



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:

Código C2-ING-042

Gestión y uso de agua pluvial en barrios privados o clubes

Programa de acreditación:

CyTMA2 (Programa de Investigación Científica, Desarrollo y Transferencia de Tecnologías e Innovaciones. UNLaM)

Director del proyecto:

FAUROUX, LUIS ENRIQUE

Codirector del proyecto:

ESPINEIRA, PABLO ARIEL

Integrantes del equipo:

DEGAETANI, OMAR JORGE

BELLA, MARTIN MAXIMILIANO

JUAREZ, MARCELO ADRIAN

MOLINA VUISTAZ, NICOLAS

Fecha de inicio:

01/01/2017

Fecha de finalización:

31/12/2018

Informe Final

Sumario

1.	Resumen del Proyecto:.....	2
2.	Memoria Descriptiva.....	2
3.	Introducción.....	3
4.	Actividades propuestas y realizadas 2017 (Gantt).....	3
5.	Actividades propuestas y realizadas 2018 (Gantt).....	4



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.	Desarrollo	5
7.	Acciones	13
8.	Resultados y Conclusiones	13
9.	Bibliografía.....	16
	Anexo I: Copias de certificados de participación de integrantes en eventos científicos.....	17
	Anexo II: Copia de artículos presentados	21
	Anexo IV: Rendición de gastos del proyecto de investigación	38
	Anexo V: Alta patrimonial de la totalidad de equipamiento adquirido con presupuesto del proyecto.	40

1. Resumen del Proyecto:

El agua es un recurso natural escaso, es en virtud de esta problemática que el presente proyecto tiene como objeto gestionar alternativas que permitan el uso de agua pluvial. Basados en los resultados publicados del proyecto CyTMA2 C2-ING-021, se decidió continuar en esa línea de investigación, ahora en una escala un tanto mayor. Es así que los miembros del equipo de investigación relevaron respecto a posibles lugares para la gestión y uso del agua pluvial como recurso alternativo en lugares como barrios cerrados y clubes. De esta manera se logró contactar una empresa que se dedica a administrar este tipo de locaciones y que se mostró interesada en la implementación de sistemas como el propuesto. Asimismo, se evaluará su factibilidad técnica y económica. Así es que se analizará la posibilidad de minimizar el uso de agua corriente, o la extracción de napas, para servicios cuando esto sea posible. El objetivo propuesto es confeccionar un manual para la gestión de la recuperación y uso correcto del agua pluvial. Para ello es necesario recabar información sobre el estado del arte del tema planteado, tanto en formato digital como impresa, esencialmente la referida al tratamiento de las muestras, su análisis y procesamiento. Al mismo tiempo, se buscará la mejor relación precio-calidad, entre los distintos oferentes de mercado, respecto a los reactivos y el equipamiento analítico requerido para el estudio. El análisis se hará en base al régimen pluvial histórico y los valores de demanda conocidos. Esto permitirá saber el beneficio potencial a obtener. Se realizarán los análisis sobre muestras del agua recolectada, y se estudiarán los métodos de acondicionamiento necesarios según sea el destino probable del recurso. Se analizarán los planos existentes, y se hará una valoración económica para la implementación de la propuesta.

Palabras Clave: Aprovechamiento, agua, pluvial, servicios

2. Memoria Descriptiva

La UNLaM está trabajando en propuestas ambientales aplicables sobre proyectos de construcción, tales como nuevos barrios. Estas 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



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

inconvenientes surgieron por la imposibilidad de adquirir productos incluidos en las listas de precursores químicos.

3. Introducción

Selección del tema: Basados en los resultados publicados del proyecto CyTMA2 C2-ING-021, se decidió continuar en esa línea de investigación, ahora en una escala un tanto mayor. Es así que los miembros del equipo de investigación relevaron respecto a posibles lugares para la gestión y uso del agua pluvial como recurso alternativo en lugares como barrios cerrados y clubes. De esta manera se logró contactar un barrio cerrado que se mostró interesado en la implementación de sistemas como el propuesto. El mismo presenta distintas alternativas donde puede llevarse a cabo la investigación, como ser riego de espacios comunes, canchas de golf, lavadero de vehículos para mantenimiento, canalización, etc. Por lo que el equipo de investigación decidirá la locación exacta según los recursos de los que pueda disponer el proyecto.

Justificación del Estudio: El agua como recurso natural es cada vez más escaso, por este motivo es importante implementar sistemas de recuperación en este sentido. La aplicación de estrategias en barrios privados y/o clubes permitirá optimizar el uso del recurso, ya que el agua es obtenida principalmente por la extracción desde napas subterráneas. Además, es utilizada en tareas como riego y servicios generales. Actualmente no se considera aprovechar agua pluvial tratada como fuente para estos servicios. Por lo que la hipótesis principal es que la cantidad de agua pluvial colectada no sería demandada a las napas y sería contenida en reservorios donde se la mantendría clara, y adecuada al uso que el establecimiento requiera, el costo de adecuación para su uso sería aceptable. Los beneficios alcanzarían a los usuarios directos, a la vecindad y al medio ambiente.

Limitaciones y alcances del trabajo: Se valorará la factibilidad técnica, económica e instalación a baja escala, es decir a nivel de barrio y/o clubes. Los miembros del equipo, por su formación en química, ingeniería y participación en proyectos, tienen experiencia sobre el análisis químico del agua, la gestión ambiental e hidráulica. Respecto al aprovechamiento del agua pluvial, la siguiente es una lista de proyectos relevados donde se realizaron implementaciones de similares características:

Maig. Granollers - Ecobarrio Social.

Vallbona.Barcelona – Ecobarrio.

Sistemas urbanos: territorio ciudad, barrios / polígonos, edificio. Proyecto PLUVISOST.

Montjuïc. Barcelona – Parque.

Sant Boi. Barcelona - Centro comercial.

Flujos recursos hídricos endógenos - Área del Malgrat-Cubelles. - Plan Estratégico del Litoral.

