



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

Unidad Ejecutora:

Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas

Título del proyecto de investigación:

Diseño de un sistema de tratamiento de agua pluvial a baja escala.

Código del proyecto:

C2-ING-021

Programa de acreditación:

CyTMA2

Director del proyecto:

Mg. Fauroux, Luis Enrique

Co-Director del proyecto:

Ing. Espiñeira, Pabla A.

Integrantes del equipo:

Lic. Degaetani, Omar Jorge

Mg. Daniel O. Diaz,

Lic. González, Ricardo

Lic. Mansilla, José O.

Fecha de inicio:

01/01/2015

Fecha de finalización:

31/12/2016

Informe final



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

Sumario

1.	Resumen del Proyecto:	3
2.	Memoria Descriptiva.....	3
3.	Introducción.....	4
4.	Desarrollo.....	6
5.	Resultados y Conclusiones	15
6.	Referencias.....	18
7.	CUERPO de ANEXOS	19
	ANEXO I - Características de las Resinas	19
	ANEXO II – Certificados de presentaciones.....	21
	ANEXO III – Trabajos Presentados.....	25
	ANEXO IV – Nota de Alta Patrimonial.....	72
	ANEXO V – Rendición de Gastos	73



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

1. Resumen del Proyecto:

El presente trabajo tiene como objeto analizar la viabilidad de la recuperación y tratamiento de agua pluvial a nivel residencial. La investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Nacional de La Matanza utilizando datos propios e históricos del régimen de lluvias. El tratamiento del agua pluvial tiene dos aspectos, la eliminación de la materia orgánica y la composición química de las sales disueltas. A los efectos del dimensionamiento es necesario conocer las concentraciones en estos sentidos. El tratamiento propuesto consiste en cuatro etapas: trampa de sólidos, eliminación de materia orgánica por carbón activado granular, eliminación inorgánica por resinas de intercambio iónico, y mantenimiento por cloración. Teniendo en cuenta la legislación vigente se analizó el destino de su uso, las instalaciones auxiliares, la factibilidad técnica y económica de la implementación residencial. Esto nos permitirá saber el beneficio potencial a obtener y las posibles transferencias a realizar.

Palabras Claves: Dispositivo, sensor, óptico, sumergible, química.

2. Memoria Descriptiva

La UNLaM está trabajando en propuestas ambientales aplicables sobre proyectos de construcción, tales como nuevos barrios. Tales propuestas incluyen, por ejemplo, colectores solares planos para agua caliente sanitaria y la recuperación de agua pluvial. Estas alternativas intentan disminuir el consumo de gas y agua. Respecto a lo concerniente al presente trabajo, si bien el equipo realizó un estudio en este sentido, la volatilidad de las marchas y contra marchas respecto a la aplicación de las nuevas tarifas y, además, la ausencia de la colocación masiva de medidores del consumo de agua en forma particular, no han permitido realizar un estudio definitivo aún.

La problemática y análisis de este proyecto fueron presentados en el IX Congreso Argentino de Ingeniería Industrial COINI 2016), mientras que los resultados y conclusiones en el Congreso Argentino de Ingeniería (CADI 2016). Es de destacar que si bien algunas tareas fueron en especial abordadas por algún integrante del grupo, en general todos tienen conocimientos de los distintos temas y trabajos realizados, cumpliendo las tareas conforme el cronograma establecido. En un aspecto macro el grupo se dividió en equipos según sus conocimientos, un grupo en la tarea del desarrollo de dispositivos, y otro en la preparación de las técnicas sobre las que se aplicará. El objetivo de la investigación se cumplió conforme el cronograma establecido. Sin embargo es necesario hacer notar que hubo que adaptar ciertas tareas, como por ejemplo las determinaciones analíticas. Los inconvenientes surgieron por la imposibilidad de adquirir productos incluidos en las listas de precursores químicos.

Por otro lado en la Universidad se ofrecieron becas, otorgándosele una de ellas a un estudiante de Ingeniería Industrial, Fernando Martín Campo. El alumno se incorporó al grupo de investigación en septiembre 2015, y su plan de trabajo consistió en la evaluación económica del proyecto, siendo supervisado por el resto de los integrantes.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

3. Introducción

Selección del tema: El creciente desarrollo de las ciudades, aumenta la impermeabilización de las cuencas urbana y de sus humedales, lo cual genera que el agua caída provoque anegamientos y dificultades que podrían mitigarse en parte acumulando aunque sea una parte de la misma y reutilizándola para servicios sanitarios o riego.

Definición del problema: Por su parte, la creciente urbanización trae aparejada el aumento del requerimiento de agua potable. Para satisfacer esta demanda es necesaria la instalación de nuevas plantas potabilizadoras, aumentar la capacidad de las existentes o implementar sistemas de gestión adecuados que permitan un mejor aprovechamiento del recurso.

Justificación del Estudio:

El uso de agua pluvial recuperada implica una reducción de la demanda a la red de agua corriente y por lo tanto un mejor aprovechamiento del agua potable, con los consiguientes beneficios sociales y económicos. En aquellas zonas que carecen de redes cloacales, la mala gestión de los pozos absorbentes y cámaras sépticas provocan filtraciones que terminan contaminando las napas subterráneas, por ende, se debe recurrir a perforaciones cada vez más profundas, lo cual en caso de una mala ejecución de los pozos pone en peligro el recurso subterráneo ubicado a mayor profundidad. Este aumento en las profundidades de excavación, es un claro indicador de la escasez y costo del recurso, además de ser cada napa contaminada, un reflejo de una mala gestión en la administración del bien. En este sentido, vale la pena mencionar que una de las principales causas de la contaminación del manto freático no confinado, es la presencia de numerosos sumideros a cielo abierto, habitualmente llamados “basurales clandestinos”, que generan diariamente enormes volúmenes de lixiviados que terminan contaminándola el recurso subterráneo.

Limitaciones y alcances del trabajo:

Se valorará la factibilidad técnica, económica e instalación a baja escala, es decir a nivel residencial, que podría hacerse extensivo a pequeñas y medianas empresas. Asimismo queda abierta la posibilidad de continuar esta línea de investigación para ser aplicadas en barrios cerrados y/o clubes.

Objetivos:

El objetivo principal es diseñar un conjunto de dispositivos que permita el tratamiento de agua pluvial in situ. Este sistema permitirá obtener beneficios para el medio ambiente y un mejor aprovechamiento del recurso natural. La hipótesis principal es que la cantidad de agua pluvial colectada, y tratada in situ, no sería demandada a la red de agua corriente. El costo del tratamiento para su uso en los vestuarios sería aceptable y habría una cantidad considerable de agua que no alcanzaría las calles y alcantarillas disminuyendo el riesgo de anegamientos en los alrededores y un mejor aprovechamiento del recurso natural.

Hipótesis:

El tratamiento de agua pluvial es una de las formas en las que se puede aprovechar los recursos naturales. El agua caída provoca, en algunos casos, anegamientos y dificultades que podrían evitarse acumulando aunque sea una parte de la misma y reutilizarla para servicios sanitarios o riego. Su utilización implica una reducción de la demanda y por lo tanto una mejor aprovechamiento del agua potable, con los consiguientes beneficios sociales y económicos.

Es sabido que, fundamentalmente en el conurbano bonaerense, son comunes los anegamientos que se dan habitualmente a causa de las lluvias. Con la intención de tener datos certeros de la magnitud de dichas lluvias, se instaló una estación meteorológica en



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

los techos de la Universidad. La misma está provista, entre otros elementos, de un pluviómetro. En el cuadro adjunto se muestran los resultados obtenidos (período Junio 2015 – Mayo 2016):

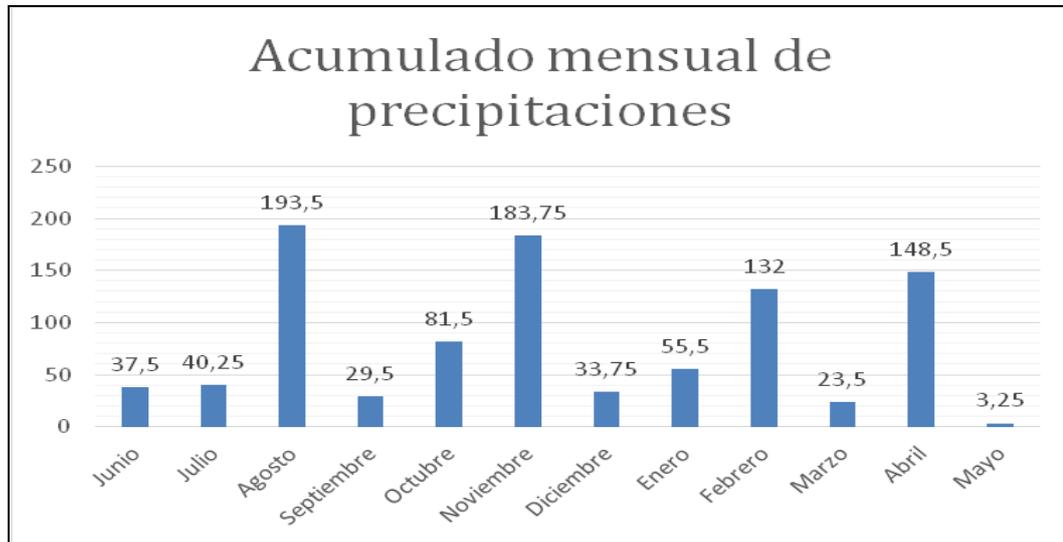


Figura 1 – Valores de precipitaciones obtenidas en la UNLaM

En base al gráfico se puede apreciar que durante el mes de octubre 2015, y tomando como base un techo con una superficie de 100 m², se podrían haber colectado y reutilizado un volumen de aproximadamente 8000 litros. Vale aclarar que el que significado de “milímetros de lluvia” implica que 1 milímetro de agua caída equivale a 1 litro de agua por m² de superficie. Si se considera que una familia tipo consume aproximadamente 400 a 500 litros de agua por día para servicios, recurso que es requerido a la red de agua potable. Con estos datos puede decirse que en ese período de tiempo se cubriría, con agua pluvial, prácticamente la mitad del agua de servicio necesaria. Lo que se plantea en este trabajo es la reutilización de agua pluvial como agua de servicio. Esto significa destinar el uso del recurso hacia la carga de las mochilas de sanitarios, riego, baldeo, lavado vehicular, etc.

Cabe destacar que a pesar que el uso sea secundario, el agua debe ser tratada para evitar inconvenientes ocasionados por su ingesta accidental. Esto significa eliminar toda la materia orgánica y la inorgánica que puedan ocasionar problemas para la salud tanto en las personas como en otros seres vivos. Varias leyes, como la Ley 12257 [1], ley 14520 [2] y 14703 [3] establecen claramente que esta agua recuperada no puede ser mezclada con el agua de red para consumo humano, y es por este motivo es que sólo se contemplará que su destino sea en todo momento como agua de servicio. En referencia a la calidad y composición química de agua pluvial, en el año 2011 se ejecutó un proyecto en Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires (Pérez, Claudio y otros, 2012). Uno de los objetivos de esa investigación consistió en la toma de muestras del material particulado que se depositara, tanto húmedo como seco, en el sector del mencionado pabellón. El proyecto contó con la asistencia de la Universidad de México que prestó el equipamiento necesario para cuantificar, reconocer las características físico-químicas y establecer su vinculación con la procedencia de estos depósitos. Los resultados arrojaron valores similares a los de Porto Alegre (Brasil) en 2009, a excepción de una mayor concentración de nitratos, lo que significaría un mayor grado de contaminación. Los depósitos asociados a la combustión automotor se corresponden con los hallados para otras ciudades, como se indica en el trabajo de Baumgardner (2007).



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

4. Desarrollo

Materiales y Métodos: El proyecto pretende analizar la recuperación de agua pluvial en la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM). La misma se encuentra situada en el conurbano bonaerense, área altamente antropizada, donde el agua pluvial no filtra hacia los acuíferos, sino que descarga hacia el Río de La Plata por medio de los distintos ríos subterráneos y por lo tanto no es aprovechada. Estos ríos podrían verse colapsados y provocar anegamientos si el fenómeno meteorológico involucra una gran cantidad de agua.



Figura 2 – Alrededores de la UNLaM

Por lo que la hipótesis principal es que la cantidad de agua pluvial colectada, y tratada in situ, no sería demandada a la red de agua corriente. El costo tratamiento para su uso en los vestuarios sería aceptable y habría una cantidad considerable de agua que no alcanzaría las calles y alcantarillas disminuyendo el riesgo de anegamientos en los alrededores y un mejor aprovechamiento del recurso natural.

El tratamiento del agua pluvial tiene dos aspectos, la eliminación de de la materia orgánica y la composición química de las sales disueltas. A los efectos del dimensionamiento es necesario conocer las concentraciones en estos aspectos. En primera instancia se investigó sobre las técnicas de análisis en estos sentidos. En lo que se refiere a materia orgánica las técnicas se basan en la medición del consumo de oxígeno, ya que esto relacionado al contenido de microorganismos. La técnica más difundida es la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅, ensayo de incubación por 5 días). La exactitud y precisión de ésta técnica se hallan influenciadas por diversos factores. Se trata de llenar completamente dos recipientes de volumen conocido (300 ml), cerrarlos herméticamente. A uno de ellos de lo deja que evolucione a una temperatura de 20°C durante un período de 5 días. El otro se procesa inmediatamente. La diferencia entre ambas, teniendo en cuenta la dilución de la muestra, es la DBO. Las diluciones que contengan al menos 1 mg/L de demanda de oxígeno (DO) residual y una diferencia de DO de al menos 2 mg/L al cabo de los 5 días son las que brindan mejores resultados. Si más de una dilución cumple con los requisitos, entonces se promedian los resultados ya no hay evidencia de anomalías.

$$DBO_5 = \frac{(DO_{inicial} - DO_{final})}{f} \quad (1)$$

Donde f es el factor de dilución decimal a muestra. Se investigó sobre los estándares estipulados en el Artículo 982 de la Ley 18284 (Código Alimentario Argentino) sobre aguas [4].

El dimensionamiento de la instalación se realizó en base al espacio físico disponible. La idea consistió en colectar, en un tanque de 500 litros, el agua de lluvia tratada que descarga en un sector del entretecho del edificio, en donde se ubica el DIIT. El techo posee una superficie de 32 m² y descarga mediante cañerías de 100 mm de diámetro



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

hacia una bajada pluvial vertical que desemboca en un colector pluvial de desagüe. Las dimensiones de las cañerías son consistentes con edificaciones familiares, por lo que los resultados y conclusiones son extrapolables a ese nivel. El análisis dimensional en este sentido se realizó en base a una superficie cubierta de 100 m² y los regímenes de lluvias cuyos datos se obtuvieron de una estación meteorológica instalada en la UNLaM para tal fin. Los gráficos en la Figura 3, muestran la cantidad de días que una cisterna de 1000 litros opera con consumo de 500 litros diarios. A pesar de poder recuperar volúmenes mayores al mencionado, seleccionar un tamaño mayor implicaría una gran cantidad de tiempo con el tanque sin completar, un mayor costo de mantenimiento, una mayor inversión en resinas, carbón activado y en la instalación de la cisterna.

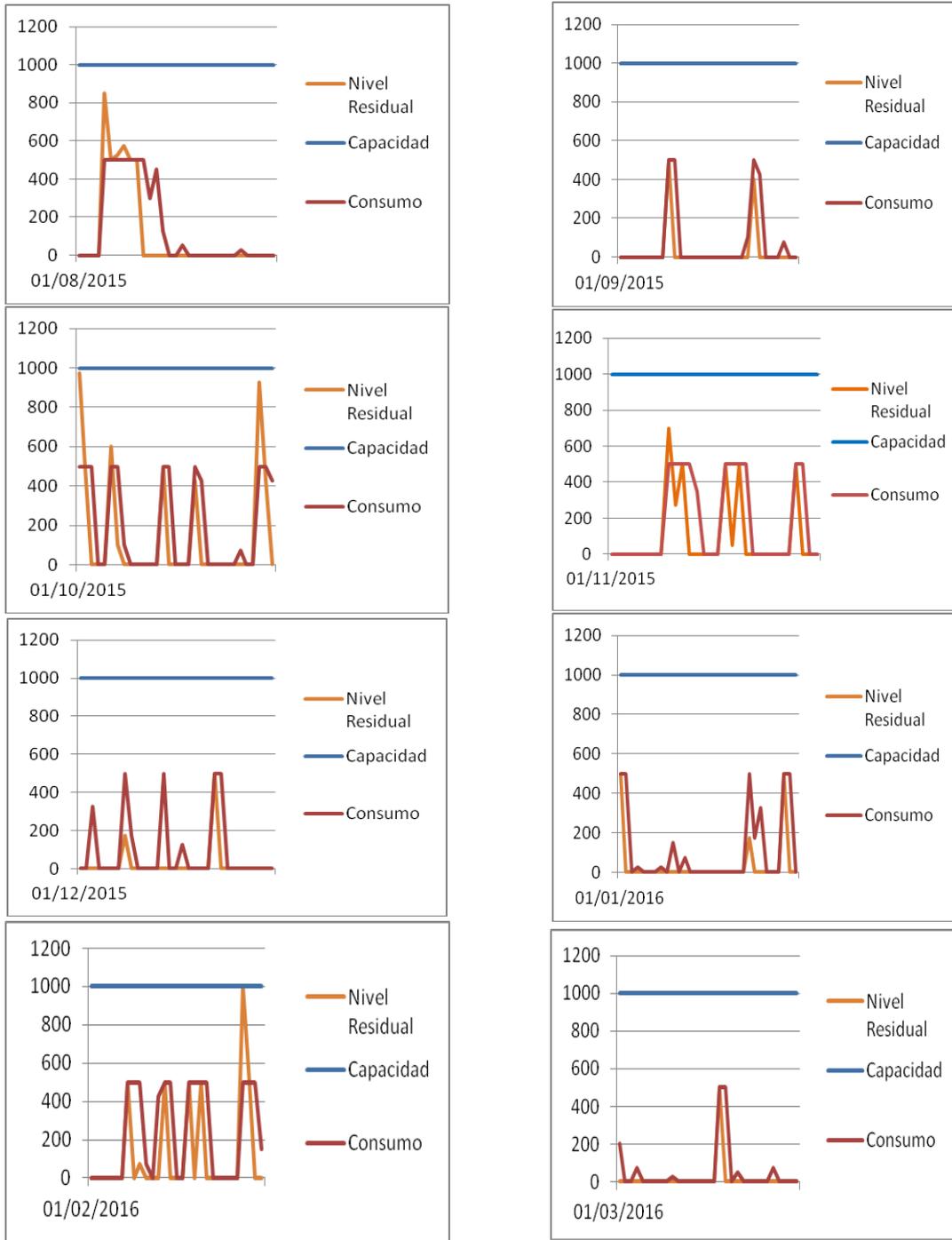


Figura 3. Volumen Residual (Precipitaciones - Consumo) vs. Volumen de la cisterna
Fuente: Elaboración propia



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

Los cuadros, incluidos en la Figura 3, se elaboraron con datos obtenidos por la estación meteorológica instalada en la universidad para tal fin, y durante el período de desarrollo de la investigación. En ellos se puede apreciar que sólo en dos días puntuales (en agosto-15 y febrero-16), se podría haber superado la capacidad de la cisterna, que es cuando el nivel residual alcanza la capacidad del tanque. Esta observación implica la instalación proyectada cumple con el requerimiento de captar prácticamente toda el agua pluvial y recuperarla.

