

## Caracterización preliminar de los hábitos de consumo de agua en un edificio universitario

Rodríguez, Viviana FCE,FyN, U.N.C.[viviana.rodriguez@unc.edu.ar](mailto:viviana.rodriguez@unc.edu.ar)

Alonso Facundo FCE,FyN, U.N.C.[falonso@unc.edu.ar](mailto:falonso@unc.edu.ar)

LiGambi José FCE,FyN, U.N.C.[ligambi@gmail.com](mailto:ligambi@gmail.com)

Araujo Hector FCE,FyN, U.N.C.[ingharaujo@gmail.com](mailto:ingharaujo@gmail.com)

### Resumen

El aumento de la población con acceso al agua potable, pone en peligro la disponibilidad del recurso en numerosas ciudades del mundo. En la actualidad se está experimentando un giro a nivel mundial, generado por la carencia del recurso, y promovido por campañas de concientización. Dado que dichas campañas no han producido el resultado esperado, se ha debido incorporar herramientas de legislación que establezcan la obligatoriedad de adecuación a las nuevas tecnologías y métodos de optimización del recurso, incluyendo mediciones de consumo y ajustes tarifarios. La industria se ha plegado a esta tendencia, poniendo a disposición del usuario, artefactos de ahorro. En este artículo se presenta una revisión de antecedentes en materia de uso eficiente del recurso principalmente en dispositivos ahorradores, y un experimento puesto en práctica en un edificio universitario, como aporte a la gestión del agua. El mismo fue diseñado para evaluar los consumos de agua en dos unidades sanitarias, uno femenino y otro masculino, concerniente en (i) la medición del consumo en condiciones tradicionales de uso, y (ii) la medición del consumo, en las que se han reemplazado los dispositivos originales por los eficientes. Éste incluyó la contabilización de usuarios, clasificando por género la evaluación de conductas de utilización. Dicho experimento está atravesando la primera parte de su desarrollo, que consiste en caracterizar el consumo del recurso para diversos tipos de uso y épocas del año.

**Palabras Claves:** Agua, Consumo, Eficiencia

### 1. Introducción

Es esencial reconocer el derecho fundamental de todo ser humano al acceso al agua potable y al saneamiento a un precio asequible. Surge así, en consecuencia, el concepto de "consumo responsable y sustentable del agua". El uso eficiente del agua potable para consumo humano, aporta impactos positivos desde el punto de vista de la disminución de los costos que implican la potabilización y los del tratamiento de los líquidos de desecho. Esto significa que el tan preciado elemento llegue a todos los niveles sociales. Un tratamiento integral del sistema de provisión de agua a un centro de consumo, debería abordar no sólo el aumento de la oferta, sino también la eficiencia del uso en los puntos de demanda.

En este artículo se presenta un resumen de las tecnologías ahorradoras de agua disponibles en el mercado local, para su paulatina incorporación en nuevos emprendimientos edilicios o la readecuación de los existentes. Por último, se presenta un aporte a la gestión del agua en los edificios, en este caso, un edificio público educativo. Mediante una experiencia que incluye la

medición del consumo de agua en dos unidades sanitarias. Esta incluye el análisis del comportamiento del usuario, no sólo se cuantifica el consumo, sino que también se propone incluir el uso de cartelería de concientización para instar al ahorro del recurso.

## 2. Materiales y Métodos

Se presenta a continuación una revisión del estado del arte en materia de ahorro del agua, en cuanto a estrategias de ahorro y adelantos técnicos y tecnológicos a nivel local y mundial.

Las estrategias de ahorro consisten básicamente en dos conceptos fundamentales, estos son; (i) Disminuir el consumo en edificios, (ii) Reúso y Reciclaje del agua de lluvia y de aguas grises, a nivel urbano y a nivel individual en las edificaciones. Esto requiere de políticas públicas, pues se debería realizar la adecuación de las instalaciones en forma apropiada para recolectar el agua pluvial, que, con un tratamiento básico y simple, bien podría ser usada para riego de parques o la limpieza urbana. En el mismo sentido se podría decir del reúso de aguas grises, en las actividades que no requieren el uso de agua potable, como, en descargas de inodoros, limpieza de pisos o el riego de espacios verdes urbanos. O sea, que en los usos que se hace del agua en un edificio, la descarga de uno, puede ser la fuente de abastecimiento de otro. Se proponen accesorios intermedios, como bombas para modificar el nivel, o sistemas de depuración, para mejorar su calidad.

### 2. a. Estrategias de Ahorro

Está centrado principalmente en la organización de las instalaciones internas de un edificio.

