

**PRIMER CONGRESO IBEROAMERICANO DE PROTECCIÓN, GESTIÓN,
EFICIENCIA, RECICLADO Y REÚSO DEL AGUA**

**PRIMER SEMINARIO DE UNIVERSALIZACIÓN DEL ACCESO AL AGUA APTA
PARA EL CONSUMO HUMANO**

**PLANTEO DE UN EXPERIMENTO PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE LOS
DISPOSITIVOS AHORRADORES DE AGUA EN EDIFICIOS**

Viviana Rodríguez, Facundo J. Alonso, José A. Li Gambi, Daniela Villanueva, José Chicala
Departamento de Construcciones Civiles. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional
de Córdoba.

facundojosealonso@gmail.com

RESUMEN: En un mundo cada vez más problematizado por el uso indiscriminado de los recursos naturales, aparece como medida emergente impostergable el uso eficiente del agua. En este artículo se presentan las etapas y resultados preliminares de un experimento que se está llevando a cabo en las instalaciones sanitarias de un edificio público, a los fines de cuantificar el consumo de agua frente a distintos escenarios de utilización: a) el baño en condiciones de deterioro, b) el baño en buenas condiciones, pero con dispositivos convencionales, y c) el baño con dispositivos ahorradores de agua. El control de estos caudales se realiza mediante medidores de agua instalados "ad hoc". Se presentan los resultados de una primera etapa de trabajo, en la cual se obtuvieron las curvas de consumo medio diario para los escenarios "a" y "b", en las cuales se verifica la importancia de reducir las pérdidas en las instalaciones. Con este antecedente, se plantea aquí una segunda etapa, actualmente en elaboración, donde se compararán los consumos percibidos entre los escenarios "b" y "c". Se describe la metodología empleada, y se presentan los resultados preliminares de la primera etapa de esta investigación.

ABSTRACT: In a world increasingly troubled by the use of natural resources, appears as urgent to measure the flow efficiency in the use of water. This paper presents the stages and preliminary results of an experiment being carried out in the facilities of a public building, in order to quantify water consumption against different usage scenarios: a) the bathroom in bad conditions, b) the bathroom in good condition, but with conventional devices, and c) the same bathroom with water saving devices. The measure of these flows was made by flowmeters "ad hoc". The paper present the results of the first phase of the work, in which graphics showing daily average consumption for scenarios "a" and "b", show the importance of reduce leakages. With this background, in this paper is analyzed the second phase of the experiment, currently under development, in which will be compared the consumption between scenarios "b" and "c". The paper describes the methodology used, and presents the preliminary results of this research.

PALABRAS CLAVE: ahorro de agua, dispositivos ahorradores de agua, Edificio público.

1. INTRODUCCIÓN

Las grandes civilizaciones, a lo largo de la historia, se han desarrollado controlando los cursos de agua para su utilización. Es esencial reconocer el derecho fundamental de todo ser humano a tener acceso al agua potable y al saneamiento por un precio asequible.

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 tanpreciado elemento llegue a todos los niveles sociales, teniendo en cuenta que aproximadamente el 80 % de las enfermedades que provocan mortalidad infantil, en clases sociales de bajos recursos, se deben al agua contaminada.

Pese a ello muchas instituciones públicas no se ocupan del problema. A modo de ejemplo, la Universidad Nacional de Córdoba, no registra mediciones de consumo de agua.

En el año 2012 El Honorable Consejo Superior de la Universidad Nacional de Córdoba establece según el EXP UNC: 8750/2012, en su Anexo 1: Lineamientos para proyectos y/o ejecución de obras. Promulgando una serie de medidas de sustentabilidad para las construcciones, entre ellas, el siguiente párrafo:

“Se deberán instalar instrumentos de medición de los distintos servicios que ingresen a los edificios a proyectar: energía eléctrica, gas natural, y agua potable. Con el fin de poder leer, registrar y operar los datos y las variables de los instrumentos de medición de manera centralizada y a distancia, se recomienda que los instrumentos seleccionados posean, en lo posible, sistemas de transmisión de la información tipo MBus o similar.”

El presente trabajo es un aporte a la gestión del agua en los edificios, en este caso, un edificio público educativo.

