



Universidad Industrial de Santander  
Relación de la Variación de Presiones en la Red de Distribución  
de Agua Potable con la Demanda, en el Sector de Café Madrid de  
la Ciudad de Bucaramanga

**RELACIÓN DE LA VARIACIÓN DE PRESIONES EN LA RED DE  
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE CON LA DEMANDA, EN EL SECTOR DE  
CAFÉ MADRID DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA**

Por:

**ZULMA TATIANA PARRA PEÑA**

**GUSTAVO ADOLFO QUESADA SALGADO**

**Universidad Industrial de Santander**  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA  
2014



Universidad Industrial de Santander  
Relación de la Variación de Presiones en la Red de Distribución  
de Agua Potable con la Demanda, en el Sector de Café Madrid de  
la Ciudad de Bucaramanga

**RELACIÓN DE LA VARIACIÓN DE PRESIONES EN LA RED DE  
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE CON LA DEMANDA, EN EL SECTOR DE  
CAFÉ MADRID DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA**

**ZULMA TATIANA PARRA PEÑA**

**GUSTAVO ADOLFO QUESADA SALGADO**

Trabajo de Grado para obtener el Título de  
Ingeniero Civil

Director:  
**ANDRÉS ALMEYDA ORTIZ**  
Ingeniero Civil  
Docente Escuela de Ingeniería Civil

**Universidad Industrial de Santander**  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA  
2014

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios por darme salud, fortaleza y fe para cumplir satisfactoriamente una etapa más de mi vida académica y personal.*

*A mis padres Ana Luisa Peña Sánchez y Josélin Parra Mora por regalarme la vida, en especial a mi madre por su apoyo incondicional y por el gran esfuerzo realizado para permitirme cumplir esta meta.*

*A mi hija Juana Lu Carvajal Parra por sus horas de juego dedicadas a este proyecto y a toda mi familia por hacerme el ser humano que soy y darme su apoyo incondicional para lograr esta meta.*

*A mi novio William Alexander Nore Atuesta quien me brindó su amor, cariño, compañía, comprensión y constante apoyo con este logro.*

*A mis amigos y compañeros por brindarme su amistad, compañía, confianza y alegrías en los momentos más importantes de mi vida.*

*A mis profesores por sus enseñanzas y en especial a nuestro director de proyecto de grado Andrés Almeyda Ortiz, por su acompañamiento y dedicación en el desarrollo de este proyecto de grado.*

*Zulma Tatiana Parra Peña*



## AGRADECIMIENTOS

*Este proceso no habría sido posible sin la ayuda principalmente de Dios, de mis padres José Gustavo Quesada Rodríguez y Blanca Isabel Salgado, de mis Hnos. amigos y compañeros quienes me brindaron un apoyo incondicional e infinito en este camino.*

*Un agradecimiento muy especial a los profesores de la escuela de Ingeniería Civil, quienes con su labor y entrega cotidiana de conocimientos han hecho que día a día crezca tanto personal como profesionalmente, Al profesor Andrés Almeyda Ortiz director de proyecto, por su tiempo, paciencia, dedicación e interés para dirigir de este proyecto de grado.*

*Gustavo Adolfo Quesada Salgado*

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	15
<b>1. OBJETIVOS</b> .....	17
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	17
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
<b>2. GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	18
2.1 LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL.....	18
2.1.1 Localización del Proyecto:.....	18
2.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS USUARIOS.....	19
2.2.1 Usuarios Sector Ingeser:.....	19
2.2.2 Usuarios Sector Café Madrid.....	20
2.3 VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN (VRP).....	21
2.3.1. VRP Sector Ingeser.....	21
2.3.2. VRP Sector Café Madrid.....	22
2.4 VARIACIÓN DE PRESIONES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN HIDRÁULICA.....	22
<b>3. CARACTERIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN</b> .....	29
<b>4. NORMATIVIDAD</b> .....	32
4.1 PRESIONES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN NORMATIVA RAS 2000, VERSIÓN 2012 – TÍTULO B.....	32
4.2 GENERALIDADES DE LA ESTRATIFICACIÓN SOCIAL EN COLOMBIA.....	33
4.2.1 Consumo básico de agua CRA 2010.....	34
<b>5. ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE CONSUMO SECTOR INGESER Y CAFÉ MADRID</b> .....	36
5.1 VARIACIÓN DEL CONSUMO MES A MES.....	36
5.2 CONSUMO PROMEDIO ANUAL.....	40
5.3 VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE CONSUMO ANUAL Y EL CRECIMIENTO DE LOS USUARIOS.....	42
5.4 ACTIVIDADES RESIDENCIALES DEPENDIENTES DE LA PRESIÓN.....	44
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	46
<b>7. RECOMENDACIONES</b> .....	48
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	49



## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 Distribución de usuarios sector Ingeser por uso.....	20
Tabla 2 Distribución de usuarios sector Café Madrid por uso. ....	20
Tabla 3 Estratificación socioeconómica Colombia. ....	34
Tabla 4 Porcentaje de incremento en el consumo anual sector Café Madrid e Ingeser. ....	40

## LISTA DE GRÁFICAS

	<b>Pág.</b>
Grafica 1 Variación de la presión en un punto de control sector Ingeser, en función de la variación de los hábitos de consumo de dos días. ....	24
Grafica 2 Variación de la presión en un nodo sector Café Madrid, en función de la variación de los hábitos de consumo, en un día. ....	25
Grafica 3 Variación del consumo mes a mes, en los años 2010, 2011, 2012 y 2013 sector Café Madrid.....	37
Grafica 4 Variación del consumo mes a mes, en los años 2010, 2011, 2012 y 2013 sector Ingeser. ....	38
Grafica 5 Variación del consumo promedio anual por usuario sector Café Madrid vs Ingeser. ....	40
Grafica 6 Consumos vs Usuarios Residenciales Anuales Café Madrid.....	42
Grafica 7 Consumos vs Usuarios Residenciales Anuales Sector Ingeser .....	43
Grafica 8 Distribución de consumos típicos residencial, Bogotá D.C. 2002. ....	45

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1 Fotografía satelital sector de estudio Barrio Café Madrid.....	19
Figura 2 Descripción Válvula Reguladora de Presión Sector Ingeser. ....	21
Figura 3 Descripción Válvula Reguladora de Presión Sector Café Madrid. ....	22
Figura 4 Presiones en los nodos de la Red del Barrio Café Madrid a las 2:00 am, hora de máxima presión. ....	26
Figura 5 Presiones en los nodos de la Red del Barrio Café Madrid a las 11:00 am, hora de mínima presión. ....	27
Figura 6 Elevación en los nodos de la Red del Barrio Café Madrid.....	28
Figura 7 Mapa sector de estudio Barrio Café Madrid distribución de Usuarios. ....	31

## RESUMEN

- Título** RELACIÓN DE LA VARIACIÓN DE PRESIONES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE CON LA DEMANDA, EN EL SECTOR DE CAFÉ MADRID DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA<sup>1</sup>
- Autores<sup>2</sup>:** Zulma Tatiana Parra Peña, zulmatatiana@gmail.com  
Gustavo Adolfo Quesada Salgado, tavo26\_07@hotmail.com
- Palabras Claves:** Válvula Reguladora de Presión, Presión Hidráulica, Red de Distribución Hidráulica, Demanda, Consumo, Índice de Agua no Contabilizada IANC.

### *Breve Reseña del Proyecto:*

La disminución en los Índices de Agua no Contabilizada (IANC) para las entidades prestadoras del servicio de agua potable es importante, ya que visualiza la alta eficiencia en la administración de los recursos en una red de distribución. Sin embargo, esta alta eficiencia puede variar el consumo de los usuarios influyendo en el crecimiento económico de la entidad.

Este proyecto consiste en buscar la relación entre la variación de presiones de la red de distribución de agua potable del sector de Café Madrid de la ciudad de Bucaramanga con la variación que pueda generar en la demanda por parte de 1.223 usuarios de servicio residencial y estrato socioeconómico 1. Este sector está dividido en dos áreas de regulación diferente: la primera se denomina “Ingesser” y tiene una Estación Reguladora de Presión de Control Hidráulica Bermad que abastece a 506 usuarios con valores de presión dentro de la red de entre 58 y 79 psi y entrega agua a la segunda Estación Reguladora de Presión de Control Hidráulico Tecval del segundo sector denominado “Café Madrid”, el cual abastece a 707 usuarios. Este último sector cuenta con doble regulación de presión, obteniendo presiones dentro de la red de entre 36-39 psi. A partir de esta observación, se comparan los consumos de los usuarios de los dos sectores homogéneos durante los últimos cuatro años para establecer los cambios del consumo con regulaciones de presión diferentes.

---

<sup>1</sup> Trabajo de grado desarrollado en la modalidad de Investigación.