#### 2. a.1 Métodos de ahorro

Reciclaje y Reutilización

Reciclaje y Reutilización del Agua de Lluvia

Contención y distribución más eficiente del agua

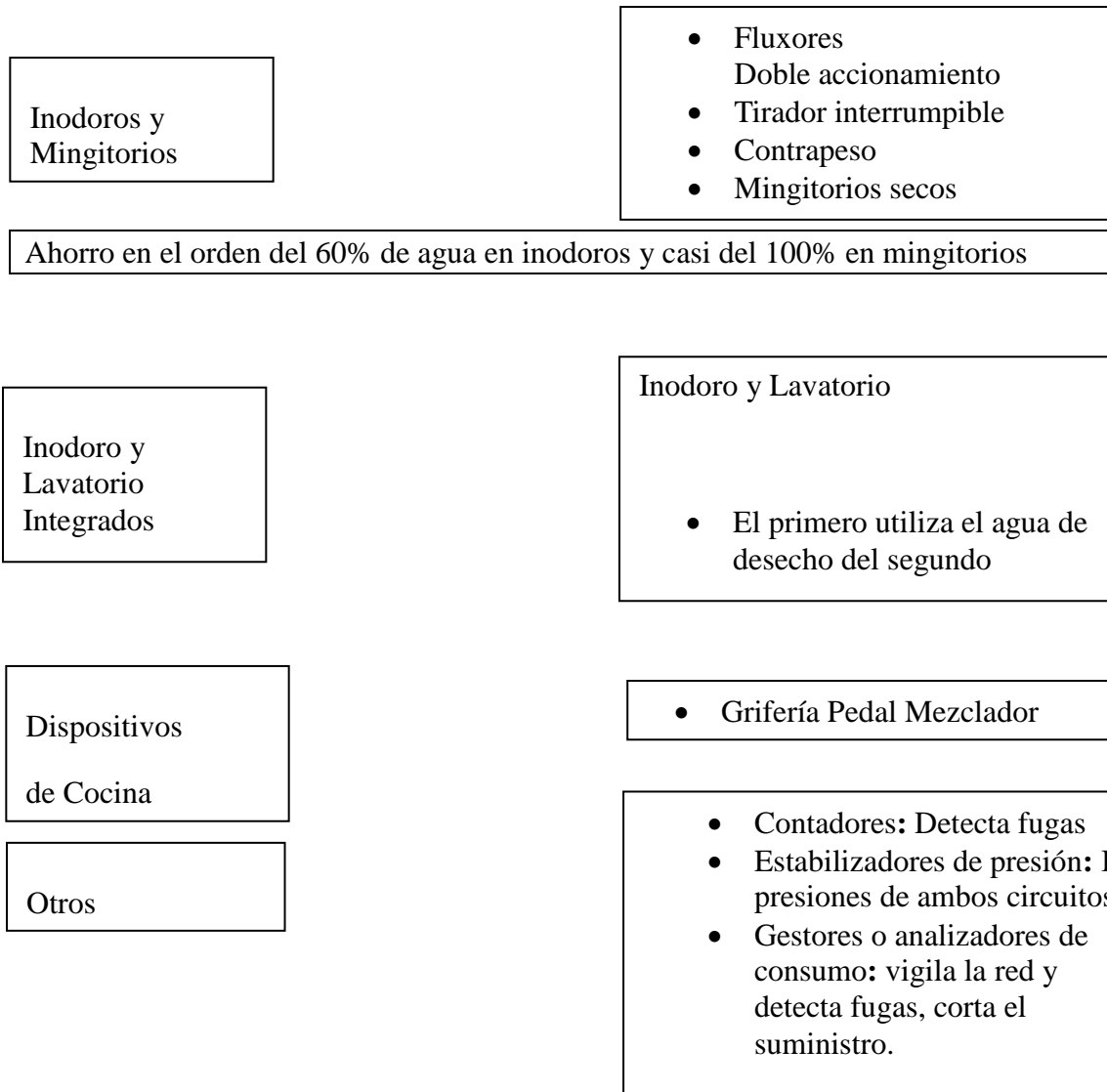
Reciclaje y Reutilización de Aguas Grises

#### 2. a.2. Tecnología en Dispositivos

Grifería

Ahorro en el orden del 65% de agua

- Perlizadores,
- Manijas por etapas
- Activación por infrarrojo
- Eyectores Giratorios
- Grifos temporizados



## 2. b. Experimentación

El trabajo de experimentación permitirá obtener resultados propios, comparables con las publicaciones en la materia.

Básicamente se plantea un experimento a aplicar sobre dos sanitarios ubicados en el edificio de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en Ciudad Universitaria, Universidad Nacional de Córdoba, U.N.C., situados estratégicamente en lugares de paso que tienen una intensidad de uso apropiado para este estudio. Dos (baño 1 y baño 2) uno masculino y otro femenino, se encuentran próximos al patio principal del edificio, lugar de reunión de los estudiantes y cercano a la cantina de la Facultad. En estas unidades sanitarias se ha reemplazado la cañería existente por un tendido nuevo para evitar pérdidas, además se han instalado medidores de consumo de agua, cinco en total, de tal forma de obtener los valores de consumos de agua en forma sectorizada, en cada batería de artefactos sanitarios.

Las mediciones a realizar constan de los siguientes pasos: primeramente se toman datos del consumo utilizando grifería convencional, y luego de un período de tiempo, un año, se reemplazarán por otras específicas ahorradoras, tales como: perlizadores en las canillas, pulsadores de corte automático, en inodoros válvulas de descarga de doble accionamiento, etc. Paralelamente se propone en el primer período, un estudio de concientización a los usuarios por medio de cartelería, instando al ahorro del agua, lo que permitirá verificar, si ésta práctica influye en el consumo. Luego se contrastarán los datos entre el primer estado y el segundo.