Para la realización de esta experiencia, se ha acordado con la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales la aplicación, en un núcleo sanitario, de su sede en Ciudad Universitaria. Éste se ha comenzado en el año 2010, cumpliendo la primera fase del mismo, que consistió en el análisis comparativo entre consumos de agua en dos condiciones distintas: sanitario averiado, (con fugas de agua), y en buenas condiciones, (sin pérdidas).

A partir del año 2013, se comenzará una segunda etapa a desarrollar a lo largo del mismo. Se suman, en esta, dos unidades sanitarias más. La experiencia consistirá en evaluar los consumos de agua, para distintas condiciones de funcionamiento de cada unidad sanitaria, en dos fases. En la primera fase (Marzo-Junio de 2013) se registrarán mediciones de caudales de consumo en la situación de pérdida cero, pero sin dispositivos de ahorro, y en la segunda fase (Julio-Diciembre 2013), se medirá el consumo con dispositivos de ahorro de agua. Por último, con el propósito de crear conciencia sobre el ahorro del agua, se colocará en los sanitarios de estudio, material gráfico que incite a los usuarios en general, a preservar las instalaciones y a evitar el desperdicio del agua.

2. ANTECEDENTES

En año 2010 se comenzó a registrar los consumos de agua de una unidad sanitaria ubicada en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, edificio Ciudad Universitaria, en el marco del proyecto de investigación titulado “Uso eficiente del agua en edificios públicos y de viviendas”. (Alonso, et al., 2011).

El sanitario seleccionado (figura 1), cuenta con dos lavatorios, siete mingitorios y cinco inodoros. En el mismo se instalaron dos medidores *Actaris®*, con precisión de milésima de litro, que registran y almacenan el consumo. Éstos se ubicaron en coincidencia con las llaves de paso, de tal forma que uno de los medidores registra el consumo de los lavatorios y los mingitorios y el otro el de los inodoros. Se tomaron datos de consumo en dos condiciones diferentes. El primer período de registro, con el sanitario en condiciones originales, o sea con pérdidas en los artefactos, abarcó desde 19 de mayo de 2010 hasta el 10 de enero de 2011, el segundo período, (con el baño reparado, o sea sin pérdidas de los artefactos), abarca desde 11 de enero de 2011 hasta el presente.

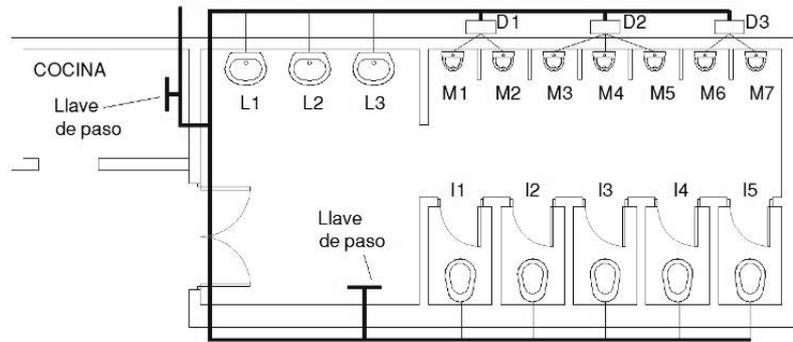


Figura 1: Esquema del sistema de abastecimiento de agua al baño en estudio. (Alonso, et al., 2011)

En la figura 2 se aprecia el gráfico de consumos diarios en m^3 de los inodoros, y la figura 3 los datos de los lavatorios y mingitorios, durante el período, 02/05/10 al 17/04/11. En éstos se puede observar que antes de la reparación del baño, (07/01/11), se registraban consumos de más de $10 m^3$, en la batería de inodoros, y de hasta $16 m^3$, en los mingitorios y lavatorios, luego de la reparación se observan que esos picos superan ligeramente los $2 m^3$ en la primera y $1 m^3$, en el segundo, llegando a casi nulo en los días sin uso.

En las figuras 4 y 5 se observa el mismo fenómeno a escala horaria. En la figura 5 se puede ver que el consumo disminuye a 0 en las horas en que no hay actividades en el edificio o sea antes de las 6 hs.

En el mismo sentido se puede expresar que existe una variación de aproximadamente $40lt/1/2$ hora, en 24 horas, entre el baño original y el baño reparado, por lo tanto se puede ahorrar aproximadamente $1900 lt/día$, y a lo largo de una año académico el ahorro sería de $570 m^3$, solo en lavatorios y mingitorios de una sola unidad sanitaria. (Alonso, et al., 2011).