Maó. Menorca – Aeropuerto. UAB. Bellaterra. BCN – Universidad.

Objetivos: El objetivo principal es conformar una guía de procesos y procedimientos que permita obtener beneficios para el medio ambiente y un mejor aprovechamiento del recurso natural.

Hipótesis: 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 de la adecuación, y mantenimiento, para su uso en los servicios de riego y lavado, sería aceptable, y habría una cantidad considerable de agua que sería almacenada, lo que además de lograr un mejor aprovechamiento del recurso, disminuye el riesgo de anegamientos en los alrededores.

4. Actividades propuestas y realizadas 2017 (Gantt)



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

Actividades / Responsables 1er Año	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
1. Supervisión												
Fauroux, Luis E.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Espiñeira, Pablo A.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2. Búsqueda bibliográfica												
Degaetani, Omar J.	X	X	X	X	X	X						
Bella, Maximiliano	X	X	X	X	X	X						
Juarez, Marcelo	X	X	X	X	X	X						
Molina Vuistaz, Nicolás	X	X	X	X	X	X						
Fenoglietto, Nicolás F.	X	X	X	X	X	X						
3. Análisis de proveedores e insumos												
Degaetani, Omar J.	X	X	X	X	X	X						
Bella, Martín M.	X	X	X	X	X	X						
Molina Vuistaz, Nicolás	X	X	X	X	X	X						
Juarez, Marcelo	X	X	X	X	X	X						
4. Caracterización de muestras												
Fauroux, Luis E.							X	X	X	X	X	X
Degaetani, Omar J.							X	X	X	X	X	X
5. Evaluación económica del tratamiento												
Juarez, Marcelo							X	X	X	X	X	X
Molina Vuistaz, Nicolás							X	X	X	X	X	X
6. Análisis de obras civiles existentes												
Espiñeira, Pablo A.							X	X	X	X	X	X
Bella, Maximiliano							X	X	X	X	X	X
Fenoglietto, Nicolás F.							X	X	X	X	X	X
7. Informe de avance												
Fauroux, Luis E.											X	X
Espiñeira, Pablo A.											X	X

5. Actividades propuestas y realizadas 2018 (Gantt)

Actividades / Responsables 2do Año	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
1. Supervisión												
Fauroux, Luis E.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Espiñeira, Pablo A.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2. Caracterización de muestras												
Fauroux, Luis E.	X	X	X									
Degaetani, Omar J.	X	X	X									
3. Toma de Muestras y Medición												
Degaetani, Omar J.				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Molina Vuistaz, Nicolás				X	X	X	X	X	X	X	X	X
4. Evaluación económica de la implementación												
Fauroux, Luis E.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Juarez, Marcelo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5. Análisis de obras civiles potenciales												
Espiñeira, Pablo A.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bella, Martín M.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fenoglietto, Nicolás F.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6. Análisis de Resultados												
Fauroux, Luis E.							X			X		
Espiñeira, Pablo A.							X			X		
Degaetani, Omar J.							X			X		
Juarez, Marcelo							X			X		
Bella, Martín M.							X			X		
Molina Vuistaz, Nicolás							X			X		
Fenoglietto, Nicolás F.							X			X		



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

Actividades / Responsables 2do Año	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
7. Conclusiones e Informe final												
Fauroux, Luis E.											X	X
Espiñeira, Pablo A.											X	X

Las tareas asignadas a de la investigación se realizaron conforme el cronograma, a excepción de la caracterización de muestras (Actividad 4). El motivo fue el no haber contado con la aprobación a tiempo de la asignación del presupuesto. Por lo que esta tarea se realizó durante el 2018.

6. Desarrollo

En función de estos datos, el equipo de investigación estudió distintas alternativas, con vistas a transformarse en propuestas para el correcto uso del agua. La conclusión en este sentido es, entonces, la confección de una guía de procesos y procedimientos, relacionados al buen uso, y aprovechamiento, del recurso hídrico disponible.

Los clubes y barrios cerrados en estudio, poseen lagunas. Las problemáticas existentes son varias. Una propuesta es recuperar el agua pluvial en las lagunas que actuarían como reservorios, por lo que realizar la planimetría, es decir los niveles de ubicación, que se hallan directamente relacionados al escurrimiento, es un factor fundamental para estudiar la recolección de agua pluvial, y su posterior distribución.

Con esta idea, se tomó contacto con un barrio cerrado del partido de Escobar (zona norte del Gran Buenos Aires), quienes manifestaron interés en analizar las propuestas del equipo, y si lo consideraban factible y viable, implementarlas.