La realización de las obras de mejora fue posible gracias a la colaboración de varias empresas privadas, tales como FV, y Aguas Cordobesas, que aportaron los materiales y la asistencia necesarias para su ejecución y la participación de la Secretaría Técnica de la FCE, FyN, UNC.

Como se expresó anteriormente los sanitarios están ubicados en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Ciudad Universitaria, el de hombres consta de tres inodoros, tres mingitorios y dos lavatorios. El de mujeres consta de dos inodoros y dos lavatorios.

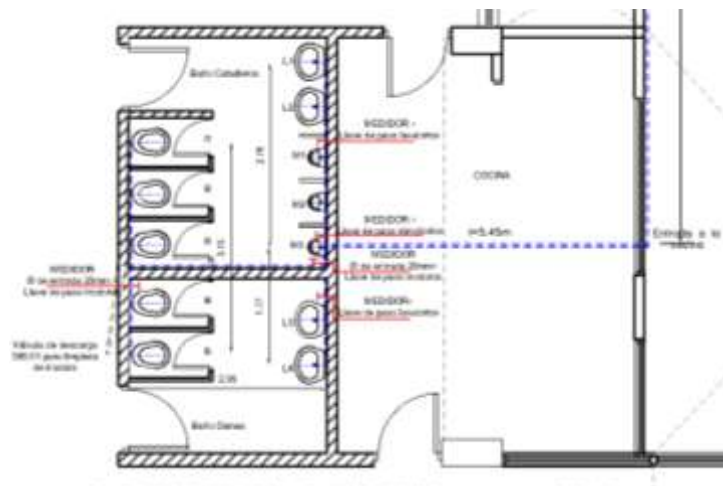
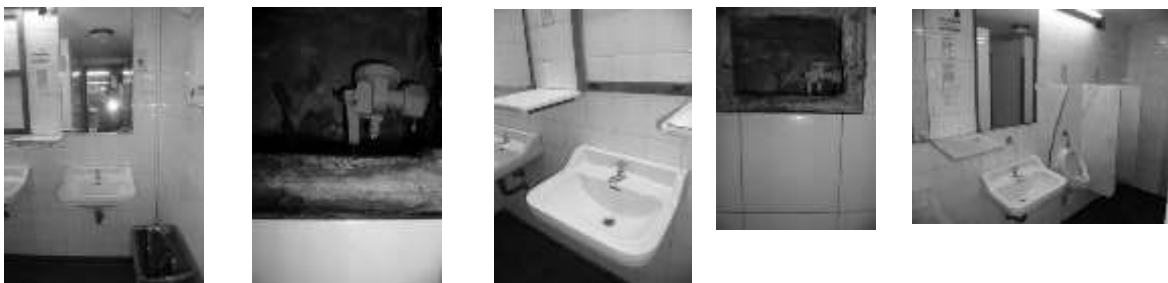


Figura 1: planta de los sanitarios, se puede observar la ubicación de los medidores y el tendido de la cañería nueva. Fuente: Elaboración Propia

En el momento de comenzar los trabajos los baños afectados no se encontraban en buenas condiciones, en los lavatorios los grifos tenían pérdidas, los depósitos de los inodoros empotrados, tenían un goteo constante, y en general, el mal estado de todos los artefactos.



**Figura 2:** Estado en que se encontraban los sanitarios al comienzo de los trabajos. Fuente: Elaboración Propia

Al comenzar el estudio se propone realizar una serie de actividades: el tendido de cañería nueva, para evitar pérdidas, y la colocación de medidores de caudal de agua, incorporados en las cañerías de los sanitarios.

La experiencia se desarrolla en dos etapas, Etapa 1: Mediciones de Base, en la que se miden los consumos de agua con la grifería tradicional; y la Etapa 2 Mediciones de Ahorro: en la que se planea reemplazar la grifería original por dispositivos de ahorro. A continuación se detalla el proceso del desarrollo de las dos etapas.

### **Etapa 1: Mediciones de Base:**

Registro del consumo del agua en situación actual.

- Lectura de descarga periódica de datos de medidores.
- Relevamiento de actuación del personal de limpieza.
- Relevamiento de intensidad de uso y cantidad de personas que lo usan. A partir de la instalación de sensores Cuenta-Personas. El funcionamiento se basa en un sensor infrarrojo que se coloca en el ingreso de los baños y que registra cada vez que pasa una persona, el pulso generado en ese sensor, entra a la placa al primer integrado 74LS90. Figura 3
- Proponer al personal de limpieza y usuario de los sanitarios que opten actitudes de ahorro, por medios gráficos. Cartelería: Figura: 4

Los medidores se distribuyeron de tal forma de asegurar que cada uno tomara los datos de un sector de los sanitarios de modo que el Medidor N<sup>o</sup> 1, afecta dos lavatorios del baño de mujeres, Medidor N<sup>o</sup> 2, dos inodoros baño de mujeres. Medidor N<sup>o</sup>3, tres inodoros del baño de hombres. Medidor N<sup>o</sup> 4, tres mingitorios del baño de hombres. Medidor N<sup>o</sup> 5, dos lavatorios del baño de hombres.