Estas cifras aumentarían considerablemente si se sumaran los otros artefactos y en todos los baños de la facultad. Este ahorro se obtuvo solo reparando un sanitario, el mismo aumentaría si adicionalmente se colocaran dispositivos de ahorro de agua.

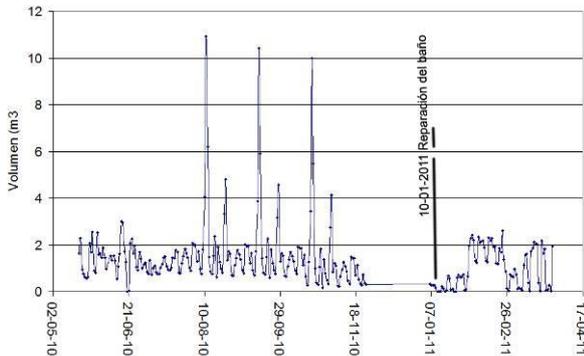


Figura 2: Consumo diario (en m^3) de los inodoros (Alonso et al., 2011)

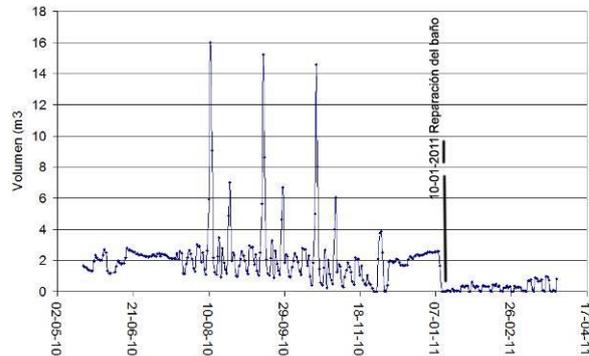


Figura 3: Consumo diario (en m^3) de los lavatorios y mingitorios (Alonso et al., 2011)

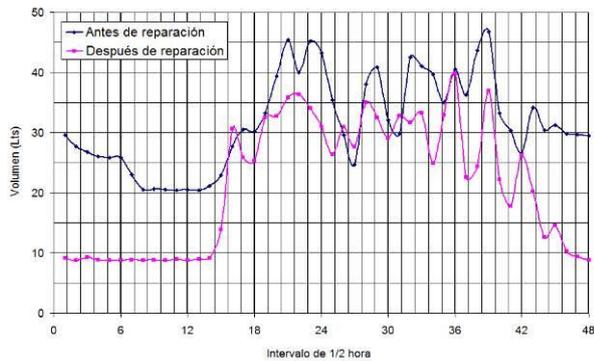


Figura 4: Consumo horario (en l) de los inodoros (Alonso et al., 2011)

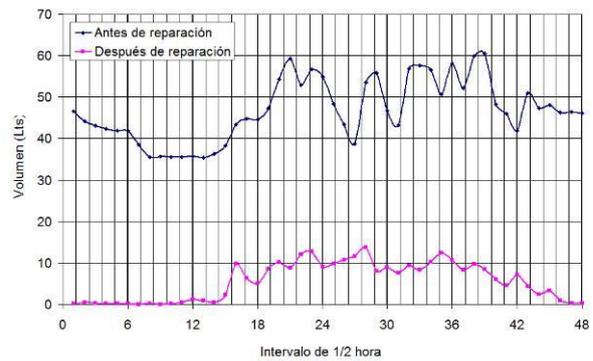


Figura 5: Consumo horario (en l) de los lavatorios y Mingitorios (Alonso et al., 2011)

Se plantea en esta etapa ampliar el estudio, esperando obtener nuevos resultados.

3. TAREAS Y OBJETIVOS

3.1 TRABAJO PROPUESTO

Proyecto 2013, se continuará con el sanitario ya estudiado y se agregaran dos unidades más, uno masculino y otro femenino, (baños 2 y 3); midiendo consumos sin dispositivos ahorradores y consumos con dispositivos ahorradores, combinando distintos productos de distintas marcas comerciales del mercado.