El esquema de la instalación propuesto en base a estos datos es

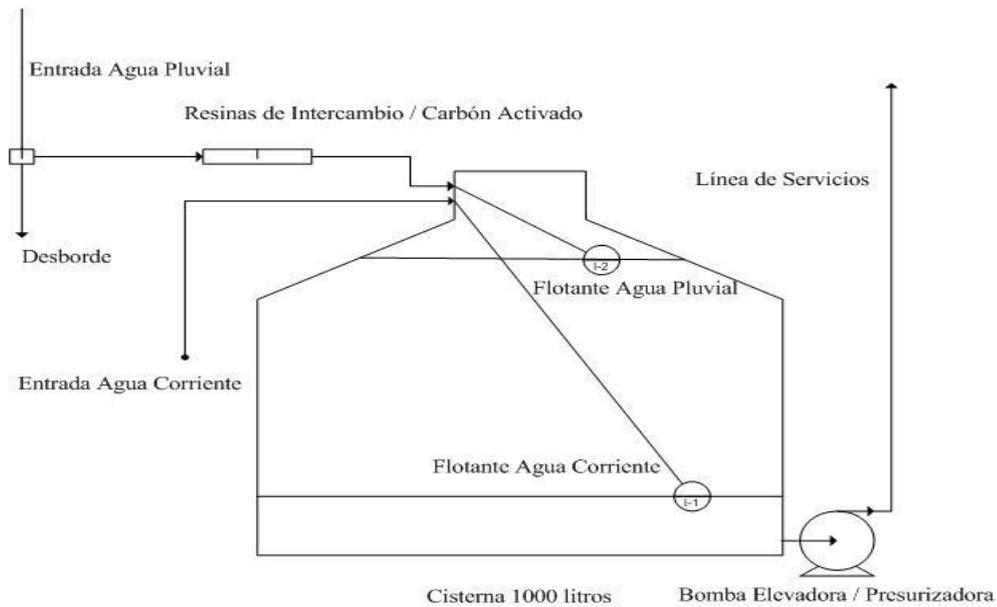


Figura 4. Corte longitudinal del esquema de instalación

El dispositivo purificador consiste en una “Te” cuya salida lateral es roscada con diámetro de 110 mm, colocada luego del filtro grueso de sólidos, y seguida de una reducción a 40 mm. La resina de intercambio iónico y el carbón activado se colocaron en bolsas porosas de nylon con el objeto de evitar el intercambio total de iones y evitar grandes pérdidas de presión, permitiendo la circulación del agua pluvial a tratar. La instalación prevé un desvío por rebalse, a fin de evitar desbordes. Se tuvo en cuenta que, para períodos sin lluvias, el sistema permita el ingreso de agua corriente. La cantidad de agua que, en estos casos, el sistema permitirá acumular no superará los 100 litros.



Figura 5. Instalación piloto en el entretecho de la UNLaM



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

Lugar y tiempo de la investigación:

El aspecto legal restringe el uso del agua recuperada a usos secundarios, impidiendo por cualquier motivo destinarla a consumo humano. Esto se debe a la prohibición de mezclar el agua corriente, con agua proveniente de otro recurso, sin importar cuán bien o mejor esté tratada respecto del agua de red. Esto limita el alcance del recuperado hacia usos como, por ejemplo, el riego, depósitos de baños y lavado de pisos y vehículos, el usuario se ve obligado a disponer de un doble circuito de agua. Así, durante el período 2015 – 2016 se desarrolló el proyecto de recuperación y tratamiento de 500 litros de agua pluvial, y destinarla en un sector sanitario de la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM). Con el fin de estudiar la eficiencia del sistema propuesto, efectuar ajuste, calibraciones y garantizar la eficiencia del mismo, se montó en las instalaciones del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas un prototipo del sistema de reaprovechamiento descripto.

Descripción del objeto de estudio:

Un aspecto importante e interesante de la resina de intercambio es la capacidad de litros que es capaz de tratar y el costo de la regeneración. Respecto a este último punto, la decisión se volcó hacia un tipo de resina que se regenera con cloruro de sodio (NaCl) [6], mejor conocida como sal de mesa. Lo interesante es que ambos tipos de resina, aniónica y catiónica, pueden ser regeneradas de esta manera, lo que implica que no es necesario desarmar el paquete para dicho proceso. Los lechos de intercambio iónico serán limpiados y regenerados, a intervalos determinados en función del volumen de agua de forma manual. La regeneración implicará inundar el paquete con una solución salina de sodio, que barrerá de manera efectiva los iones de dureza dejando a la resina lista para el siguiente ciclo de suavización del agua. Finalmente la cloración, consiste en el agregado de pastillas de cloro para reducir o eliminar microorganismos, tales como bacterias y virus; pero el cloro, no es suficiente para eliminar todos los parásitos patógenos. La cloración desinfecta el agua, pero no la purifica por completo, se utiliza para mantenimiento.

Descripción de la población y muestra:

En relación a los contaminantes orgánicos estipula que:

- Bacterias coliformes: NMP a 37°C-48 hs. (Caldo Mc Conkey o Lauril Sulfato), en 100 ml: igual o menor de 3.
- Escherichia coli: ausencia en 100 ml.
- Pseudomonas aeruginosa: ausencia en 100 ml.

En la evaluación de la potabilidad del agua ubicada en reservorios de almacenamiento domiciliario deberá incluirse entre los parámetros microbiológicos a controlar el recuento de bacterias mesófilas en agar (APC - 24 h a 37°C); en el caso de que el recuento supere las 500 UFC /ml y se cumplan el resto de los parámetros indicados, sólo se deberá exigir la higienización del reservorio y un nuevo recuento. En las aguas ubicadas en los reservorios domiciliarios no es obligatoria la presencia de cloro activo. La contaminación orgánica proviene principalmente de la suciedad acumulada en los techos que se usarán para la recolección. Se resolvió que el método a utilizar para su tratamiento será de doble efecto. El agua será previamente filtrada y tratada con carbón activado antes de entrar al reservorio. Este proceso deberá poseer baja pérdida de carga (caída de presión) y, de ser necesario, se continuará el tratamiento con pastillas de cloro sólido de disolución lenta, lo que permitirá la conservación de lo colectado. El carbón activado puede ser re-activado sometiéndolo al calor dentro de un horno de cocina, lo que permite aumentar su vida útil y



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

disminuir los costos de mantenimiento. Para los contaminantes inorgánicos la ley establece que:

Acidez	pH	Entre	6,5 – 8,5	mg/l
Amoniaco	NH ₄ ⁺	Máximo	0,20	mg/l
Aluminio residual	Al	Máximo	0,20	mg/l
Arsénico	As	Máximo	0,05	mg/l
Cadmio	Cd	Máximo	0,05	mg/l
Cianuro	CN ⁻	Máximo	0,10	mg/l
Zinc	Zn	Máximo	5,0	mg/l
Cloro	Cl ⁻	Máximo	350	mg/l
Cobre	Cu	Máximo	1,00	mg/l
Cromo	Cr	Máximo	0,05	mg/l
Dureza total	CaCO ₃	Máximo	400	mg/l
Fluoruro	F ⁻	Máximo		mg/l
Hierro Total	Fe	Máximo	0,30	mg/l
Manganeso	Mn	Máximo	0,10	mg/l
Mercurio	Hg	Máximo	0,001	mg/l
Nitrato	NO ₃ ⁻	Máximo	45	mg/l
Nitrito	NO ₂ ⁻	Máximo	0,10	mg/l
Plata	Ag	Máximo	0,05	mg/l
Plomo	Pb	Máximo	0,05	mg/l
Sólidos disueltos totales		Máximo	1500	mg/l
Sulfatos	SO ₄ ⁼	Máximo	400	mg/l
Cloro activo residual	Cl	Mínimo	0,2	mg/l

Tabla 1 – Concentraciones permitidas por la ley

A los efectos de evaluar la factibilidad del tratamiento proyectado, el equipo se remitió a un estudio realizado por Perez C. y otros [5] en el 2011 sobre el agua pluvial colectada en los techos del pabellón II de la ciudad universitaria (Ciencias Exactas UBA), el cual arrojó los siguientes resultados

Acidez	pH	Entre	5,9 – 6,7	mg/l
Nitrato	NO ₃ ⁻	Entre	4,9 – 9,4	mg/l
Fosfatos	PO ₄ ⁻³	Entre	0 – 0,07	mg/l
Sulfatos	SO ₄ ⁼	Entre	1 – 5	mg/l

Tabla 2 – Valores obtenidos por Perez C. y otros (2011)

Los autores concluyen que esta fuerte presencia de nitratos en el agua de lluvia estaría relacionada con las intensas emisiones de óxidos de nitrógeno de la ciudad de Buenos Aires. Las muestras de agua de lluvia colectadas correspondieron en todos los casos a pasajes de sistemas frontales sobre la ciudad. Asociada al desplazamiento de algunos frentes se produjo la llegada de cenizas volcánicas del sistema Puyehue–Cordón Caulle. Aún así los valores preliminares sugieren que no es necesario un bajo caudal del agua para el correcto acondicionamiento mediante resinas de intercambio iónico. Sin embargo es importante destacar ciertos aspectos que surgieron luego de analizar la bibliografía y consultar a los agentes comercializadores. En primer lugar es posible que durante los períodos de reposo se produzca el crecimiento de microorganismos en las resinas, hecho que se puede evitar retirando el cartucho y manteniendo aireada la resina. En segundo



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

término el hierro trivalente actúa como un “veneno” de las resinas, dada la dificultad para removerlo al momento de la regeneración.

Diseño de la investigación: El método a utilizar para su tratamiento será de doble efecto. El agua será previamente filtrada y tratada con carbón activado granular antes de entrar al reservorio, cuya acción es la de adsorción, donde la materia orgánica se adhiere a la pared del carbón por una función química. En este paso eliminamos los pesticidas, plaguicidas y otros contaminantes orgánicos (básicamente orgánicos volátiles). Este proceso deberá poseer baja pérdida de carga (caída de presión) y, de ser necesario, se continuará el tratamiento con pastillas de cloro sólido de disolución lenta, lo que permitirá la conservación de lo colectado. El carbón activado granular es el de normal uso comercial, no posee características particulares y puede conseguirse fácilmente a través, por ejemplo, de internet. El mismo puede ser re-activado sometiéndolo al calor dentro de un horno de cocina, lo que permite aumentar su vida útil y disminuir los costos de mantenimiento.

El siguiente paso en nuestro proceso de purificación es la eliminación de elementos que causan la dureza del agua, interponiendo un empaquetado de resinas para tal fin. Decimos que el agua es “dura” cuando encontramos calcio y magnesio y éstos sobrepasan los niveles permitidos. Utilizaremos una “Te” donde se colocarán los paquetes de resina de intercambio iónico (Anexos 1 y 2) y carbón activado granular.



Figura 6. “Te” Filtro de sólidos (vertical) y “Te” Cartucho de resinas y carbón activado (horizontal)

Las perlas sintéticas servirán como base para que se lleve a cabo dicho intercambio. Cuando el agua pase a través de la resina de intercambio iónico, los iones de dureza, que llevan una carga positiva fuerte, desplazarán a los iones de sodio más débilmente cargados. El calcio y magnesio (iones de dureza) serán atrapados a través de la atracción electromagnética de las partículas de la resina.

Instrumentos de recolección y medición de datos: Los datos pluviométricos fueron recolectados por una estación meteorológica colocada para tal fin en la UNLaM. Las muestras fueron recolectadas en distintos puntos de la instalación y diferentes momentos.

Confiabilidad y validez de la medición: Se contrastaron los datos de la estación con la información estadística disponible y se realizaron dos análisis en laboratorios externos.

Métodos de análisis estadísticos: No aplica



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

Evaluación económica y financiera:

Esta etapa del proyecto consiste en analizar la factibilidad del mismo desde el punto de vista de los costos en los que se debe incurrir y los beneficios que esté traerá al usuario que utilice este sistema. El objetivo del mismo es demostrar que no solo se obtiene un beneficio ambiental incuantificable, sino que también presenta un ahorro económico, enmarcando a este proyecto dentro de la privilegiada categoría de estrategias win-win.

Los principales egresos de dinero estarán separados en dos categorías. Primero está la inversión inicial del proyecto que abarca la compra de materiales y la instalación del sistema. El listado siguiente reúne los materiales necesarios para esta etapa:

Materiales
Pileta de patio como control de rebalse
Pileta de patio como control de sólidos
“Te” (110 mm) como cartucho
Reducción 110mm a 63mm
Reducción 63mm a 50mm
Reducción 50mm a 40mm
Bomba elevadora (inteligente)
Carbón activado
Boya de cloro (doble acción)
Tanque cisterna (1000 litros)
Caños y Accesorios en 110mm
Caños y Accesorios en 40mm
Caños y Accesorios en 1 pulgada

Tabla 3 – Tabla de materiales

La segunda categoría son los insumos que se irán consumiendo con la utilización del sistema y debiendo ser reemplazadas proporcionalmente al consumo de agua. Las resinas los únicos materiales de esta categoría y presentan una vida útil entre 5000 y 6000 litros.

Los principales **ingresos** de dinero serán los ahorros que le generará al usuario el uso del sistema a lo largo del tiempo. Cada m³ recolectado de agua de lluvia representa un m³ consumido del sistema de agua corriente, disminuyendo el consumo, y así, el monto final de la factura del servicio. Para poder realizar una correcta evaluación económica y financiera del proyecto de recolección de agua de lluvia para uso domiciliario, es necesario definir los **supuestos** con los que se trabajará. Esto se debe a que no cualquier vivienda percibirá los mismos beneficios. Lo anterior no quita que el modelo utilizado no sea susceptible de modificaciones y adaptaciones para poder aplicarlo en diferentes contextos, pero es necesario aclarar esto ya que los resultados obtenidos en este informe no son genéricos, pero si lo es el método de evaluación. A priori, debemos considerar las siguientes afirmaciones:



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

1. **Segmento de mercado:** Este sistema se instalará únicamente en viviendas nuevas. Es decir, al momento de la obra ya se considerarán las particularidades constructivas pertinentes a la utilización de un sistema de agua recolectada.
2. **Uso del agua tratada:** El uso del agua tratada será usada exclusivamente para uso de servicio. Esto se garantizará mediante la instalación de circuitos específicos para no mezclarla con agua corriente.
3. **Zona geográfica con medidor (caudalímetro) de agua:** Para que efectivamente exista el ahorro para el usuario, este debe estar dentro del grupo de clientes que cuentan con medidor de agua corriente. La otra modalidad de este servicio es una tarifa fija en función de diferentes variables, todas independientes de la cantidad de m³ consumidas.
4. **Zona geográfica con sistema de cloacas:** Este es otro supuesto ya que existen clientes con agua corriente y cloacas, y clientes con agua corriente sin cloacas. Solo se considerará al segundo grupo de clientes en este proyecto ya que el hecho de contar con este primer servicio duplica la tarifa del m³ de agua.
5. **Relación superficie de captación / promedio de lluvias:** Se debe considerar que la relación superficie de captación (techos) y el promedio en milímetros de precipitaciones permitan cubrir, como mínimo, la demanda estimada. En el caso de que esto no suceda, se puede aumentar la superficie de captación en el caso de que sea necesario. La superficie mínima requerida es de 100 mt².
6. **Nivel de consumo de agua en el hogar:** Se estima un ahorro de 6 m³ de agua mensualmente, el cual si es convertido a días y litros nos da un promedio de 200 litros de agua por día. Este dato es completamente posible ya que, sin tener en cuenta el uso del agua para riego o limpieza del auto y/o veredas, alcanzaría con las descargas de inodoro que realiza una familia en una casa promedio.
7. **Precio del m³ de agua corriente:** El precio del m³ de agua corriente fue tomado de los datos oficiales y vigentes a partir de 1ro de junio del año 2016 por la compañía *ABSA – Aguas Bonaerenses S.A.* La tabla se encuentra como un anexo al final del informe. (\$ 5,76).
8. **Precios de los materiales:** Los precios expuestos en esta evaluación económica están actualizados al día 27 de junio del año 2016. Estos fueron consultados en la cadena de comercio *Sodimac*, líder en ventas de productos para la construcción, ferretería y equipamiento para el hogar.
9. **Método utilizado:** Método por lo percibido en el cálculo de los flujos de fondos, sin considerar la carga impositiva en dichos periodos.
10. **Limitaciones del proyecto.** El proyecto en términos económico y financiero no contempla obtener rentabilidad considerando el lucro en su aplicación, sino el beneficio de la externalidad en su aplicación (enfoque social). Al igual que su funcionalidad es exclusiva para construcciones de viviendas nuevas.

Nuestro objetivo es materializar un correcto y completo análisis económico y financiero, para esto se comenzará evaluando el flujo de fondos proyectados en base a una serie de supuestos. Luego se debe analizar todo aquello que quedo fuera del primer análisis pero que tiene inferencia en la toma de la decisión de realizar el proyecto o no. Por último, se evaluará la sensibilidad del proyecto con respecto a la variación de las variables más



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

representativas. El método de análisis propone un horizonte de planeamiento de 10 años, considerando en la misma los diferentes trazados de escenarios, y las alternativas de sustitución del proyecto en cuestión.

Número de periodos	10
Tipo de periodo	Anual
Tasa de descuento	15,00%

Tabla 4 – Parámetros de Análisis

La tasa de descuento aplicable como tasa de corte involucra variables de índole inflacionario, riesgo, tipo de cambio, tasa promedio de entidades financieras (cancelación de deuda) y de rendimiento de títulos públicos y privados. Al término de la vida útil del proyecto las misma propone un recupero en términos residuales (neto de amortizaciones) cuyo valor de comercialización al cierre del periodo es 5000 pesos, solo para el tanque cisterna, no contemplando la bomba elevadora ya que la misma por su valor residual quedaría sin uso en el tiempo utilizado.

VALOR RESIDUAL				
		Unidades	\$/u	Total
(venta al fin del período 10)				
Tanque cisterna (1000 litros)		1	\$2.289,00	\$2.289,00
		V.O	A.A	V.R
Tanque cisterna (1000 litros)	\$2.289,00	\$228,90		0,00
REVENTA	\$ 5.000,00	\$ -		\$ 5.000,00
			Total	\$ 5.000,00

Tabla 5 – Valor Residual

TABLA EVOLUTIVA DE INCREMENTOS EN EL SERVICIO DE AYSA PROYECTADOS			
AÑO	INCREMENTO PORCENTUAL		INGRESOS POR AHORROS
2017		400%	2.066,40
2018		30%	2.686,40
2019		17%	3.143,70
2020		10%	3.457,40
2021		0%	3.457,40
2022		10%	3.803,14
2023		10%	4.183,45
2024		5%	4.382,62
2025		5%	4.382,62
2026		0%	4.382,62

Tabla 6 - Incrementos proyectados para los próximos 10 años tomando bases estadísticas del gobierno actual.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

Tasa de descuento	VAN
0%	\$23.081,15
5%	\$13.310,78
10%	\$6.846,09
15%	\$2.431,60
20%	-\$672,04
25%	-\$2.913,53
30%	-\$4.572,87
35%	-\$5.829,41
40%	-\$6.800,85
45%	-\$7.566,18
50%	-\$8.179,55

Tabla 7 Análisis de sensibilidad.

5. Resultados y Conclusiones

Los resultados del trabajo se analizarán conforme la importancia que tiene el agua como recurso imprescindible. Los aspectos sobresalientes en este sentido son su escasez creciente y su uso irracional. Las temáticas alrededor del agua de consumo humano son de aspecto técnico, económico y legal.

Desde la viabilidad técnica, luego analizar de las muestras tomadas en distintos momentos se observó la presencia de cloro y ausencia de sólidos en suspensión. La presencia de olor a cloro es un primer indicador de la ausencia de materia orgánica. Dado que el uso será destinado a servicios, no es indispensable hacer un análisis de potabilidad. Aún así, las pruebas de laboratorio arrojaron ausencia de ión amonio, y bajo contenido de cloro. El ión amonio está relacionado a la deposición de las aves, por lo que es un factor a observar en cada localización específica, ya que dependerá de la magnitud de la presencia de pulmones verdes y árboles de gran envergadura en la zona. El cloro estará ligado a la dosificación en la cisterna, el exceso no es deseable, pero la presencia de un suave olor indica que la cantidad dosificada ha sido suficiente para el mantenimiento. Los ensayos de laboratorio corroboraron las hipótesis realizadas en estos sentidos. Los valores asociados a estas sustancias dependen del ciclo de períodos de lluvia y la temperatura ambiente. Se observó, como era esperable, que la máxima cantidad de materia orgánica e inorgánica en el agua pluvial, se obtuvo en los primeros minutos de lluvia abundante, extendiéndose este período conforme la magnitud de la precipitación. Períodos largos entre precipitación favorecen la oxidación tanto de la materia orgánica como de la inorgánica, si estos períodos son cálidos se favorece el secado y la oxidación. Sin por el contrario, los períodos entre lluvias son cortos, se ve perjudicada la acumulación de materia. Esto quiere decir que los techos se verán “lavados” reduciendo el problema a los primeros minutos de cada precipitación. En este sentido las características del sistema permiten analizar su comportamiento bajo distintas circunstancias. Ante una precipitación entre abundante y muy abundante, la caída de presión es alta. En este contexto, y dado el caudal, una parte del agua utiliza el sistema de desborde por lo que las primeras aguas, que son las más concentradas se descartan en forma natural, sin exigir el tratamiento del sistema. A bajo caudal de entrada, menor pérdida de carga (porcentual), y mayor tiempo de tratamiento. Esto implica que en ambos casos el sistema trata efectivamente el agua que pasa a través del mismo. El caso del tratamiento iónico es mayor a bajas velocidades, pero al encontrarse empaquetadas, no alcanzan a deionizar la cantidad circulante. De este modo aumenta la cantidad de ciclos útiles de la resina para el tratamiento. Se determinó un promedio práctico de 6 ciclos de 500 litros, aunque en forma teórica podría aumentar sensiblemente. La regeneración se realizó conforme lo especifica la hoja de datos de la resina, corroborándose la información. El análisis de los costos de instalación, en viviendas preexistentes, arrojó un monto que ronda los \$10.000 (aprox. U\$S 650). Ante estos valores



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

se realizó una encuesta, con el objeto de conocer la opinión y predisposición de los usuarios respecto a realizar una inversión en un sistema de estas características. La población encuestada abarcó distintos estratos socio-económicos y de diversas edades, dentro del partido de la Matanza.