<sup>2</sup>, <sup>2</sup> Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas, escuela de Ingeniería Civil. Director: Ing. Civil MsC. Andrés Almeyda Ortiz.

## ABSTRACT

**Title** RELACIÓN DE LA VARIACIÓN DE PRESIONES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE CON LA DEMANDA, EN EL SECTOR DE CAFÉ MADRID DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA<sup>3</sup>

**Author<sup>4</sup>:** Zulma Tatiana Parra Peña, zulmatatiana@gmail.com  
Gustavo Adolfo Quesada Salgado, tavo26\_07@hotmail.com

**Key Words:** Throttle Pressure, Hydraulic Pressure, Hydraulic Red Distribution, Consumer, Demand, Decrease Of The Non Revenue .

### *Project Brief*

The decrease of the Non Revenue Water (in Spanish: IANC) index is important for water service providers since it displays high efficiency in sources management to a distribution network. Nevertheless, this high efficiency may alter user's consumption, which variation corporations' economic growth.

This project consists in seeking the relation between the variation of pressures of a drinking water distribution network in Bucaramanga (Col), specifically that of the area called 'Café Madrid' as regards the effect that can generate on the demand on the part of 1223 users, which are residential customers from the lowest socio-economic level. This sector is divided into two different areas of regulation: the first is named 'Ingesser' which has a Bermad Pressure Sustaining and Reducing Valve hydraulically operated that provides 506 users with water at pressure values of up to 79 and 58 psi within the network. It delivers water to a second valve hydraulically operated (Tecval) for the second sector named 'Café Madrid', which supplies 707 users. The latter sector has a double-regulation pressure, getting value pressures of up to 39, 36 psi. On the basis of this observation, there is a comparison of the consumption by users from the two similar sectors during the past four years to establish the impact of consumption with different pressure regulations

---

<sup>3</sup> Bachelor Thesis

<sup>4</sup> , Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas, escuela de Ingeniería Civil. Director: Ing. Civil MsC. Andrés Almeyda Ortiz.

## INTRODUCCIÓN

En un sistema de distribución de agua potable es importante garantizar la entrega del producto a todos los usuarios con los rangos de presión establecidos en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000, versión 2012<sup>5</sup>, además, este reglamento y el decreto 302 del 2000<sup>6</sup>, establecen que las entidades prestadoras del servicio público de agua potable deben tener dentro de sus objetivos optimizar la administración del recurso hídrico, por esto, se recomienda sectorizar la red de distribución para incrementar el uso eficiente del recurso, ejercer un mayor control operativo de parámetros como la presión, la cantidad de agua, detección de fugas, así como la calidad del agua y reducir las pérdidas de este bien<sup>7</sup>, para aportar a la conservación y sostenibilidad de este recurso, e igualmente reducir los índices de agua no contabilizada IANC para una mayor eficiencia en términos económicos de la entidad prestadora del servicio.

Por esto el AMB S.A E.S.P - Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A E.S.P, por medio del programa Gestión Integral de Redes<sup>8</sup> que busca: reducir el IANC, optimizar las presiones y de manera global, establecer un enfoque preventivo-predictivo en el mantenimiento de las redes; enfrenta en la actualidad diversas inquietudes respecto a la variación e influencia en el consumo de los usuarios al disponer de válvulas reguladoras de presión (VRP), que buscan limitar la presión

---

<sup>5</sup> Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2012, Título B 2.6.3.

<sup>6</sup> Decreto 302 de 2000 Nivel Nacional, Capítulo 1 Decreto 6:  
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4636> [citado 20 de Abril de 2014]

<sup>7</sup> SECTORIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Capítulo 3:  
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/566/A6.pdf?sequence=6>. [citado 10 de Abril de 2014]

máxima de un circuito hidráulico, para la seguridad de este, minimizando las pérdidas de agua en fugas visibles y no visibles, así como una disminución en el índice de roturas<sup>9</sup>. Esta eficiencia en la administración de los recursos, requiere una alta inversión inicial, que favorecerá a largo plazo los costos operacionales y de mantenimiento de las redes, sin embargo, la actividad económica principal de la entidad es la venta del servicio de agua potable, una variación en los consumos podría afectar la sostenibilidad económica de la empresa lo cual debe ser analizado, para establecer financieramente su afectación en corto y largo plazo.

El objetivo de este trabajo es determinar la relación que existe en el consumo de los usuarios, con las variaciones de presión dentro de la red de distribución del barrio Café Madrid de la ciudad de Bucaramanga, la cual, cuenta con dos sectores de regulación de presión diferentes: el primero denominado Ingeser con rangos de presión entre 58 -79 psi y el segundo sector denominado Café Madrid con rangos de presión entre 36-39 psi. Para esta investigación se analizó los consumos de los usuarios durante los años 2010, 2011, 2012 y 2013, clasificándolos por sector de regulación de presión y tipo de uso. En los dos sectores del Distrito de Café Madrid, predomina el uso residencial con más del 97%, por lo cual los análisis se llevaron a cabo para los usuarios de tipo-residencial.

Los usuarios de tipo residencial de los dos sectores de estudio del Barrio Café Madrid, pertenecen al estrato socioeconómico 1 y comparten las mismas características sociales, culturales, económicas y ambientales, lo que permite relacionar hábitos de consumo de agua potable iguales para los dos sectores; esta homogeneidad en las áreas de estudio es fundamental para establecer la relación y afectación que se genera cuando se varía un fenómeno.

---

<sup>9</sup> BONILLA Jaime A, Im, Msc, Fluidis Ltda, Reducción Inmediata del Índice de Agua No Contabilizada, Agosto de 2002. Colombia.



## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

- Analizar cómo influye la variación de presiones en la red de distribución de agua potable, con la demanda, en el sector Café Madrid de la ciudad de Bucaramanga.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Observar el comportamiento del consumo de agua en la zona de estudio.
- Analizar el comportamiento de las presiones en la red de distribución del sector.
- Caracterizar los consumos del sector.
- Modelar el comportamiento del consumo en la zona objeto de estudio.



## 2. GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1 LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL

#### 2.1.1 Localización del Proyecto:

El barrio Café Madrid hace parte de la Comuna 1 - Norte del casco urbano de Bucaramanga y se caracteriza por ser una de las áreas más deprimidas económicamente y con la mayor proporción de habitantes<sup>10</sup>. Pertenece al distrito hidráulico Ferrovías con un área aproximada de 32.61ha, cuenta con dos estaciones reguladoras que conforman dos sectores homogéneos de presión denominados Ingeser y Café Madrid, ubicada en la Vía Bavaria a 500 m después de la entrada al Barrio Hamacas II y en la Carrera 9 con calle 35 Norte. Ver Figura 1.

---

<sup>10</sup> PLAN DE DESARROLLO VIGENCIA 2012 – 2015 BUCARAMANGA SOSTENIBLE.  
[http://www.bucaramanga.gov.co/documents/PRIMER\\_%20DOCUMENTO\\_%20PLAN\\_%20DE\\_%20DESARROLLO\\_%202012-2015.pdf](http://www.bucaramanga.gov.co/documents/PRIMER_%20DOCUMENTO_%20PLAN_%20DE_%20DESARROLLO_%202012-2015.pdf) [citado 23 de Abril de 2014]

Figura 1 Fotografía satelital sector de estudio Barrio Café Madrid.



Fuente. Google Earth

La red de distribución del AMB S.A E.S.P que abastece al barrio está compuesta por 4.47 Km de tubería, entre las que se presentan diámetros de 1 ½", 2", 3", 4" y 6" pulgadas en PVC con edades promedio de 7 años.<sup>11</sup>

## 2.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS USUARIOS

### 2.2.1 Usuarios Sector Ingeser:

El sector de Ingeser cuenta con un área aproximada de 22.31ha y 516 usuarios del servicio de suministro de agua potable, el 97.70% pertenece a uso residencial

<sup>11</sup> ALMEYDA ORTIZ, Andrés, Informe: Diagnóstico del estado actual de consumos no autorizados del Sector de Café Madrid del Municipio de Bucaramanga. AMB S.A E.S.P, Mayo 2013.

y el restante 2.3% pertenecen al uso comercial, industrial, oficial y Provisional/Pila Pública. Ver tabla 1.

**Tabla 1 Distribución de usuarios sector Ingeser por uso.**

<b>Tabla de porcentaje de distribución de usos Sector Ingeser</b>		
<b>Tipo de Uso</b>	<b>Nº Usuarios</b>	<b>% Usuarios</b>
Uso Residencial	504	97.7%
Uso Comercial	4	0.8%
Uso Industrial	1	0.2%
Uso Oficial	2	0.4%
Provisional / Pila Pública	5	1.0%
<b>Total</b>	<b>516</b>	<b>100%</b>

Fuente. Base de Datos AMB S.A E.S.P

### 2.2.2 Usuarios Sector Café Madrid

El sector de Café Madrid cuenta con un área aproximada de 10.3 ha y 707 usuarios del servicio de suministro de agua potables, el 98.40% pertenece a uso residencial y el restante 1.6% pertenecen al uso comercial, oficial, Provisional/Pila Pública y temporal de construcción. Ver tabla 2.