Se colocaron los cables en los medidores de caudal de agua en los baños; y protecciones en los medidores para evitar actos vandálicos. Figuras 5 y 6



Figura 3: Medidor de personas. Fuente: Elaboración Propia



Figura: 4. Fuente: Elaboración Propia



Figura 5: vista de los medidores de caudal de agua, la primera imagen, bajo mesada, la segunda ubicación del mismo en la cañería que abastece los inodoros. Fuente: Elaboración Propia

**Etapa 2 Mediciones de Ahorro**, en esta etapa se reemplaza la grifería cumpliendo las siguientes tareas:

- Reemplazo de grifería por dispositivos de Ahorro
- Registro de Consumos de agua en la situación de ahorro
- Comparación de los Resultados, comparando la situación inicial y final.
- Análisis de Costos económicos

$$(1) \quad \frac{\$m^3 \text{agua}^{\circ} \text{etapa}}{\$m^3 \text{agua}^{2^{\circ}} \text{etapa} + \text{costo dispositivo}} > 1 \Rightarrow \text{AHORRO}$$

### 3. Resultados y Discusión

Se compararon tres meses; diciembre, marzo y abril. En el mes de diciembre comienza el verano por lo que las temperaturas diarias son elevadas, en éste período, la temperatura máxima es de 30 °C y la mínima es de 17 °C y en el que las actividades académicas están disminuidas, en el mes de marzo; la temperatura máxima es de 28 °C y la mínima es de 16°C, y en éste las actividades educativas se desarrollan en forma normal, el mes de abril, cuya temperatura máxima es de 25°C y la mínima 12°C, las actividades se cumplen a pleno. En los meses de marzo y abril del año 2018 se han registrado temperaturas altas fuera de lo normal.

De acuerdo a los valores registrados por los distintos medidores de caudal, se obtuvieron los siguientes resultados:

Baño de Mujeres:

Tabla 1: Comparación de los consumos en el baño de mujeres

Mes	Consumo Promedio/día Lavatorios (L)	Consumo Promedio/día Inodoros (L)	Consumo Promedio (L) persona/ día	Consumo Promedio (L/día)	N° promedio de personas/día
Diciembre 2017	62,6	264,7	<b>8,00</b>	327,4	40
Marzo 2018	163	843,8	<b>6,6</b>	1019,4	142
Abril 2018	226,2	1118,7	<b>5,38</b>	1345	247

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar en el gráfico de la Figura 6 los consumos promedios diarios del mes de diciembre, el máximo se produjo el día 14 de diciembre en el que se gastaron 620 L, sin embargo no es el día de máxima para el consumo por persona, esto indica que concurrieron al sanitario mayor cantidad de personas. En el gráfico 7 se representan los consumos promedios por persona para el mismo mes, los días de máximo consumo personal, son los miércoles 6, 13 y 20 y el martes 11, del mismo mes.

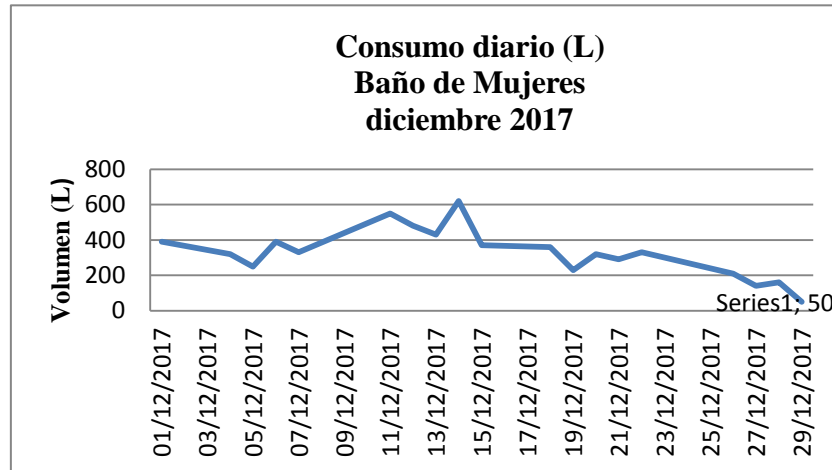


Figura 6: Consumo diario en Litros en el mes de diciembre. Baño de mujeres.  
Fuente: Elaboración Propia