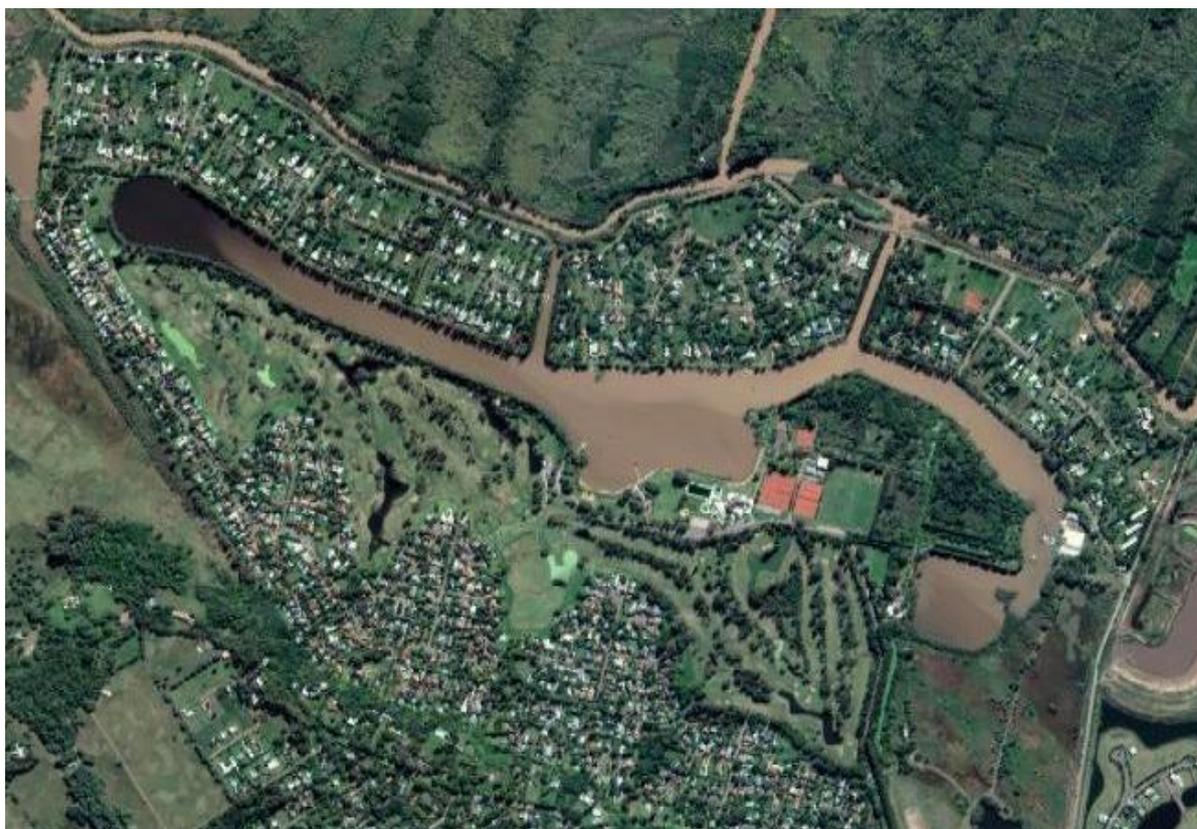


Figura 1. Vista aérea del barrio cerrado en estudio

En la actualidad, estas lagunas actúan como reservorios, sin embargo, su sistema general, es ineficiente. Por un lado, según lo informado por ellos mismos, su sistema no logra coleccionar gran parte del volumen de agua pluvial, escurriendo sin ser aprovechado, por



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

lo que recurren al bombeo desde napas subterráneas. Además, manifiestan tener problemas con la calidad del agua almacenada. Las observaciones realizadas en el lugar, indicaron el proceso anaeróbico del reservorio. Es decir, falta de oxígeno. Esta puede deberse ya sea al proceso de fotosíntesis de las algas, como al aumento de temperatura, ya que, por esto, los gases disminuyen su solubilidad en agua. No sólo se pierde el oxígeno, sino que también el dióxido de carbono, cuya consecuencia es el aumento de la alcalinidad del medio, por lo tanto, se crea un ambiente propicio para el crecimiento de algas, hongos, líquenes y, por lo tanto, también de la turbidez.

El tratamiento del agua en reservorios consiste en revertir los procesos antes mencionados. La propuesta, en primer lugar, consiste en implementar un sistema de oxigenación por burbujeo de aire. En este sentido, se tomarán durante 2018, mediciones de acidez y oxígeno disuelto en varios puntos de la laguna, con el objeto de conocer las zonas más sensibles de la misma. Estas mediciones se realizarán teniendo en cuenta la posible automatización, de manera tal que el proceso se realice en el momento que sea necesario.

Este pez es muy resistente a la salinidad, temperatura, y a la acidez/alcalinidad. En otras condiciones sería una especie no deseada, dado que es altamente competitiva. Sin embargo, no se la está introduciendo en un ecosistema ya formado, sino que se está generando uno, y su participación será, en este caso, positiva. El control de la población, así como el tamaño de los especímenes, no conlleva mayores dificultades, ya que su alimentación, estará regida en forma natural, por los recursos disponibles en la laguna.

Algunos parámetros de referencia se presentan en las Tablas 1 y 2,

Tabla 1. Guías para la interpretación de la calidad del agua para riego (FAO)

Problemas potenciales de irrigación	Unidades	Restricción de Uso		
		Ninguna	Moderada	Severa
Salinidad				
ECw	dS/m	<0.7	0.7 - 3.0	>3.0
STD	mg/L	<450	450-2000	>2 000
Infiltración				
RAS entre 0 – 3		>0.7	0.7 - 0.2	<0.2
= 3 – 6		>1.2	1.2 - 0.3	<0.3
= 6 -12		>1.9	1.9 - 0.5	<0.5
= 12 – 20		>2.9	2.9 - 1.3	<1.3
= 20 – 40		>5.0	5.0 - 2.9	<2.9
Toxicidad de iones específicos				
Boro (B)	mg/l	<0.7	0.7 - 3.0	>3.0
Nitrógeno (NO ₃ -N)	mg/l	<5	5 - 30	>30
pH		(Rango Normal 6.5 - 8.4)		

[PES1992]

Tabla 2. Indicadores y criterios numéricos

Suministros de agua para riego	
Indicador	Criterio Numérico
Salinidad (Conductividad eléctrica)	< 280 µS/cm (Baja salinidad)
	280-800 µS/cm (Salinidad media)

[RAM2007]



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

El barrio cerrado bajo análisis presenta una superficie de 256 hectáreas. El mismo presenta una serie de lagunas interiores, las cuales forman parte del campo de golf, y un lago artificial vinculado, mediante un canal, al Río Paraná de la Palmas. No posee red cloacal, ni tampoco de agua potable. Los efluentes cloacales son vertidos al suelo a través de pozos absorbentes, cámaras sépticas, o biodigestores con cámaras de infiltración. El agua de consumo humana es provista por el recurso subterráneo. Los pozos semi-surgentes presentan perforaciones de aproximadamente 60 metros de profundidad, en coincidencia por el acuífero "Puelche".

En el presente relevamiento, fueron considerados los cuerpos de agua, o lagunas interiores, de más de 0,10 hectáreas, siendo la mayor de 2,37 hectáreas. En tales condiciones, se apreciaron 12 lagunas, con una superficie total de 5,68 hectáreas.

