien público que tiene una tarifa y su consumo debe ser medido regularmente. El consumo de agua potable podría estar directamente influenciado por el precio que deben pagar por el servicio (Reynaud & Romano, 2018; Sahin, Bertone & Beal, 2017; Santopietro *et al.*, 2018). Esas tarifas generalmente son establecidas sin considerar las particularidades socio-económicas y demográficas que son importantes para el desarrollo sostenible local. Son establecidas considerando una distribución espacial urbana o en rangos de consumos durante la facturación.

El consumo depende fundamentalmente del ingreso (Keynes, 1976), esta hipótesis conocida como hipótesis del ingreso absoluto expone que cuando aumenta el ingreso corriente, los consumidores



responden gastando más en la adquisición de bienes y servicios (Cañarte, Ruperti & Oliva, 2019). El bien en este estudio es el agua potable, la distinción de quién tiene más o menos dinero lo otorgaría su estrato socio-económico. Por lo tanto, se presume que los estratos de mayor capacidad económica consumen más agua que los estratos de menor capacidad. En una ciudad se puede identificar familias de diferentes estratos socio económicos y por lo tanto sus consumos de agua serían diferentes también. Esta presunción es la que se va a determinar en este estudio considerando la variable consumo per cápita de agua potable, de cada estrato socioeconómico. En cada estrato también podrían existir diferencias demográficas como el número de personas por familia, cuya determinación también es objetivo de este estudio.

Las empresas públicas o privadas administradoras de este recurso, podrían definir las tarifas del consumo de agua potable de uso residencial en función del número de aparatos sanitarios que tenga una residencia. Generalmente los Municipios otorgan un permiso de habitabilidad de una residencia después de verificar in situ o en planos, las instalaciones básicas que dispone, entre ellas el número de aparatos sanitarios.

Según Fernández, Parejo & Rodríguez (1995), existen cuatro enfoques distributivos que aparecen en todas las discusiones sobre justicia económica, la segunda visión, hace referencia a los niveles de satisfacción individuales y de asignación de bienes y servicios. Si la tarifa es justa, se esperaría que los usuarios que consumen más agua, paguen más que los que consumen menos o que reduzcan su desperdicio para que pueda ser utilizado por los que no tienen suficiente agua. Esto permitiría una distribución de agua más equitativa, con un sistema de tarifas diferenciado no geográficamente, sino socialmente.

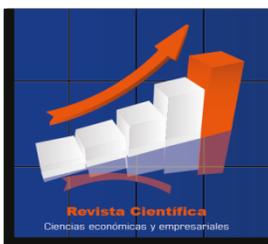
En esta investigación se realizan análisis de varianza, del número de habitantes por vivienda y del consumo per cápita de agua potable semestral, además, se muestran las correlaciones entre el consumo per cápita de agua potable vs el número de habitantes por vivienda, con la finalidad de determinar si las diferencias demográficas encontradas en los estratos socio económicos identificados en ciudades menores a 150 000 habitantes, inciden en los consumos de agua potable. Si el número de personas por familia fuera igual en todas las residencias de todas las ciudades menores que 150 000 habitantes, no habría una explicación de las correlaciones con los consumos

per cápita de agua potable y con el equipamiento sanitario reportados por (Arellano *et al.*, 2018, 2019).

## Métodos

Entre el 2013 y 2015, se investigaron los consumos de agua potable de 11 ciudades ecuatorianas, de diferentes características demográficas, socio económicas y de regiones geográficas y climáticas diferentes. Se aplicó el método de caracterización urbanística y socio-económica para poblaciones menores de 150 000 habitantes (Arellano *et al.*, 2013). Este método define las técnicas de caracterización urbanística para aplicar en una ciudad; y las técnicas de caracterización socioeconómica para aplicarles en una familia, con la finalidad de determinar las categorías socioeconómicas del sector residencial de una población menor que 150 000 habitantes. En esta investigación se utiliza el término de ciudad para referirse al asentamiento de población en el cual existen atribuciones administrativas y económicas.

La técnica de caracterización urbanística considera como unidad de estudio la manzana (espacio urbano, edificado o destinado a la edificación, generalmente cuadrangular, delimitado por calles por todos sus lados). Se recoge información de campo a través de observaciones de las siguientes variables: 1) uso de suelo; 2) densidad poblacional; 3) calidad predominante de las fachadas de las edificaciones; 4) material de las calzadas; y, 5) servicios que dispone una manzana (agua potable, energía eléctrica, alcantarillado, alumbrado público y seguridad privada). La categorización de cada manzana se realiza asignando puntos a la información obtenida en las fichas de caracterización urbanística, con el criterio de que el puntaje más alto se le otorga al lado de la manzana que: 1) sea predominantemente residencial, 2) esté dotado de más servicios; y, 3) que evidencie mayor capacidad económica para construir y mantener las edificaciones. Se califica las características observadas en cada lado de una manzana y se establece el estrato socio económico correspondiente. Si una manzana tiene más de 300 puntos se ubica en el estrato A, que es el de muy altos recursos económicos. Si tiene entre 299 y 200 puntos se ubica en el estrato B. Si tiene entre 199 y 100 puntos se ubica en el estrato C. Si tiene menos de 100 se ubica en el estrato D, de muy bajos ingresos. De esta manera se calculan cuántas manzanas corresponden a cada uno de esos 4 estratos y se obtiene la fracción de cada estrato en una ciudad.