**Tabla 2 Distribución de usuarios sector Café Madrid por uso.**

<b>Tabla de porcentaje de distribución de usos Sector Café Madrid</b>		
<b>Tipo de Uso</b>	<b>Nº Usuarios</b>	<b>% Usuarios</b>
Uso Residencial	696	98.40%
Uso Comercial	3	0.40%
Uso Oficial	2	0.30%
Provisional / Pila Pública	5	0.75%
Temporal de Construcción	1	0.15%
<b>Total</b>	<b>707</b>	<b>100%</b>

Fuente. Base de Datos AMB S.A E.S.P


## 2.3 VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN (VRP)

Los dos sectores cuentan con VRP – (Válvula Reguladora de Presión) de control hidráulico que se caracterizan porque mantienen la presión aguas abajo de la válvula en un valor constante y menor al de la entrada.

### 2.3.1. VRP Sector Ingeser

El sector de Ingeser cuenta con una VRP Bermad 720  $\phi = 4"$ , las presiones con las que llega el fluido a la VRP oscilan entre 90,7 psi a 133.8 psi, las presiones de salida de la VRP varían entre 40.4 psi y 52.1 psi, mostrando una disminución en las presiones alrededor del 50%.por el uso de la VRP. Ver figura 2.

**Figura 2 Descripción Válvula Reguladora de Presión Sector Ingeser.**


<b>Válvula Reguladora de Presión Ingeser</b>	
	Válvula de control hidráulico BERMAD 720, $\phi = 4"$
Ubicación: E1103641,424 m ; N 1283588,230 m ; Z 672 msnm	
Presión entrada: Mínima (psi): 90,7      Máxima (psi): 133.8	
Presión salida: Mínima (psi): 40.4      Máxima (psi): 52,1	

Fuente. AMB S.A E.S.P

### 2.3.2. VRP Sector Café Madrid

El sector de Café Madrid cuenta con una VRP Tecval  $\phi = 3''$ , el fluido proveniente de la VRP del sector de Ingeser ingresa a la VRP de Café Madrid con presiones que oscilan entre 54,2 psi y 73.88 psi, las presiones de salida de la VRP de Café Madrid varían entre 29.3 psi y 42.8 psi, mostrando una disminución en las presiones alrededor del 50%. por el uso de la VRP. Ver figura 3.

**Figura 3 Descripción Válvula Reguladora de Presión Sector Café Madrid.**

<b>Válvula Reguladora de Presión Café Madrid</b>	
	Válvula de control hidráulico TECVAL, $\phi = 3''$
Ubicación: E1103613,090m; N 1283938,430 m ; Z 660 msnm	
Presión entrada: Mínima (psi): 54.2	Máxima (psi): 73.8
Presión salida: Mínima (psi): 29.3	Máxima (psi): 42.8

Fuente: AMB S.A E.S.P

## 2.4 VARIACIÓN DE PRESIONES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN HIDRÁULICA

Los hábitos de consumo de tipo residencial tienen, en general, un patrón definido de alto consumo durante el día y de bajo consumo durante la noche. Esto produce variaciones en el caudal de la red, que generan cambios de pérdida por fricción en las tuberías alterando las presiones dentro de la red, obteniendo presiones mayores en la tubería durante la noche que en el día. Por lo cual la

presión en un punto alejado de la VRP puede presentar variaciones grandes durante las 24 horas del día.<sup>12</sup>

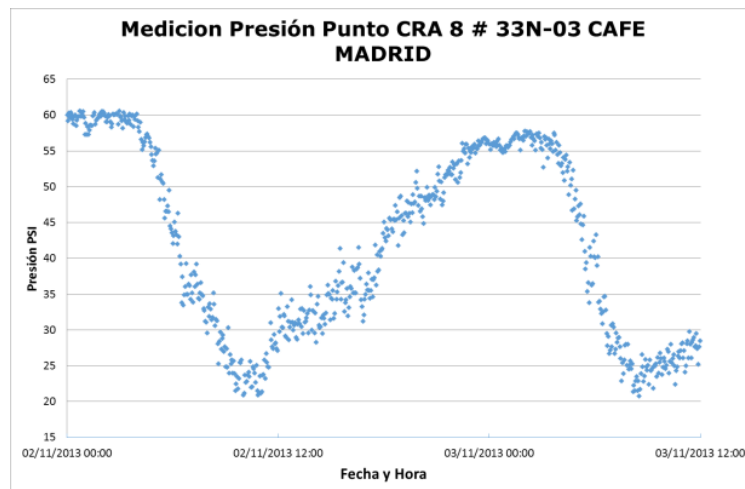
Las altas presiones en las redes de distribución de agua potable de uso residencial, que se generan en horas de la noche por los hábitos de consumo, trae como consecuencias el aumento de los consumos y pérdidas físicas por fugas: (fugas internas, llaves que gotean, empaques que fugan, flotadores de tanques y sanitarios). en forma de caudales tan bajos que generalmente están por debajo de la sensibilidad del medidor, y por lo tanto no se cuentan, convirtiéndose en consumos no medidos, que aportan al IANC. Este fenómeno se puede minimizar, trabajando dentro de la red con presiones optimas, las cuales deben satisfacer las necesidades de la demanda en la hora de máximo consumo y mínimo consumo<sup>13</sup>.

La grafica 1, permite observar la variación de las presiones en función de los hábitos de consumo del usuario en un punto de control del AMB S.A E.S. dispuesto en el sector de Ingeser, contiene datos de presión tomados cada tres minutos durante dos días en el mes de noviembre del año 2013, la gráfica indica valores de alta presión entre las 11:00 pm y 4:00 am en un rango de 54 psi a 61 psi y mínima presione entre las 8:30 am y 11:00am en un rango de 21 psi a 26 psi.

---

<sup>12</sup> BONILLA Jaime A., Im, Msc, Fluidis Ltda, Reducción Inmediata del Índice de Agua No Contabilizada, Agosto de 2002. Colombia.

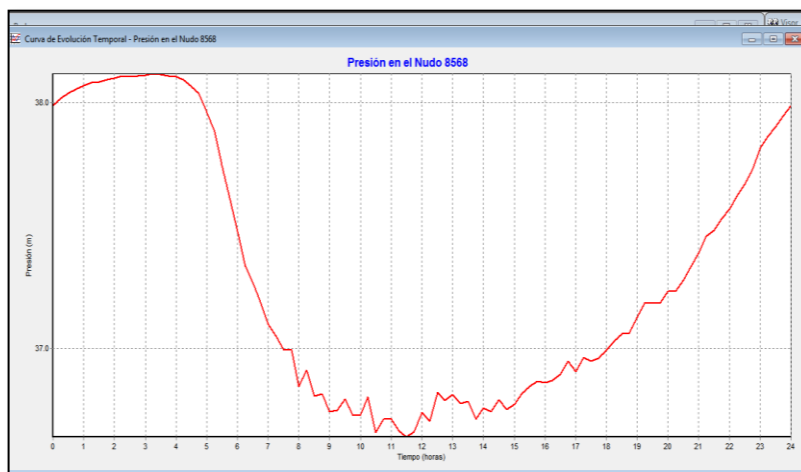
**Grafica 1 Variación de la presión en un punto de control sector Ingeser, en función de la variación de los hábitos de consumo de dos días.**



Fuente: AMB S.A E.S.P

La grafica 2, muestra la variación de las presiones en función de los hábitos de consumo en un nodo N° 8568 de la red de distribución del sector de Café Madrid, resultado del análisis en el Software Epanet, la gráfica indica valores de alta presión entre las 11:00 pm y 4:00 am en un rango de 38 psi a 38.1 psi y mínimas presiones entre las 9:00 am y 11:00am en un rango de 36.7psi a -36.8 psi.