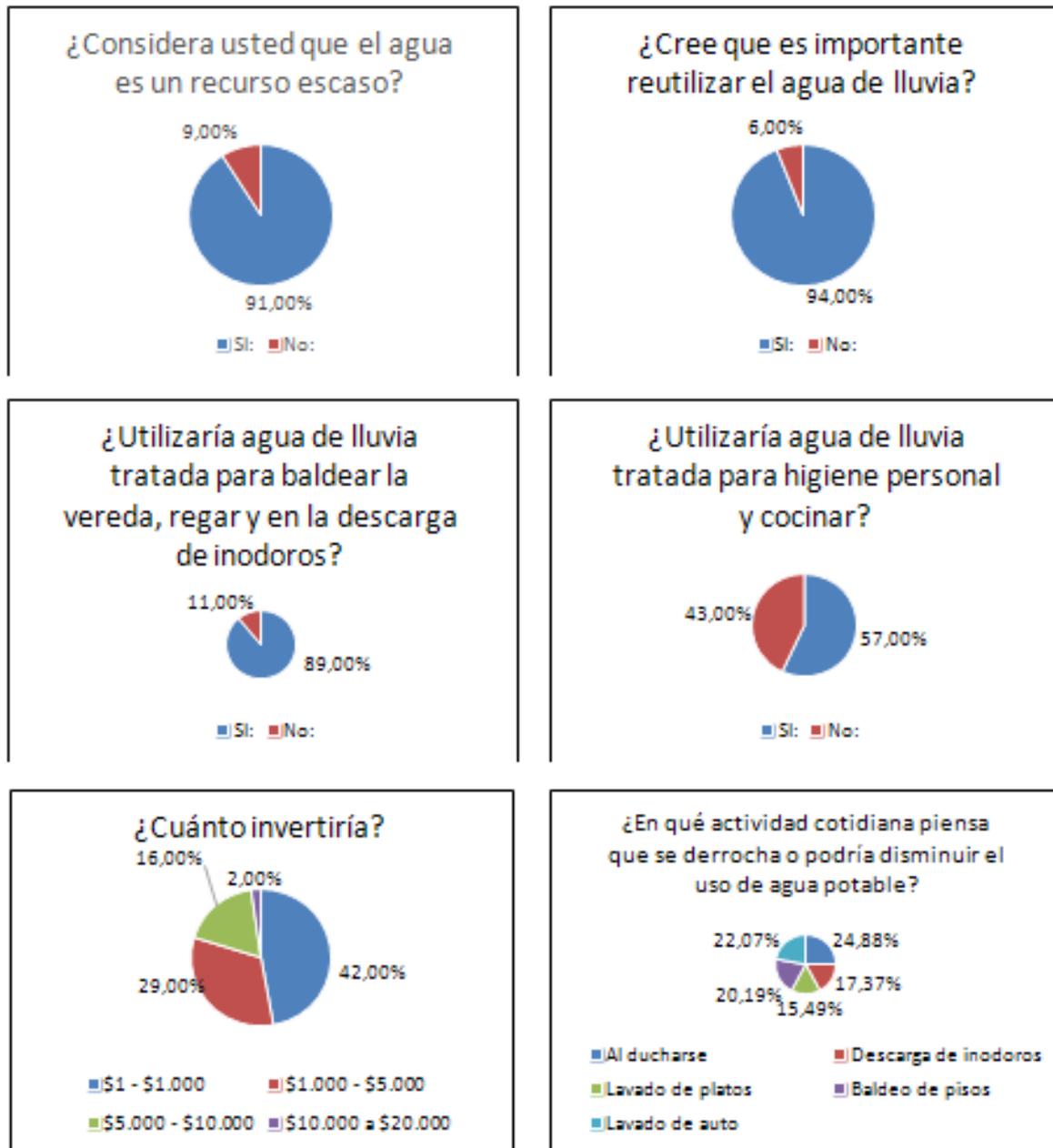


Figura 5. Resultados de la encuesta.
Fuente: Elaboración propia

En primer lugar, en la generalidad de los casos, los encuestados nos plantearon su preocupación acerca de la creciente disminución de reservas de agua dulce en el mundo. Esta problemática es producto de la contaminación. Surge, en consecuencia, la necesidad de aprovechar al máximo las alternativas orientadas hacia el consumo responsable de este bien natural, que es imprescindible para la vida. En cuanto a esto último, el 24,88% de la población encuestada opinó que los mayores derroches se encuentran a la hora de ducharse, seguidos por el lavado del auto y baldeo. Pese a esta creciente preocupación,



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

tan solo el 45% de los encuestados asegura tener conocimiento acerca de procesos para el tratamiento de agua. Por otro lado, un dato muy importante, que se infiere de este análisis, es que el 89% de la gente utilizaría el agua de lluvia tratada para baldear la vereda, regar y en la descarga de inodoros. Mientras que este porcentaje se reduce al 57% cuando se les pregunta si la utilizarían para higiene personal y/o cocinar. Al consultarles el motivo de esta decisión, la gran mayoría respondió que esto se debe al desconocimiento del proceso de tratamiento y a la inseguridad que trae aparejado. Esta última apreciación del usuario genera cierta contradicción, ya que el 85% no le realiza controles periódicos al agua que consume en su domicilio. Por último, podemos ver una buena predisposición, más del 90%, para la instalación del sistema de recolección de agua de lluvia y su tratamiento. Pese a esto, el 42% no invertiría más de \$1.000 y tan sólo el 18% invertiría más de \$5.000. Los resultados obtenidos de la cantidad y calidad del agua pluvial recuperada indican la factibilidad técnica del proceso desarrollado. El acceso a los paquetes de resina y carbón activado es sencillo. Las resinas de intercambio tienen una vida útil aproximada de 10 años. Las características de las mismas disminuyen la posible formación de hongos, no se observado crecimiento en el prototipo instalado. La regeneración de la resina se realizará cada 6 ciclos de lluvias, colocando los paquetes en baldes comunes con solución de cloruro de sodio al 16% (1600 gramos de sal en 10 litros de agua), durante un mínimo de 40 minutos, sin mayor necesidad de atención o dedicación por parte del usuario. A este respecto cabe decir que se sugiere el hidróxido de sodio (NaOH) para la regeneración de la resina aniónica, pero esta substancia se encuentra dentro de los considerados precursores químicos y por lo tanto es de difícil adquisición. Se optó, entonces, por recurrir al cloruro de sodio ya que sirve al mismo tiempo para regenerar la resina catiónica. Respecto al mantenimiento del agua en cisterna, el doble efecto de las pastillas de cloración y floculante, han permitido obtener aguas traslúcidas y sin otro olor más que el correspondiente esperable por cloro. La ausencia de olor es un indicativo para la revisión de las pastillas. Los tiempos mencionados pueden cambiar conforme la zona en que se implemente la recuperación. En zonas fabriles o mucha polución, por ejemplo, los tiempos mencionados deberán acortarse. La re-activación del carbón puede realizarse en un horno de cocina aprovechando los períodos de calentamiento, sin que esto conlleve peligro de contaminación del horno. Se recomienda cambiar el carbón activado al cabo de tres reactivaciones. Los beneficios ambientales respecto a los anegamientos evitados pueden observarse en otros ejemplos, ya implementados, como reservorios creados en diferentes comunas como el propio partido de La Matanza. La acumulación en cisternas por parte de cada usuario tiene el mismo efecto. Desde el punto de vista económico, el resultado de las encuestas indica que la instalación de un doble circuito, para la utilización de agua recuperada, resulta inicialmente costosa para los usuarios domiciliarios. Esto se explica porque el usuario común no tiene el ejercicio de valorar el costo ambiental, como anegamientos y la reducción de servicios ambientales, e internalizarlos. El proyecto es viable con la tasa interna de retorno del 19%. En el plazo de 10 años. Pero considerando un incremento de la TIR el proyecto no es atractivo en términos financieros, pero es altamente viable bajo un análisis de impacto social. Con la tasa de corte del orden del 15% el proyecto es viable. Es de destacar, también, que la encuesta se realizó en un período de tiempo (primer semestre 2016) cuyo contexto económico fue difícil para los usuarios. Se trató de una época de grandes subas en los costos de los servicios generales. Sin embargo esta situación presenta un aspecto favorable, el aumento de la tarifa por consumo del agua hace disminuir considerablemente el período de amortización de la instalación. Por otra parte, estos costos podrían disminuir considerablemente si los planifica desde un principio en edificaciones nuevas.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

6. Referencias

[CAA1967] Artículos 982 y 983 de la Ley 18.284 sobre aguas – Código Alimentario Argentino

[PER2011] “Análisis físico-químico del agua de lluvia en Buenos Aires y condiciones meteorológicas asociadas” – Pérez, Claudio (y otros) - Departamento de Cs. de la Atmósfera y los Océanos, FCEN, UBA Argentina – 2011

[NIS2008] “Manual Práctico de Instalaciones Sanitarias”: tomo 1: agua fría y caliente / Jaime Nisnovich; con colaboración de Araceli Mugica. 5ª Ed. Buenos Aires: 2008. 248p

[NIS2012] “Manual Práctico de Instalaciones Sanitarias”: tomo 2: cloacales y pluviales / Jaime Nisnovich; con colaboración de Miguel Nisnovich y Araceli Mugica. 7a Ed. Buenos Aires: 2012. V.2. 248p

[OSN1987] “Instalaciones Sanitarias Domiciliarias e Industriales”, Normas. Subsecretaría de Recurso Hídricos. Empresa Obras Sanitarias de La Nación. 1987



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

7. CUERPO de ANEXOS

ANEXO I - Características de las Resinas





Strong Acid Cation Exchange Resin

DOSHION **CSA-9** is a GEL Type Strong Acid Cation Exchange Resin produced by the sulfonation of styrene-divinylbenzene copolymers. The resin is designed to combine high operational capacity and superior physical stability. This quality is assured by specifications that call for a whole un-cracked bead content of at least 95% and an unmatched bead strength. DOSHION **CSA-9** is the resin of choice whenever high performance is required. The resin is available in both Na⁺ and H⁺ form.

DOSHION **CSA-9** can also be supplied with such particle size and density characteristics that will assure fast and sharp separations when used in combination with DOSHION **ASB-108** or DOSHION **GA-11** anion resin in mixed bed applications.

PROPERTIES	
Matrix	Cross linked polystyrene
Functional Group	SO ₃ Sulphonic
Ionic Form	H ⁺ - Sodium Na ⁺ - Hydrogen
Physical Form	Hard Moist Beads
Particle Size (mm)	0.30 - 1.20
Moisture Content %	48-54 H ⁺ form 47-53 Na ⁺ form
Total Exchange Capacity (Min) (eq/L)	1.8 H ⁺ form 2.0 Na ⁺ form
Bulk Density or Shipping Weight (gm/L)	800-830 H ⁺ form 830-850 Na ⁺ form
Operating pH Range	0-14
Solubility in Common Solvents	Insoluble
Volume Change% (max):Na ⁺ to H ⁺	10

SUGGESTED OPERATING CONDITIONS		
Operating Temperature (max)	° C	120
Minimum Bed Depth	cm	75
Regenerant Concentration	%	10-16 (NaCl) 1-5 (H ₂ SO ₄) [*] 4-5 (HCl)
Regenerant Flow Rate	*BV/hr	2-8
Regenerant Contact Time	Minutes	30
Regeneration Level	Kg per M ³ of Resin	60-160 (NaCl) 60-150 (H ₂ SO ₄) 30-150 (HCl)
Displacement Rinse Rate	*BV/hr	2-8
Displacement Rinse Volume	*BV	1-2
Fast Rinse Rate -	*BV/hr	10-40
Fast Rinse Volume -	*BV	4-10
Service Flow Rate	*BV/hr	10-40

* Bed Volumes/Hour * Bed Volumes

^{*} Sulfuric Acid concentration must be adjusted according to calcium content in the feed water.







Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

Figura 6. Características de la resina catiónica CSA-9




Strong Base Anion Exchange Resin Type - I

DOSHION **GA 13** has a strong basic unfunctional cross linked Polystyrene structure containing type -I quaternary ammonium group. It is a premium grade gel type high capacity resin supplied in Chloride form. The resin is used in industrial and domestic water demineralisation applications.

The Characteristics of **GA 13** :

- High capacity and shock resistance
- Exceptional Physical stability for a conventional gel type resin which permits a long life without the development of excessive pressure drop.
- Excellent regeneration efficiency
- Ideal for demineralisation, condensate polishing and chemical process applications.

PROPERTIES	
Matrix	Cross linked
Polystyrene Gel	
Functional group	Quaternary Ammonium Type - I
Ionic form	Cl ⁻ - Chloride
Physical form	Hard moist beads
Particle size (mm)	0.30 - 1.20
Moisture content %	45 - 50
Total exchange capacity (eq/L)(min.)	1.3
Bulk density (gm/L)	690 - 720
Specific gravity moist Cl form	1.09
Operating pH range	0 - 14
Operating temperature °C (max)	80
Volume change Cl ⁻ to OH ⁻ % (max)	20

SUGGESTED OPERATING CONDITIONS		
Minimum bed depth	cm	60
Backwash rate		50-75 % Bed Expansion
Regenerant concentration	%	4-5 NaOH
Regenerant flow rate	*BV/hr	2-6
Regenerant contact time	Minutes	40 min.
Regenerant level 100%	Kg per M ³ of resin	30-120 (NaOH)
Displacement rinse rate	*BV/hr	2-6
Displacement rinse volume	*BV	1-2
Fast rinse rate	*BV/hr	10-40
Fast rinse volume	*BV	4-10
Service flow rate	*BV/hr	10-40

*Bed Volumes/Hour **Meters/Hour *Bed Volumes





Figura 7. Características de la resina aniónica GA-13



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

ANEXO II – Certificados de presentaciones

 aacini <small>ASOCIACION ARGENTINA DE CARRERAS DE INGENIERIA INDUSTRIAL</small>	 COINI 2016	 <small>Universidad Nacional de Salta</small> FACULTAD DE INGENIERIA	 <small>Universidad Nacional de Salta</small>
--	---	--	---

IX Congreso Argentino de Ingeniería Industrial
3 y 4 de noviembre de 2016 – Salta, Argentina

Pedro José Valentín Romagnoli, Miguel Ángel Risetto, y Juan Herman Robin

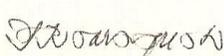
CERTIFICAN que el trabajo titulado:

Aprovechamiento del agua pluvial como recurso hídrico a nivel residencial

cuyos autores son:

Degaetani, Omar J; Fauroux, Luis Enrique; Espiñeira, Pablo A; Fanger, Teresita; González, Ricardo; Martín Campo, Fernando

ha sido presentado en las sesiones del **COINI**, realizado en Salta el 3 y 4 de noviembre de 2016

 Esp. Arq. Miguel Angel Risetto <small>Presidente AACINI Asociacion Argentina de Carreras de Ingeniería Industrial</small>	 Esp. Ing. Juan Herman Robin <small>Presidente COINI 2016 Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Salta</small>	 Ing. Pedro José Valentín Romagnoli <small>Decano Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Salta</small>
--	--	--



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



COINI 2016



Universidad Nacional de Salta
FACULTAD DE INGENIERIA



Universidad Nacional de Salta

IX Congreso Argentino de Ingeniería Industrial
3 y 4 de noviembre de 2016 – Salta, Argentina

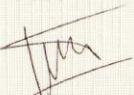
Pedro José Valentín Romagnoli, Miguel Ángel Risetto, y Juan Herman Robin

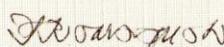
CERTIFICAN que:

OMAR JORGE DEGAETANI

Participó de las Sesiones del congreso en carácter de **EXPOSITOR**.


Esp. Arq. Miguel Ángel Risetto
Presidente AACINI
Asociación Argentina de Carreras
de Ingeniería Industrial


Esp. Ing. Juan Herman Robin
Presidente COINI 2016
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Salta


Ing. Pedro José Valentín Romagnoli
Decano
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Salta



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



III CONGRESO
ARGENTINO
DE INGENIERÍA
9º CONGRESO
ARGENTINO
DE ENSEÑANZA
DE LA INGENIERÍA



Se certifica que el trabajo RECUPERACIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL A BAJA ESCALA de los autores Fauroux, Luis Enrique; Espiñeira, Pablo A.; Degaetani, Omar J.; Diaz, Daniel O.; Fenoglietto, Nicolás F. ha sido presentado en modalidad Presentación oral, en el III CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERÍA (CADI) - IX CONGRESO ARGENTINO DE ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA (CAEDI), llevado a cabo los días 7, 8 y 9 de septiembre de 2016, en la ciudad de Resistencia, Chaco, Argentina.

Ing. José Basterra
Decano
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional del Nordeste

Ing. Sergio Pagani
Presidente
CONFEDI

Mg. Ing. Liliana R. Cuenca Pletsch
Decana
Facultad Regional Resistencia
Universidad Tecnológica Nacional



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



III CONGRESO
ARGENTINO
DE INGENIERÍA
9º CONGRESO
ARGENTINO
DE ENSEÑANZA
DE LA INGENIERÍA



Se certifica que FAUROUX, LUIS ENRIQUE, DNI 17617946
ha realizado la Exposición oral del trabajo titulado RECUPERACIÓN Y
TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL A BAJA ESCALA en el III CONGRESO
ARGENTINO DE INGENIERÍA (CADI) - IX CONGRESO ARGENTINO DE
ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA (CAEDI), llevado a cabo los días 7, 8 y 9 de
septiembre de 2016, en la ciudad de Resistencia, Chaco, Argentina.

Ing. José Basterra
Decano
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional del Nordeste

Ing. Sergio Pagani
Presidente
CONFEDI

Mg. Ing. Liliana R. Cuenca Pletsch
Decana
Facultad Regional Resistencia
Universidad Tecnológica Nacional



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

ANEXO III – Trabajos Presentados

IX Congreso Argentino de Ingeniería Industrial

“Aprovechamiento del agua pluvial como recurso hídrico a nivel residencial”

Degaetani, Omar J.; Fauroux, Luis Enrique; Espiñeira, Pablo A.; Gonzalez, Ricardo; Mansilla, José O.; Martín Campo, Fernando.*

Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas, Universidad Nacional de La Matanza.

San Justo, Buenos Aires, Argentina.

odegaetani@unlam.edu.ar

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el ámbito de los alrededores de la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM). La misma se encuentra situada en el conurbano bonaerense, área altamente antropizada, donde el agua pluvial no filtra hacia los acuíferos, sino que descarga hacia el Río de La Plata por medio de los distintos ríos subterráneos, y por lo tanto no es aprovechada. Estos ríos se han visto ocasionalmente colapsados provocando anegamientos cuando el fenómeno meteorológico ha involucrado una gran cantidad de agua. Por lo que la hipótesis principal es que la cantidad de agua pluvial potencialmente recuperada podría disminuir el efecto de los inconvenientes mencionados, y además si es tratada in situ, no sería demandada para su uso a la red de agua corriente. Se utilizaron datos meteorológicos históricos y propios, se relevaron acontecimientos históricos en la zona, se analizaron estadísticas del consumo de agua a nivel domiciliario, y se elaboró una propuesta respecto del aprovechamiento del recurso. Esto conlleva beneficios tanto para los usuarios como para el medio ambiente. Se valoró la factibilidad técnica, económica e instalación a baja escala, es decir a nivel residencial, que podría hacerse extensivo a pequeñas y medianas empresas.