En la figura 1 se muestra la estratificación de las 11 ciudades. En el eje X se encuentran las ciudades ordenadas de izquierda a derecha en función del tamaño de habitantes. Al extremo izquierdo se encuentra la que menos habitantes tiene y al extremo derecho la más poblada. En la figura 2 se encuentra la distribución geográfica de los estratos socio económicos en la ciudad más poblada de la muestra. Las manzanas de color azul corresponden al estrato A, están dispersas en la ciudad. Las del estrato D de color rojo se ubican linealmente en la zona periférica. Las manzanas verdes del estrato C se agrupan cerca de las vías que conectan esta ciudad con otras.

De esta manera y con mediciones de campo mensuales, se obtuvo información de: 1) consumos de agua potable registrados en los medidores de cada residencia; 2) características socio económicas y urbanísticas de las ciudades; 3) características socio económicas de las familias muestreadas; y, 4) análisis de la calidad del agua a través de pruebas de laboratorio.

Esa información fue obtenida durante 6 meses en cada una de las 9 ciudades reportadas por Morillo & Luna (2013); Carrillo & Quintero (2013); Montenegro & Tapia (2014); Patiño & Pino (2014); Barreno (2015); Cáceres & Rubio (2015); Noriega (2015); Sagñay & Carguachi (2015). Las características de esas ciudades son resumidas íntegramente por Bayas (2018). Se procesa una parte de esa información y se definen 3 tamaños demográficos de acuerdo a las similitudes de consumo de agua (Arellano, Bayas, Meneses & Castillo, 2018). Ciudades pequeñas se las denomina a las que tienen menos de 8,000 habitantes. Ciudades medianas a las que tienen más de 8,000 y menos de 30 000 y ciudades grandes las que tienen más de 30 000 y menos de 150 000 habitantes.

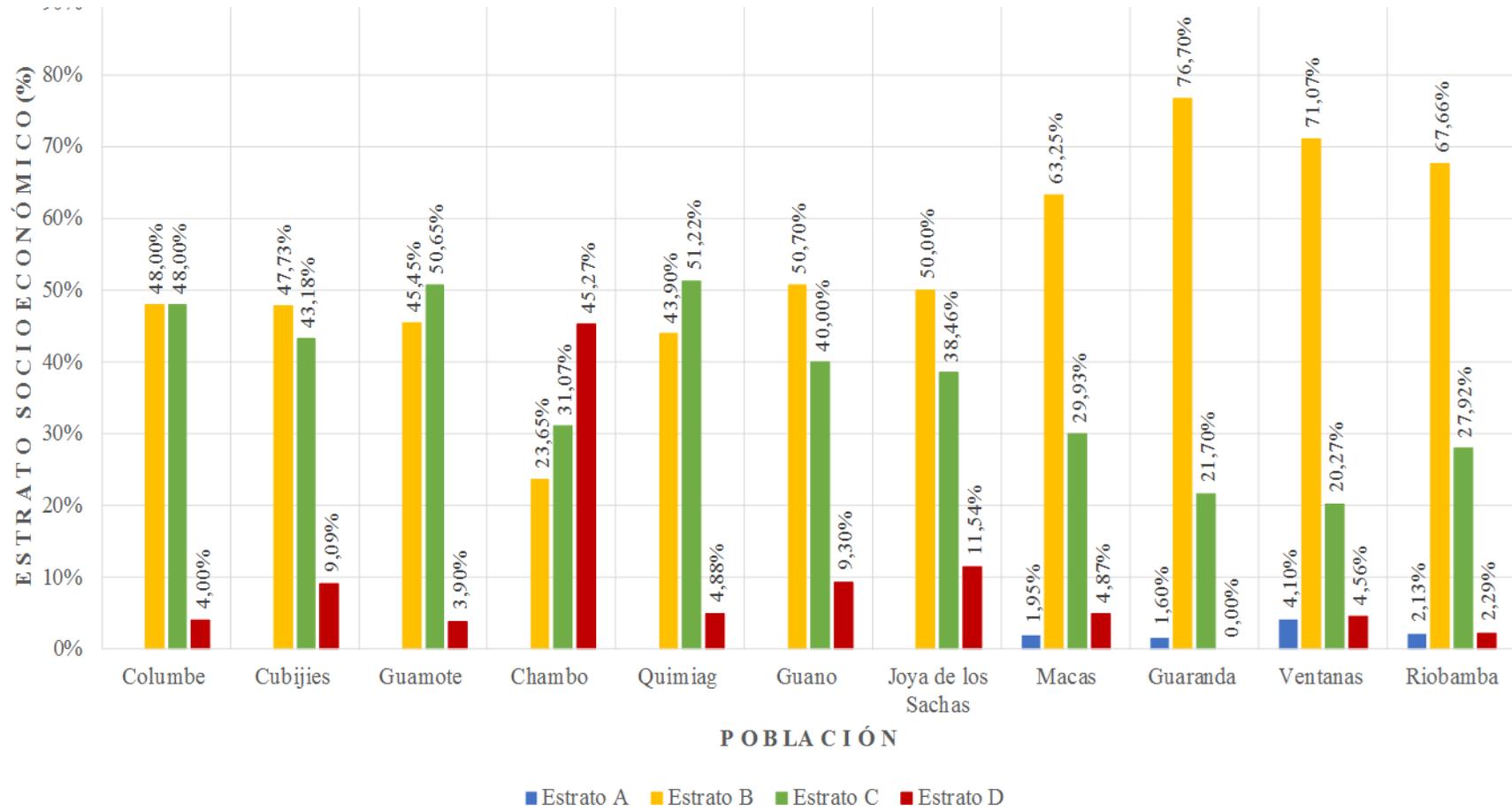


Figura 1: Estratos socio-económicos por población (Lindao, 2018).