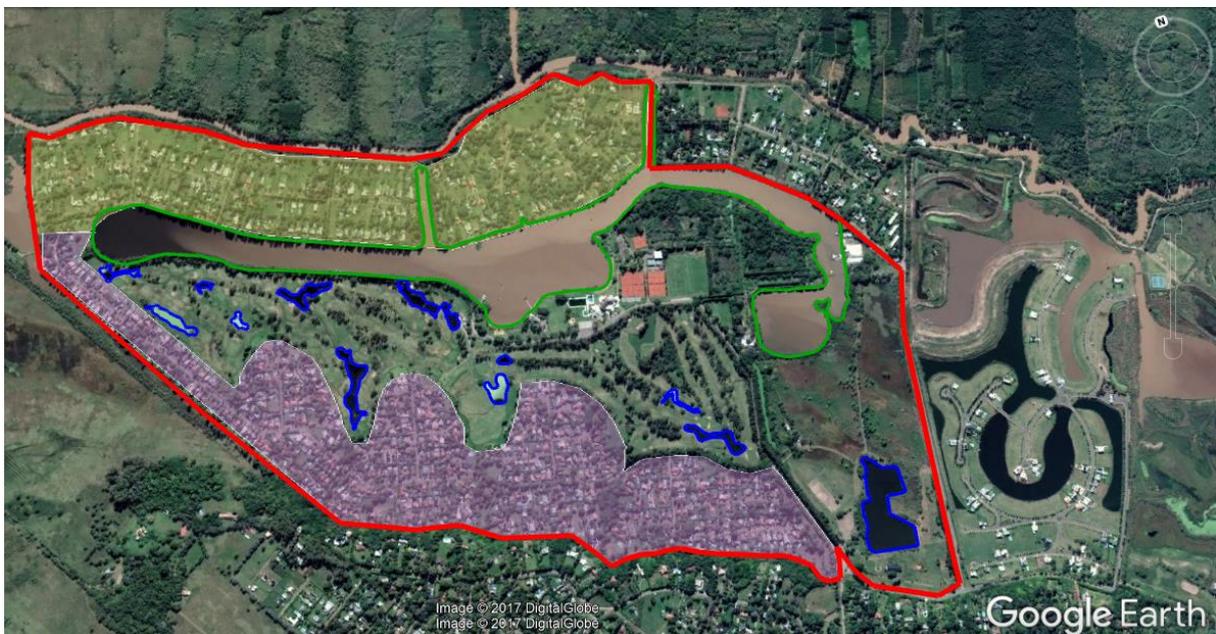


Figura 2. Espejos de agua relevados

Estas lagunas son alimentadas por el escurrimiento superficial del agua de lluvia caída sobre el propio barrio y, en especial sobre la superficie ocupada por el campo de golf. La regulación del volumen almacenado en cada cuenco se debe a evaporación, infiltración, escorrentía directa superficial, y al aporte directo al agua meteorológica. Además, el barrio presenta un lago artificial, que cruza al mismo en sentido Este-Oeste, y presenta una superficie de 33,3 hectáreas. El nivel del mismo se encuentra regulado por una compuerta, que lo vincula con una canal sin revestir, el cual descarga al río Paraná de la Palmas. El agua escurre por terreno natural, zanjás, y badenes. En el caso particular de las áreas residenciales, 53 hectáreas ubicadas sobre la margen norte del lago, aportan por completo al lago. Las áreas residenciales ubicadas sobre la margen sur del lago (58 hectáreas), aportan parte del pluvial hacia las lagunas del campo de golf, y en forma indirecta al lago artificial.

Por consiguiente, se decidió que el siguiente paso fuera el análisis de las superficiales, y subterráneas, con el fin de conocer las causas de la eutrofización de las lagunas y, así, poder elaborar un plan de trabajo.



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

6.1. Análisis de Agua

Si bien la eutrofización es un proceso natural, que se produce lentamente en todos los lagos y lagunas del planeta, la actividad antrópica acelera este proceso, hasta convertirlo muchas veces, en un grave problema de contaminación [PER2011]. Las principales fuentes de eutrofización son los vertidos urbanos, que llevan detergentes y desechos orgánicos, los desechos ganaderos y agrícolas, que aportan fertilizantes, desechos orgánicos y otros residuos ricos en fosfatos y nitratos. Las lagunas en cuestión, son alimentadas por las lluvias, el efluente de las plantas de tratamiento, y las napas subterráneas, por lo que fue necesario contar con el análisis químico del agua que las alimenta. Se seleccionaron, mediante inspección ocular, lagunas testigo. Así, se solicitaron análisis de los pozos de extracción cercanos a las mismas. Una advertencia de problemas son las concentraciones de referencia para el ión nitrato (NO_3^-) entre los 25mg/l y los 50 mg/l, ya siendo un indicador de contaminación si son superiores a este límite [OSO2014]. Las concentraciones críticas para una eutrofización incipiente se encuentran entre 0,1-0,2 mg/l de fosfato – fósforo ($\text{PO}_4 - \text{P}$) en el agua corriente, y entre 0,005-0,01 mg/l en aguas tranquilas [PPP2010]. Tomando el factor de conversión de 3,065, este límite queda en 0,031mg/l expresado en fósforo total. En el mismo sentido, y con el objeto de establecer el estado aeróbico o anaeróbico de las lagunas, se tomaron durante 2017, mediciones de acidez y oxígeno disuelto en varios puntos, de manera de determinar los sectores con poco movimiento de agua, dados por su bajo nivel en oxígeno. En una segunda etapa estas mediciones se utilizarán con vistas a una posible automatización, de manera tal que el proceso de aireación se realice en el momento que sea necesario.



Figura 3. Ubicación de los pozos freáticos

Considerando que la relación entre el volumen de agua caída, respecto del volumen de agua precipitada, es de 22%, el aporte de agua de escurrimiento superficial sobre lago y lagunas internas alcanzarían aproximadamente los 554.000 m³/año.