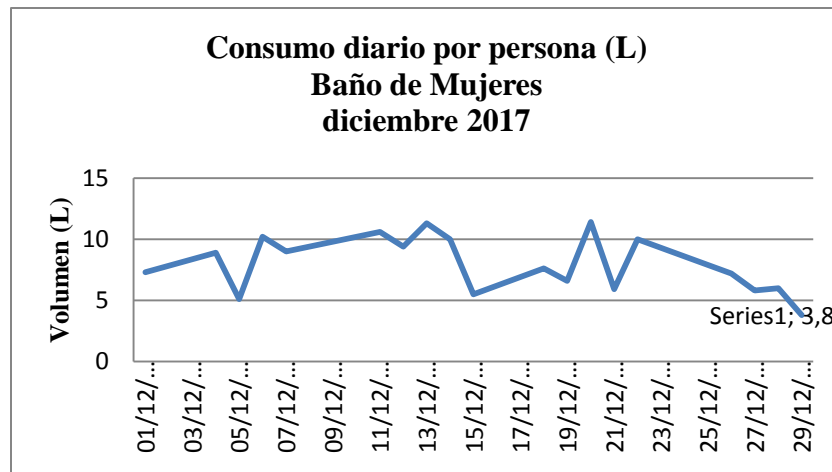


Figura 7: Consumo diario L/ persona, mes de diciembre. Baño de mujeres.  
Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 8 se representan los consumos diarios en la misma unidad sanitaria en el mes de marzo, se registra el máximo el día 13 en el que se consumieron 1720 l y el mínimo el día 29 del mismo mes con un consumo de 170 l. En cambio, con relación a los valores del consumo por persona, el máximo se produce el día 7 de marzo con un registro de 15 l/persona y el mínimo el día 29 con un consumo de 0,9 l/persona (Figura 9).

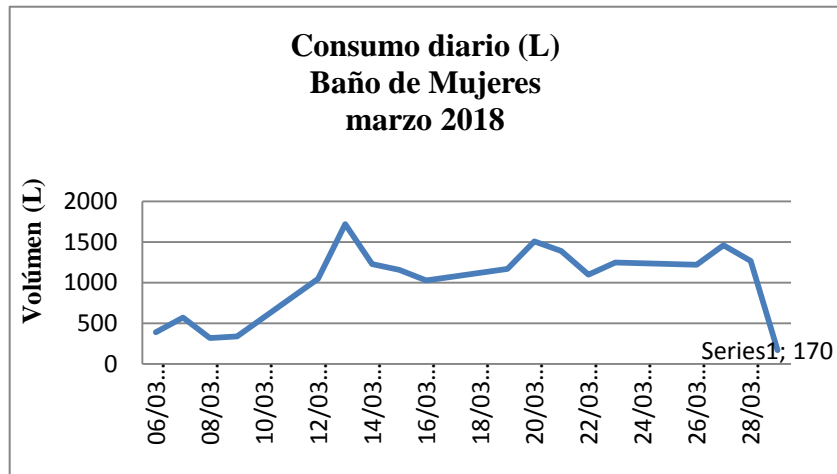


Figura 8: Consumo diario en litros, en el mes de marzo. Baño de mujeres.  
Fuente: Elaboración Propia

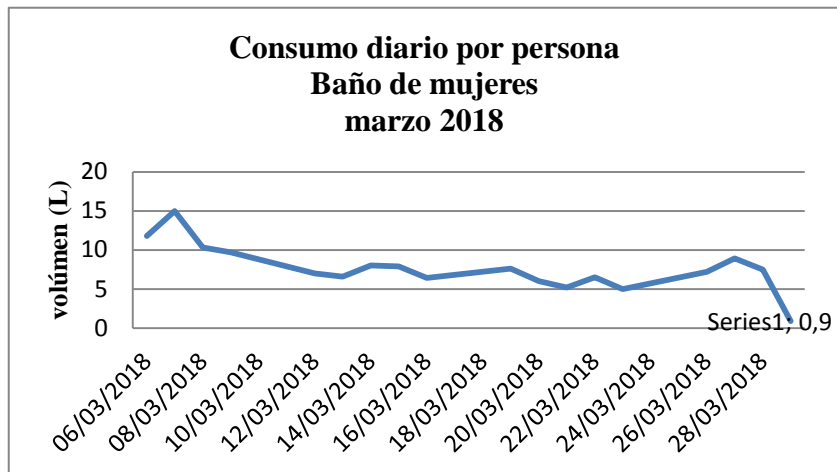


Figura 9: Consumo diario L/ persona, mes de marzo. Baño de mujeres.  
Fuente: Elaboración Propia

El 28 de marzo se colocaron carteles instando al ahorro de agua, esperando que den resultados.  
Figura 10

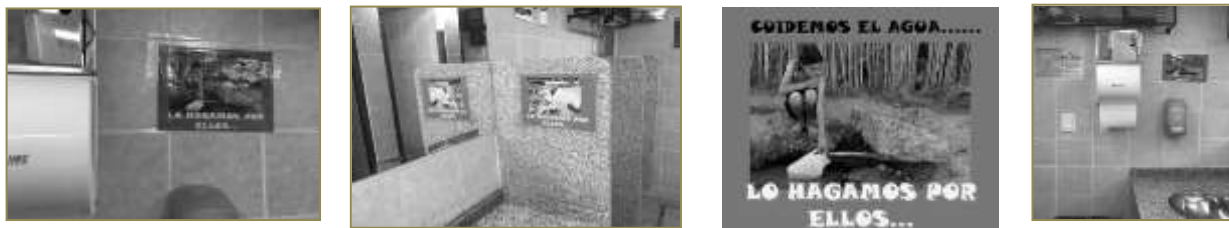


Figura 10. Fuente: Elaboración Propia



Se puede observar en el gráfico 11, la línea negra vertical que se encuentra sobre la barra del mes de marzo, marca el momento en el que se colocó el cartel instando al ahorro, a partir de ese momento, el consumo promedio por persona sufre una leve disminución, registrando en el mes de marzo un valor promedio de 8,65 L/persona, en marzo; 6,65 L/persona, y abril, 5,38 L/persona; siendo que en ese mes se produce el comienzo de clases y el uso del baño se incrementa.