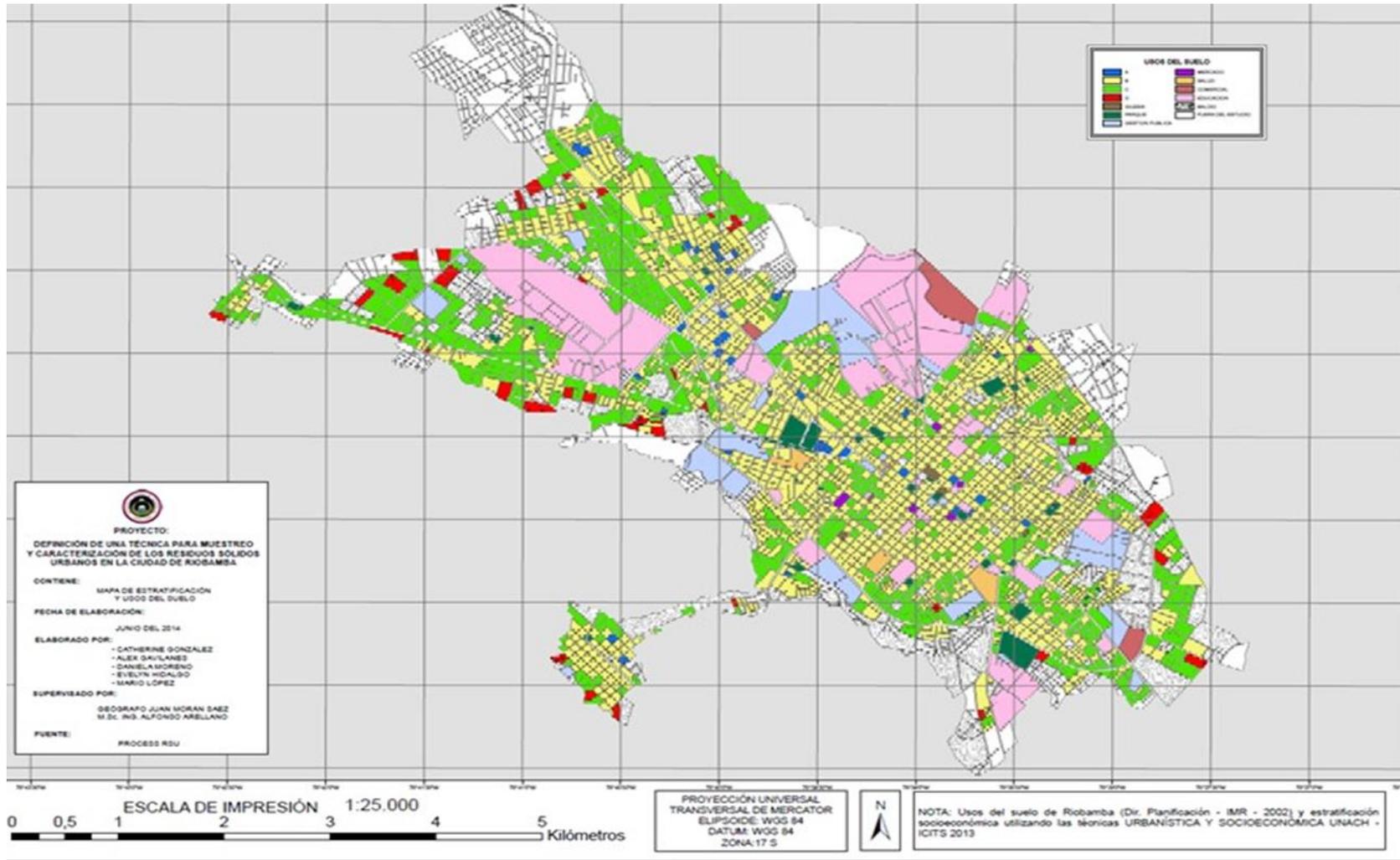


Figura 2: Estratificación socio económica y usos de suelo de Riobamba (Elaborado por el autor)

El presente estudio recoge los datos del número de personas y consumo per cápita de agua potable. Se agrupa la información de acuerdo a los tres tamaños de ciudades y a los 4 estratos socio económicos previamente definidos y detallados por Arellano & Lindao (2019).

Este artículo procesa la información primaria e integra las variables socio económicas con las de consumo per cápita de agua potable, para describir y explicar los patrones de consumos de agua, en diferentes grupos demográficos. Se ordenó la información para definir tendencias, a través de regresiones lineales de un análisis integral de las variables.