**Grafica 2 Variación de la presión en un nodo sector Café Madrid, en función de la variación de los hábitos de consumo, en un día.**

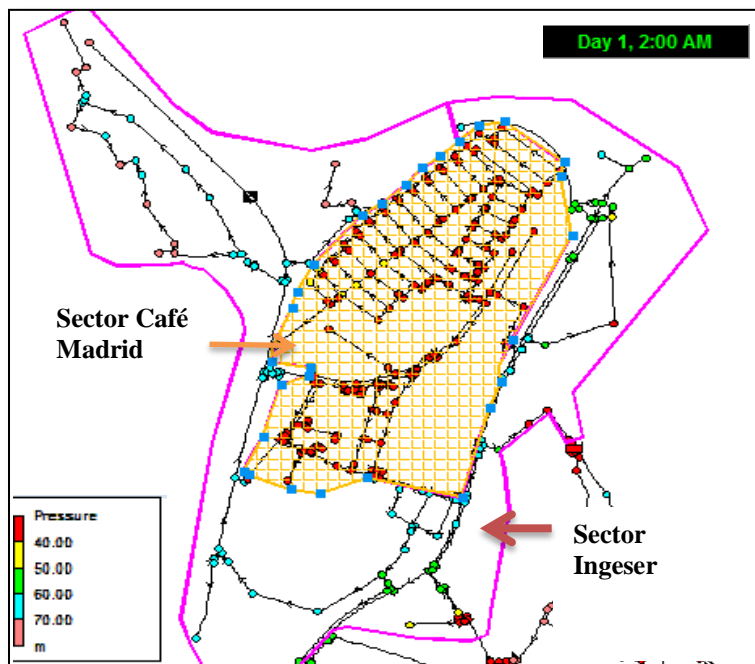


Fuente: AMB S.A E.S.P, software Epanet

Con las horas de máxima y mínima presión asociada a los hábitos de consumo de la gráfica 1 y 2 de los dos sectores de presión, se modela toda la red de distribución del barrio Café Madrid por medio del software Epanet. La grafica 5 y 6 muestran las variaciones de presión en los nodos de la red, clasificada por colores en función de la escala de valores de la siguiente manera: presiones iguales o inferiores a 40 psi en color rojo, presiones entre 40 psi – 50 psi color amarillo, 50 psi – 60 psi color verde, 60 psi – 70 psi color verde y mayores a 70psi color rosa.

La figura 4 presenta las presiones existentes a las 2:00 am, hora de máxima presión, se puede observar que las presiones en el sector de Café Madrid tiene presiones inferiores a 40 psi, exceptuando 4 nodos con presiones entre 40 y 50 psi. El sector de Ingesser los nodos presentan presiones superiores a 50 psi, predominando las presiones entre 60 psi y 70 psi, y algunos nodos superan presiones de 70 psi.

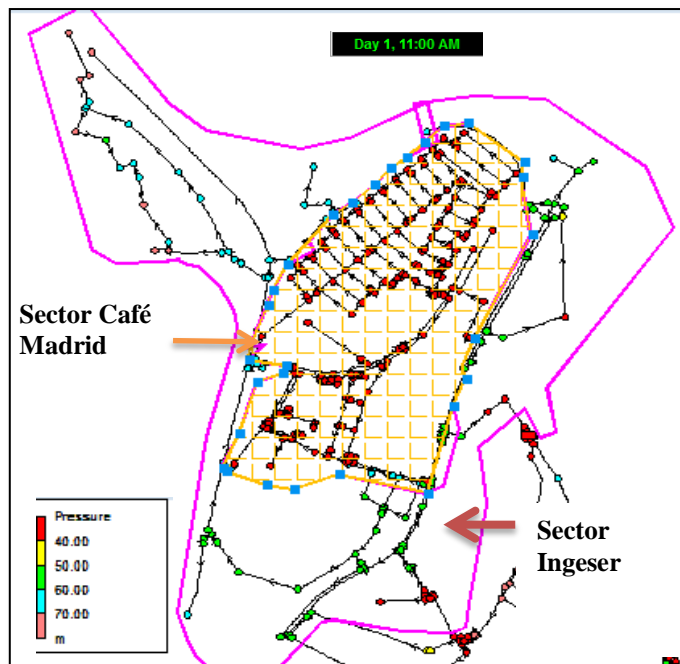
Figura 4 Presiones en los nodos de la Red del Barrio Café Madrid a las 2:00 am, hora de máxima presión.



Fuente: AMB S.A E.S.P-Software Epanet.

La Figura 5, presenta las presiones existentes en la red las 11:00 am, hora de mínima presión, en el Sector de Café Madrid todos los nodos presentan presiones inferiores a los 40 psi, a diferencia de la figura 5, en la cual algunos nodos presentaban presiones entre 40 psi y 50 psi. En el sector de Ingeser se evidencia disminución en las presiones, aumentando el número de nodos con presiones entre 50 psi y 60 psi, y una disminución en el número de nodos con presiones superiores 60 psi y 70 psi, sin embargo la red no alcanza a manejar valores de presión inferiores a 50 psi.

Figura 5 Presiones en los nodos de la Red del Barrio Café Madrid a las 11:00 am, hora de mínima presión.



Fuente: AMB S.A E.S.P-Software Epanet.

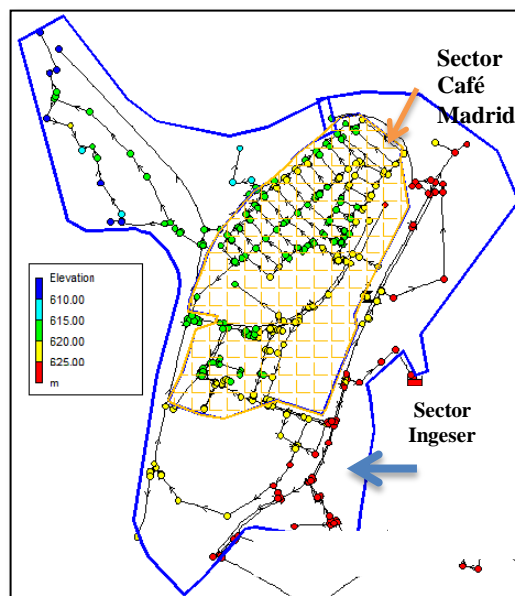
Las altas presiones que caracterizan el sector de Ingeser están asociadas a la topografía del terreno, que presenta grandes variaciones alrededor de los 30 m, respecto a la VRP, lo que incrementa la presión en la mayoría de las áreas del sector. Por el contrario el sector de Café Madrid presenta variaciones altimétricas alrededor de los 5 m.

La figura 7, contiene las elevaciones en los nodos del Barrio Café Madrid, clasificados por color cada 5 m de variación altimétrica: azul para cotas inferiores a 610 m.s.n.m, celeste para cotas entre 610 - 615 m.s.n.m, verde para cotas entre 615 - 620 m.s.n.m, amarillo para cotas entre 620 - 625 m.s.n.m y rojo para cotas entre 625 - 630 m.s.n.m.

La figura 6, permite observar que los puntos de menor altitud en el Sector de Ingeser, son los puntos que mantuvieron presiones mayores a 70 psi en las horas de mayor y menor presión en función del hábito de consumo, ver figura 6 y 5.

Estas características topográficas de los dos sectores, conllevan a que el sector de Café Madrid tenga rangos de presión muy estables (36 psi - 39 psi) dentro de la red, ya que primero: está sometido a doble regulación, la presión aguas arriba de la VRP son menores, que las de la VRP de Ingeser y segundo las variaciones topográficas son pequeñas comparadas con el sector de Ingeser.

**Figura 6 Elevación en los nodos de la Red del Barrio Café Madrid.**



Fuente: AMB S.A E.S.P-Software Epanet.

### 3. CARACTERIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La determinación de los dos sectores de presión Ingeser y Café Madrid, obedecen al estudio hidráulico y al proceso de catastro de redes realizado en la zona, por parte de la entidad, a partir de información de campo geo referenciada que permite la planificación y diseño de las redes con el propósito de garantizar el adecuado funcionamiento del servicio en el sector.