Palabras Claves: Recuperación, tratamiento, agua, pluvial.

ABSTRACT

This job was done in the area surrounding Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM). This university is located in the outskirts of Buenos Aires, a heavily urbanized area where the rain water doesn't filter towards aquifers, but flows into Río de La Plata through different underground rivers and, thus, it is not used. With heavy rains, due to the high amount of water involved, these rivers have occasionally collapsed, flooding the area. In view of this situation, the main hypothesis is that the amount of rain water potentially recovered could lower the effect of the mentioned inconveniences and, if it were treated in its place, it would not be necessary to request the provision of running water. For this job, we used both, historical meteorological data and our own information - collected from our meteorological station. Historical events that happened in the area were also taken into account, statistics about home consumption of water were analyzed, and a proposal regarding a profitable use of this natural resource was made. Both, private users and the environment will benefit from this. Its technical and economic feasibility, as well as the possibility of being installed at a low rate - that's to say, for home use - were taken into account. In the future, it could also be used by small and medium-sized companies.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

1. Introducción

1.1. Antecedentes

El tratamiento de agua pluvial es una de las formas en las que se puede aprovechar los recursos naturales. El agua caída provoca, en algunos casos, anegamientos y dificultades que podrían evitarse acumulando aunque sea una parte de la misma y reutilizarla para servicios sanitarios o riego. Su utilización implica una reducción de la demanda y por lo tanto una mejor aprovechamiento del agua potable, con los consiguientes beneficios sociales y económicos.

Es sabido que, fundamentalmente en el conurbano bonaerense, son comunes los anegamientos que se dan habitualmente a causa de las lluvias. Con la intención de tener datos certeros de la magnitud de dichas lluvias, se instaló una estación meteorológica en los techos de la Universidad. La misma está provista, entre otros elementos, de un pluviómetro. En el cuadro adjunto se muestran los resultados obtenidos (período Junio 2015 – Mayo 2016):

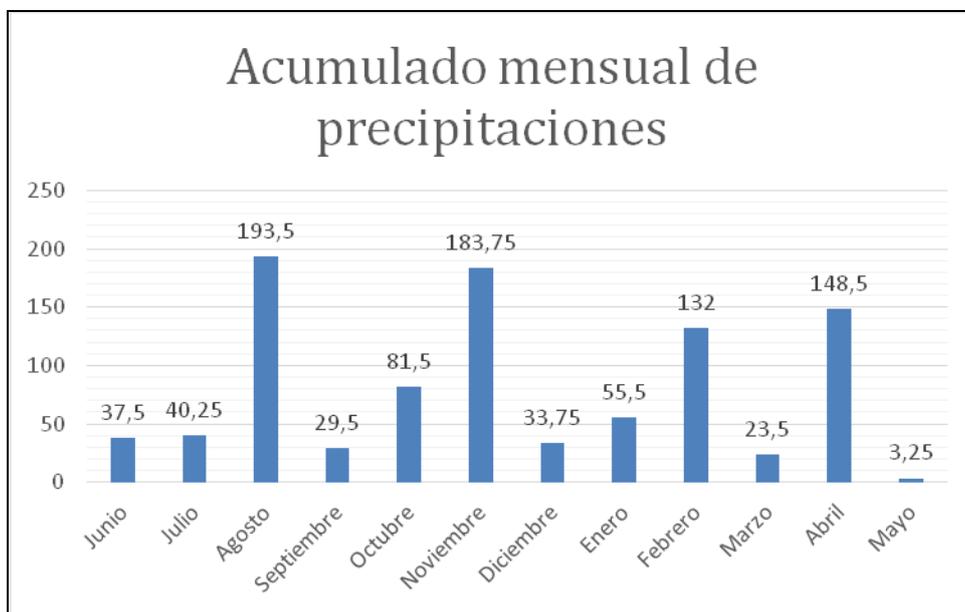


Figura 1 – Valores de precipitaciones obtenidas en la UNLaM

En base al gráfico se puede apreciar que durante el mes de octubre 2015, y tomando como base un techo con una superficie de 100 m², se podrían haber colectado y reutilizado un volumen de aproximadamente 8000 litros. Vale aclarar que el que significado de “milímetros de lluvia” implica que 1 milímetro de agua caída equivale a 1 litro de agua por m² de superficie,

Si se considera que una familia tipo consume aproximadamente 400 a 500 litros de agua por día para servicios, recurso que es requerido a la red de agua potable. Con estos datos puede decirse que en ese período de tiempo se cubriría, con agua pluvial, prácticamente la mitad del agua de servicio necesaria.

Lo que se plantea en este trabajo es la reutilización de agua pluvial como agua de servicio. Esto significa destinar el uso del recurso hacia la carga de las mochilas de sanitarios, riego, baldeo, lavado vehicular, etc. Cabe destacar que a pesar que el uso sea secundario, el agua debe ser tratada para evitar inconvenientes ocasionados por su ingesta accidental. Esto significa eliminar toda la materia orgánica y la inorgánica que puedan ocasionar problemas para la salud tanto en las personas como en otros seres vivos.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

Varias leyes, como la Ley 12257 [1], ley 14520 [2] y 14703 [3] establecen claramente que esta agua recuperada no puede ser mezclada con el agua de red para consumo humano, y es por este motivo es que sólo se contemplará que su destino sea en todo momento como agua de servicio.

En referencia a la calidad y composición química de agua pluvial, en el año 2011 se ejecutó un proyecto en Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires (Pérez, Claudio y otros, 2012). Uno de los objetivos de esa investigación consistió en la toma de muestras del material particulado que se depositara, tanto húmedo como seco, en el sector del mencionado pabellón. El proyecto contó con la asistencia de la Universidad de México que prestó el equipamiento necesario para cuantificar, reconocer las características físico-químicas y establecer su vinculación con la procedencia de estos depósitos. Los resultados arrojaron valores similares a los de Porto Alegre (Brasil) en 2009, a excepción de una mayor concentración de nitratos, lo que significaría un mayor grado de contaminación. Los depósitos asociados a la combustión automotor se corresponden con los hallados para otras ciudades, como se indica en el trabajo de Baumgardner (2007).

Respecto al aprovechamiento de la agua pluvial, la siguiente es una pequeña lista de proyectos existentes de similares características

- a) Sistemas urbanos: territorio ciudad, barrios / polígonos, edificio. Proyecto PLUVISOST.
- b) Flujos recursos hídricos endógenos - Área del Malgrat-Cubelles. - Plan Estratégico del Litoral.
- c) Maig. Granollers - Ecobarrio Social.
- d) Sant Boi. Barcelona - Centro comercial.
- e) Maó. Menorca – Aeropuerto.
- f) Montjuïc. Barcelona – Parque.
- g) UAB. Bellaterra. BCN – Universidad.
- h) Vallbona. Barcelona – Ecobarrio.

1.2. Hipótesis

El proyecto pretende analizar la recuperación de agua pluvial en la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM). La misma se encuentra situada en el conurbano bonaerense, área altamente antropizada, donde el agua pluvial no filtra hacia los acuíferos, sino que descarga hacia el Río de La Plata por medio de los distintos ríos subterráneos y por lo tanto no es aprovechada. Estos ríos podrían verse colapsados y provocar anegamientos si el fenómeno meteorológico involucra una gran cantidad de agua.





Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

Figura 1 – Alrededores de la UNLaM

Por lo que la hipótesis principal es que la cantidad de agua pluvial colectada, y tratada in situ, no sería demandada a la red de agua corriente. El costo tratamiento para su uso en los vestuarios sería aceptable y habría una cantidad considerable de agua que no alcanzaría las calles y alcantarillas disminuyendo el riesgo de anegamientos en los alrededores y un mejor aprovechamiento del recurso natural.

2. Metodología

El tratamiento del agua pluvial tiene dos aspectos, la eliminación de de la materia orgánica y la composición química de las sales disueltas. A los efectos del dimensionamiento es necesario conocer las concentraciones en estos aspectos. En primera instancia se investigó sobre las técnicas de análisis en estos sentidos. En lo que se refiere a materia orgánica las técnicas se basan en la medición del consumo de oxígeno, ya que esto relacionado al contenido de microorganismos. La técnica más difundida es la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅, ensayo de incubación por 5 días). La exactitud y precisión de ésta técnica se hallan influenciadas por diversos factores. Se trata de llenar completamente dos recipientes de volumen conocido (300 ml), cerrarlos herméticamente. A uno de ellos de lo deja que evolucione a una temperatura de 20°C durante un período de 5 días. El otro se procesa inmediatamente. La diferencia entre ambas, teniendo en cuenta la dilución de la muestra, es la DBO. Las diluciones que contengan al menos 1 mg/L de demanda de oxígeno (DO) residual y una diferencia de DO de al menos 2 mg/L al cabo de los 5 días son las que brindan mejores resultados. Si más de una dilución cumple con los requisitos, entonces se promedian los resultados ya no hay evidencia de anormalidades.

$$DBO_5 = \frac{(DO_{inicial} - DO_{final})}{f} \quad (1)$$

Donde f es el factor de dilución decimal a muestra. Se investigó sobre los estándares estipulados en el Artículo 982 de la Ley 18284 (Código Alimentario Argentino) sobre aguas [4]. En relación a los contaminantes orgánicos estipula que:

- Bacterias coliformes: NMP a 37°C-48 hs. (Caldo Mc Conkey o Lauril Sulfato), en 100 ml: igual o menor de 3.
- Escherichia coli: ausencia en 100 ml.
- Pseudomonas aeruginosa: ausencia en 100 ml.

En la evaluación de la potabilidad del agua ubicada en reservorios de almacenamiento domiciliario deberá incluirse entre los parámetros microbiológicos a controlar el recuento de bacterias mesófilas en agar (APC - 24 h a 37°C); en el caso de que el recuento supere las 500 UFC /ml y se cumplan el resto de los parámetros indicados, sólo se deberá exigir la higienización del reservorio y un nuevo recuento. En las aguas ubicadas en los reservorios domiciliarios no es obligatoria la presencia de cloro activo. La contaminación orgánica proviene principalmente de la suciedad acumulada en los techos que se usarán para la recolección. Se resolvió que el método a utilizar para su tratamiento será de doble efecto.

El agua será previamente filtrada y tratada con carbón activado antes de entrar al reservorio. Este proceso deberá poseer baja pérdida de carga (caída de presión) y, de ser necesario, se continuará el tratamiento con pastillas de cloro sólido de disolución lenta, lo que permitirá la conservación de lo colectado. El carbón activado puede ser re-activado sometiéndolo al calor dentro de un horno de cocina, lo que permite aumentar su vida útil y disminuir los costos de mantenimiento.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

Para los contaminantes inorgánicos la ley establece que:

Acidez	pH	Entre	6,5 – 8,5	mg/l
Amoniaco	NH ₄ ⁺	Máximo	0,20	mg/l
Aluminio residual	Al	Máximo	0,20	mg/l
Arsénico	As	Máximo	0,05	mg/l
Cadmio	Cd	Máximo	0,05	mg/l
Cianuro	CN ⁻	Máximo	0,10	mg/l
Zinc	Zn	Máximo	5,0	mg/l
Cloro	Cl ⁻	Máximo	350	mg/l
Cobre	Cu	Máximo	1,00	mg/l
Cromo	Cr	Máximo	0,05	mg/l
Dureza total	CaCO ₃	Máximo	400	mg/l
Fluoruro	F ⁻	Máximo		mg/l
Hierro Total	Fe	Máximo	0,30	mg/l
Manganeso	Mn	Máximo	0,10	mg/l
Mercurio	Hg	Máximo	0,001	mg/l
Nitrato	NO ₃ ⁻	Máximo	45	mg/l
Nitrito	NO ₂ ⁻	Máximo	0,10	mg/l
Plata	Ag	Máximo	0,05	mg/l
Plomo	Pb	Máximo	0,05	mg/l
Sólidos disueltos totales		Máximo	1500	mg/l
Sulfatos	SO ₄ ⁼	Máximo	400	mg/l
Cloro activo residual	Cl	Mínimo	0,2	mg/l

Tabla 1 – Concentraciones permitidas por la ley

A los efectos de evaluar la factibilidad del tratamiento proyectado, el equipo se remitió a un estudio realizado por Perez C. y otros [5] en el 2011 sobre el agua pluvial colectada en los techos del pabellón II de la ciudad universitaria (Ciencias Exactas UBA), el cual arrojó los siguientes resultados

Acidez	pH	Entre	5,9 – 6,7	mg/l
Nitrato	NO ₃ ⁻	Entre	4,9 – 9,4	mg/l
Fosfatos	PO ₄ ⁻³	Entre	0 – 0,07	mg/l
Sulfatos	SO ₄ ⁼	Entre	1 – 5	mg/l

Tabla 2 – Valores obtenidos por Perez C. y otros (2011)

Los autores concluyen que esta fuerte presencia de nitratos en el agua de lluvia estaría relacionada con las intensas emisiones de óxidos de nitrógeno de la ciudad de Buenos Aires. Las muestras de agua de lluvia colectadas correspondieron en todos los casos a pasajes de sistemas frontales sobre la ciudad. Asociada al desplazamiento de algunos frentes se produjo la llegada de cenizas volcánicas del sistema Puyehue–Cordón Caulle. Aún así los valores preliminares sugieren que no es necesario un bajo caudal del agua para el correcto acondicionamiento mediante resinas de intercambio iónico. Sin embargo es importante destacar ciertos aspectos que surgieron luego de analizar la bibliografía y consultar a los agentes comercializadores. En primer lugar es posible que durante los períodos de reposo se produzca el crecimiento de microorganismos en las resinas, hecho que se puede evitar



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

retirando el cartucho y manteniendo aireada la resina. En segundo término el hierro trivalente actúa como un “veneno” de las resinas, dada la dificultad para removerlo al momento de la regeneración.

Paralelamente a la investigación sobre los parámetros a cumplir en la calidad del agua y la legislación vigente, se llevó a cabo una encuesta con el objeto de determinar como percibe la población al recurso “agua” y si estaría dispuesto a realizar alguna acción y/o inversión para el aprovechamiento del agua de lluvia. La encuesta se realizó tomando una muestra al azar de 100 personas dentro de la Universidad abarcando alumnos, docentes, administrativos y personal auxiliar y consistió en un breve cuestionario de diez preguntas sencillas; a continuación se presenta un modelo de dicha encuesta:

1. ¿Considera usted que el agua es un recurso escaso?

SI	NO
----	----

2. ¿Cree que es importante reutilizar el agua de lluvia?

SI	NO
----	----

3. ¿Conoce algún sistema de tratamiento de aguas?

SI	NO
----	----

4. ¿Utilizaría agua de lluvia tratada para riego y descarga de inodoros?

SI	NO
----	----

5. ¿Utilizaría agua de lluvia tratada para higiene personal y cocinar?

SI	NO
----	----

6. ¿Instalaría un sistema de recolección y tratamiento de agua de lluvia en su domicilio?

SI	NO
----	----

7. Teniendo en cuenta que además colaboraría a la mitigación de inundaciones, ¿cuánto dinero estaría dispuesto a invertir?

SI	NO
----	----

8. En promedio se consumen 550 l/día de agua en Buenos Aires mientras que lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud es de 50 l/día. ¿Tiene en cuenta el derroche de agua cuando realiza sus quehaceres diarios?

SI	NO
----	----

9. ¿Considera que el precio del agua es correcto?

SI	NO
----	----

10. ¿Realiza controles periódicos al agua de su domicilio?

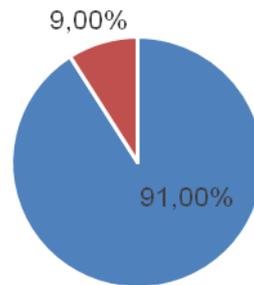
SI	NO
----	----

Analizados los resultados pudo observarse que, en su gran mayoría, los usuarios están consientes de la necesidad de disminuir el consumo de agua de red como así también la necesidad de recolectar y tratar el agua de lluvia si bien es necesario dar a conocer y promocionar los sistemas actuales de tratamiento dado que mas de la mitad de los encuestados no conocen sistemas de tratamiento. Los resultados se muestran en los gráficos siguientes



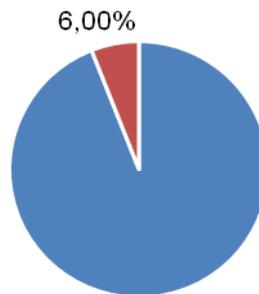
Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

¿Considera usted que el agua es un recurso escaso?



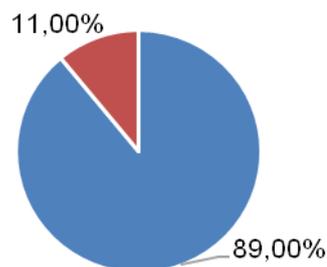
■ SI: ■ No:

¿Cree que es importante reutilizar el agua de lluvia?



■ SI: ■ No:

¿Utilizaría agua de lluvia tratada para baldear la vereda, regar y en la descarga de inodoros?



■ SI: ■ No:

Figura 2 - Resultados de la encuesta respecto a la importancia el recurso

Finalmente, y cumplimentando las tareas previstas en el cronograma, se realizó un estudio preliminar de costos sobre la instalación domiciliar de un tanque de 1000 litros, el circuito secundario, el costo tratamiento (y la regeneración), ahorros y beneficios ambientales.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

Entonces, con el fin de estudiar la eficiencia del sistema propuesto, efectuar ajustes, calibraciones y garantizar la eficiencia del mismo, se montará en las instalaciones del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas de la Universidad Nacional de La Matanza un prototipo del sistema de reaprovechamiento descripto.

La idea consiste en coleccionar el agua de lluvia de un sector de la cubierta de chapas de fibrocemento del edificio en donde se ubica el DIIT, con una superficie de 200 m². El techo descarga en forma libre hacia un patio abierto lindero con la Av. Eva Perón. Se colocará un embudo de zinguería con reducción a 110mm, para conectar la bajada del caño pluvial de PP de diámetro 110mm.

En caso de no poder enterrarse el tanque de bombeo, deberá armarse una boca de desagüe elevada en donde colocar el cesto de filtrado, previo al ingreso al tanque. Luego, deberá montarse el tanque de bombeo, con un caño de rebalse conectado a la boca de desagüe pluvial existente.

Luego se deberá seguir el modelo descripto anteriormente el cual se ejemplifica en el croquis presentado a continuación.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

adecuados que permitan un mejor aprovechamiento del recurso. El uso de agua pluvial recuperada implica una reducción de la demanda a la red de agua corriente y por lo tanto un mejor aprovechamiento del agua potable, con los consiguientes beneficios sociales y económicos. En aquellas zonas que carecen de redes cloacales, la mala gestión de los pozos absorbentes y cámaras sépticas provocan filtraciones que terminan contaminando las napas subterráneas, por ende, se debe recurrir a perforaciones cada vez más profundas, lo cual en caso de una mala ejecución de los pozos pone en peligro el recurso subterráneo ubicado a mayor profundidad. Este aumento en las profundidades de excavación, es un claro indicador de la escasez y costo del recurso, además de ser cada napa contaminada, un reflejo de una mala gestión en la administración del bien. En este sentido, vale la pena mencionar que una de las principales causas de la contaminación del manto freático no confinado, es la presencia de numerosos sumideros a cielo abierto, habitualmente llamados “basurales clandestinos”, que generan diariamente enormes volúmenes de lixiviados que terminan contaminándola el recurso subterráneo. Se valorará la factibilidad técnica, económica e instalación a baja escala, es decir a nivel residencial, que podría hacerse extensivo a pequeñas y medianas empresas. El objetivo principal es diseñar un conjunto de dispositivos que permita el tratamiento de agua pluvial in situ. Por esto es que se propone que el método a utilizar para su tratamiento será de doble efecto. El agua será previamente filtrada y tratada con carbón activado granular antes de entrar al reservorio, cuya acción es la de adsorción, donde la materia orgánica se adhiere a la pared del carbón por una función química. En este paso se eliminarán los pesticidas, plaguicidas y otros [contaminantes orgánicos](#) (básicamente orgánicos volátiles). Este proceso deberá poseer baja pérdida de carga (caída de presión) y, de ser necesario, se continuará el tratamiento con pastillas de cloro sólido de disolución lenta, lo que permitirá la conservación de lo colectado. El siguiente paso propuesto para este proceso de purificación es la eliminación de elementos que causan la dureza del agua, interponiendo un empaquetado de resinas para tal fin. Decimos que el agua es “dura” cuando encontramos calcio y magnesio y éstos sobrepasan los niveles permitidos.