3.2 OBJETIVOS GENERALES DEL EXPERIMENTO

- Medir el consumo de agua potable en un edificio público, en este caso un edificio educativo, como es la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales; de la Universidad Nacional de Córdoba.
- Medir el consumo de agua, luego de la instalación de dispositivos ahorradores en los artefactos de tres unidades sanitarias seleccionadas.
- Comparación del consumo de agua potable previo y posterior a la aplicación de dispositivos ahorradores que provee el mercado.
- Comparación del consumo de agua potable antes y después de crear conciencia de ahorro del personal de limpieza y usuarios de las salas de baño.
- Calcular el consumo de agua potable por persona usuaria del servicio sanitario, previo y posterior a la instalación de dispositivos ahorradores, para luego calcular el consumo total en todo el edificio. Verificar el ahorro.
- Comparar costos económicos del consumo antes y después de aplicar los métodos ahorradores.

4. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

4.1 UBICACIÓN

Los sanitarios están ubicados en el nivel -1.35 del edificio de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Ciudad Universitaria, de la Universidad Nacional de Córdoba, tal como se aprecia en las zonas marcadas en la figura 6.

Se trata de tres sanitarios: el primero, (baño 1, figura 7), se encuentra próximo al acceso principal del edificio sobre un corredor que une distintas áreas; los otros dos (baño 2 y baño 3, figura 8) uno masculino y otro femenino, se encuentran próximos al patio principal del edificio, lugar de reunión de los estudiantes y cercano a la única cantina de la Facultad.

Se han propuesto esos sanitarios porque, al estar ubicados en un lugar de paso; se supone que tiene una intensidad de uso apropiado para este estudio

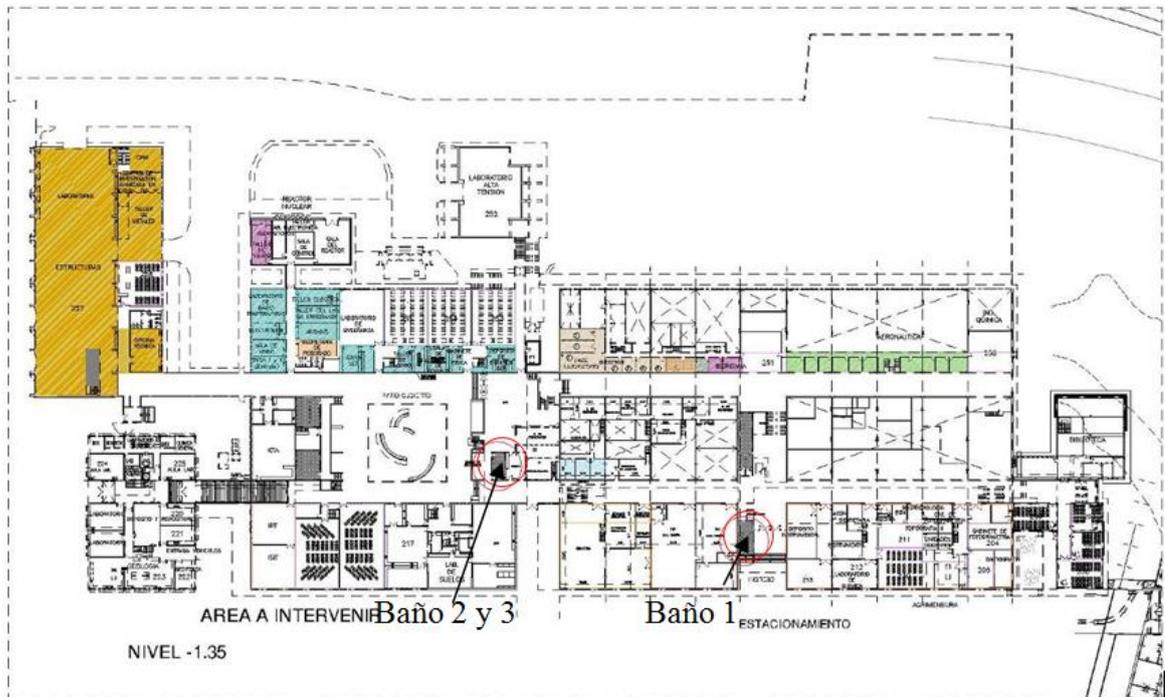


Figura 6: Plano 1 Nivel – 1.35 Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