Un catastro de redes es un sistema de registro y archivo de Planos y de Fichas técnicas que contiene información estandarizada, relacionada con todos los detalles técnicos de ubicación y especificaciones técnicas de los elementos de la red instalados. Permite determinar: la ubicación exacta y referenciada de cada uno de los elementos de los sistemas que abastecen el agua en una ciudad, hace posible contar con una radiografía integral y actualizada de su estado, brinda las pautas para cualquier actividad de operación y posibilita el proceso de diagnóstico de las pérdidas físicas en la distribución de Agua Potable, debido a fugas en las juntas, o roturas en el cuerpo de las tuberías, o por el mal estado de las válvulas, entre otras<sup>14</sup>. Con el conocimiento de la red de distribución de agua potable del Barrio Café Madrid, el AMB. S.A. E.S.P sectorizó esta red en dos áreas hidráulicamente independientes para contribuir a la mejora del plano óptimo de presiones del sector, que simboliza el equilibrio entre la energía de entrada a la red y la energía que se requiere para atender la demanda de los suscriptores<sup>15</sup>;

---

<sup>14</sup> Procedimientos y buenas prácticas en Catastro de Redes de agua potable y Redes de alcantarillado, Honduras 2007: <http://www.ersaps.hn/documentos/interes/Manual%20Catastro%20redes.pdf> [citado 23 de Abril de 2014]

<sup>15</sup> SALDARRIAGA, Juan y JURADO, Cesar Mauricio. Metodología para la definición de planos óptimos de presión, Sociedad Colombiana de Ingenieros, Mayo 2008: <http://es.scribd.com/doc/48891444/17-Metodologia-Para-Definicion-de-Plano-Optimo-de-Presiones>. [citado 25 de Abril de 2014]

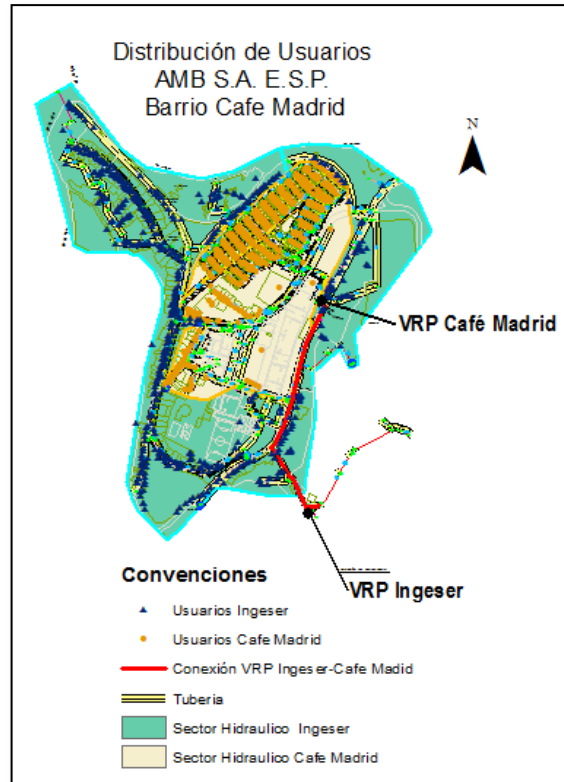
para esto, realizo adecuaciones como: cierre de válvulas, instalación de válvulas nuevas, corte de líneas pertinentes, e instalación de la válvula reguladora de Café Madrid, paralelo a esto verifico la pertenencia de los usuarios a cada sector hidráulico, estas actividades se desarrollaron entre los años 2008 y 2009, y nuevamente se revisó la correspondencia de los usuarios a principios del año 2014, para el desarrollo del presente proyecto.

El AMB. S.A. E.S.P, cuenta con una base de datos geo referenciada de todos los usuarios del servicio público de agua potable del casco urbano de Bucaramanga, como resultado de las actividades correspondientes al catastro de suscriptores que implican los registros y procedimientos que permiten identificar, caracterizar y localizar los usuarios de los servicios y sus acometidas<sup>16</sup>. A partir de esta base de datos que contiene información de los usuarios como: nombre del propietario, dirección, teléfono, estrato, tipo de uso, barrio, distrito, código de usuario, consumo, numero de medidor, coordenadas norte y este, lectura medida y facturada; se filtran los usuarios por barrio, para este caso Café Madrid mes a mes durante los años 2010, 2011, 2012 y 2013. Con esta información se verifico la geo- referenciación de los usuarios, por medio del software ArcGis y se encontró información errónea, por lo cual el AMB. S.A. E.S.P, tuvo que llevar a cabo una verificación en campo de los usuarios mal geo referenciados para establecer su verdadera ubicación y así clasificar los usuarios en función de la ubicación con los dos sectores hidráulicos anteriormente definidos.

---

<sup>16</sup> Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Metodología para el censo o catastro de usuarios incluida en el programa nacional de Control de Pérdidas y Agua No Contabilizada y el programa Cultura Empresarial. [http://www.minsalud.gov.co/Documentacion-GEL/GELCaracterizacionDeUsuarios/Guia\\_Caracterizacion\\_Usuarios.pdf](http://www.minsalud.gov.co/Documentacion-GEL/GELCaracterizacionDeUsuarios/Guia_Caracterizacion_Usuarios.pdf). [citado 21 de Abril de 2014]

**Figura 7 Mapa sector de estudio Barrio Café Madrid distribución de Usuarios.**



Fuente. AMB. S.A. E.S.P –Software ArcGis

La figura 7, permite observar la distribución de los 1223 usuarios del barrio Café Madrid, clasificados por los dos sectores hidráulicos: el primero Ingeser con el 41.2% de los usuarios y el segundo Café Madrid con el 57.8%, los cuales están hidráulicamente independientes.

## 4. NORMATIVIDAD

### 4.1 PRESIONES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN NORMATIVA RAS 2000, VERSIÓN 2012 – TITULO B17

Las siguientes recomendaciones respecto a las presiones permitidas dentro de una red de distribución, corresponden a un nivel de complejidad alto como es el de Bucaramanga y su Área Metropolitana.

Requisitos referentes a las presiones en los nodos de la red de distribución: la presión dinámica mínima debe ser de 21.3 psi (15 m.c.a.). La presión estática máxima debe ser de 71.0 psi (50 m.c.a.)

La red de distribución debe estar subdividida en tantas zonas de presión como se requieran para cumplir con las anteriores condiciones de presión.

En una misma zona de presión se pueden presentar presiones estáticas mayores a la máxima definida y presiones dinámicas menores a la mínima fijada siempre y cuando el diseño cumpla con lo siguiente:

- a) El área a abastecer con una presión estática superior a 71.0 psi (50 m.c.a.) puede corresponder al 10% del área de la zona de presión, desde que no se sobrepase una presión de 78.1 psi (55 m.c.a.) y hasta el 5% del área de la zona de presión desde que no se sobrepase una presión de 85.2 psi (60 m.c.a.).

---

<sup>17</sup> Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2012, Título B 7.4.6



- b) El área a abastecer con una presión dinámica inferior a 21.3 psi (15 m.c.a.) puede corresponder hasta el 10% del área siempre y cuando que la presión mínima sea superior a 19.17 psi (13.5 m.c.a.) y hasta el 5% del área de la zona de presión, siempre que la presión mínima sea superior a 17.04 psi (12 m.c.a.).

El barrio de Café Madrid cuenta con valores de presión mínima de 36 psi, valor superior a la mínima presión indicada por el Norma RAS 2000-versión 2012 de 21.3 psi, cumpliendo con este requisito; respecto a los valores máximos de presión, el sector de Ingeser maneja valores superiores a los establecidos de 71 psi que son permitidos solo para el 10% del área y también valores superiores a 78.1 psi para el 5%, el cumplimiento de este requisito debe estudiarse con mayor detenimiento, para establecer los porcentajes que sobrepasan los valores permitidos.

#### **4.2 GENERALIDADES DE LA ESTRATIFICACIÓN SOCIAL EN COLOMBIA**

La Ley 142 o Régimen de Servicios Públicos Domiciliarios de 1994 crea la estratificación socioeconómica como el indicador que rige la política en materia de tarifas. La Estratificación socioeconómica ha sido diseñada para facilitar la aplicación de tarifas diferenciales a los distintos usuarios de los servicios públicos domiciliarios, para ayudar a seleccionar una determinada población vulnerable y determinar algunos programas sociales.

Los estratos socioeconómicos en los que se pueden clasificar las viviendas y/o los predios son 6, denominados así:

**Tabla 3 Estratificación socioeconómica Colombia.**

<b>Estrato</b>	<b>Clasificación</b>
<b>1</b>	Bajo-bajo
<b>2</b>	Bajo
<b>3</b>	Medio-bajo
<b>4</b>	Medio
<b>5</b>	Medio-alto
<b>6</b>	Alto

Fuente. Ley 142 de 1994.

Los estratos 1, 2 y 3 corresponden a estratos bajos que albergan a los usuarios con menores recursos, los cuales son beneficiarios de subsidios en los servicios públicos domiciliarios; los estratos 5 y 6 corresponden a estratos altos que albergan a los usuarios con mayores recursos económicos, los cuales deben pagar sobrecostos (contribución) sobre el valor de los servicios públicos domiciliarios. El estrato 4 no es beneficiario de subsidios, ni debe pagar sobrecostos, paga exactamente el valor que la empresa defina como costo de prestación del servicio.

Esta clasificación en cualquiera de los seis estratos es una aproximación a la diferencia socioeconómica jerarquizada, ya que se estratifica con base en las características físicas de las viviendas y su entorno, y no se tiene en cuenta los niveles de ingreso de los que lo habitan.

#### **4.2.1 Consumo básico de agua CRA 2010**

La determinación del consumo básico, permite establecer los factores o porcentajes de subsidios que se aplican a los estratos 1, 2 y 3. Siendo el estrato 1 el de mayor beneficio.