Este sistema permitirá obtener beneficios para el medio ambiente y un mejor aprovechamiento del recurso natural. La hipótesis principal es que la cantidad de agua pluvial colectada, y tratada in situ, no sería demandada a la red de agua corriente. El costo del tratamiento para su uso en los vestuarios sería aceptable y habría una cantidad considerable de agua que no alcanzaría las calles y alcantarillas disminuyendo el riesgo de anegamientos en los alrededores y un mejor aprovechamiento del recurso natural.

Debemos recalcar el hecho que lo que se plantea en este trabajo es la reutilización de agua pluvial como agua de servicio únicamente. Esto significa destinar el uso del recurso hacia la carga de las mochilas de sanitarios, riego, baldeo, lavado vehicular, etc. Esto es debido a que la reglamentación vigente no permite que se mezcle el agua de red provista por la empresa de agua autorizadas con agua proveniente de otros orígenes. Cabe destacar que a pesar que el uso sea secundario, el agua debe ser tratada para evitar inconvenientes ocasionados por su ingesta accidental. Esto significa eliminar toda la materia orgánica y la inorgánica que puedan ocasionar problemas para la salud tanto en las personas como en otros seres vivos.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

4. Referencias

- [1] Ley 12257 Código de Aguas - Régimen de Protección; Conservación y Manejo del Recurso Hídrico de la Provincia de Buenos Aires.
- [2] Ley 14520 Modificatoria de los artículos 10 y 11 de la ley 12257 Código de Aguas - Régimen de Protección; Conservación y Manejo del Recurso Hídrico de la Provincia de Buenos Aires.
- [3] Ley 14703 Modificatoria de los artículos 12, 13 y 166 , Incorpora Artículo 166 Bis y 166 Ter de la ley, 12257 Código de Aguas - Régimen de Protección; Conservación y Manejo del Recurso Hídrico de la Provincia de Buenos Aires
- [4] Artículos 982 y 983 de la Ley 18.284 sobre aguas – Código Alimentario Argentino -
- [5] “Análisis físico-químico del agua de lluvia en Buenos Aires y condiciones meteorológicas asociadas" – Pérez, Claudio (y otros) - Departamento de Cs. de la Atmósfera y los Océanos, FCEN, UBA Argentina - 2011
- [6] “Manual Práctico de Instalaciones Sanitarias”: tomo 1: agua fría y caliente / Jaime Nisnovich; con colaboración de Araceli Mugica. 5ª Ed. Buenos Aires: Nisno, 2008. 248p
- [7] “Manual Práctico de Instalaciones Sanitarias”: tomo 2: cloacales y pluviales / Jaime Nisnovich; con colaboración de Miguel Nisnovich y Araceli Mugica. 7a Ed. Buenos Aires: Nisno, 2012. V.2. 248p
- [8] “Instalaciones Sanitarias Domiciliarias e Industriales”, Normas. Subsecretaría de Recurso Hídricos. Empresa Obras Sanitarias de La Nación.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



Aprovechamiento del agua pluvial como recurso hídrico a nivel residencial

Autores:

Lic. Degaetani, Omar Jorge (odegaetani@unlam.edu.ar)

Mg. Fauroux, Luis E.

Ing. Espiñeira, Pablo A.

Lic. González, Ricardo

Lic. Mansilla, José O.

Martin Campo, Fernando N.





Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



COINI
Congreso de
Ingeniería Industrial
3 y 4 de noviembre de 2016
Salta, Argentina



Resumen:

- El agua pluvial recuperada podría disminuir el efecto de las inundaciones en zonas altamente antropizadas.
- Esta agua tratada in situ, no sería demandada para su uso a la red de agua corriente.
- Se valoró la factibilidad técnica, económica e instalación a baja escala, es decir a nivel residencial, que podría hacerse extensivo a pequeñas y medianas empresas.



IX Congreso Argentino de Ingeniería Industrial

Aprovechamiento del agua pluvial como recurso hídrico a nivel residencial

3 y 4 de noviembre de 2016



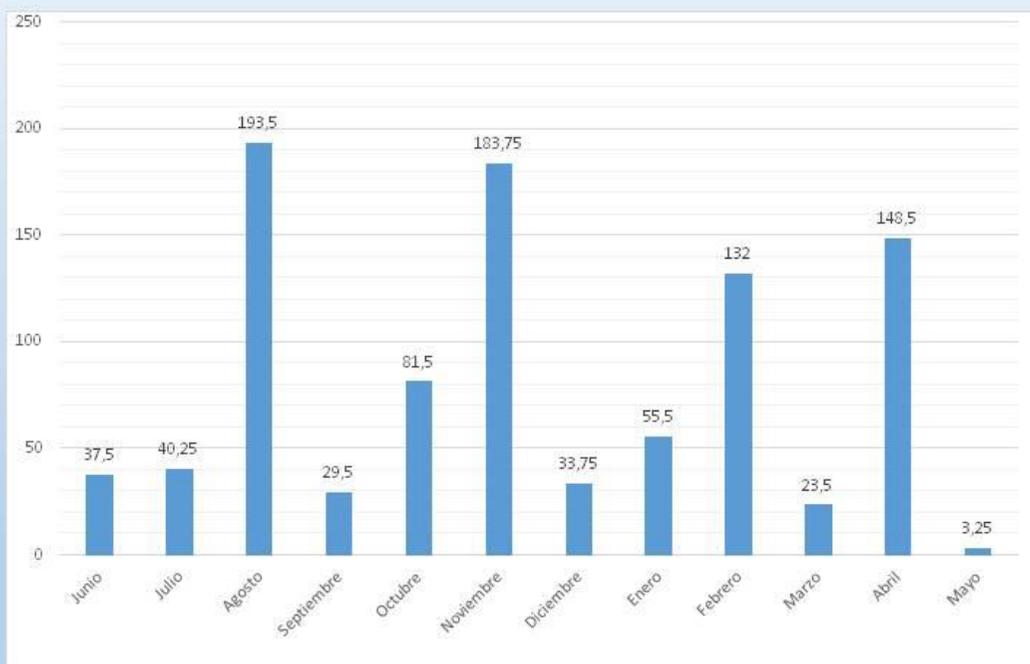
Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



AIINI
Congreso de
Ingeniería Industrial
3 y 4 de noviembre de 2016
Salta, Argentina



Acumulado mensual de precipitaciones





Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



1 milímetro de lluvia = 1 litro de agua por m² de superficie

Si tomamos un techo con una superficie de 100 m², durante Octubre 2015 se podrían haber colectado y reutilizado un volumen de aproximadamente 8000 litros.

Consumo aproximado de una familia tipo: 400 a 500 litros de agua por día para servicios



IX Congreso Argentino de Ingeniería Industrial

Aprovechamiento del agua pluvial como recurso hídrico a nivel residencial

3 y 4 de noviembre de 2016



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



Leyes: 12257: Código de Aguas - Régimen de Protección; Conservación y Manejo del Recurso Hídrico de la Provincia de Buenos Aires.

Ley 14520: Modificatoria de los artículos 10 y 11 de la ley 12257 Código de Aguas - Régimen de Protección; Conservación y Manejo del Recurso Hídrico de la Provincia de Buenos Aires.

Ley 14703: Modificatoria de los artículos 12, 13 y 166 , Incorpora Artículo 166 Bis y 166 Ter de la ley, 12257 Código de Aguas - Régimen de Protección; Conservación y Manejo del Recurso Hídrico de la Provincia de Buenos Aires





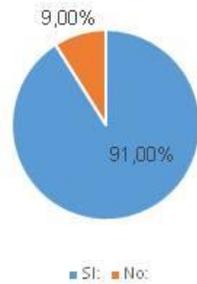
Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



CIINI
Congreso de
Ingeniería Industrial
3 y 4 de noviembre de 2016
Salta, Argentina



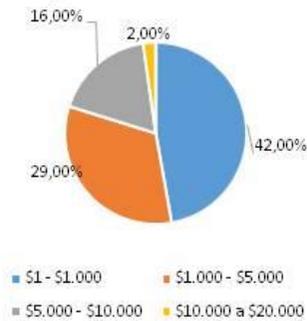
¿Considera usted que el agua es un recurso escaso?



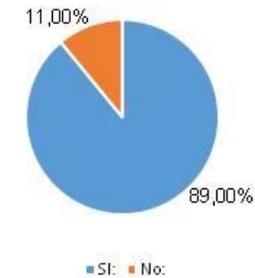
¿Cree que es importante reutilizar el agua de lluvia?



¿Cuánto invertiría?



¿Utilizaría agua de lluvia tratada para baldear la vereda, regar y en la descarga de inodoros?





Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

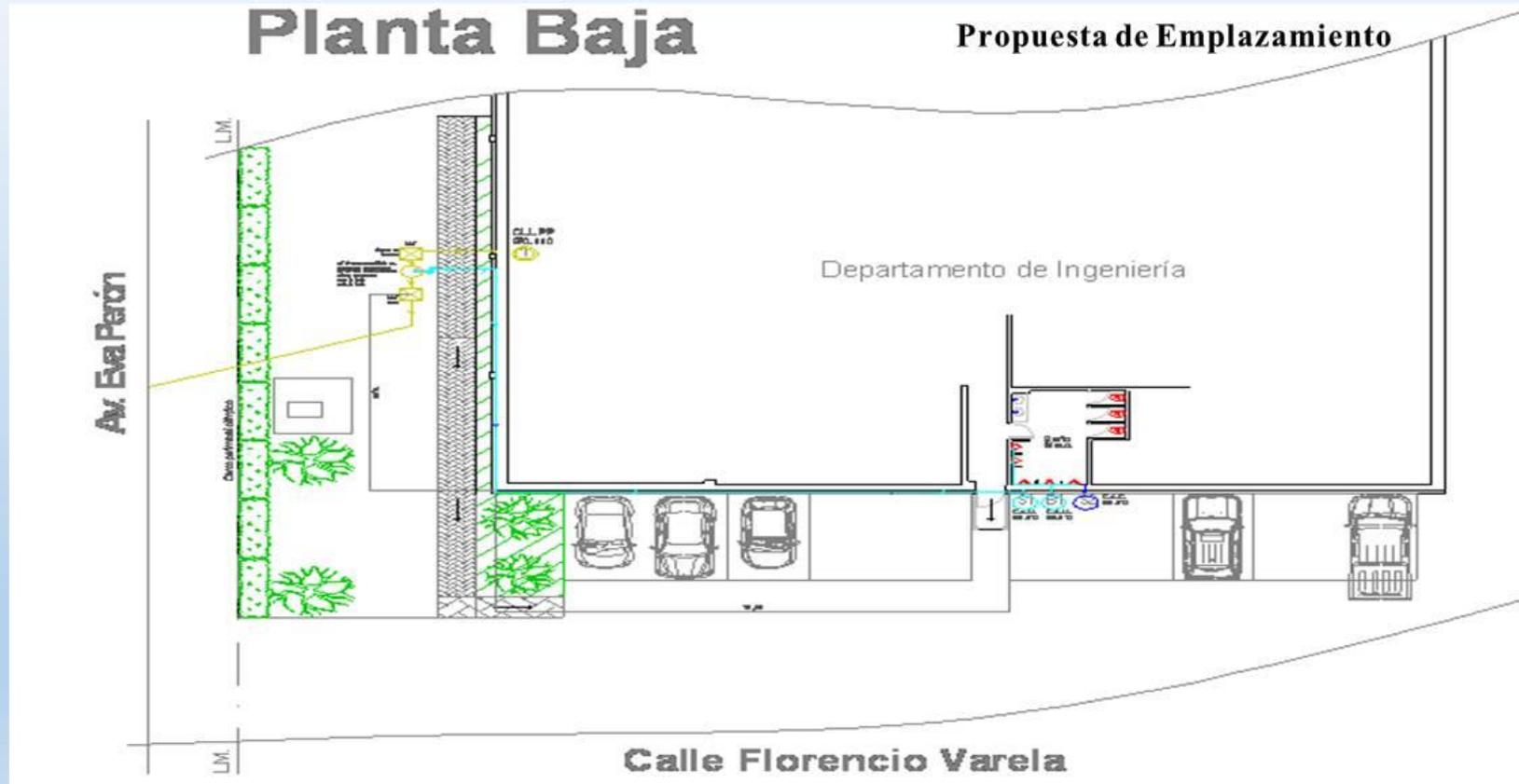


AIINI
Congreso de
Ingeniería Industrial
3 y 4 de noviembre de 2016
Salta, Argentina



Planta Baja

Propuesta de Emplazamiento



IX Congreso Argentino de Ingeniería Industrial

Aprovechamiento del agua pluvial como recurso hídrico a nivel residencial

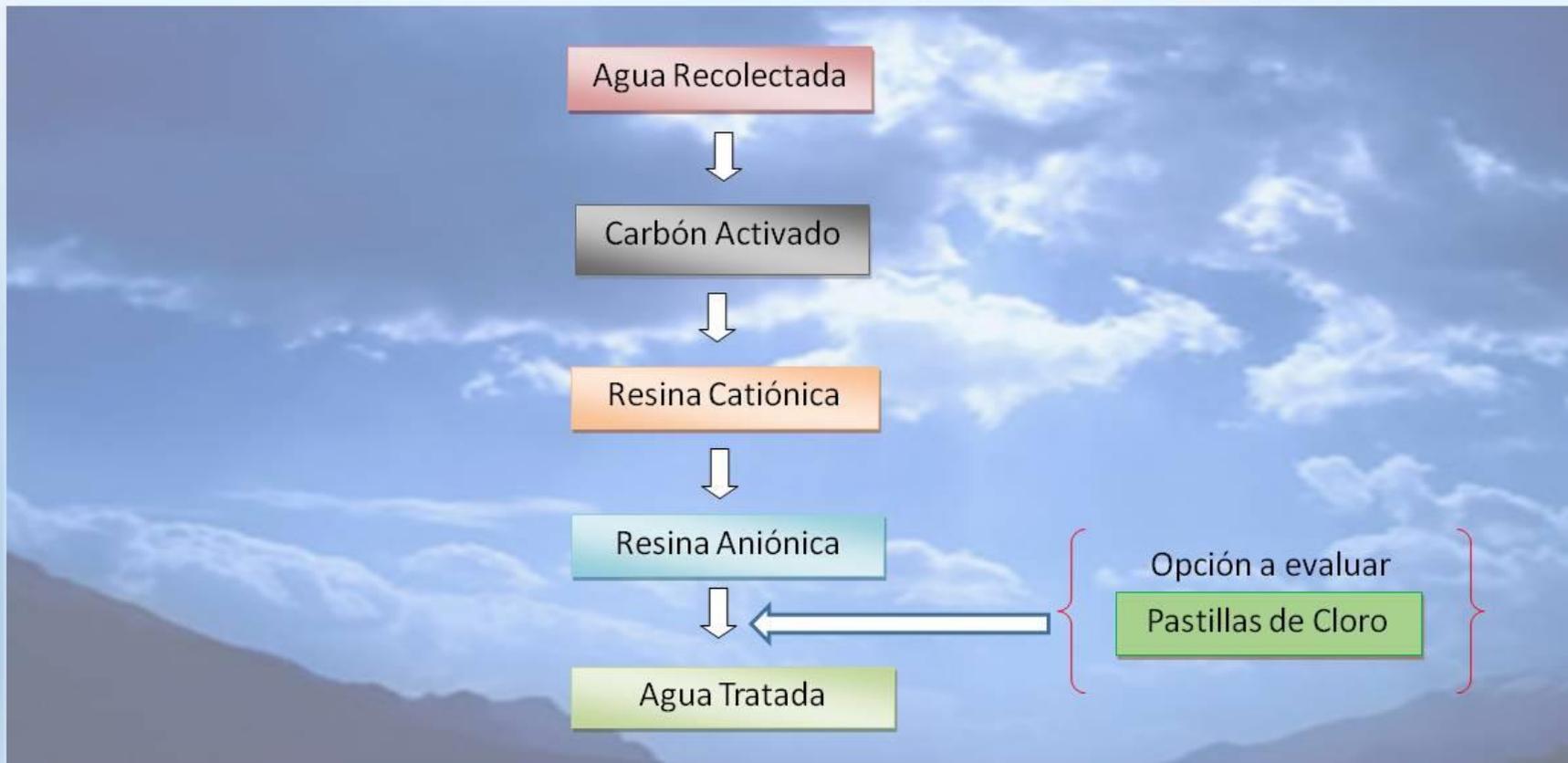
3 y 4 de noviembre de 2016



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



IIINI
Congreso de
Ingeniería Industrial
3 y 4 de noviembre de 2016
Salta, Argentina





Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



Conclusiones:

- **Condiciones propuestas:**
 - *Cisterna de 1000 litros*
 - *1 a 2 litros de resinas*
 - *800 g de carbón activado*
- **Evaluar el uso de pastillas de cloro**
- **Dimensiones mayores:**
 - *Mayor inversión inicial.*
 - *Mayor período de amortización.*
 - *Mayor costo de tratamiento.*
 - *Efecto negativo en la percepción del usuario.*



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



COINI
Congreso de
Ingeniería Industrial
3 y 4 de noviembre de 2016
Salta, Argentina



IX Congreso Argentino de Ingeniería Industrial

Aprovechamiento del agua pluvial como recurso hídrico a nivel residencial

3 y 4 de noviembre de 2016



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLAM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

“RECUPERACION Y TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL A BAJA ESCALA”

Luis Enrique Fauroux, Universidad Nacional de La Matanza, lfauroux@unlam.edu.ar

Pablo A. Espiñeira, Universidad Nacional de La Matanza

Degaetani Omar Jorge, Universidad Nacional de La Matanza

Daniel O. Diaz, Universidad Nacional de La Matanza

Nicolás Fabrizio Fenoglietto, Universidad Nacional de La Matanza

Resumen

El presente trabajo tiene como objeto analizar la viabilidad de la recuperación y tratamiento de agua pluvial a nivel residencial. La investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Nacional de La Matanza utilizando datos propios e históricos del régimen de lluvias. El tratamiento del agua pluvial tiene dos aspectos, la eliminación de la materia orgánica y la composición química de las sales disueltas. A los efectos del dimensionamiento es necesario conocer las concentraciones en estos sentidos. El tratamiento propuesto consiste en cuatro etapas: trampa de sólidos, eliminación de materia orgánica por carbón activado granular, eliminación inorgánica por resinas de intercambio iónico, y mantenimiento por cloración. Teniendo en cuenta la legislación vigente se analizó el destino de su uso, las instalaciones auxiliares, la factibilidad técnica y económica de la implementación residencial. Esto nos permitirá saber el beneficio potencial a obtener y las posibles transferencias a realizar.

Palabras clave— *Recuperación, tratamiento, agua, pluvial.*

1. Introducción

El creciente desarrollo de las ciudades, aumenta la impermeabilización de las cuencas urbana y de sus humedales, lo cual genera que el agua caída provoque anegamientos y dificultades que podrían mitigarse en parte acumulando aunque sea una parte de la misma y reutilizándola para servicios sanitarios o riego.