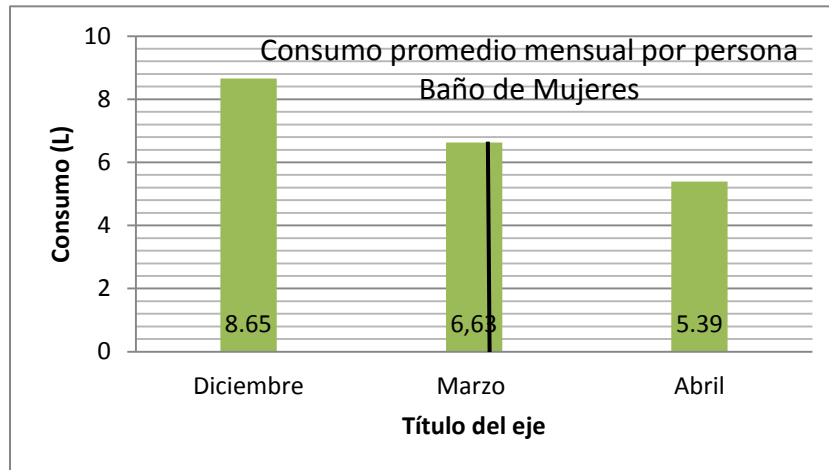


Figura 11: Comparación de consumos en los meses diciembre de 2017, marzo y abril de 2018.

Fuente: Elaboración Propia

Baño de Hombres:

Tabla 2: Comparación de los consumos en el baño de hombres

Mes	Consumo Promedio/día en Lavatorios (L)	Consumo Promedio/día en Inodoros (L)	Consumo Promedio/día Mingitorios (L)	Consumo Promedio persona/día (L)	Consumo promedio (L/día)	N° promedio de personas/día
Diciembre de 2017	57,4	76,8	27,7	<b>4,9</b>	160,5	32
Marzo 2018	147,14	168,6	115,2	<b>1,8</b>	326,6	168,6
Abril 2018	195	332,5	115,2	<b>2,6</b>	677,5	238

Fuente: Elaboración Propia

Del mismo modo que en el baño de mujeres se compararon los registros de consumo en los meses diciembre, marzo y abril, con las mismas consideraciones vertidas anteriormente.

En el gráfico 12 se representan los consumos diarios en (L) en el baño de hombres en el mes de diciembre, y en el gráfico 13 se representan los consumos por persona del mismo mes. El valor máximo se produce el 20 de diciembre, sin embargo en ese día no se produce el máximo consumo por persona que se detecta el 14 de diciembre. El valor mínimo de consumo coincide en el día con el consumo mínimo por persona el día 26 de diciembre.

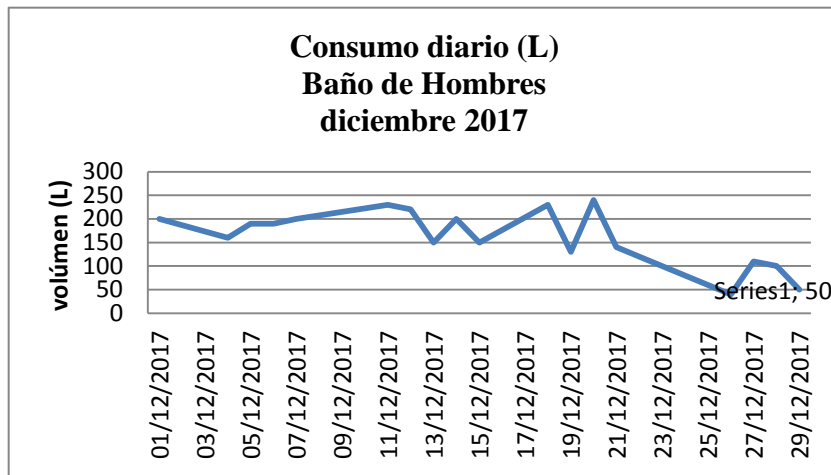


Figura 12: Consumo diario en Litros, en mes de diciembre. Baño de hombres.  
Fuente: Elaboración Propia

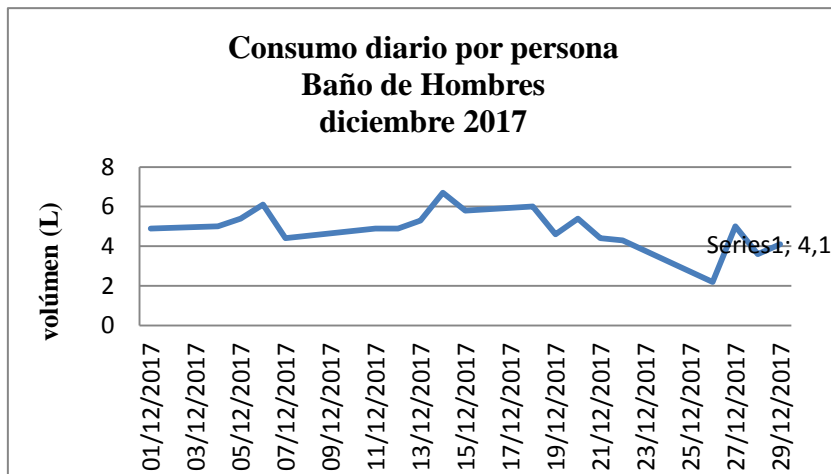


Figura 13: Consumo diario L/ persona, mes de diciembre. Baño de hombres.  
Fuente: Elaboración Propia