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 mapas de valores normales de precipitación correspondiente a la serie 1960-2011, publicados por el INTA.

Tabla 1 - Precipitación anual en la zona (INTA 1960 – 2011)

Ene	Feb	Mzo	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
105	100	105	80	60	55	65	60	70	110	100	90	1000
10,5%	10%	10,5%	8%	6%	5,5%	6,5%	6%	7%	11%	10%	9%	100%

Fuente: http://climayagua.inta.gob.ar/estad%C3%ADsticas_de_precipitaciones

Resultando entonces, de este análisis desde el punto de vista hidrológico, que el sector bajo estudio se ubica prácticamente sobre la isohieta de 1000 mm de precipitación media anual. Esto nos permite estimar que el volumen de agua caída sobre la superficie del barrio es de 2.560.000 m³/año. De los cuales 56.800 m³/año, lo hace directamente sobre las lagunas interiores y 333.000 m³/año sobre el lago interior. El resto del agua de lluvia, sigue el camino del ciclo hidrológico: retención, interceptación, evaporación, infiltración. El excedente, escurre superficialmente hacia los puntos bajos de la cuenca del barrio (lagunas y lago). Si se considera el mes de octubre como el más lluvioso del año, el volumen aportado sobre el lago y lagunas sería de 61.000 m³/mes. Mientras que, en el mes de junio, el volumen aportado sería de unos 30.000 m³/mes. Es decir que un incremento de 160 mm, en la altura del pelo de agua del lago, y lagunas, permitiría almacenar toda el agua precipitada durante el mes más lluvioso, sin ningún tipo de uso consuntivo del agua. Para tener en cuenta, considerando que la descarga de un inodoro es de aproximadamente 20 litros de agua, un eficiente manejo del agua de lluvia permitiría realizar más de 1.500.000 de estos usos mensuales, o mantener abiertas, en forma continua, 50 canillas de servicio durante todo un mes.

El incremento en la carga de nutrientes sobre las lagunas, se debe generalmente a los aportes de fosfatos y nitratos. En particular, en los cuerpos de agua dulce, el factor limitante para la vegetación es el fosfato. El fósforo es absorbido con más facilidad por las partículas del suelo, y es arrastrado por la erosión generada por el escurrimiento superficial.

Dado que las observaciones realizadas en el lugar, indicaron la ausencia de un plan de fertilización sistematizado, e inadecuado, sin datos de calidad de suelo, plantas de tratamiento de efluentes colapsadas, y crecimiento no controlado, como la lemna Minor, también conocida como "lenteja de agua" (Figura 4). Es que se decidió realizar mediciones directas, en lagunas testigo (Figura 5), con el fin de corroborar la hipótesis de un supuesto de "lavado", y escurrimiento hacia las lagunas (Tabla 3)

Estas mediciones demostraron que las mismas poseen defecto en oxígeno disuelto, cuya concentración recomendada, en agua potable, es superior a 5 ppm, además de acidez cercana al límite superior (Tabla 1), y salinidad media (Tabla 2), por lo que el siguiente paso fue el análisis de napas freáticas, los que son presentados en la Tabla 4.



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 4. *lenna Minor* (lentejas de agua), en las lagunas del barrio cerrado



Figura 5. Medición directa en lagunas testigo

Tabla 3. Mediciones en lagunas testigo

pH	T (°C)	O₂-Disuelto (ppm)	μ - Conductividad (mS)
8,02	23,3	5,6	521
8,01	16,7	2,7	150
8,21	17,7	5,7	95
7,97	22,6	6	451
7,46	22,4	3,1	554
7,43	23,2	4,9	196,3



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 4. Concentraciones de Nitratos y Fósforo total en las napas freáticas

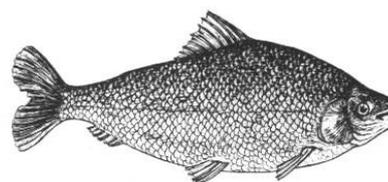
	Nitratos (límite 25 mg/l)	Fósforo Total (límite 0,031 mg/l)
Freatímetro N° 1	33,4 mg/l	0,9 mg/l
Freatímetro N° 2	27,2 mg/l	0,16 mg/l
Freatímetro N° 3	25,9 mg/l	0,08 mg/l
Freatímetro N° 4	28,1 mg/l	0,12 mg/l
Freatímetro N° 5	24,6 mg/l	0,95 mg/l
Freatímetro N° 6	24,8 mg/l	0,17 mg/l
Freatímetro N° 7	27,3 mg/l	0,09 mg/l
Freatímetro N° 8	25,5 mg/l	0,85 mg/l
Freatímetro N° 9	28 mg/l	0,08 mg/l
Freatímetro N° 10	25,9 mg/l	0,12 mg/l
Freatímetro N° 11	26,2 mg/l	0,09 mg/l
Freatímetro N° 12	25,6 mg/l	0,09 mg/l
Freatímetro N° 13	24,8 mg/l	0,13 mg/l
Freatímetro N° 14	27,7 mg/l	0,43 mg/l

De los resultados, en las lagunas y napas freáticas, surge la presencia de un exceso de fertilizantes, y en base a estos, se analizaron las medidas complementarias con vistas al saneamiento, y manutención sustentable de las lagunas.

En este sentido, para la clarificación por eliminación de materia orgánica en suspensión, pueden ser sembradas diversas especies ictícolas [CNA2007] como las de Figura 5.



a. Carpa Húngara



b. Sábalo



c. Boga



d. Hypostomus commersoni



e. Carpa Filtradora



f. Cyprinus Carpio

Figura 5. Especies adecuadas para el mantenimiento de estanques y espejos 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

Estas especies son muy resistentes a la salinidad, temperatura, acidez/alcalinidad, son altamente competitivas, por lo que se sugiere comenzar con cantidades acordes con la conservación de las poblaciones, para evitar su extinción. El control de la población, así como el tamaño de los especímenes, no conlleva mayores dificultades, ya que su alimentación, estará regida en forma natural, por los recursos disponibles en la laguna. La carpa húngara come vegetación y pasto (figura 5.a), la carpa filtradora ayuda a dejar el agua transparente ya que filtran algas unicelulares del agua (Figura 5.e), los sábalos se alimentan de larvas, gusanos y remueven el fondo, la boga, se encarga de pequeños crustáceos, y finalmente la hypostomus commersoni hace lo propio con algas y detritos (Figura 5.d).