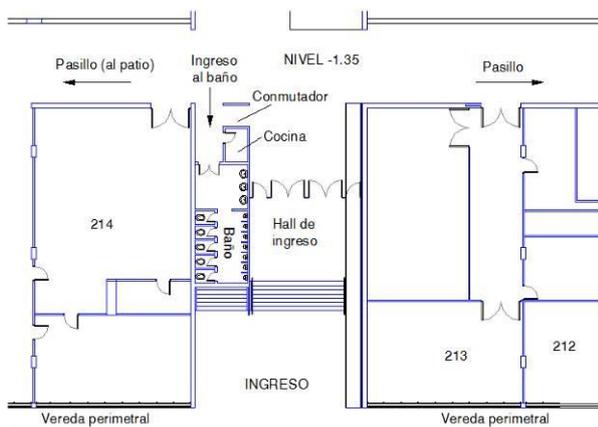


Figura 7: Plano 2 Nivel – 1.35 Plano Baño 1

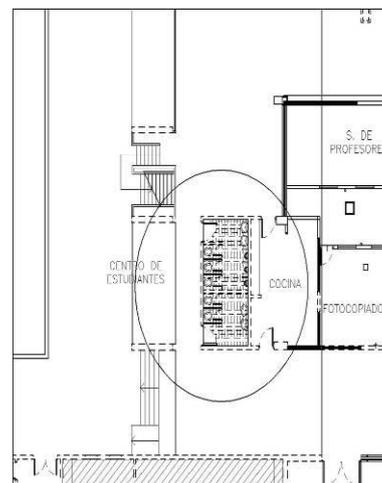


Figura 8: Plano 3 Nivel – 1.35 Plano Baño 2 y 3

4.2 RELEVAMIENTO DE LOS SANITARIOS.

Baño 1: baño de hombres, cuenta con cinco inodoros, siete mingitorios y dos lavatorios. (Figura 9, 10, 11, 12, 13). Este sanitario será equipado con materiales y artefactos provistos por la Empresa IDEAL S.A.



Figura 9: Ingreso al baño 1 desde corredor



Figura 10: Descarga de datos de consumos



Figura 11: Tendido de cañerías externas. Mochilas de Inodoros a reemplazar.



Figura 12: Vista de la llave de paso de Baño 1, medidor de consumos de agua.



Figura 13: Vista Lavatorios Baño 1.

Baño 2; baño de hombres, cuenta con tres inodoros, tres mingitorios y dos lavatorios. (Figura 14, 15). En este baño los dispositivos de ahorro y cañería, serán provistos por la Empresa FV-Ferrum y DEMA S.A. En estas unidades sanitarias el tendido de cañerías está empotrado en el muro, y es de la época de construcción del edificio, por lo que no cumple con las normas actuales de construcción.



Figura 14: Vista de lavatorios y mingitorios.



Figura 15: Vista de receptáculo de inodoro.

Baño 3; baño de mujeres, cuenta con dos inodoros y dos lavatorios. Igualmente que el anterior, proveerán los dispositivos de ahorro y cañería, la Empresa FV-Ferrum y Empresa DEMA S.A respectivamente. (Figura 16, 17 y 18)



Figura 16: Vista de lavatorios baño 3. Grifería de baja eficiencia.



Figura 17: Vista de Receptáculo de inodoros, y su depósito.



Figura 18: Vista de Receptáculo de inodoros, y su depósito.

ACTIVIDADES PROPUESTAS.

4.3.1 Reemplazo de grifería, tendido de cañería y colocación de medidores, en los sanitarios citados según detalles, (1º etapa Marzo-Julio de 2013):

Baño 1

- a. En este baño ya se han hecho las reparaciones y cuenta con tendido de cañería nueva.
- b. Cuenta con 2 medidores de agua, se busca sectorizar los consumos por lo que se debe agregar un medidor. De esa manera se registrará el consumo por grupo de artefactos.