Las variables son analizadas en 2 grandes escenarios: 1) los datos de las ciudades sin especificar a qué estratos socio económicos pertenecen; y, 2) cuando si se los especifica. En cada escenario se analiza individualmente las variables (número de personas por familia y consumos per cápita de agua) en 2 sub escenarios: el sub escenario 1 analiza los datos de las 11 ciudades juntas, sin agrupar los datos para los rangos demográficos de ciudades grandes, medianas y pequeñas. El sub escenario 2 los analiza separando los datos para cada tamaño de ciudad.

Se aplica el análisis estadístico (ANOVA<sup>1</sup>) para establecer correlaciones con significancia estadística (Minitab 17). Se obtuvo el coeficiente de determinación  $R^2$  y la probabilidad p-valor. El valor  $R^2$  refleja la bondad del ajuste de un modelo a la variable que se pretende explicar. El resultado del  $R^2$  oscila entre 0 y 1. Cuanto más cerca de 1 se sitúe su valor, mayor será el ajuste lineal del modelo a la variable que estamos intentando explicar. Se obtiene la raíz cuadrada para obtener el coeficiente de correlación R (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio, 2006). El p-valor es una probabilidad que indica la significancia del análisis. Para que el análisis realizado sea estadísticamente significativo p-valor debe ser menor que 0.05. Cuando se obtienen correlaciones estadísticamente significativas, se obtiene una ecuación lineal así:

$$y = mx + b + \epsilon \quad (1)$$

El ANOVA determina si las medias de dos o más grupos de datos son diferentes. Se plantean dos hipótesis: 1) la nula que dice que todas las medias de los grupos de datos son iguales; y, 2) la alternativa que dice que por lo menos una media es diferente. Se establece un nivel de varianza igual al 5 % ( $\alpha=0.05$ ). Se calcula la probabilidad (p-valor). Si es menor que 0.05 se descarta la

---

<sup>1</sup> Análisis de varianza

hipótesis nula lo que quiere decir que al menos una de las medias es diferente. La prueba de Tukey trabaja con una confianza del 95% e indica cuál de las medias de datos es diferente. De esta manera se buscarán las relaciones entre esas variables, que permitan establecer si inciden directa o indirectamente en los consumos de agua potable.

## Resultados

Los resultados de las tablas 1 y 2, se muestran en el siguiente orden para facilitar su comprensión. El análisis de variables sin agrupar los datos dentro de sus estratos socio-económicos se encuentra debajo de las columnas “1”. Los resultados del análisis cuando se agrupan los datos, se encuentran debajo de la columna “2”, en la tabla 1. De esta manera se puede comparar fácilmente los resultados.

### Análisis de varianza del número de habitantes por vivienda

**Tabla 1.** Análisis de varianza del número de habitantes por vivienda

Ciudad	Fuente	GL <sup>2</sup>		SC Ajustado <sup>3</sup>		Valor F <sup>4</sup>		Valor p <sup>5</sup>	
		1	2	1	2	1	2	1	2
Todas (11)	Ciudades-Estratos	10	3	8.663	12.720	0.880	6.620	0.561	0.001
	Error	25	32	24.542	20.490				
	Total	35	35	33.205	33.200				
Grandes (2)	Ciudades-Estratos	1	3	0.154	7.265	0.100	5.690	0.757	0.063
	Error	6	4	8.8134	1.702				
	Total	7	7	8.9674	8.967				
Medianas (3)	Ciudades-Estratos	2	3	0.1699	5.086	0.070	3.220	0.930	0.104
	Error	7	6	8.0723	3.156				
	Total	9	9	8.2422	8.242				
Pequeñas (6)	Ciudades-Estratos	5	2	6.227	4.568	1.950	3.680	0.159	0.050
	Error	12	15	7.656	9.315				
	Total	18	17	13.883	13.883				

**Fuente:** Elaborado por los autores

<sup>2</sup> Grados de libertad: la cantidad de información, el tamaño de la muestra. Si un factor posee tres niveles, los grados de libertad corresponden a 2 (n-1). (“Minitab 17,” 2017).

<sup>3</sup> Suma de cuadrados es el cálculo de la suma total de cuadrados. (“Minitab 17,” 2017).

<sup>4</sup> Se calcula dividiendo dos medias cuadráticas. Cuando el valor de F es mayor, más fuerte es la relación entre variables. Se utiliza para calcular la probabilidad. (“Minitab 17,” 2017).

<sup>5</sup> Es una probabilidad, si el valor p es menor a 0.05 el factor analizado es significativo. (“Minitab 17,” 2017).

Cuando se agrupan los valores de cada estrato socio económico, de las 11 ciudades juntas (columnas 2), el valor p es menor que 0.05. Significa que por lo menos una de las medias del número de habitantes por familia de alguno de esos estratos, es diferente. Se aplica la prueba de Tukey para determinar cuál de esas medias es diferente (Tabla 2). En la columna llamada Agrupación (Tabla 2) se muestra la categoría que le asigna la prueba de Tukey a los valores de las medias. El término A de la Agrupación equivale a decir que esa media es la más alta. El término B corresponde a la más baja. Cuando una media tiene los dos términos A B significa que ese valor no es significativamente diferente de los valores agrupados en A y en B.