**Universidad Industrial de Santander**  
**Relación de la Variación de Presiones en la Red de Distribución de Agua Potable con la Demanda, en el Sector de Café Madrid de la Ciudad de Bucaramanga**

El consumo básico, es el destinado a satisfacer las necesidades esenciales de consumo de las familias, cuyo valor es definido por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) del 2010 en un valor de 20 m<sup>3</sup> al mes.

Los usuarios del Barrio Café Madrid, tienen un consumo promedio inferior al establecido por la CRA y la Norma RAS, el sector con mayor regulación de presión consume solo el 50% del volumen de agua sugerido por la entidades, lo que puede indicar que el estrato socioeconómico maneja consumos de agua inferiores a los establecidos y que probablemente hacen buen uso del recurso teniendo en cuenta que son beneficiarios de un subsidio económico.



## **5. ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE CONSUMO SECTOR INGESER Y CAFÉ MADRID**

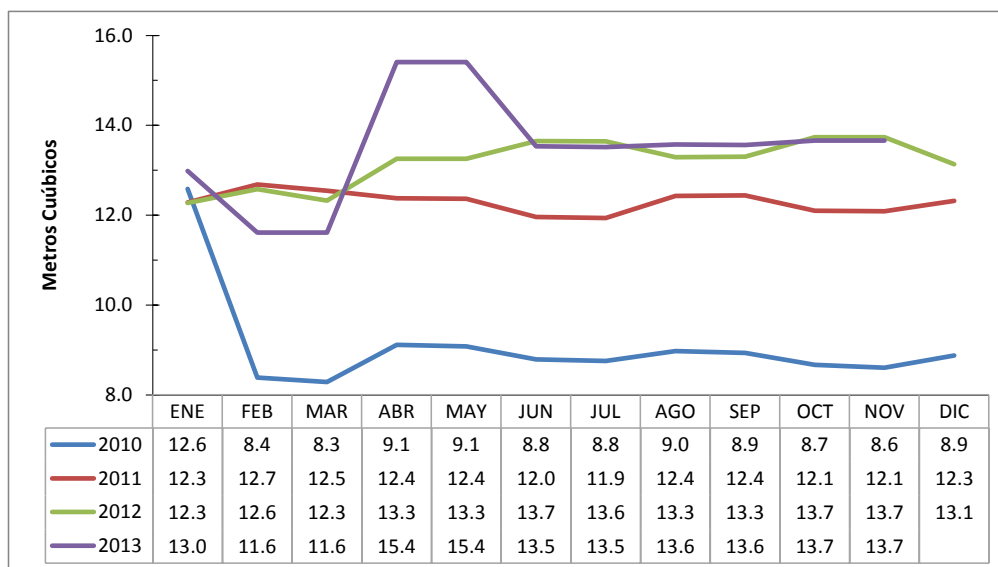
Con los datos de consumo facturados por el AMB S.A E.S.P mes a mes a partir de Enero de 2010 a Noviembre de 2012, los cuales, fueron sometidos a la crítica establecida por la entidad para garantizar la fiabilidad de las lecturas, se analizó el comportamiento del consumo en los dos sectores.

### **5.1 VARIACIÓN DEL CONSUMO MES A MES**

Las gráficas 3 y 4, permiten observar la variación del consumo mes a mes en los cuatro años, para cada uno de los dos sectores.

La grafica 3 que corresponde al sector Café Madrid presenta un comportamiento muy similar en los años 2011 y 2012, el consumo en el año 2010 es inferior a los demás años y el consumo para el primer semestre del año 2013 difiere de la tendencia.

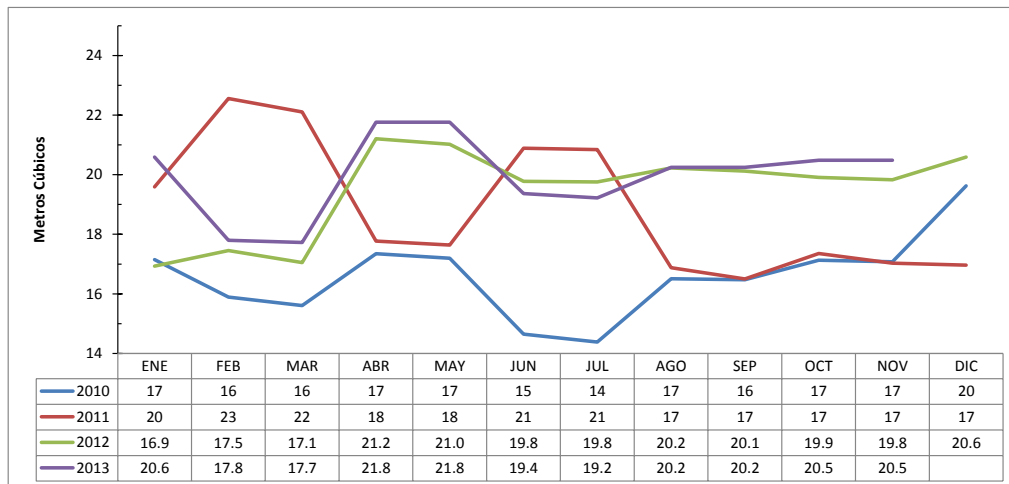
**Grafica 3 Variación del consumo mes a mes, en los años 2010, 2011, 2012 y 2013 sector Café Madrid.**



Fuente. AMB S.A. E.S.P.

La grafica 4 que corresponde al sector de Ingesser presenta un comportamiento muy similar en los años 2012 y 2013, el consumo en el año 2010 es inferior a los demás años y el consumo para el primer semestre del año 2011 difiere de la tendencia.

**Grafica 4 Variación del consumo mes a mes, en los años 2010, 2011, 2012 y 2013 sector Ingeser.**



Fuente. AMB S.A. E.S.P.

Para el año 2013 el consumo presenta una variación notable de aumento en el primer semestre en el sector de Café Madrid y menos representativa para el sector de Ingeser, y puede relacionarse a altas temperaturas que se registraron en este periodo.

A nivel mundial se estimó que el año 2013 ha sido el sexto más caluroso desde 1850<sup>18</sup>, en Santander se generó alarma en los primeros meses por la persistencias de tiempos secos, probabilidades de no contar con suministro de agua suficiente, posibilidades de incendios, llevaron, a los medios de comunicación a enfatizar en el razonamiento de agua<sup>19</sup>, igualmente, en Abril se evidencio un valor de

<sup>18</sup><http://www.vanguardia.com/actualidad/mundo/245319-el-ano-2013-fue-el-sexto-mas-caluroso-desde-1850>. [citado 21 de Abril de 2014]

<sup>19</sup><http://www.vanguardia.com/santander/bucaramanga/192617-como-amenaza-a-bucaramanga-la-ola-de-calor>. [citado 21 de Abril de 2014]



temperatura alta atípica, que afecto a la comunidad santandereana<sup>20</sup>, estas situaciones pueden ser la causa de la variación en el comportamiento de consumo para el primer semestre de 2013.

Respecto al año 2010 se observa un consumo muy inferior a los demás años en los dos sectores gráfica 3 y 4, de mayor impacto en el sector de Café Madrid, que puede asociarse con la aplicación de la Resolución 493 de 2010 por la cual se adoptan medidas para promover el uso eficiente y ahorro del agua potable y desincentivar su consumo excesivo, que empezó a operar en el mes de febrero de ese año, estableciendo cobros adicionales para quienes se excedan en el consumo. Esta ley pudo incentivar un ahorro en el consumo de agua en los habitantes con el interés de no ser sancionados, pero las medidas dadas por esta ley establecen que la sanción es aplicable cuando exceden el consumo en ciudades con altitud promedio de 1000 msnm, que es el caso de la ciudad de Bucaramanga y su área Metropolitano de 35 m<sup>3</sup>, valor muy superior al consumo promedio de esta población, por lo cual los valores de consumo en los próximos periodos tienden al consumo habitual.<sup>21</sup>

---

<sup>20</sup><http://www.vanguardia.com/santander/bucaramanga/202346-un-calor-atipico-llego-con-abril-a-bucaramanga>. [citado 21 de Abril de 2014]

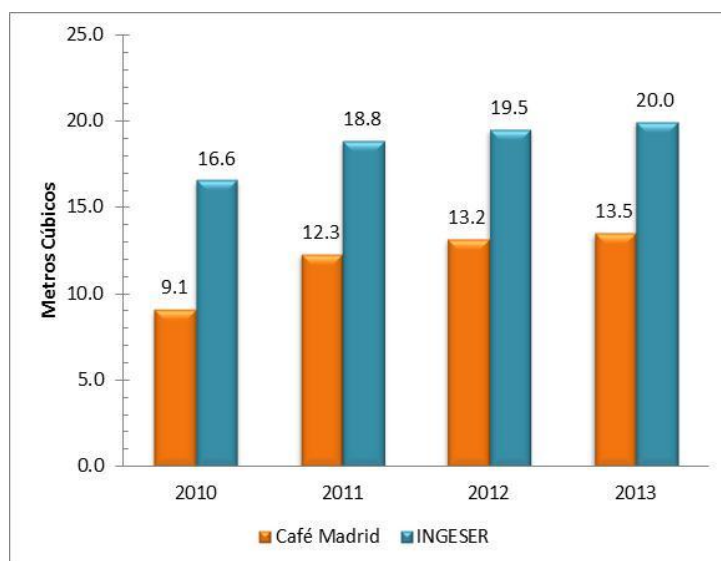
<sup>21</sup> RESOLUCIÓN CRA 493 de 2010-febrero 25  
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=39061>. [citado 21 de Abril de 2014]

También se puede observar en la gráfica 3 y 4, que los consumos en el sector de Café Madrid oscilan entre los 8 y 16 m<sup>3</sup> al mes y en el sector de Ingeser varían entre 14 y 23 m<sup>3</sup> por usuario al mes.