Así, se elaboró el estado de situación, y la propuesta de acción.



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. Acciones

La presencia de la vegetación acuática es un componente que ha favorecido, también, el proceso anaeróbico de los reservorios, es decir la falta de oxígeno. Esta puede deberse ya sea al proceso de fotosíntesis de las algas, como al aumento de temperatura, ya que, por esto, los gases disminuyen su solubilidad en agua. Esto significa que no sólo se pierde el oxígeno, sino que también el dióxido de carbono. La consecuencia de estas pérdidas es el aumento de la alcalinidad del medio, por lo que se crea un ambiente propicio para el crecimiento de algas, hongos, líquenes y, a su vez, de la turbidez. Además, se constató, la falta de un sistema formal de aireación, y una baja velocidad de escurrimiento, factores que favorecen a la proliferación de vegetación acuática. Dado que este equipo tiene la idea de evitar el uso de productos químicos, el tratamiento del agua en reservorios consiste en revertir los procesos antes mencionados utilizando medidas respetuosas del medio ambiente.

La propuesta, en primer lugar, es la implementación de un sistema de oxigenación por burbujeo de aire, y realizar análisis de suelo para obtener los parámetros iniciales correspondientes a un plan de fertilización sustentable. Lo que implica detener el proceso actual, hasta que los valores de nitratos y fósforo se nivelen naturalmente, reacondicionar las plantas de tratamiento de efluentes, y limpiar los espejos de agua eliminando la flora superficial incrementando la velocidad de escurrimiento. Esta velocidad puede lograrse aumentando el volumen de las lagunas, y facilitar así la circulación hacia los canales de desagüe, de donde se la retirará en forma manual. Este proceso al mismo tiempo servirá para remover y renovar el agua, deteniendo el proceso anaeróbico. Se aconseja también, repetir periódicamente, en forma precautoria, este procedimiento en las lagunas.

Asimismo, y a los efectos de crear un ecosistema sostenible, se propone aprovechar las capacidades de clarificación de las especies ictícolas mencionadas en la Figura 5, sembrando quinientos (500) ejemplares de cada variedad, por hectárea de espejo de agua (con aproximadamente 2 metros de profundidad).

Finalmente, realizar periódicamente análisis de agua, suelos, limpieza de los canales de desagüe, y el relevamiento de la población de peces, a los efectos de tomar las acciones preventivas que el caso requiera.

8. Resultados y Conclusiones

Respecto a los análisis químicos, se sugiere solicitar de mínima, nitratos, fosfatos, fósforo total, oxígeno disuelto, salinidad, y acidez, para el análisis físico-químico. Dado que el agua recolectada sólo es usada para riego, su sugiere que igualmente se realicen un control bacteriológico, mínimo de coliformes, como al agua obtenida de las plantas de efluentes, con el objeto de contemplar la ingesta involuntaria y sus posibles consecuencias. Asimismo, el agua de los reservorios puede aumentar su nivel a causa de lluvias excesivas y ganar el cauce del río, por lo que es conveniente que no aporte contaminación microbiana.

En cuanto, al análisis de suelo, se estima que, con la medición de nitratos, fosfatos, y acidez, es suficiente para evaluar el plan de fertilización.



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

Además, se detectó aceite en el agua residual del proceso de lavado de máquinas de servicio, como tractores, carritos de golf, máquinas de cortar pasto, etc. Por lo que queda abierta una línea de investigación acerca de la separación de estos dos componentes, recuperando el agua y gestionando la disposición de aceites, por ejemplo, mediante el uso de resinas oleofílicas.

Los parámetros de comparación utilizados, para la referencia en calidad de suelo y agua, corresponden a los establecidos por la Ley N° 11820 – Agua potable y desagües (Provincia de Buenos Aires), y el artículo 982 del Código Alimentario Argentino [CAA1967]

De esta manera se les propuso un manual de procedimientos que consta de:

- 1- Análisis Químicos de Aguas y suelos
 - a. Análisis de suelos
 - i. Análisis de suelos a 30cm.
 - ii. Análisis de suelos a 2 metros.
 - b. Análisis de Aguas
 - i. Análisis de agua de plantas de tratamiento.
 - ii. Análisis de agua de napas.
 - iii. Análisis de agua de lagunas testigo.
- 2- Mantenimiento del parque
 - a. Control de residuos por poda, y corte de pasto. Almacenamiento y disposición.
 - b. Plan de fertilización.
 - c. Mantenimiento de máquinas de servicio.
- 3- Mantenimiento de lagunas
 - a. Control de aireación de lagunas.
 - b. Control y Limpieza de flora superficial.
 - c. Control de la población de especies ictícolas.
- 4- Plan de mantenimiento de plantas de tratamiento de efluentes
 - a. Control de barros.
 - b. Mantenimiento de Planta (cañerías, válvulas, anclajes, etc.).
 - c. Mantenimiento de la obra civil. (losas, paredes, tapas, etc.).
- 5- Plan de contingencia
 - a. Parámetros de suelo:
 - i. Exceso o defecto de nutrientes en suelo.
 - b. Parámetros de agua
 - i. Exceso o defecto de nutrientes en agua.
 - ii. Plantas tratamiento fuera de régimen.
 - iii. Defecto de la población ictícola.