En Baño 2 y 3

- a. Se realizará el tendido de cañería externa, nueva, provista por la Empresa DEMA S.A, desde tanque de agua hasta descargas de inodoros con caños según cálculo, apta para descargas con válvulas.
- b. Tendido de cañería externa nueva, hacia lavatorios y mingitorios.
- c. Colocar medidores de agua, provistos por AGUAS CORDOBESAS S.A, en los baños 2 y 3, cinco en total: uno en la entrada de los inodoros del baño masculino, uno en la entrada de los inodoros del baño femenino, uno a la entrada de los mingitorios y uno a la entrada de los lavatorios masculinos y otro en los lavatorios femeninos.
- d. En inodoros, anulación de depósitos de inodoros y colocación de válvulas de descarga, (Marca FV art. 0368.01 para limpieza de inodoros).
- e. En Lavatorios: colocar canillas comunes, (marca FV)

4.3.2 Relevamiento de la situación actual. Mediciones de base:

- a. Registro del consumo actual del agua sin intervención de equipos de ahorro, mediante la lectura, de descarga periódica de datos de los medidores instalados. Se tomarán los consumos en el primer

cuatrimestre de marzo a julio de 2013, por considerar que en esas fechas se realizan actividades académicas que abarcan períodos de clases y de exámenes. Estas tomas de datos se realizarán en espacios de 5 minutos.

- b. Releva actuación del personal de limpieza, mediante encuestas. Se comprobará de que forma realizan su trabajo, y si es relevante para esta práctica, su participación. Esta actividad se realizará en el mes de abril de 2013.
- c. Releva la intensidad de uso de los baños y cantidad de personas que lo usan, de esa manera poder calcular el consumo aproximado por persona y, el gasto total del edificio. Se colocarán sensores cuenta-personas, y se tomarán los datos dos veces por día, una al mediodía y otro a la noche. Las tomas de datos se realizarán en la primera y tercera semana de los meses que dure el experimento.
- d. Proponer al personal de limpieza y usuario de los sanitarios de estudio, que opte actitudes de ahorro de agua. La actividad se realizará por medios gráficos, cartelería, que se ubicarán en los sanitarios destinados a esta experiencia. Serán dos tipologías de carteles (a), (figura 19) instar a los usuarios para el cuidado de los artefactos colocados; y con la tipología (b) instando al usuario para que adopte medidas de ahorro del agua. Estas se irán modificando y/o sustituyendo, de acuerdo a como responda el individuo. Los ejemplos que se muestran en las figuras 20, podrán ser diferentes al culminar la actividad. Se colocarán en el mes de mayo de 2013, en las unidades sanitarias. Luego de esta medida se registrará el consumo en los 20 días posteriores. (figura: 20).

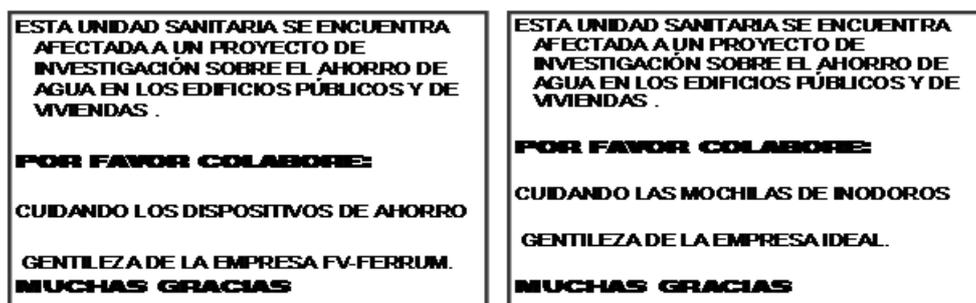


Figura 19: Tipología (a) de Carteles: propuesta tentativa.



Figura 20: Tipología (b) de Carteles: propuesta tentativa

4.3.3 Reemplazo de grifería, en los sanitarios citados según detalles, 2º etapa (Agosto- Noviembre 2013):

- A. Se instalarán en etapas dispositivos ahorradores de agua, presentes en el mercado local, en los distintos artefactos de los baños de estudio. Ésta fase se realizará en el segundo cuatrimestre de 2013, en el período de receso del mes de julio, según el siguiente detalle:

Baño 1

- a. En inodoros: Depósito Mochila ecológica (IDEAL, art, 90000).
- b. En lavatorios, colocar canillas automáticas para lavatorios (IDEAL, Línea Tempo, artículo 54300 temporizadora Premium).
- c. En mingitorios: colocar válvulas automáticas para mingitorios, (IDEAL, Línea Tempo. Art. 54100)