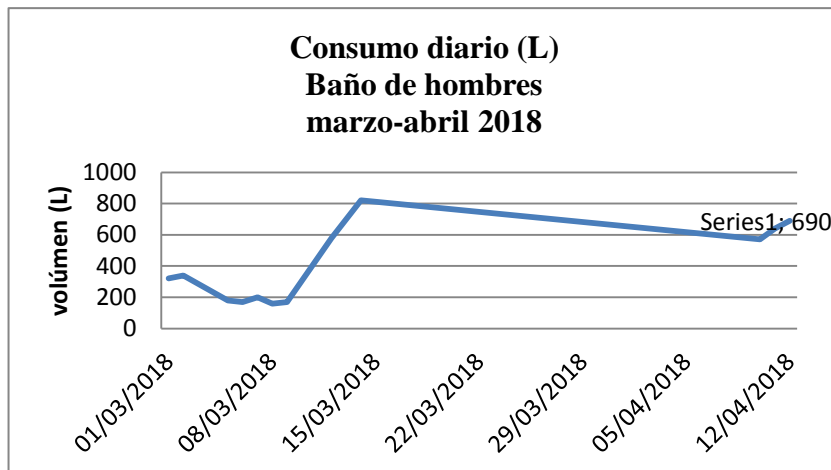


Figura 14: Consumo diario en Litros, en el mes de marzo-abril. Baño de hombres.  
Fuente: Elaboración Propia

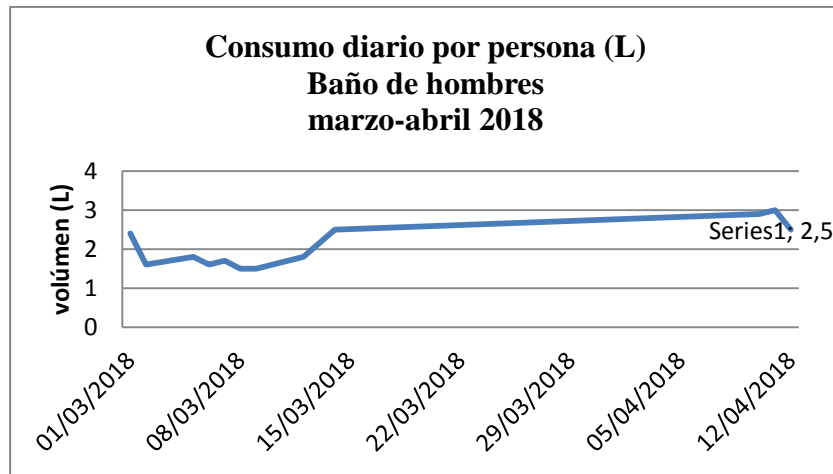


Figura 15: Consumo diario L/persona, mes de marzo-abril. Baño de hombres.  
Fuente: Elaboración Propia

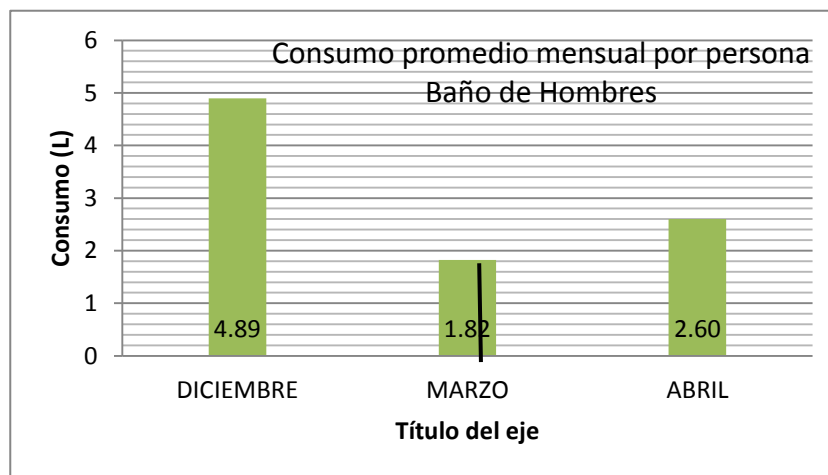


Figura 16: Comparación de consumos en los meses diciembre de 2017, marzo y abril de 2018.  
Fuente: Elaboración Propia

En los gráficos 14 y 15 se representan los consumos de agua en los meses marzo-abril en el mes de marzo, el valor máximo de consumo se registró el día 14, anotando 820 L, y el valor máximo de consumo por persona el día 11 de abril, apuntando 3 L/persona, en cambio el valor mínimo de consumo se produjo el día 8 de marzo, con un consumo de 160 L, en el mismo día se produce el valor mínimo de consumo por persona que es de 1,5 L/persona.