**Tabla 2.** Prueba de Tukey con una confianza del 95%: número de habitantes por vivienda entre estratos socio-económicos

Estratos socio económicos	N	Media	Agrupación	
D	10	5.660	A	
C	11	4.795	A	B
B	11	4.336	B	
A	4	3.940	B	

Fuente: Elaborado por los autores

### Análisis de varianza del consumo per cápita de agua potable semestral (CPC/est.s)

En la Tabla 3 se analiza el consumo per cápita de agua potable, en cada estrato socio económico, durante el semestre (CPC/est.s.) con la finalidad de comparar los resultados se expresan en 2 columnas. Las columnas “S” corresponden a los datos sin agruparlos en estratos socio-económicos. Las columnas “A” corresponde a los datos agrupados en cada estrato.

**Tabla 3.** Análisis de varianza del CPC/est.s de agua potable

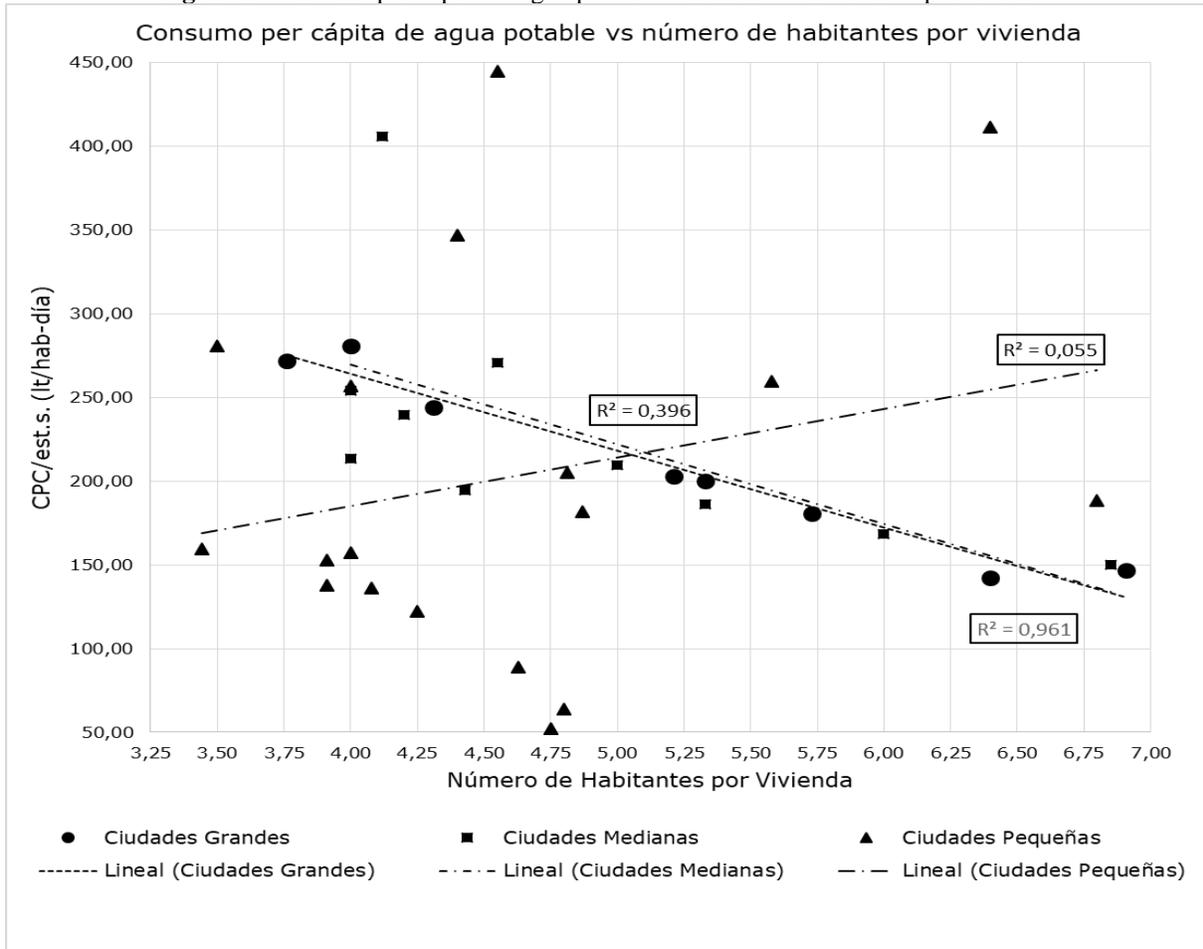
Ciudad	Fuente	S	A	S	A	S	A	S	A
		GL	SC Ajustado	Valor F		Valor p			
Todas (11)	Ciudades-Estratos	10	3	225436.0	18858.0	9.720	0.760	0.000	0.525
	Error	25	32	58001.0	264579.0				
	Total	35	35	283437.0	283437.0				
Grandes (2)	Ciudades-Estratos	1	3	435.9	16457.0	0.140	7.060	0.724	0.045
	Error	6	4	19131.5	3110.0				
	Total	7	7	19567.4	19567.0				
Medianas (3)	Ciudades-Estratos	2	3	14872.0	17786.0	1.610	1.210	0.267	0.385
	Error	7	6	32408.0	29494.0				
	Total	9	9	47280.0	47280.0				
Pequeñas (6)	Ciudades-Estratos	5	2	205441.0	177.0	76.300	0.010	0.000	0.994
	Error	12	15	6462.0	211726.0				
	Total	17	17	211903.0	211903.0				