Baños 2 y 3

- a. En lavatorios, colocar canillas automáticas para lavatorios (FV ecomatic, o prassmatic).
- b. En mingitorios; válvulas automáticas para mingitorios; (FV ecomatic o prassmatic).
- c. En inodoros; (válvula FV de descarga para limpieza de inodoros con tapa de descarga 0368.0)

4.3.4 Análisis de la Situación final:

- a. Registro de Consumos: Controlar y realizar mediciones de consumo de agua en la situación 3.3.3 A. Estas mediciones se realizarán en el período agosto-noviembre de 2013. Las tomas de datos se realizarán de manera similar a la primera etapa, se harán en espacios de 5 minutos. Además se registrará todo cambio de condiciones de los sanitarios.
- b. Comparar resultados, relevando la situación inicial y final, para verificar los impactos previstos en el consumo.
- c. Análisis de Costos: Cálculo del costo del m³ de agua consumida, según datos de La Empresa Aguas Cordobesas.

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

$\$m^3 \text{agua} 1^\circ \text{etapa} = \text{costo} / m^3 \text{ de agua} \times m^3 \text{ de agua consumida en la } 1^\circ \text{ etapa}$

$\$m^3 \text{agua} 2^\circ \text{etapa} = \text{costo} / m^3 \text{ de agua} \times m^3 \text{ de agua consumida en la } 2^\circ \text{ etapa}$

5. OBSERVACIONES FINALES

En el presente trabajo se ha presentado una propuesta metodológica experimental para llevar adelante un estudio de la eficiencia de los dispositivos ahorradores de agua que ofrece el mercado en nuestro medio. Para ello, se está trabajando en conjunto con las principales empresas proveedoras de dispositivos sanitarios para el uso del agua. Los cuales incluyen en sus catálogos

dispositivos convencionales y eficientes. De modo tal que el experimento se basa en la comparación directa de los volúmenes consumidos de agua entre dos fases de proyecto comparables, en términos del uso del recurso.

Para llevar a cabo las mediciones se contó con el apoyo de la empresa concesionaria del servicio de agua en la ciudad de Córdoba, la cual proveyó los equipos necesarios. Adicionalmente, otra empresa líder del medio se incorporó al equipo de trabajo mediante la provisión de cañerías y accesorios para completar la obra experimental.

En consecuencia, un primer aspecto que merece ser destacado está relacionado con la gestión de vinculación del sector universitario académico público, con el sector privado empresarial. Una acción combinada de esfuerzos permitió la concreción de una propuesta metodológica en equipo, que involucra ambos actores de la sociedad, y que al mismo tiempo tiene beneficios para esta.

Con relación a los resultados del experimento, merecen destacarse los siguientes puntos. Mediante la implementación de una acción de mejora en el estado de las instalaciones, se ha registrado un ahorro del consumo, como consecuencia de la reducción de las pérdidas en los artefactos y cañerías, que supera en promedio el m³ por día, llegando a registrar, en ciertos días puntuales, picos de consumo del orden de los 8 m³ por día en la batería de inodoros, y de hasta 15 m³ por día, en los mingitorios y lavatorios.

Se ha dejado planteado un experimento que se encuentra en marcha, en la cual se establece un sistema de registro y evaluación del ahorro de agua empleando tecnologías presentes en el medio local, con propuestas adicionales orientadas a informar e instar al usuario en relación al compromiso con las nuevas tecnologías, fomentando su adecuada utilización. Si bien este experimento ha sido implementado en un edificio educativo, se espera que los resultados de este trabajo contribuyan al mejoramiento en el manejo y gestión del recurso en edificios de cualquier actividad, sea público o de viviendas.

BIBLIOGRAFÍA.

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.* Trabajo presentado en exposición oral en el VI Congreso Internacional de Municipios y Servicios Públicos. Córdoba, 4 al 7 de Mayo de 2011. Publicado en los anales del Congreso.

Gil, J C; Cabezas, D M ett all. (2009). *Diagnóstico y Propuesta para el uso racional y eficiente del agua en el edificio de ingeniería de la Universidad del Cauca.*

Honorable Consejo Superior. Universidad Nacional de Córdoba. (2012). *Lineamientos para Proyectos y/o Ejecución de Obras. EXP-UNC: 8750/2012. Anexo 1*