## 5.2 CONSUMO PROMEDIO ANUAL

La grafica 5 muestra el consumo promedio de los usuarios de los dos sectores en los cuatro años.

**Gráfica 5 Variación del consumo promedio anual por usuario sector Café Madrid vs Ingeser.**



Fuente. AMB S.A. E.S.P.

**Tabla 4 Porcentaje de incremento en el consumo anual sector Café Madrid e Ingeser.**

% Incremento en el consumo	Café Madrid	Ingeser
2011-2012	7%	3.7%
2012-2013	1.5%	2.7%

Fuente. AMB S.A. E.S.P.



Los datos del año 2010 no se tuvieron en cuenta debido a la afectación del consumo por la Resolución 493 de 2010.

Para los dos sectores se evidencia un crecimiento en el consumo de los usuarios anualmente, que corresponde a los porcentajes calculados por AMB S.A E.S.P en Bucaramanga y su área metropolitana documentado en los informes de sustentabilidad del 2012 y 2013<sup>22</sup>, donde se argumenta una estabilización en los consumos promedio residenciales en los últimos dos años.

En el sector de Café Madrid la variación en el consumo promedio anual es más representativa entre los años 2011 y 2012, ya que el incremento es casi un metro cubico, que comparado con los de 2012 a 2013 en el que incremento menos de medio metro cubico, este comportamiento puede tener relación con las rangos de presión que registro la VRP de este sector, en el año 2011 superiores a los del 2012 y 2013, ya que oscilaron entre 40 psi y 70 psi según reporte del AMB S.A E.S.P.

Los usuarios de Ingeser tienen un consumo promedio anual superior respecto al sector de Café Madrid, equivalente a 6.5 m<sup>3</sup> en el 2011, 6.3 m<sup>3</sup> en el 2012 y 6.5 m<sup>3</sup> para el 2013, que en promedio equivalen a 6.4 m<sup>3</sup> de consumo adicional por usuario en el sector de Ingeser.

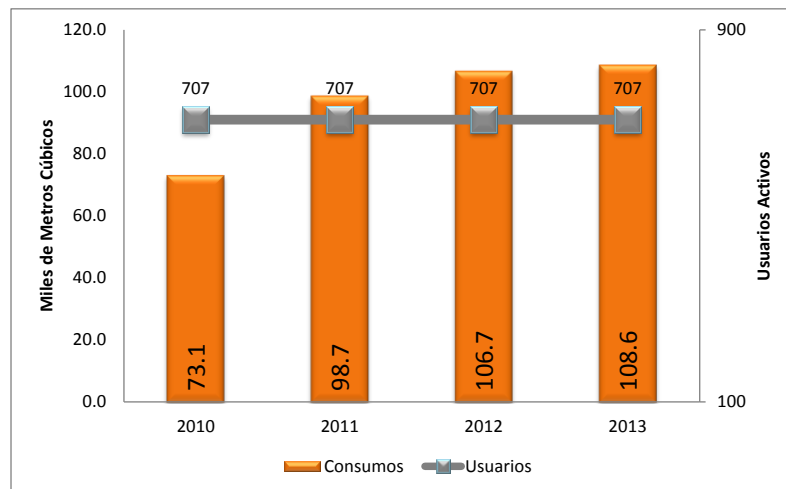
---

<sup>22</sup> GESTIÓN 2013, Informe de Sustentabilidad AMB S.A E.S.P

### 5.3 VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE CONSUMO ANUAL Y EL CRECIMIENTO DE LOS USUARIOS

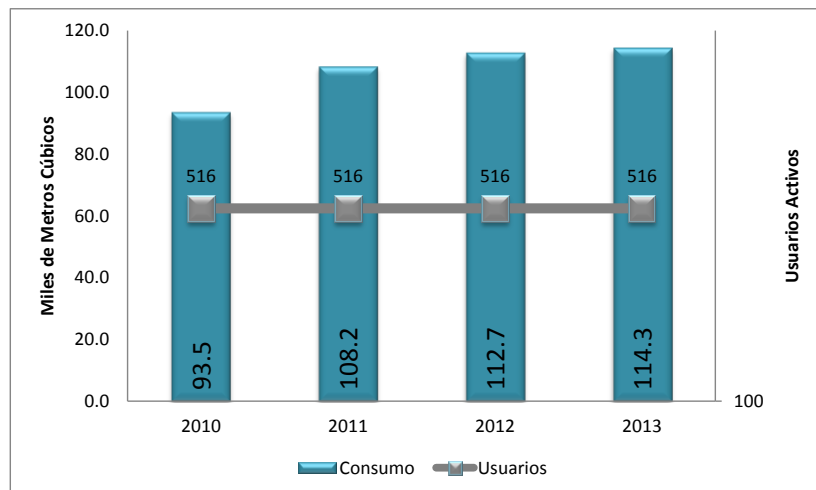
Las gráficas 6 y 7 muestran el volumen de agua consumido en el año para cada sector y el número de usuarios en cada año. Se observa que no hay un aumento en el número de usuarios, lo que se relaciona con el estrato socioeconómico, dadas sus características económicas la generación de proyectos constructivos y crecimiento en infraestructura residencial privada es escasa.

Grafica 6 Consumos vs Usuarios Residenciales Anuales Café Madrid



Fuente. AMB S.A. E.S.P.

**Grafica 7 Consumos vs Usuarios Residenciales Anuales Sector Ingeser**



Fuente. AMB S.A. E.S.P.

Ahora, teniendo en cuenta que el número de usuarios es constante durante los periodos de análisis, pero los consumos son variables, es importante investigar los fenómenos que conllevan a la variación de consumos de uso residencial.

La variación en el consumo puede estar asociada a diferentes factores, como por ejemplo incremento en la cantidad de integrantes por usuario, factores como: climático (temperatura, precipitación pluvial, humedad relativa), factor social (habitantes por vivienda, composición familiar, nivel de educación, estrato social, composición familiar, nivel de educación, estrato social), factor económico (ingreso familiar, precio del agua, consumo histórico) y/o factor cultural (estilo de vida de las personas, valores, normas y modelos sociales, creencias asociadas a la conducta ambiental).<sup>23</sup>

<sup>23</sup> MANCO SILVA Deibys Gildardo, GUERRERO ERAZO Jhoniers; OCAMPO CRUZ Ana María, Eficiencia en el Consumo de Agua de Uso Residencial, Revista de Ingenierías Universidad de Medellín, 2012.  
<http://webapps.udem.edu.co/RevistaIngenierias/pdf/v11n21/Art%EDculo%202.pdf>

## 5.4 ACTIVIDADES RESIDENCIALES DEPENDIENTES DE LA PRESIÓN

El rango de presión con la que se distribuye y entrega el agua al usuario de uso residencial, puede afectar el consumo del usuario solo en las actividades directas o dependientes de la presión del agua, ya que, no todas las actividades de uso residencial son dependientes de la presión, para analizar este hecho se tomó como referencia el estudio realizado por el Departamento Nacional de Planeación 2002, de Bogotá<sup>24</sup>, en una población de estratos socioeconómicos 3, 4, 5 y 6, aunque la estratificación socioeconómica difiera de la población de estudio del presente proyecto, será un muy buen indicativo del comportamiento del consumo.