La metodología de muestreo, extracción, conservación, y traslado de muestras, queda a cargo del laboratorio actuante. Este laboratorio debe estar certificado, y cumplimentar los requisitos estipulados por el organismo de control, mediante la reglamentación vigente. Cabe destacar que los clubes y/o barrios cerrados tienen la potestad de tercerizar sus administraciones y, del mismo modo, la forma 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

selección del laboratorio al que le solicitarán los análisis. Por este motivo, y como todos los laboratorios manejan sus propios protocolos de calidad, es que no es posible la confección de un formato fijo para el informe de los análisis. En este sentido entonces se les sugiere, a las administraciones, que soliciten la aplicación de las Normas de Calidad de Agua – AySA.



Figura 6. Antes y después de la aplicación de las acciones

En la Figura 6 se observa el buen resultado de la aplicación de las sugerencias realizadas, lo que permitió cumplir con el objetivo de la transferencia de resultados.

Es de destacar que, si bien algunas tareas han sido abordadas por algún integrante especial, en general todos los miembros del equipo tienen, o han adquirido, conocimientos en los distintos temas, y trabajos, realizados. El proyecto cuenta con varios integrantes ad-honorem que participaron activamente en los avances del mismo. Complimentando las tareas previstas en el cronograma, se realizó un estudio preliminar de los costos, ahorros y beneficios ambientales. En un aspecto macro el grupo se dividió en equipos según sus conocimientos. A su vez en el marco de las becas ofrecidas por la UNLaM, en 2018 se incorporó al proyecto, Iris A. Samaniego, estudiante de ingeniería civil, cuya tarea se focalizó en los planos, análisis de hidráulica, y cálculo de instalaciones civiles.



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

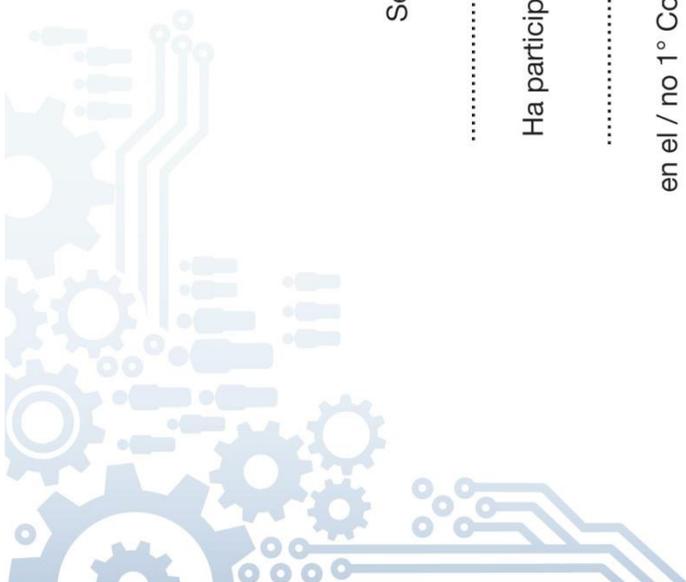
9. Bibliografía

- [CAA1967] Artículos 982 y 983 de la Ley 18.284 sobre aguas – Código Alimentario Argentino. 1967
- [CAA1999] Ley 12257 Código de Aguas - Régimen de Protección; Conservación y Manejo del Recurso Hídrico de la Provincia de Buenos Aires y sus modificatorias (Ley 14520/13 y Ley 14703/15). 1999
- [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
- [PES1992] “Wastewater treatment and use in agriculture - FAO irrigation and drainage paper”. Pescod M. B.; Editor FAO: 1992, 47p
- [RAM2007] “Tratamiento y reuso de las aguas del canal Tibanica para el riego de cultivos mediante un sistema de lagunas”. Ramírez A. Tesis (Maestría en Ingeniería Ambiental. Ed. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Anexo 3, 2007.
- [OSO2014] “Prevención de la eutrofización provocada por nitrógeno agrícola en las aguas superficiales en clima mediterráneo”. Osorio Robles, Francisco. Universidad de Granada, España. 2014
- [PPP2010] “Eliminación y determinación de fosfato”. Pütz, Petra Pütz. Departamento de aplicación de laboratorio de Hach Lange. 2010.
- [CNA2007] “Diseño de lagunas de estabilización”. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Comisión Nacional del Agua. México. 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

Anexo I: Copias de certificados de participación de integrantes en eventos científicos.



1er Congreso Latinoamericano de Ingeniería

1er Congreso Latino-Americano de Engenharia

Se certifica que / É certificado que:

Luis Enrique Fauroux

Ha participado en calidad de / Tem participado como

Asistente

en el / no 1º Congreso Latinoamericano de Ingeniería (CLADI)
Centro Provincial de Convenciones Paraná | Entre Ríos - Argentina
13, 14 y/e 15 de septiembre/setembro 2017



Mg. Ing. Liliana Cuenca Pletsch
Presidente CONFEDI
Decana UTN - FRRe



Ing. Omar Enrique Berardi
Decano FRP - UTN



Dr. Bioing. Gabriel Gentiletti
Decano UNER - FI





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



1er Congreso Latinoamericano de Ingeniería

1^{er} Congreso Latino-Americano de Engenharia

Se certifica que / É certificado que:

Luis Enrique Fauroux

Ha participado en calidad de / Tem participado como

Expositor de Trabajos

en el / no 1° Congreso Latinoamericano de Ingeniería (CLADI)
Centro Provincial de Convenciones Paraná | Entre Ríos - Argentina
13, 14 y/e 15 de septiembre/setembro 2017

Mg. Ing. Liliana Cuenca Pletsch
Presidente CONFEDI
Decana UTN - FRRe

Ing. Omar Enrique Berardi
Decano FRP - UTN

Dr. Bioing. Gabriel Gentiletti
Decano UNER - FI





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

CADI-CAEDI 2018

100

Certificamos que

Degaetani, Omar Jorge

D.N.I. 18286258, ha participado en carácter de asistente en el "IV Congreso Argentino de Ingeniería (CADI) y X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería (CAEDI)" llevado a cabo los días 19, 20 y 21 de Septiembre de 2018 en la ciudad de Córdoba, Argentina.