**Fuente:** Elaborado por los autores

### Consumo per cápita de agua potable semestral vs número de habitantes por vivienda

En el eje y de la Figura 1, se dibuja el consumo de agua potable per cápita registrado en cada uno de los 4 estratos socio-económicos, en las 11 ciudades. Este es el valor medio mensual, correspondiente a un semestre. En el eje X se dibujan los valores medios de los habitantes por familia, correspondientes a cada uno de esos estratos. Se observa que las tendencias de los consumos de agua con relación al número de personas por familia, en las ciudades grandes y medianas es parecida. A medida que aumenta el número de habitantes por vivienda disminuye el consumo per cápita de agua potable.

**Figura 1.** Consumo per cápita de agua potable vs número de habitantes por vivienda

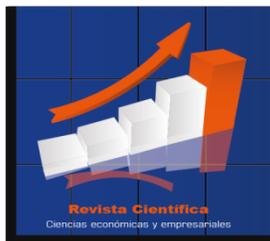


Fuente: Elaborado por los autores

**Tabla 4.** Análisis de Número de Habitantes por vivienda y consumo per cápita (CPS/est.s)

Ciudades	R <sup>2</sup>	R	Relación	p-valor	Ecuación
Grandes	0.9606	0.980	Perfecta	0.0000195	$y = -45.782 x + 447.02$
Medianas	0.3962	0.629	Considerable	0.05117	
Pequeñas	0.0548	0.234	Media	0.3499	

Fuente: Elaborado por los autores



**En donde:**

**y:** consumo per cápita de agua potable, expresado en litros/habitante-día

**x:** el número de habitantes por familia, expresado en persona

En las ciudades grandes esta correlación es perfecta y muy significativa estadísticamente ( $R=0.980$ ;  $p\text{-valor}=0.0000195$ ) que puede ser expresada con fines predictivos a través de la ecuación.

$$y = -45.782x + 447.02 \quad (2)$$

**Donde:**

**Y:** es el consumo per cápita mensual (litros/habitante-día)

**X:** es el número de habitantes por vivienda (habitantes)

**Discusión y Conclusiones**

Los valores del número de habitantes por vivienda de las 11 ciudades (Tabla 1) no son significativamente diferentes cuando no se consideran las características socio económicas de sus habitantes. Tampoco lo son cuando se agrupa a las ciudades en cualquiera de los tres rangos poblacionales (los valores p son muy altos). Se evidencia que el número de personas por familia no ha cambiado cuando el tamaño de la ciudad cambia.

Cuando se consideran los valores agrupados en su respectiva estratificación socio-económica, existe significancia estadística para el caso de las 11 ciudades juntas (Tabla 1, valor  $p=0.001$ ). Cuando se consideran los estratos socio económicos en las ciudades grandes y medianas se obtienen valores p mayores que 0.05 (Tabla 1). En las ciudades pequeñas se obtiene un valor p igual 0.05. Por lo tanto, el número de habitantes por familia de cada ciudad de esos rangos, no son significativamente diferentes.

El estrato socio económico de menor capacidad económica D tiene más habitantes por vivienda (media=5.660) que los otros. El estrato de mayor capacidad económica A tiene menos habitantes por familia (media=3.940). Las medias de los estratos A y B no son significativamente diferentes (Tabla 2). Desde el análisis estadístico, solo habría 2 estratos socio económicos que muestran diferencias significativas. La significancia estadística de la correlación entre número de habitantes

por familia, cuando se considera los valores de cada estrato socio económico, afirma la tendencia de que las familias que tienen menos capacidad económica, tienen más hijos. ¿Su limitada capacidad económica será una consecuencia de tener muchos hijos?

Cuando no se agrupan los valores de consumos de agua potable en cada estrato socio económico, en todas las ciudades juntas y solamente en las ciudades pequeñas, algunos valores medios de consumos de agua son diferentes (Tabla 3). Los consumos de agua potable per cápita varían entre algunas ciudades al considerarlas todas; y, también entre las ciudades pequeñas. Las diferencias de consumos entre esas ciudades no son parte del alcance de este estudio pero se debe mencionar que algunas causas ya han sido reportadas (Arellano et al., 2018); (Bayas, 2018); (Lindao, 2018); (Arellano & Lindao, 2019); (Flores, 2019); (Eras, 2019). En las ciudades medianas y grandes los valores  $p$  son altos por lo que no existen diferencias significativas entre sus medias.

Cuando se agrupan los valores de consumos de agua, en cada estrato socio económico, solamente en las ciudades grandes se encuentra que hay diferencia entre alguna media (Tabla 3). En la muestra analizada solamente hay 2 ciudades grandes, con los 4 estratos socio-económicos. Los consumos per cápita de agua varían entre las ciudades, pero no están relacionados a sus características socio económicas, por eso no muestran significancia estadística cuando no se considera la estratificación. Solamente las ciudades grandes parecen tener alguna relación, pero considerando que son solo 2 muestras, podría ser una coincidencia. Para el propósito de esta investigación, se combinan estos resultados con los resultados del número de habitantes por familia. La influencia socio económica es evidente en la variable demográfica pero no lo es en la de agua potable.