Pese a haber colocado carteles instando al ahorro en el baño de hombres, ésta medida no dio resultados ya que se registraron en el mes de abril mayores consumos, anotando un consumo promedio de 2,6 L/persona; en marzo 1,82 L/persona y en diciembre 4,8 L/persona; se recuerda que el cartel se colocó el 28 de marzo. Figura 16

#### 4. Conclusiones y recomendaciones

En el presente trabajo se presentó el desarrollo de una práctica de experimentación en lo que se refiere al consumo de agua, según la cual se registran valores totales y por persona de consumo, en situaciones normales de uso. Estos valores son comparados con consumos realizados en escenarios en los cuales se imponen medidas de concientización y dispositivos eficientes a los fines de verificar la eficacia de dichas medidas. De los resultados preliminares, se desprende la curiosa conclusión de que en los baños de las mujeres se consume más agua que en los baños para uso masculino. En el baño de mujeres se verificó una disminución del consumo luego de la colocación de carteles de concientización. Se especula en que el uso de nuevas imágenes podría causar semejante efecto, y por ello se deja planteada la estrategia para la continuidad del proyecto. A partir de los consumos relevados, se deduce que el promedio diario por persona ronda entre los 5 y 3 L/persona en el baño de hombres y de 8 a 5 L/persona en el baño de mujeres. Estos resultados se atribuyen a los hábitos de uso del agua en cada género. Se destaca la importancia que tuvo en la posibilidad de concretar el proyecto la interacción con empresas privadas, que aportaron sus recursos y personal. Se recomienda la vinculación entre la universidad pública y el sector empresarial, a partir de un protocolo de trabajo y participación que incluya una independencia absoluta de la Universidad en materia de extracción de conclusiones respecto de los resultados obtenidos por el experimento. De esta forma, ambos se involucran en la problemática de la escases del agua y además se benefician al contar con resultados certeros de eficiencia de dispositivos y de las medidas educativas. Se considera que el presente trabajo constituye un punto de partida al estudio del comportamiento social del uso del agua en un edificio público.

#### 5. Agradecimientos

Se agradece a las empresas FV S.A., por la provisión de la grifería, DEMA S.A., por facilitar la cañería y accesorios de la instalación de agua, y a la empresa Aguas Cordobesas por su aporte y asistencia con personal de modo permanente.

#### 6. Bibliografía

- [1] RODRÍGUEZ, V. ALONSO, F.J., LI GAMBI, J.A. (2015). Water-Saving devises: preliminary results in a real case scencrio. International Conference on Water, Megacities an global change. December 1 st – 4 th 2015 *al UNESCO HQ*- Paris – France.
- [2] VILLANUEVA, D., ALONSO, F.J., RODRÍGUEZ, V.L., LI GAMBI, J.A., GIORDANA, R., LIZARRAGA, S. (2014). Uso eficiente del agua, abordado con soluciones concretas en el punto de consumo. *V Congreso Internacional sobre Gestión y Tratamiento Integral del Agua*. Córdoba, Argentina, del 12 al 14 de Noviembre de 2014.
- [3] Revisión de los Dispositivos ahorradores de Agua para los Edificios. Primer Congreso Iberoamericano de Protección, Gestión, Eficiencia, Reciclado y Reúso del Agua – Córdoba, Argentina (Mayo, 2013).
- [4] RODRÍGUEZ, V., ALONSO, F.J., LI GAMBI, J.A., CHICALA, J., VILLANUEVA, D. (2013). Planteo de un experimento para evaluar la eficiencia de los dispositivos ahorradores

- de agua en los edificios. *Primer Congreso Iberoamericano de Protección, Gestión, Eficiencia, Reciclado y Reúso del Agua* – Córdoba, Argentina (Mayo, 2013).
- [5] ALONSO, F.J., LI GAMBI, J.A., LIZARRAGA, S. Y RODRÍGUEZ, V. (2012). La situación actual de la Argentina en el uso de dispositivos y métodos ahorradores de agua en edificios - Una mirada crítica. *I Congreso Latinoamericano de Ecología Urbana*, Universidad Nacional de General Sarmiento, Buenos Aires, Argentina.
- [6] ALONSO, F.J., LI GAMBI, J.A. (2011). El ahorro del agua en los edificios como forma de ahorro de energía, un caso de estudio. *II Congreso Internacional de Ambiente y Energías Renovables*. Villa María, 09 al 11 de Noviembre de 2011. Trabajo aprobado para ser presentado en el plenario del congreso y publicado en las memorias.
- [7] ALONSO, F.J., LI GAMBI, J.A., RODRÍGUEZ, V. Y LIZARRAGA, S. (2011). Métodos y Tecnologías de Optimización en el Uso del Agua en Edificios, Estado Actual. *XXIII Congreso Nacional del Agua. Resistencia*, 22 al 25 de junio de 2011. Trabajo publicado en las memorias.
- [8] ALONSO, F.J., LI GAMBI, J.A. Y KORB, M.L. (2011). El Impacto de las Tecnologías Ahorradoras de Agua en el Costo Social del Servicio. *VI Congreso Internacional de Municipios y Servicios Públicos*. Córdoba, 4 al 7 de Mayo de 2011. Trabajo aprobado para ser presentado en el plenario del congreso y publicado en las memorias del congreso.