Por su parte, la creciente urbanización trae aparejada el aumento del requerimiento de agua potable. Para satisfacer esta demanda es necesaria la instalación de nuevas plantas potabilizadoras, aumentar la capacidad de las existentes o implementar sistemas de gestión adecuados que permitan un mejor aprovechamiento del recurso. El uso de agua pluvial recuperada implica una reducción de la demanda a la red de agua corriente y por lo tanto un mejor aprovechamiento del agua potable, con los consiguientes beneficios sociales y económicos. En aquellas zonas que carecen de redes cloacales, la mala gestión de los pozos absorbentes y cámaras sépticas provocan filtraciones que terminan contaminando las napas subterráneas, por ende, se debe recurrir a perforaciones cada vez más profundas, lo cual en caso de una mala ejecución de los pozos pone en peligro el recurso subterráneo ubicado a



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

mayor profundidad. Este aumento en las profundidades de excavación, es un claro indicador de la escasez y costo del recurso, además de ser cada napa contaminada, un reflejo de una mala gestión en la administración del bien. En este sentido, vale la pena mencionar que una de las principales causas de la contaminación del manto freático no confinado, es la presencia de numerosos sumideros a cielo abierto, habitualmente llamados “basurales clandestinos”, que generan diariamente enormes volúmenes de lixiviados que terminan contaminándola el recurso subterráneo.

Se valorará la factibilidad técnica, económica e instalación a baja escala, es decir a nivel residencial, que podría hacerse extensivo a pequeñas y medianas empresas.

El objetivo principal es diseñar un conjunto de dispositivos que permita el tratamiento de agua pluvial in situ. Este sistema permitirá obtener beneficios para el medio ambiente y un mejor aprovechamiento del recurso natural. La hipótesis principal es que la cantidad de agua pluvial colectada, y tratada in situ, no sería demandada a la red de agua corriente. El costo del tratamiento para su uso en los vestuarios sería aceptable y habría una cantidad considerable de agua que no alcanzaría las calles y alcantarillas disminuyendo el riesgo de anegamientos en los alrededores y un mejor aprovechamiento del recurso natural.

2. Materiales y Métodos

El aspecto legal restringe el uso del agua recuperada a usos secundarios, impidiendo por cualquier motivo destinarla a consumo humano. Esto se debe a la prohibición de mezclar el agua corriente, con agua proveniente de otro recurso, sin importar cuán bien o mejor esté tratada respecto del agua de red. Esto limita el alcance del recupero hacia usos como, por ejemplo, el riego, depósitos de baños y lavado de pisos y vehículos, el usuario se ve obligado a disponer de un doble circuito de agua. Así, durante el período 2015 – 2016 se desarrolló el proyecto de recuperación y tratamiento de 500 litros de agua pluvial, y destinarla en un sector sanitario de la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM). Con el fin de estudiar la eficiencia del sistema propuesto, efectuar ajuste, calibraciones y garantizar la eficiencia del mismo, se montó en las instalaciones del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas un prototipo del sistema de reaprovechamiento descrito. El dimensionamiento de la instalación se realizó en base al espacio físico disponible. La idea consistió en colectar, en un tanque de 500 litros, el agua de lluvia tratada que descarga en un sector del entretecho del edificio, en donde se ubica el DIIT. El techo posee una superficie de 32 m² y descarga mediante cañerías de 100 mm de diámetro hacia una bajada pluvial vertical que desemboca en un colector pluvial de desagüe. Las dimensiones de las cañerías son consistentes con edificaciones familiares, por lo que los resultados y conclusiones son extrapolables a ese nivel. El análisis dimensional en este sentido se realizó en base a una superficie cubierta de 100 m² y los regímenes de lluvias cuyos datos se obtuvieron de una estación meteorológica instalada en la UNLaM para tal fin. Los gráficos en la Figura 1, muestran la cantidad de días que una cisterna de 1000 litros opera con consumo de 500 litros diarios. A pesar de poder recuperar volúmenes mayores al mencionado, seleccionar un tamaño mayor implicaría una gran cantidad de tiempo con el tanque sin completar, un mayor costo de mantenimiento, una mayor inversión en resinas, carbón activado y en la instalación de la cisterna.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

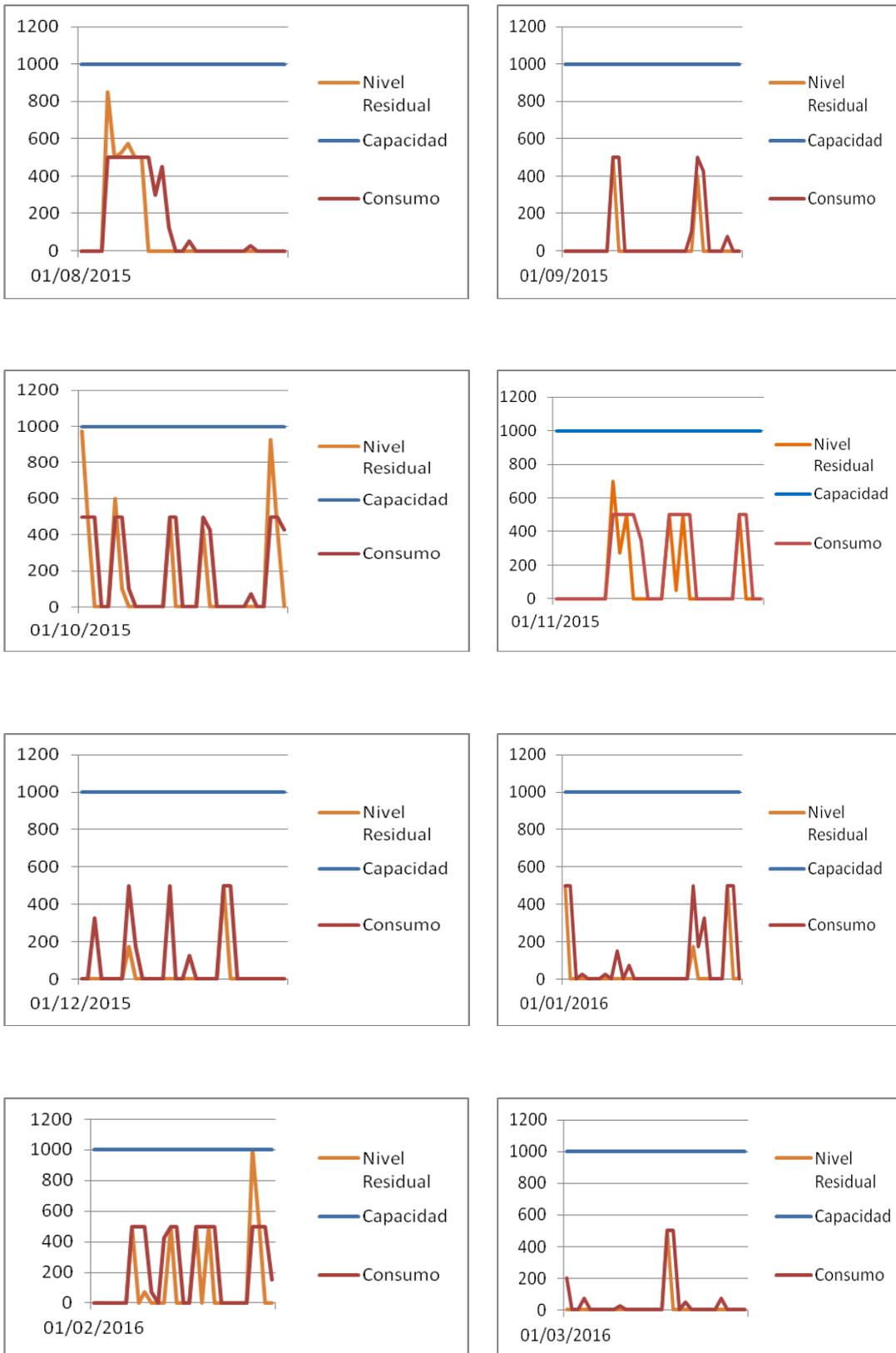


Figura 1. Volumen Residual (Precipitaciones - Consumo) vs. Volumen de la cisterna

Fuente: Elaboración propia



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

Los cuadros, incluidos en la Figura 1, se elaboraron con datos obtenidos por la estación meteorológica instalada en la universidad para tal fin, y durante el período de desarrollo de la investigación. En ellos se puede apreciar que sólo en dos días puntuales (en agosto-15 y febrero-16), se podría haber superado la capacidad de la cisterna, que es cuando el nivel residual alcanza la capacidad del tanque. Esta observación implica la instalación proyectada cumple con el requerimiento de captar prácticamente toda el agua pluvial y recuperarla.

El esquema de la instalación propuesto en base a estos datos se presenta en la Figura 2

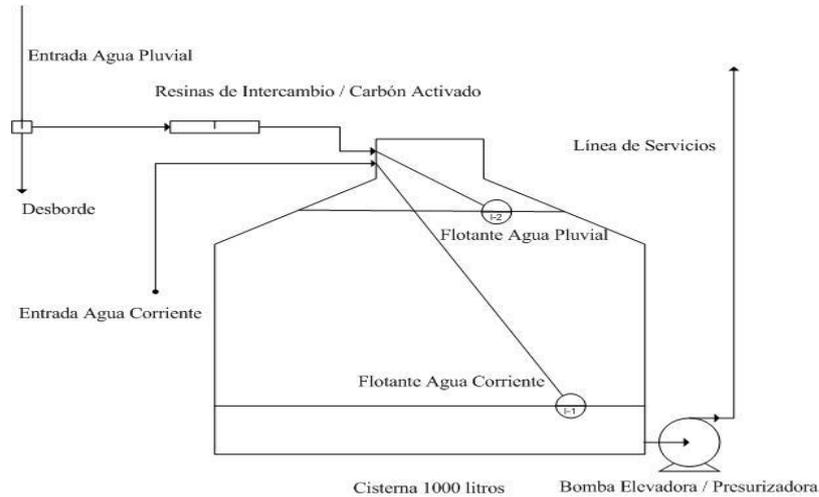


Figura 2. Corte longitudinal del esquema de instalación

El dispositivo purificador consiste en una “Te” cuya salida lateral es roscada con diámetro de 110 mm, colocada luego del filtro grueso de sólidos, y seguida de una reducción a 40 mm. La resina de intercambio iónico y el carbón activado se colocaron en bolsas porosas de nylon con el objeto de evitar el intercambio total de iones y evitar grandes pérdidas de presión, permitiendo la circulación del agua pluvial a tratar. La instalación prevé un desvío por rebalse, a fin de evitar desbordes. Se tuvo en cuenta que, para períodos sin lluvias, el sistema permita el ingreso de agua corriente. La cantidad de agua que, en estos casos, el sistema permitirá acumular no superará los 100 litros.



Figura 3. Instalación piloto en el entretecho de la UNLaM



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

La instalación de un segundo ramal implica la utilización de los siguientes materiales [3][4].

Tabla 1. Lista de materiales tentativos para una instalación domiciliaria

Pileta de patio como control de rebalse	1
Pileta de patio como control de sólidos	1
“Te” (110 mm) como cartucho	1
Reducción 110mm a 40mm	1
Bomba elevadora (inteligente)	1
Resinas de intercambio	2 litros
Carbón activado granular	1 kg
Boya de cloro (doble acción)	1
Tanque cisterna (1000 litros)	1

Los caños y accesorios, que dependan de las dimensiones particulares, mano de obra y materiales de construcción, se evaluarán en forma general conforme la oferta en el mercado. El tratamiento del agua pluvial tiene dos aspectos, la eliminación de la materia orgánica y la composición química de las sales disueltas.

En primera instancia se investigó sobre las técnicas de análisis en estos sentidos. En lo que se refiere a materia orgánica las técnicas se basan en la medición del consumo de oxígeno, ya que esto está relacionado al contenido de microorganismos. La técnica más difundida es la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅, ensayo de incubación por 5 días), pero la ley no establece los métodos que se deben utilizar. Se investigó sobre los estándares estipulados en el Artículo N° 982 de la Ley N° 18284 (Código Alimentario Argentino) sobre aguas [5]. En relación a los contaminantes orgánicos estipula:

Tabla 2. Valores de referencia para contaminantes orgánicos establecidos por la Ley N° 18284

Bacterias coliformes: Número más probable (NMP) a 37°C-48 hs. (Caldo Mc Conkey o Lauril Sulfato)	<= 3 en 100 ml
Escherichia coli	ausencia en 100 ml
Pseudomonas aeruginosa	ausencia en 100 ml

Por lo que se harán análisis específicos. La evaluación de la potabilidad del agua ubicada en reservorios de almacenamiento domiciliario deberá incluirse entre los parámetros microbiológicos a controlar. En el caso de que el recuento de bacterias mesófilas en agar (Plate Count Agar, APC - 24 h a 37°C) supere las 500 UFC (Unidades Formadoras de Colonias) /ml y se cumplan el resto de los parámetros indicados, sólo se deberá exigir la higienización del reservorio y un nuevo recuento. En las aguas ubicadas en los reservorios domiciliarios no es obligatoria la presencia de cloro activo. La contaminación orgánica proviene principalmente de la suciedad acumulada en los techos que se usarán para la recolección. Por esto es que se resolvió que el método a utilizar para su tratamiento será de doble efecto. El agua será previamente filtrada y tratada con carbón activado granular antes de entrar al reservorio, cuya acción es la de adsorción, donde la materia orgánica se adhiere a la pared del carbón por una función química. En este paso eliminamos los pesticidas, plaguicidas y otros contaminantes orgánicos (básicamente orgánicos volátiles). Este proceso



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

deberá poseer baja pérdida de carga (caída de presión) y, de ser necesario, se continuará el tratamiento con pastillas de cloro sólido de disolución lenta, lo que permitirá la conservación de lo colectado. El carbón activado granular es el de normal uso comercial, no posee características particulares y puede conseguirse fácilmente a través, por ejemplo, de internet. El mismo puede ser re-activado sometándolo al calor dentro de un horno de cocina, lo que permite aumentar su vida útil y disminuir los costos de mantenimiento.

El siguiente paso en nuestro proceso de purificación es la eliminación de elementos que causan la dureza del agua, interponiendo un empaquetado de resinas para tal fin. Decimos que el agua es “dura” cuando encontramos calcio y magnesio y éstos sobrepasan los niveles permitidos. Utilizaremos una “Te” donde se colocarán los paquetes de resina de intercambio iónico (Anexos 1 y 2) y carbón activado granular.



Figura 4. “Te” Filtro de sólidos (vertical) y “Te” Cartucho de resinas y carbón activado (horizontal)

Las perlas sintéticas servirán como base para que se lleve a cabo dicho intercambio. Cuando el agua pase a través de la resina de intercambio iónico, los iones de dureza, que llevan una carga positiva fuerte, desplazarán a los iones de sodio más débilmente cargados. El calcio y magnesio (iones de dureza) serán atrapados a través de la atracción electromagnética de las partículas de la resina.

Un aspecto importante e interesante de la resina de intercambio es la capacidad de litros que es capaz de tratar y el costo de la regeneración. Respecto a este último punto, la decisión se volcó hacia un tipo de resina que se regenera con cloruro de sodio (NaCl) [6], mejor conocida como sal de mesa. Lo interesante es que ambos tipos de resina, aniónica y catiónica, pueden ser regeneradas de esta manera, lo que implica que no es necesario desarmar el paquete para dicho proceso.

Los lechos de intercambio iónico serán limpiados y regenerados, a intervalos determinados en función del volumen de agua de forma manual. La regeneración implicará inundar el paquete con una solución salina de sodio, que barrerá de manera efectiva los iones de dureza dejando a la resina lista para el siguiente ciclo de suavización del agua.

Finalmente la cloración, consiste en el agregado de pastillas de cloro para reducir o eliminar microorganismos, tales como bacterias y virus; pero el cloro, no es suficiente para eliminar todos los parásitos patógenos. La cloración desinfecta el agua, pero no la purifica por completo, se utiliza para mantenimiento. Para los contaminantes inorgánicos la ley establece,



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

Tabla 3. Valores de referencia para contaminantes inorgánicos establecidos por la Ley N° 18284

Acidez	pH	Entre	6,5 – 8,5	mg/l
Amoniaco	NH₄⁺	Máximo	0,20	mg/l
Aluminio residual	Al	Máximo	0,20	mg/l
Arsénico	As	Máximo	0,05	mg/l
Cadmio	Cd	Máximo	0,05	mg/l
Cianuro	CN⁻	Máximo	0,10	mg/l
Zinc	Zn	Máximo	5,0	mg/l
Cloro	Cl⁻	Máximo	350	mg/l
Cobre	Cu	Máximo	1,00	mg/l
Cromo	Cr	Máximo	0,05	mg/l
Dureza total	CaCO₃	Máximo	400	mg/l
Fluoruro	F⁻	Máximo		mg/l
Hierro Total	Fe	Máximo	0,30	mg/l
Manganeso	Mn	Máximo	0,10	mg/l
Mercurio	Hg	Máximo	0,001	mg/l
Nitrato	NO₃⁻	Máximo	45	mg/l
Nitrito	NO₂⁻	Máximo	0,10	mg/l
Plata	Ag	Máximo	0,05	mg/l
Plomo	Pb	Máximo	0,05	mg/l
Sólidos disueltos totales		Máximo	1500	mg/l
Sulfatos	SO₄⁼	Máximo	400	mg/l
Cloro activo residual	Cl	Mínimo	0,2	mg/l

A los efectos de evaluar la factibilidad del tratamiento proyectado, el equipo se remitió a un estudio realizado por Perez C. y otros [7] en el 2011 sobre el agua pluvial colectada en los techos del pabellón II de la ciudad universitaria (Ciencias Exactas UBA), el cual arrojó los siguientes resultados

Tabla 4. Valores encontrados en agua pluvial (Pabellón II - Ciencias Exactas UBA)

Acidez	pH	Entre	5,9 – 6,7	mg/l
Nitrato	NO₃⁻	Entre	4,9 – 9,4	mg/l
Fosfatos	PO₄³⁻	Entre	0 – 0,07	mg/l
Sulfatos	SO₄⁼	Entre	1 – 5	mg/l

Fuente: Perez C. y otros [7]

Los autores concluyen que esta fuerte presencia de nitratos en el agua de lluvia estaría relacionada con las intensas emisiones de óxidos de nitrógeno de la ciudad de Buenos Aires. Las muestras de agua de lluvia colectadas correspondieron en todos los casos a pasajes de sistemas frontales sobre la ciudad. Asociada al desplazamiento de algunos frentes se produjo la llegada de cenizas volcánicas del sistema Puyehue–Cordón Caulle. Aún así los valores preliminares sugieren que no es necesario un bajo caudal del agua para el correcto acondicionamiento mediante resinas de intercambio iónico. Sin embargo es importante destacar ciertos aspectos que surgieron luego de analizar la bibliografía y consultar a los agentes comercializadores. En primer lugar es posible que durante los períodos de reposo se produzca el crecimiento de microorganismos en las resinas, hecho que se puede evitar retirando el cartucho y manteniendo aireada la resina. En segundo término el hierro trivalente actúa como un “veneno” de las resinas, dada la dificultad para removerlo al momento de la regeneración.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

3. Resultados y Discusión

Los resultados del trabajo se analizarán conforme la importancia que tiene el agua como recurso imprescindible. Los aspectos sobresalientes en este sentido son su escasez creciente y su uso irracional. Las temáticas alrededor del agua de consumo humano son de aspecto técnico, económico y legal.