La gráfica 8, muestra la composición típica de los consumos en un sector residencial de Bogotá D.C. de una población perteneciente a los estratos socioeconómicos 3,4,5 y 6, estudio realizado por el Departamento Nacional de Planeación 2002, demostrando que existe un componente dependiente de la presión (50%), que corresponde a los consumos directos de:

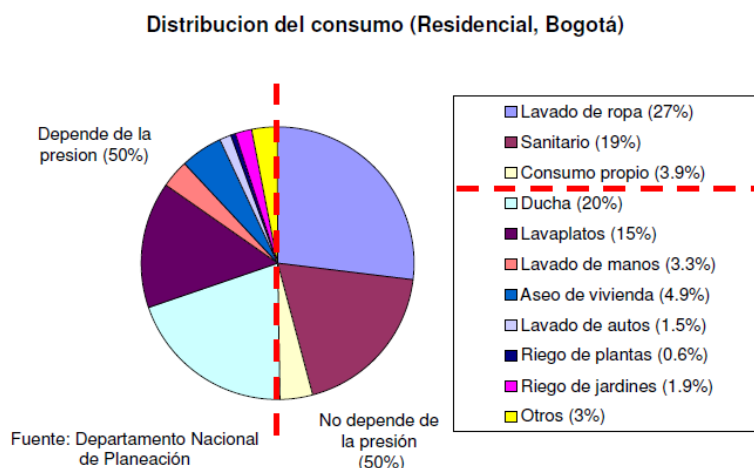
- Duchas 20%
- Lavaplatos 15%
- Lavado de manos 3.3%

---

<sup>24</sup> BONILLA, Jaime A. Im, Msc, Fluidis Ltda .Reducción Inmediata del Índice de Agua No Contabilizada, FLUIDIS LTDA. Bogotá 2002.

- Aseo de vivienda 4.9%
- Lavado de autos 1.5%
- Riego de plantas 0.6%
- Riego de jardines 1.9%
- Otros 3%

**Grafica 8 Distribución de consumos típicos residencial, Bogotá D.C. 2002.**



Fuente: Departamento Nacional de Planeación

El porcentaje que no es dependiente de la presión (50%) corresponde a los consumos determinados por volúmenes fijos:

- Tanque del sanitario 19%
- Lavadoras 27%
- Consumo humano 3.9%

Esta distribución de consumos varía según la ciudad, el clima, el estrato social, los hábitos de consumo, etc. Sin embargo sugiere un muy buen indicio respecto a la distribución de los consumos por usuario dependientes o no de la presión, actividades directamente relacionadas con el objeto de estudio del presente trabajo.

## 6. CONCLUSIONES

- Con el análisis de los datos de consumo promedio mes a mes –(Gráfica 3 y 4)- del periodo de estudio se puede concluir que las tendencias de consumo y las variaciones dentro de los dos sectores son semejantes, pero, para el sector de Café Madrid que tiene rangos de presión entre 36 psi y 39 psi más bajos y eficientes que el sector de Ingeser 58 psi y 79 psi, las gráficas de consumo tienen menor dispersión, son definidas y proporcionales en el tiempo, es decir, que con rangos de presión amplios y de valor de presión mayor, las tendencias de consumos son muy variables y los datos aunque marcan una tendencia su comportamiento es más irregular.
- Comparando el volumen de consumo anual (Grafica 5), de los dos sectores, se evidencia que el sector de Ingeser con rangos de presión más amplios y valores de presión mayores, consumen en promedio 6.5 m<sup>3</sup> más por usuario al mes comparado con el Sector de Café Madrid, que equivale a un aumento del 56%, en el volumen de consumo, representado en las actividades dependientes de la presión del agua en el uso residencial, es decir, que rangos de presión más óptimos conllevan a una disminución en el consumo de agua potable por parte de los usuarios de uso residencial y estrato socioeconómico 1 en un 36% para el sector de Ingeser, sin afectar los hábitos de consumo de la población.
- La regulación de presión en rangos cada vez más óptimos disminuye el volumen de consumo de los usuarios, esto afecta a las entidades prestadoras del servicio ya que su actividad económica depende del volumen de agua facturado a los usuarios, se recomienda a al AMB S.A



**Universidad Industrial de Santander**  
**Relación de la Variación de Presiones en la Red de Distribución**  
**de Agua Potable con la Demanda, en el Sector de Café Madrid de**  
**la Ciudad de Bucaramanga**

E.S.P, hacer un estudio económico de costo beneficio al implementar una gestión integral de redes y los beneficios que trae a largo plazo en mantenimiento, perdidas por fugas o daños, duración de materiales y en general gastos de operación vs la disminución en los consumos de los usuarios para analizar su sostenibilidad económica.

## 7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio sobre el comportamiento de consumo y las actividades características de los usuarios de uso residencial del municipio de Bucaramanga y el Área Metropolitana para cada estrato socioeconómico y de esta manera establecer con precisión la distribución porcentual de las actividades dependientes de la presión de la red de abastecimiento de agua potable.
- Se recomienda al AMB S.A E.S.P., para próximos proyectos investigativos asociados a este estudio, trabajar con los datos de consumo de los usuarios sin ser sometidos a la crítica por parte de la entidad, para tener mayor acercamiento al comportamiento de consumo de los usuarios.
- Se recomienda al AMB S.A E.S.P., para alcanzar la presión óptima entendiendo por esta, la presión que satisface las necesidades de la demanda en la hora de máximo consumo y logra disminuir la presión en las horas de menor consumo, implementar el uso de válvulas reguladoras de presión activa, las cuales no trabajan con presión constante aguas abajo, si no que buscan mantener un valor de presión óptima dentro de la red, es decir la presión en la reguladora es variable y se ajusta a los hábitos de consumo del usuario, obteniendo muy buenos resultados en la disminución del IANC, a diferencia de las válvulas reguladoras de control hidráulico que mantienen un valor constante de presión aguas abajo, y las presiones dentro de la red no pueden alcanzar rangos de presión óptimos, porque dependen de las variaciones en los hábitos de consumo.



## BIBLIOGRAFIA

ALMEYDA ORTIZ, Andrés, Informe: Diagnóstico del estado actual de consumos no autorizados del Sector de Café Madrid del Municipio de Bucaramanga. AMB S.A E.S.P, Mayo 2013.

BONILLA Jaime A., Im, Msc, Fluidis Ltda, Reducción Inmediata del Índice de Agua No Contabilizada, Agosto de 2002. Colombia.

DECRETO 302 de 2000, , Capitulo 1 Decreto 6:  
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4636> [citado 20 de Abril de 2014]

GESTIÓN 2013, Informe de Sustentabilidad AMB S.A E.S.P

MANCO SILVA Deibys Gildardo, GUERRERO ERAZO Jhoniers; OCAMPO CRUZ Ana María, Eficiencia en el Consumo de Agua de Uso Residencial, Revista de Ingenierías Universidad de Medellín, 2012.

<http://webapps.udem.edu.co/RevistaIngenierias/pdf/v11n21/Art%EDculo%202.pdf>

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL (MAVDT), Metodología para el censo o catastro de usuarios incluida en el programa nacional de Control de Pérdidas y Agua No Contabilizada y el programa Cultura Empresarial.

[http://www.minsalud.gov.co/DocumentacionGEL/GELCaracterizacionDeUsuarios/Guia\\_Caracterizacion\\_Usuarios.pdf](http://www.minsalud.gov.co/DocumentacionGEL/GELCaracterizacionDeUsuarios/Guia_Caracterizacion_Usuarios.pdf). [citado 21 de Abril de 2014]



PLAN DE DESARROLLO VIGENCIA 2012 – 2015 BUCARAMANGA  
SOSTENIBLE.

[http://www.bucaramanga.gov.co/documents/PRIMER\\_%20DOCUMENTO\\_%20PLAN\\_%20DE\\_%20DESARROLLO\\_%202012-2015.pdf](http://www.bucaramanga.gov.co/documents/PRIMER_%20DOCUMENTO_%20PLAN_%20DE_%20DESARROLLO_%202012-2015.pdf) [citado 23 de Abril de 2014]

PROCEDIMIENTOS Y BUENAS PRÁCTICAS EN CATASTRO DE REDES DE  
AGUA POTABLE Y REDES DE ALCANTARILLADO, Honduras 2007:

<http://www.ersaps.hn/documentos/interes/Manual%20Catastro%20redes.pdf>  
[citado 23 de Abril de 2014]

RAS, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS  
2012, Título B 2.6.3.

RESOLUCIÓN CRA 493 de 2010-febrero 25

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=39061>. [citado 21 de  
Abril de 2014]

SALDARRIAGA, Juan y JURADO, Cesar Mauricio. Metodología para la definición  
de planos óptimos de presión, Sociedad Colombiana de Ingenieros, Mayo 2008:

[http://es.scribd.com/doc/48891444/17-Metodologia-Para-Definicion-de-Plano-  
Optimo-de-Presiones](http://es.scribd.com/doc/48891444/17-Metodologia-Para-Definicion-de-Plano-Optimo-de-Presiones). [citado 25 de Abril de 2014]

SECTORIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Capítulo 3:

[http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/566/A  
6.pdf?sequence=6](http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/566/A6.pdf?sequence=6). [citado 10 de Abril de 2014]