A diferencia de otros países (Jaramillo, 2005), (Jiménez et al., 2017), (Laspidou et al., 2015); (Manco Silva et al., 2012), (Á. F. Morote, Hernández & Rico, 2016), esta tendencia muestra que en las ciudades grandes (30 000-150 000 habitantes) Ecuatorianas, el consumo per cápita de agua potable disminuye cuando se incrementa el número de personas de una familia. En las ciudades medianas la tendencia es parecida a la de las grandes, aunque la correlación es solamente considerable y la significancia estadística es débil. En las ciudades pequeñas la tendencia es opuesta a las otras dos, pero la correlación es media y no tiene significancia estadística.

La obtención de la ecuación 1 permite calcular el consumo per cápita de agua potable en una ciudad mayor a 30 000 habitantes y menor a 150 000, ingresando como dato conocido el número de

habitantes por familia. Obviamente esta información será muy útil con fines predictivos para planificar la dotación del agua y definir tarifas focalizándolas demográficamente y geográficamente (Pontarollo & Segovia, 2019); (Santopietro et al., 2018).

Se concluye que las características socio económicas de una familia están correlacionadas al número de habitantes por familia. El tamaño de la ciudad no incide en el número de personas por familia que la habitan. Prevalece la situación socio económica en la demografía familiar. La relación entre número de habitantes por familia y su capacidad socio-económica es inversamente proporcional. A menor capacidad económica mayor número de habitantes por familia.

Cuando no se analiza los valores de habitantes por familia agrupándolos en cada estrato socio económico, no se obtiene una correlación estadística. El conocimiento del número de personas por familia y su nivel socio-económico permitiría planificar la dotación de servicios públicos como la provisión del agua potable, de tal manera que la distribución sea más equitativa. Una distribución de agua potable equitativa en términos técnicos, balancearía los caudales y presiones de una red de distribución del agua potable.

La definición de tarifas para el pago del consumo de agua potable, sin considerar las características demográficas y económicas no permitiría el manejo sustentable del agua potable.

## Referencias

1. Arellano, A., Bayas, A., Meneses, A., & Castillo, T. (2018). Los consumos y las dotaciones de agua potable en poblaciones ecuatorianas con menos de 150 000 habitantes Drinking water consumption and endowment in Ecuadorian towns with less than 150 000 inhabitants. *NOVA Sinergia*, 1(1), 23–32. <https://doi.org/10.37135/unach.ns.001.01.03>.
2. Arellano, A., González, J., & Gavilanes, A. (2013). *Método de Caracterización Urbanística y SocioEconómica para Poblaciones menores que 150.000 habitantes* (p. 14). Riobamba: I Workshop de ciencia, innovación, tecnología y saberes, UNACH 2013.
3. Arellano, A., Izurieta, C., Bravo, C., & Merino, A. (2019). *Desperdicio de agua a través del equipo sanitario Drinking water wastage trough sanitary equipment*. *NOVA Sinergia*, 2(2), 68–74. <https://doi.org/10.37135/unach.ns.001.04.07>.

4. Arellano, A., & Lindao, V. (2019). Efectos de la gestión y la calidad del agua potable en el consumo del agua embotellada Effects of water quality and management on bottled water consumption. *NOVA Sinergia*, 2(1), 15–23. <https://doi.org/10.37135/unach.ns.001.03.02>.
5. Barreno, K. (2015). Determinar la influencia de la situación socio económica, algunos factores meteorológicos y la calidad del agua, en el consumo de agua potable de la parroquia urbana del Cantón La Joya de los Sachas perteneciente a la provincia de Orellana (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Recuperado de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/570>.
6. Bayas, A. (2018). Propuesta de dotaciones de agua potable para poblaciones menores a 150000 del Ecuador, basada en las características meteorológicas y socio económicas (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Recuperado de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4759>
7. Cáceres, E., & Rubio, V. (2015). Efectos de los factores Socioeconómicos, climatológicos y de calidad del agua, que inciden en el consumo de agua potable, caso de estudio parroquias urbanas La Matriz y el Rosario del cantón Guano (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Recuperado de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/578>.
8. Cañarte, J. S. R., Ruperti, C. A. Z., & Oliva, L. E. M. (2019). Estimación de corto y largo plazo de la función consumo keynesiana para Ecuador: Período 1950-2014. *Revista de ciencias sociales*, 25(3), 152-171. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7026741>
9. Carrillo, A., & Quintero, H. (2013). *Indicadores de cantidad y calidad del agua consumida en la ciudad de Riobamba* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba.
10. Cuadrado Roura, J. R., Mancha, T., Villena, J. E., & Casares, J. (2010). *Política Económica. Elaboración, objetivos e instrumentos*. Editorial McGraw-Hill
11. Eras, D. (2019). *Relación entre las fugas de agua y consumos de agua potable en el sector residencial* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Recuperado de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5595>.