Desde la viabilidad técnica, luego analizar de las muestras tomadas en distintos momentos se observó la presencia de cloro y ausencia de sólidos en suspensión. La presencia de olor a cloro es un primer indicador de la ausencia de materia orgánica. Dado que el uso será destinado a servicios, no es indispensable hacer un análisis de potabilidad. Aún así, las pruebas de laboratorio arrojaron ausencia de ión amonio, y bajo contenido de cloro. El ión amonio está relacionado a la deposición de las aves, por lo que es un factor a observar en cada localización específica, ya que dependerá de la magnitud de la presencia de pulmones verdes y árboles de gran envergadura en la zona. El cloro estará ligado a la dosificación en la cisterna, el exceso no es deseable, pero la presencia de un suave olor indica que la cantidad dosificada ha sido suficiente para el mantenimiento. Los ensayos de laboratorio corroboraron las hipótesis realizadas en estos sentidos. Los valores asociados a estas sustancias dependen del ciclo de períodos de lluvia y la temperatura ambiente. Se observó, como era esperable, que la máxima cantidad de materia orgánica e inorgánica en el agua pluvial, se obtuvo en los primeros minutos de lluvia abundante, extendiéndose este período conforme la magnitud de la precipitación. Períodos largos entre precipitación favorecen la oxidación tanto de la materia orgánica como de la inorgánica, si estos períodos son cálidos se favorece el secado y la oxidación. Sin por el contrario, los períodos entre lluvias son cortos, se ve perjudicada la acumulación de materia. Esto quiere decir que los techos se verán “lavados” reduciendo el problema a los primeros minutos de cada precipitación. En este sentido las características del sistema permiten analizar su comportamiento bajo distintas circunstancias. Ante una precipitación entre abundante y muy abundante, la caída de presión es alta. En este contexto, y dado el caudal, una parte del agua utiliza el sistema de desborde por lo que las primeras aguas, que son las más concentradas se descartan en forma natural, sin exigir el tratamiento del sistema. A bajo caudal de entrada, menor pérdida de carga (porcentual), y mayor tiempo de tratamiento. Esto implica que en ambos casos el sistema trata efectivamente el agua que pasa a través del mismo. El caso del tratamiento iónico es mayor a bajas velocidades, pero al encontrarse empaquetadas, no alcanzan a deionizar la cantidad circulante. De este modo aumenta la cantidad de ciclos útiles de la resina para el tratamiento. Se determinó un promedio práctico de 6 ciclos de 500 litros, aunque en forma teórica podría aumentar sensiblemente. La regeneración se realizó conforme lo especifica la hoja de datos de la resina, corroborándose la información. El análisis de los costos de instalación, en viviendas preexistentes, arrojó un monto que ronda los \$10.000 (aprox. U\$S 650). Ante estos valores se realizó una encuesta, con el objeto de conocer la opinión y predisposición de los usuarios respecto a realizar una inversión en un sistema de estas características. La población encuestada abarcó distintos estratos socio-económicos y de diversas edades, dentro del partido de la Matanza.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

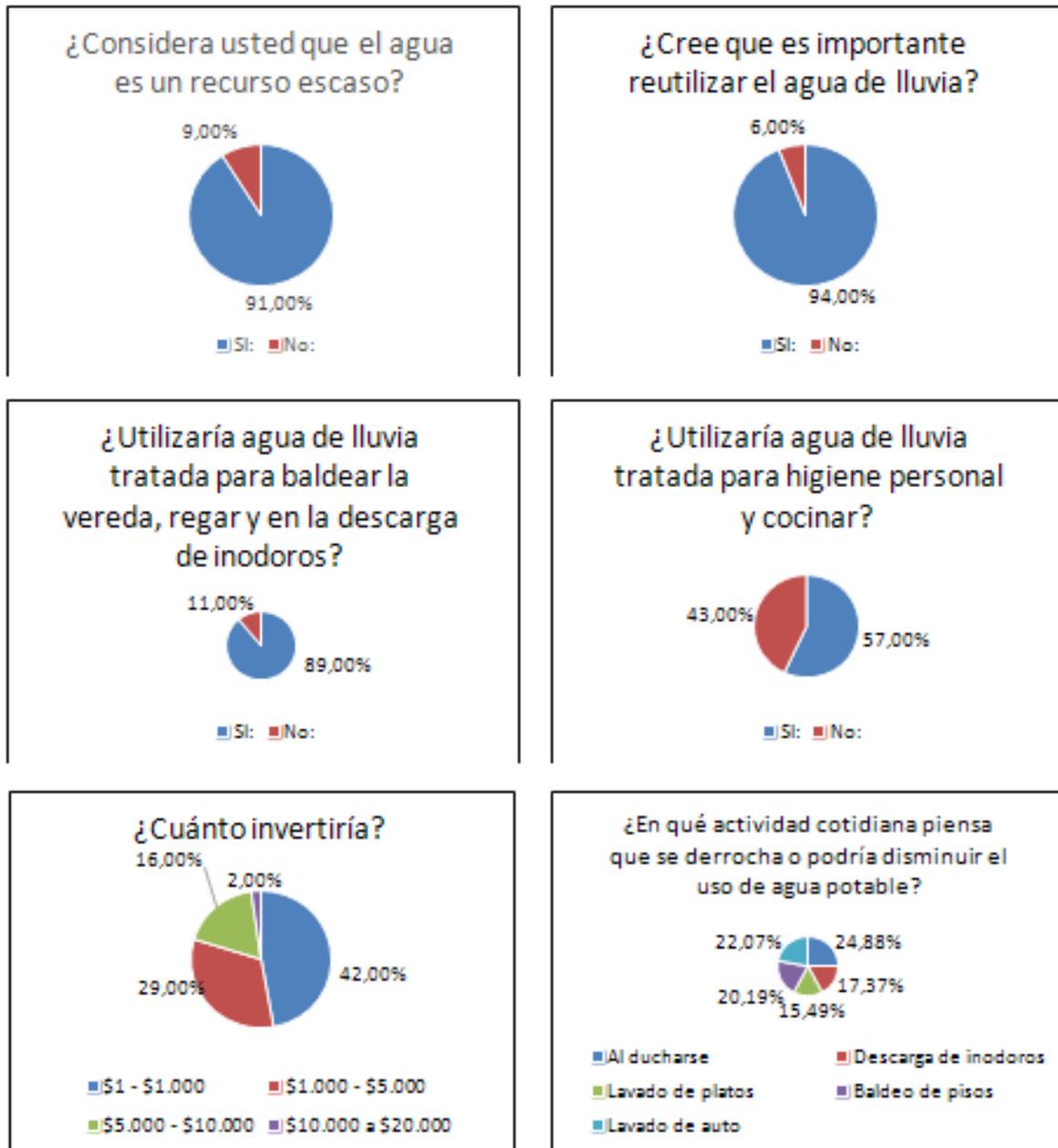


Figura 5. Resultados de la encuesta.

Fuente: Elaboración propia

En primer lugar, en la generalidad de los casos, los encuestados nos plantearon su preocupación acerca de la creciente disminución de reservas de agua dulce en el mundo. Esta problemática es producto de la contaminación. Surge, en consecuencia, la necesidad de aprovechar al máximo las alternativas orientadas hacia el consumo responsable de este bien natural, que es imprescindible para la vida. En cuanto a esto último, el 24,88% de la población encuestada opinó que los mayores derroches se encuentran a la hora de ducharse, seguidos por el lavado del auto y baldeo. Pese a esta creciente preocupación, tan solo el 45% de los encuestados asegura tener conocimiento acerca de procesos para el tratamiento de agua. Por otro lado, un dato muy importante, que se infiere de este análisis, es que el 89% de la gente utilizaría el agua de lluvia tratada para baldear la vereda, regar y en la descarga de



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

inodoros. Mientras que este porcentaje se reduce al 57% cuando se les pregunta si la utilizarían para higiene personal y/o cocinar. Al consultarles el motivo de esta decisión, la gran mayoría respondió que esto se debe al desconocimiento del proceso de tratamiento y a la inseguridad que trae aparejado. Esta última apreciación del usuario genera cierta contradicción, ya que el 85% no le realiza controles periódicos al agua que consume en su domicilio. Por último, podemos ver una buena predisposición, más del 90%, para la instalación del sistema de recolección de agua de lluvia y su tratamiento. Pese a esto, el 42% no invertiría más de \$1.000 y tan sólo el 18% invertiría más de \$5.000.

4. Conclusiones y recomendaciones

Los resultados obtenidos de la cantidad y calidad del agua pluvial recuperada indican la factibilidad técnica del proceso desarrollado. El acceso a los paquetes de resina y carbón activado es sencillo. Las resinas de intercambio tienen una vida útil aproximada de 10 años. Las características de las mismas disminuyen la posible formación de hongos, no se observó crecimiento en el prototipo instalado. La regeneración de la resina se realizará cada 6 ciclos de lluvias, colocando los paquetes en baldes comunes con solución de cloruro de sodio al 16% (1600 gramos de sal en 10 litros de agua), durante un mínimo de 40 minutos, sin mayor necesidad de atención o dedicación por parte del usuario. A este respecto cabe decir que se sugiere el hidróxido de sodio (NaOH) para la regeneración de la resina aniónica, pero esta sustancia se encuentra dentro de los considerados precursores químicos y por lo tanto es de difícil adquisición. Se optó, entonces, por recurrir al cloruro de sodio ya que sirve al mismo tiempo para regenerar la resina catiónica. Respecto al mantenimiento del agua en cisterna, el doble efecto de las pastillas de cloración y floculante, han permitido obtener aguas traslúcidas y sin otro olor más que el correspondiente esperable por cloro. La ausencia de olor es un indicativo para la revisión de las pastillas.

Los tiempos mencionados pueden cambiar conforme la zona en que se implemente la recuperación. En zonas fabriles o mucha polución, por ejemplo, los tiempos mencionados deberán acortarse.

La re-activación del carbón puede realizarse en un horno de cocina aprovechando los períodos de calentamiento, sin que esto conlleve peligro de contaminación del horno. Se recomienda cambiar el carbón activado al cabo de tres reactivaciones.

Los beneficios ambientales respecto a los anegamientos evitados pueden observarse en otros ejemplos, ya implementados, como reservorios creados en diferentes comunas como el propio partido de La Matanza. La acumulación en cisternas por parte de cada usuario tiene el mismo efecto.

Desde el punto de vista económico, el resultado de las encuestas indica que la instalación de un doble circuito, para la utilización de agua recuperada, resulta inicialmente costosa para los usuarios domiciliarios. Esto se explica porque el usuario común no tiene el ejercicio de valorar el costo ambiental, como anegamientos y la reducción de servicios ambientales, e internalizarlos. Es de destacar, también, que la encuesta se realizó en un período de tiempo (primer semestre 2016) cuyo contexto económico fue difícil para los usuarios. Se trató de una época de grandes subas en los costos de los servicios generales. Sin embargo esta situación presenta un aspecto favorable, el aumento de la tarifa por consumo del agua hace disminuir considerablemente el período de amortización de la instalación. Por otra parte, estos costos podrían disminuir considerablemente si los planifica desde un principio en edificaciones nuevas. En este sentido, desde la UNLaM, se está trabajando en propuestas ambientales aplicables sobre proyectos de construcción, tales como nuevos barrios. Tales propuestas incluyen, por ejemplo, colectores solares planos para agua caliente sanitaria y la



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

recuperación de agua pluvial. Estas alternativas intentan disminuir el consumo de gas y agua. Respecto a lo concerniente al presente trabajo, si bien el equipo realizó un estudio en este sentido, la volatilidad de las marchas y contra marchas respecto a la aplicación de las nuevas tarifas y, además, la ausencia de la colocación masiva de medidores del consumo de agua en forma particular, no han permitido realizar un estudio definitivo aún.

5. Referencias

- [1] ALBRIEU, JULIETA (y otros) (2015). *Inundaciones y Cambio climático*. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (CABA). 1ª Ed. 156p
- [2] Empresa Obras Sanitarias de La Nación (1987). *Instalaciones Sanitarias Domiciliarias e Industriales, Normas*. Subsecretaría de Recurso Hídricos.
- [3] NISNOVICH, JAIME (2008). *Manual Práctico de Instalaciones Sanitarias*. Ed. Buenos Aires. 5ª Ed. T.1. 248p
- [4] NISNOVICH, JAIME (2012). *Manual Práctico de Instalaciones Sanitarias*. 7a Ed. Buenos Aires. T.2. 248p
- [5] Código Alimentario Argentino (1967). Artículos 982 y 983 de la Ley 18.284 sobre aguas.
- [6] VEOLIA WATER (2015). *Strong Acid Cation Exchange Resin (CSA9), Strong Basic Anion Exchange Resin Type I (GA13)*.
- [7] PEREZ, CLAUDIO (y otros) (2011). *Análisis físico-químico del agua de lluvia en Buenos Aires y condiciones meteorológicas asociadas*. Departamento de Cs. de la Atmósfera y los Océanos, FCEN, UBA Argentina.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

6. ANEXOS

6.1 Anexo 1





Strong Acid Cation Exchange Resin

DOSHION **CSA-9** is a GEL Type Strong Acid Cation Exchange Resin produced by the sulfonation of styrene-divinylbenzene copolymers. The resin is designed to combine high operational capacity and superior physical stability. This quality is assured by specifications that call for a whole un-cracked bead content of at least 95% and an unmatched bead strength. DOSHION **CSA-9** is the resin of choice whenever high performance is required. The resin is available in both Na⁺ and H⁺ form.

DOSHION **CSA-9** can also be supplied with such particle size and density characteristics that will assure fast and sharp separations when used in combination with DOSHION **ASB-108** or DOSHION **GA-11** anion resin in mixed bed applications.

PROPERTIES	
Matrix	Cross linked polystyrene
Functional Group	SO ₃ Sulphonic
Ionic Form	H ⁺ - Sodium Na ⁺ - Hydrogen
Physical Form	Hard Moist Beads
Particle Size (mm)	0.30 - 1.20
Moisture Content %	48-54 H ⁺ form 47-53 Na ⁺ form
Total Exchange Capacity (Min) (eq/L)	1.8 H ⁺ form 2.0 Na ⁺ form
Bulk Density or Shipping Weight (gm/L)	800-830 H ⁺ form 830-850 Na ⁺ form
Operating pH Range	0-14
Solubility in Common Solvents	Insoluble
Volume Change% (max):Na ⁺ to H ⁺	10

SUGGESTED OPERATING CONDITIONS		
Operating Temperature (max)	°C	120
Minimum Bed Depth	cm	75
Regenerant Concentration	%	10-16 (NaCl) 1-5 (H ₂ SO ₄) ^a 4-5 (HCl)
Regenerant Flow Rate	*BV/hr	2-8
Regenerant Contact Time	Minutes	30
Regeneration Level	Kg per M ³ of Resin	60-160 (NaCl) 60-150 (H ₂ SO ₄) 30-150 (HCl)
Displacement Rinse Rate	*BV/hr	2-8
Displacement Rinse Volume	*BV	1-2
Fast Rinse Rate -	*BV/hr	10-40
Fast Rinse Volume -	*BV	4-10
Service Flow Rate	*BV/hr	10-40

* Bed Volumes/Hour * Bed Volumes

^a Sulfuric Acid concentration must be adjusted according to calcium content in the feed water.





Figura 6. Hoja de datos de la resina de intercambio catiónica



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

6.2 Anexo 2





Strong Base Anion Exchange Resin Type - I

DOSHION GA 13 has a strong basic unfunctional cross linked Polystyrene structure containing type -I quaternary ammonium group. It is a premium grade gel type high capacity resin supplied in Chloride form. The resin is used in industrial and domestic water demineralisation applications.

The Characteristics of GA 13 :

- High capacity and shock resistance
- Exceptional Physical stability for a conventional gel type resin which permits a long life without the development of excessive pressure drop.
- Excellent regeneration efficiency
- Ideal for demineralisation, condensate polishing and chemical process applications.

PROPERTIES	
Matrix	Cross linked
Polystyrene Gel	
Functional group	Quaternary Ammonium Type - I
Ionic form	Cl ⁻ - Chloride
Physical form	Hard moist beads
Particle size (mm)	0.30 - 1.20
Moisture content %	45 - 50
Total exchange capacity (eq/L)(min.)	1.3
Bulk density (gm/L)	690 - 720
Specific gravity moist Cl ⁻ form	1.09
Operating pH range	0 - 14
Operating temperature °C (max)	80
Volume change Cl ⁻ to OH ⁻ % (max)	20

SUGGESTED OPERATING CONDITIONS		
Minimum bed depth	cm	60
Backwash rate		50-75 % Bed Expansion
Regenerant concentration	%	4-5 NaOH
Regenerant flow rate	*BV/hr	2-6
Regenerant contact time	Minutes	40 min.
Regenerant level 100%	Kg per M ³ of resin	30-120 (NaOH)
Displacement rinse rate	*BV/hr	2-6
Displacement rinse volume	*BV	1-2
Fast rinse rate	*BV/hr	10-40
Fast rinse volume	*BV	4-10
Service flow rate	*BV/hr	10-40

*Bed Volumes/Hour **Meters/Hour *Bed Volumes





Figura 7. Hoja de datos de la resina de intercambio aniónica



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



III CADI
IX CAEDI
2016



RECUPERACION Y TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL A BAJA ESCALA

Autores:

Mg. Fauroux, Luis Enrique (lfauroux@ing.unlam.edu.ar)

Ing. Espiñeira, Pablo A.

Lic. Degastanis, Omar J.

Mg. Díaz, Daniel O.

Fenoglietto, Nicolás F.



DIIT

7, 8 y 9 de septiembre de 2016



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



Resumen

El presente trabajo tiene como objeto analizar la viabilidad de la recuperación de agua pluvial a nivel residencial. La motivación de la problemática abordada radica en la escasez del recurso y de los inconvenientes provocados por las precipitaciones. El tratamiento del agua pluvial tiene dos aspectos, la eliminación de la materia orgánica y controlar la composición química de las sales disueltas. Se analizaron las instalaciones auxiliares, la factibilidad técnica y económica de la implementación a escala residencial.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

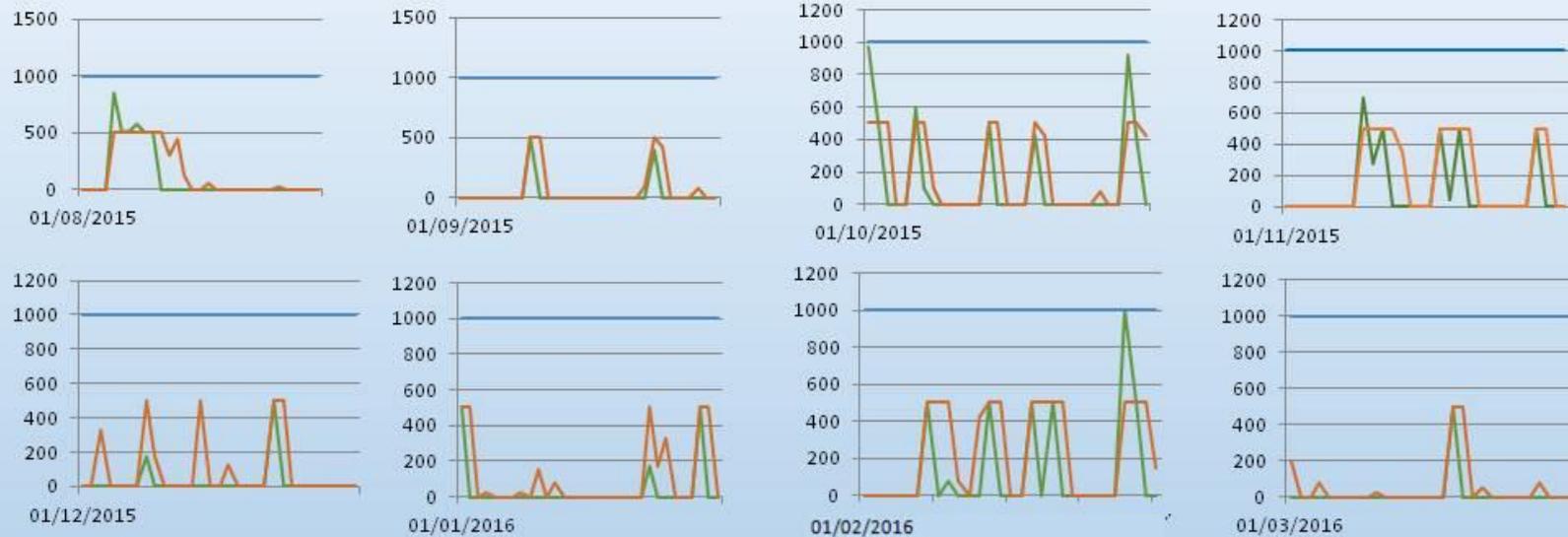


Problemática analizada





Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



Relación del consumo respecto a las precipitaciones

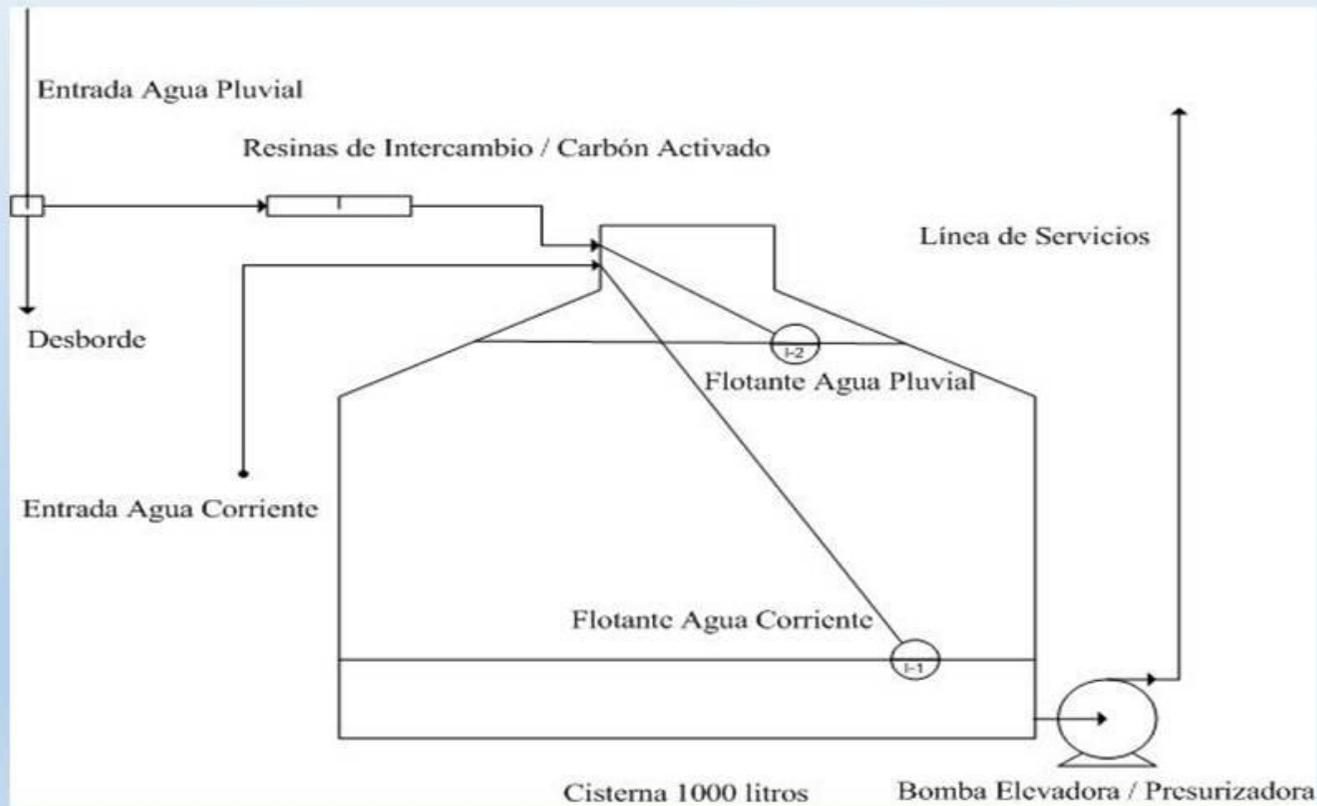
— Nivel Residual
— Capacidad
— Consumo



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLAM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