12. Fernández Díaz, A., Parejo Gámir, J. A., & Rodríguez Sáiz, L. (1995). *Política económica*. Madrid: Editorial Mc Graw Hill.
13. Flores, J. (2019). *El agua potable utilizada en riego de jardines y huertas en el sector residencial* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Recuperado de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5432>
14. García Lirios, C., Carreón Guillén, J., Hernández Valdés, J., López Lena, M. M., & Bustos Aguayo, J. M. (2013). *Actitudes, consumo de agua y sistema de tarifas del servicio de abastecimiento de agua potable*. *Polis (Santiago)*, 12(34), 363–401. <https://doi.org/10.4067/s0718-65682013000100019>
15. González Rego, R. A., & San Marful Orbis, E. R. (2018). Estructura poblacional de tres ciudades portuarias del Pacífico mexicano: Ensenada, Manzanillo y Salina Cruz. *Revista Novedades en Población*, 14(28), 252-270. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1817-40782018000200252](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-40782018000200252)
16. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación* (Cuarta). México: McGraw-Hill.
17. Jaramillo, L. A. (2005). Evaluación econométrica de la demanda de agua de uso residencial en México. *El Trimestre Económico*, 72(2), 367–390.
18. 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*, (86), 153–178. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n86a06>
19. Keynes, J. M. (1976). *La teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*. Ciudad de México, México: Edit. Fondo de Cultura Económica.
20. Laspidou, C., Papageorgiou, E., Kokkinos, K., Sahu, S., Gupta, A., & Tassioulas, L. (2015). *Exploring patterns in water consumption by clustering*. In *Procedia Engineering* (Vol. 119). <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.1004>
21. Lindao, V. (2018). *Incidencia de la calidad de agua potable en el consumo diario residencial en poblaciones menores a 150.000 habitantes* (tesis de pregrado). Universidad

- Nacional de Chimborazo, Riobamba. Recuperado de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5097>
22. Manco Silva, D. G., Guerrero Erazo, J., & Ocampo Cruz, A. M. (2012). *EFICIENCIA EN EL CONSUMO DE AGUA DE USO RESIDENCIAL. REVISTA INGENIERIAS*, 23–38.
  23. Matos, C., Teixeira, C. A., Duarte, A. A. L. S., & Bentes, I. (2013). *Domestic water uses: Characterization of daily cycles in the north region of Portugal. Science of the Total Environment*, 458–460, 444–450. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.04.018>
  24. Minitab 17. (2017).
  25. Montenegro, D., & Tapia, Y. (2014). *Indicadores de cantidad y calidad del agua consumida en la ciudad de Macas* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Recuperado de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/557>
  26. Morillo, P., & Luna, M. (2013). *Determinación de indicadores de cantidad y calidad del agua consumida en la ciudad de Ventanas* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Recuperado de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/518>.
  27. Morote, Á. (2017). Factores que inciden en el consumo de agua doméstico. Estudio a partir de un análisis bibliométrico. *Estudios Geográficos*, 78(282), 257. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201709>
  28. Morote, Á. F., Hernández, M., & Rico, A. M. (2016). Causes of domestic water consumption trends in the city of Alicante: Exploring the links between the housing bubble, the types of housing and the socio-economic factors. *Water (Switzerland)*, 8(9), 1–18. <https://doi.org/10.3390/w8090374>
  29. Noriega, D. (2015). Estudio del consumo de agua potable y de los principales factores que afectan la utilización del agua en el cantón Chambo, para optimizar el uso del recurso (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba.
  30. Patiño, J., & Pino, F. (2014). Estudio del consumo de agua potable y de los principales factores que afectan la utilización del agua en el cantón Guaranda, para optimizar el uso del recurso (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba.
  31. Pinilla-Rodríguez, D. E., & Torres-Sánchez, Y. A. (2019). Gasto público social, el acceso al agua potable y el saneamiento de las poblaciones rurales en América Latina. *Problemas*

- Del Desarrollo. *Revista Latinoamericana de Economía*, 50(196), 55–81. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2019.196.63499>
32. Pontarollo, N., & Segovia, J. (2019). Unveiling the internal migration dynamics in Ecuador between 2001 and 2010. *Regional Studies, Regional Science*, 6(1), 368–370. <https://doi.org/10.1080/21681376.2019.1623069>
33. Reynaud, A., & Romano, G. (2018). Advances in the economic analysis of residential water use: An introduction. *Water (Switzerland)*, 10(9), 1–10. <https://doi.org/10.3390/w10091162>
34. Sagñay, L., & Carguachi, E. (2015). Análisis comparativo entre las características socioeconómicas, climatológicas y el gasto de agua potable de las parroquias Guamote y Columbe (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba.
35. Sahin, O., Bertone, E., & Beal, C. D. (2017). A systems approach for assessing water conservation potential through demand-based water tariffs. *Journal of Cleaner Production*, 148, 773–784. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.051>
36. Santopietro, S., Tricarico, C., Morley, M. S., Savic, D. A., Kapelan, Z., & Gargano, R. (2018). *The Water Tariff in a WDS Rehabilitation*, (July), 1–8. <https://doi.org/10.29007/nqjt>
37. UNESCO. (2009). *El agua en un mundo en constante cambio*, 16. Recuperado de <http://www.unesco.org/>