Corte longitudinal del esquema de instalación

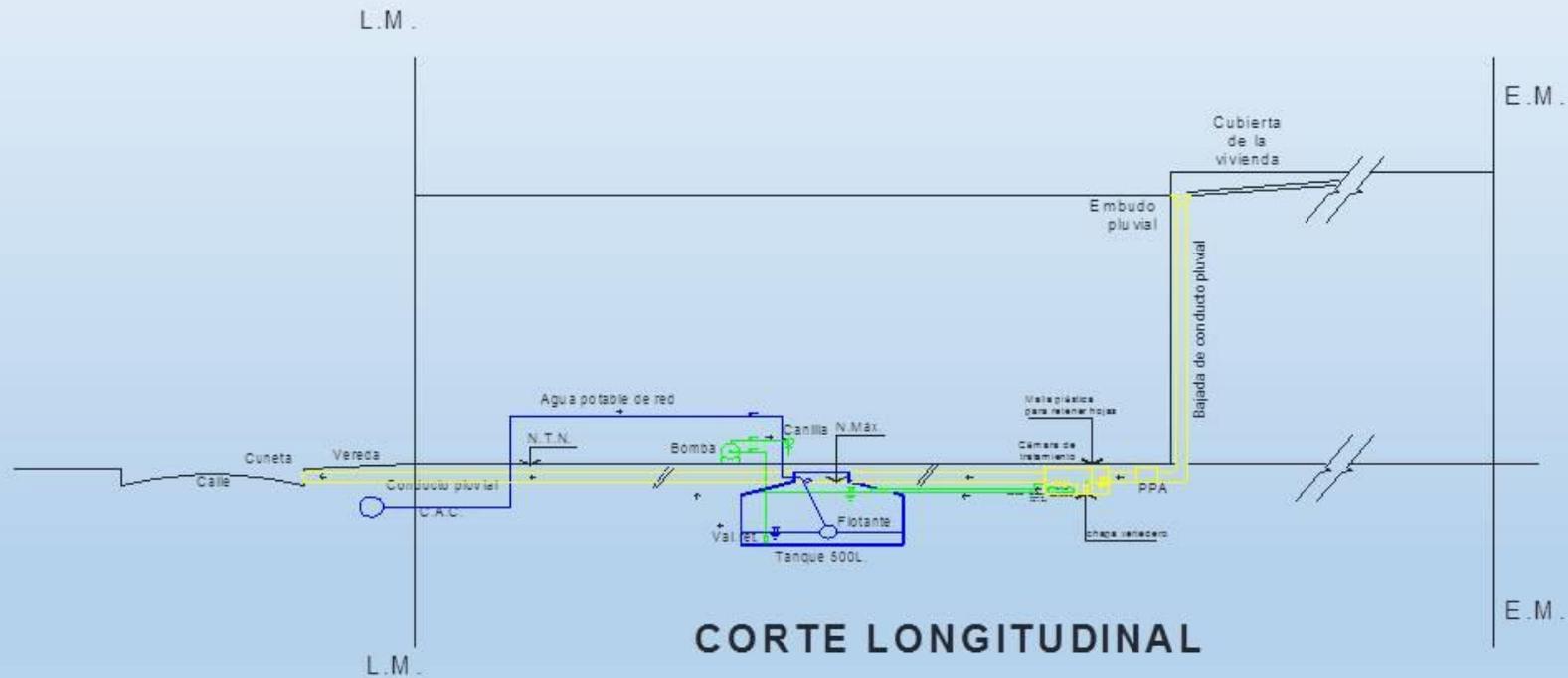




Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



Plano de instalación con cisterna





Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



III CADI
IX CAEDI
2016



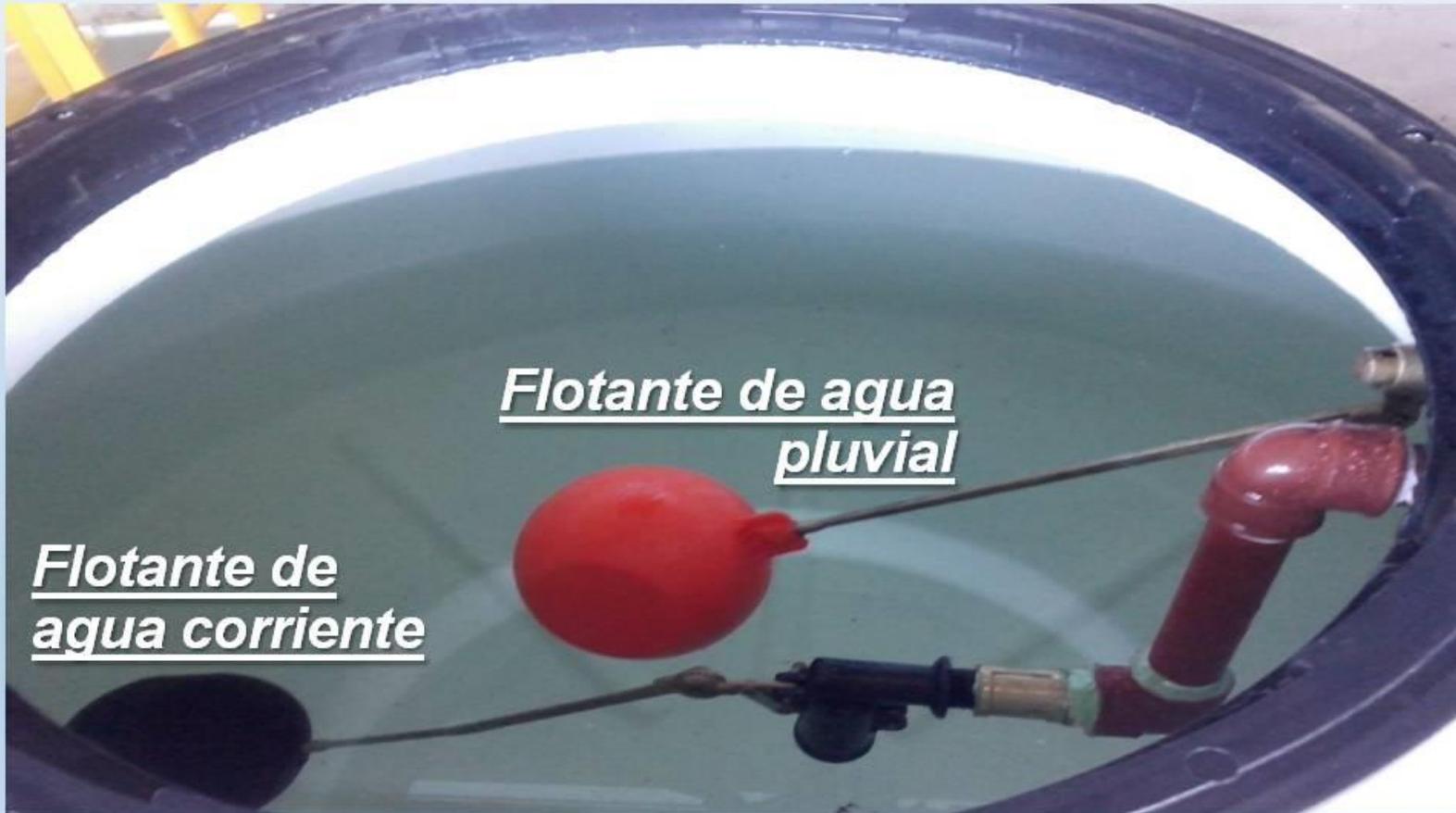


Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



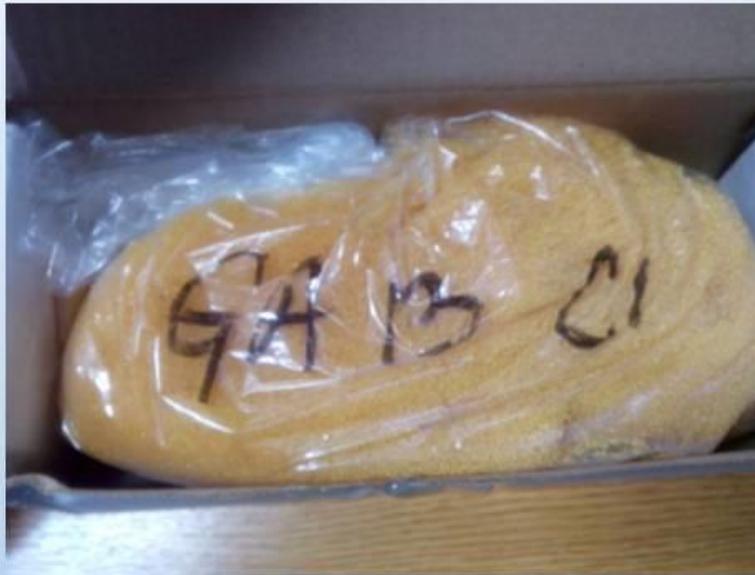


Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



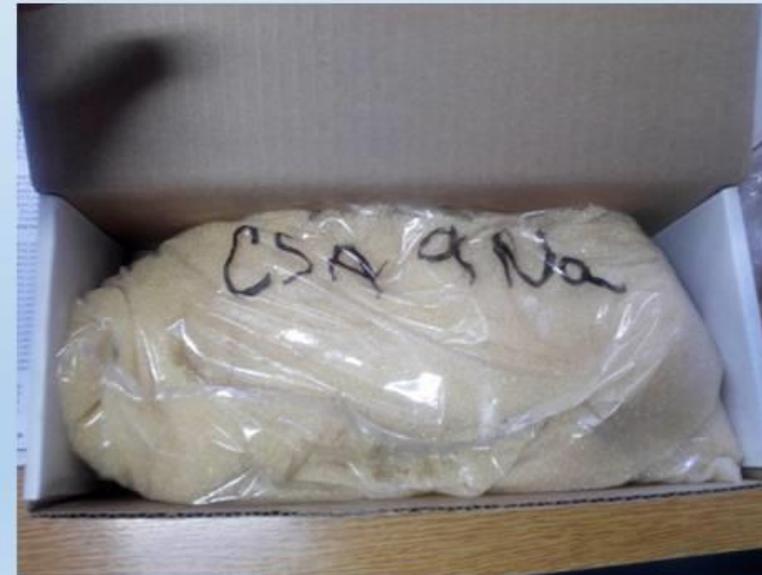


Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



Resina de intercambio aniónica

Resina de intercambio catiónica



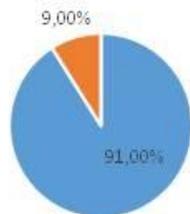


Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



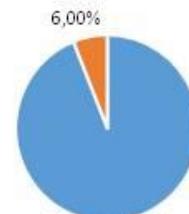
Encuesta:

¿Considera usted que el agua es un recurso escaso?



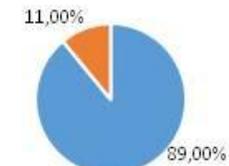
■ Si: ■ No:

¿Cree que es importante reutilizar el agua de lluvia?



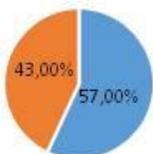
■ Si: ■ No:

¿Utilizaría agua de lluvia tratada para baldear la vereda, regar y en la descarga de inodoros?



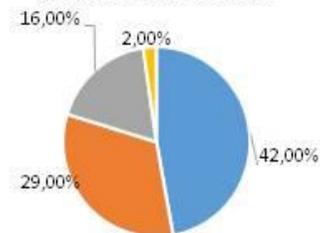
■ Si: ■ No:

¿Utilizaría agua de lluvia tratada para higiene personal y cocinar?



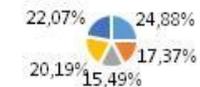
■ Si: ■ No:

¿Cuánto invertiría?



■ \$1 - \$1.000 ■ \$1.000 - \$5.000
■ \$5.000 - \$10.000 ■ \$10.000 a \$20.000

¿En qué actividad cotidiana piensa que se derrocha o podría disminuir el uso de agua potable?



■ Al ducharse ■ Descarga de inodoros
■ Lavado de platos ■ Baldeo de pisos
■ Lavado de auto



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



Conclusiones:

- *Los resultados obtenidos de la cantidad y calidad del agua pluvial recuperada indican la factibilidad técnica del proceso desarrollado.*
- *El acceso a los paquetes de resina y carbón activado es sencillo.*
- *El doble efecto de las pastillas de cloración y floculante, han permitido obtener aguas traslúcidas y sin otro olor más que el correspondiente esperable por cloro.*
- *La re-activación del carbón puede realizarse en un horno de cocina aprovechando los períodos de calentamiento.*
- *El resultado de las encuestas indica que la instalación de un doble circuito, para la utilización de agua recuperada, resulta inicialmente costosa para los usuarios domiciliarios.*



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015



III CADI
IX CAEDI
2016



MUCHAS
GRACIAS



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

ANEXO IV – Nota de Alta Patrimonial

Sr. Secretario Administrativo
Unidad Académica
S/D

Por medio de la presente informo que los siguientes bienes han sido adquiridos con el presupuesto asignado al proyecto: Diseño de un sistema de tratamiento de agua pluvial a baja escala.

Código : C2-ING-021

Acreditado en el Programa PROINCE.../ CyTMA2 X, en ejecución desde: 01 / 01 / 2015 y hasta: 31 / 12 / 2016.

Detalle de bienes a incorporar al patrimonio de la Unidad Académica una vez finalizado el proyector según consta en el FPI-015: Planilla de rendición de gastos y administración de fondos que acompaña al presente Informe de Avance:... Final: X

Nº de Orden	Folio Nº	Fecha	Proveedor o Prestador	Nº de Comprobante	Nº de CUIT	Descripción/ Concepto
		15/2/2016	SANITARIOS San Martín	B 0002-00149588	30-57639338-1	Bomba presurizadora ROWA
		31/3/2016	SANITARIOS San Martín	B 0003-00085640	30-57639338-1	Tanque Rotoplast Flat Arena 500 l
		22/12/2016	La casa del Veterinario	B 0002-00001416	30-71489230-0	Conductímetro

Asimismo, durante el período de ejecución del proyecto, los bienes antes detallados se encuentran bajo mi responsabilidad, en cuanto a su guarda y preservación.

Lugar y fecha: San Justo, 01 de febrero de 2017

.....

...
Firma del Director del Proyecto

Mg. Fauroux, Luis E.
Aclaración de firma



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

ANEXO V – Rendición de Gastos

Unidad Académica que acredita el proyecto: Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas
Código de Proyecto: C2-ING-021
Título del Proyecto: Diseño de un sistema de tratamiento de agua pluvial a baja escala.
Director: Fauroux, Luis Enrique
Fecha de inicio: 01/01/2015
Fecha de finalización: 31/12/2016
Periodo de la rendición: Julio 2016 – Diciembre 2016

1.- Insumos							
Nº de Orden	Folio Nº	Fecha	Proveedor o Prestador	Nº de Comprobante	Nº de CUIT	Descripción/ Concepto	Importe
		26/09/2016	BAFARO y ARRAMBIDE	B 0002-00000095	33-65397080-9	Análisis Agua	\$ 387,20
		10/11/2016	EASY Liniers	B 1811-00275492	30-59036076-3	Boya y pastillas de cloro	\$ 394,00
		22/12/2016	La casa del Veterinario	B 0002-00001416	30-71489230-0	Conductímetro	\$1.471,00
		29/12/2016	BAFARO y ARRAMBIDE	B 0002-00000106	33-65397080-9	Análisis Completo Agua	\$ 800,00
Total							\$ 2.252,20

2.- Equipamiento							
Nº de Orden	Folio Nº	Fecha	Proveedor o Prestador	Nº de Comprobante	Nº de CUIT	Descripción/ Concepto	Importe
Total							

3.- Contratación de Servicios Técnicos Especializados							
Nº de Orden	Folio Nº	Fecha	Proveedor o Prestador	Nº de Comprobante	Nº de CUIT	Descripción/ Concepto	Importe
Total							



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

4.- Viáticos							
Nº de Orden	Folio Nº	Fecha	Proveedor o Prestador	Nº de Comprobante	Nº de CUIT	Descripción/ Concepto	Importe
		03/08/2016	AFIN	B 0001-00000555	30-65108295-8	Inscripción CADI	\$ 700,00
		05/09/2016	AFIN	B 0001-00009023	30-65108295-8	Cena CADI	\$ 450,00
		06/09/2016	OPESA	B 3235-00179555	30-67877449-5	Combustible	\$ 450,04
		06/09/2016	Servicios Mesopotámicos SRL	B 0013-00378836	30-70930205-8	Combustible	\$ 470,04
		07/09/2016	AUTO STAR SRL	B 0008-00060740	30-58565362-0	Combustible	\$ 800,00
		08/09/2016	Residencial "BARILOCHE"	B 0008-00060880	30-58565362-0	Alojamiento	\$ 1.170,00
		03/11/2016	Universidad Nacional de Salta	C 0550-00000116	30-58676257-1	Inscripción COINI	\$ 2.350,00
		02/11/2016	Resto MAAM	B 0001-00195657	33-71221013-9	Cena	\$ 180,00
		04/11/2016	La Casona del Molino	B 0004-00000206	30-71028712-7	Cena	\$ 340,00
		04/09/2016	ACCESO NORT SRL	B 0037-00085550	30-61434253-2	Combustible	\$ 966,76
		09/09/2016	AUTO STAR SRL	B 0008-00060880	30-58565362-0	Combustible	\$ 570,00
Total							\$ 8.446,84

5.- Bibliografía							
Nº de Orden	Folio Nº	Fecha	Proveedor o Prestador	Nº de Comprobante	Nº de CUIT	Descripción/ Concepto	Importe
Total							

Lugar y fecha: San Justo, 30 de diciembre de 2016

.....
Firma del Director de Proyecto

Fauroux, Luis Enrique
Aclaración

17.617.946
DNI