PDr. Gustavo Alberto Chiodi
Decano
U.C.C



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CÓRDOBA
Universidad Jesuita

Vcom. Dr. Ing. José Domingo CUOZZO
Decano
UNDEF - IUA



Ing. Roberto Giordano
Presidente
CONFEDI



Mg. Ing. Pablo Recabarren
Decano
F.C.E.FyN.



Ing. Rubén Soro
Decano
UTN - FRC





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

CADI-CAEDI 2018

100

Certificamos que

Degaetani, Omar Jorge

D.N.I. 18286258, ha participado en carácter de expositor en el "IV Congreso Argentino de Ingeniería (CADI) y X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería (CAEDI)" llevado a cabo los días 19, 20 y 21 de Septiembre de 2018 en la ciudad de Córdoba, Argentina.

PDr. Gustavo Alberto Chioldi
Decano
U.C.C.



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CÓRDOBA
Universidad Jesuita

Vcom. Dr. Ing. José Domingo CUOZZO
Decano
UNDEF - IUA



Ing. Roberto Giordano
Presidente
CONFEDI



confedi 30 años
Consejo Federal de Decanos de Ingeniería
República Argentina

Mg. Ing. Pablo Recabarren
Decano
F.C.E.FyN.



Ing. Rubén Soro
Decano
UTN - FRC



UTN
Facultad Regional Córdoba



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: Copia de artículos presentados en publicaciones periódicas, y ponencias presentadas en eventos científicos.

1ER. CONGRESO LATINOAMERICANO DE INGENIERÍA. ENTRE RÍOS, ARGENTINA, 13-15, SEPT., 2017

1

1er. Congreso Latinoamericano de Ingeniería “Evaluación económica para el aprovechamiento de agua pluvial a nivel residencial”

Luis E. Fauroux, Pablo A. Espiñeira, Omar J. Degaetani, Ricardo González, José O. Mansilla y Fernando N. Martin Campo

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

Resumen - El presente trabajo analiza la viabilidad del aprovechamiento de agua pluvial a nivel residencial. Se investigó la factibilidad económica sobre un prototipo instalado en la Universidad Nacional de La Matanza, que podría hacerse extensivo a pequeñas y medianas empresas. El dimensionamiento de la instalación y los materiales necesarios utilizados son producto del análisis de factibilidad técnica presentado en el I Congreso Argentino de Ingeniería (Resistencia, Chaco, Argentina). 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 servicios secundarios 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 por consiguiente reduciendo costos y gastos de remediación.

Palabras clave - Recuperación, tratamiento, agua, pluvial.

I. 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.

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 contaminan 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 [1]. La crisis energética afecta a toda la sociedad y no es

posible olvidar que para extraer, potabilizar y distribuir el agua se necesita energía. El uso de agua pluvial como recurso secundario, implica entonces un ahorro. Una forma de cuidar este bien natural es conocer la demanda de distintos artefactos domiciliarios:

TABLA I
CONSUMOS DOMÉSTICOS NORMALES ESTIMADOS POR ARTEFACTO

Lavarropas	100	litros por ciclo
Descarga de inodoros	20	litros por vez
Baños de inmersión	200	litros
Ducha breve	80	litros
Lavado de auto	500	litros
Lavado de vajilla	30	litros
Riego con manguera	500	litros por hora

En el mismo sentido, otra forma de cuidar el agua en una casa, es conocer los consumos por pérdidas de agua y repararlos.

TABLA II
PÉRDIDAS PROMEDIO (LITROS POR DÍA)

Goteo de canillas	46
Apertura mínima de canillas	2000
Apertura máxima de canillas	15000
Inodoro con pérdida continua	4500
Pérdida máx. de cisterna	15000
Cisterna con pérdida mínima	2500

Lograr un correcto equilibrio entre nuestra comodidad y el gasto energético de las instalaciones sanitarias, es una cuestión fundamental para la comunidad.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

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 este 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.

En la Fig. 1 se observa el esquema de instalación del que se analiza la lista de materiales de la Tabla III



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

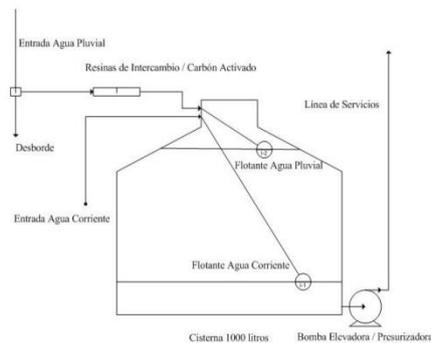


Fig. 1: Corte longitudinal del esquema de instalación

TABLA III
LISTA DE MATERIALES TENTATIVOS PARA UNA INSTALACIÓN
DOMICILIARIA

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

La segunda categoría son los insumos que se irán consumiendo con la utilización del sistema, debiendo ser reemplazadas proporcionalmente al consumo de agua. Las resinas son los únicos materiales de esta categoría y presentan una vida útil de 10 años. Los principales ingresos de dinero serán los ahorros que le generará al usuario el uso del sistema a lo largo del tiempo. Cada metro cúbico (m^3) recolectado de agua de lluvia representa un m^3 no consumido de agua corriente, así el monto final de la factura del servicio disminuye. Para poder realizar una correcta evaluación económica y financiera del proyecto de recolección de agua de lluvia, fue necesario definir los supuestos de trabajo. Esto se debe a que no toda 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:

Segmento de mercado:

Se analiza la instalación para viviendas nuevas.

Uso del agua tratada:

El agua tratada será destinada exclusivamente para servicios.

Zona geográfica con medidor (caudalímetro) de agua:

Para medir efectivamente el ahorro para el usuario, es necesario contar con medidor de agua corriente.

Zona geográfica con sistema de cloacas:

Solo se considerará a usuarios con servicio de agua corriente y cloacas, ya que el hecho de contar con este servicio duplica la tarifa del m^3 de agua.

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 la demanda estimada. La superficie promedio disponible es de $100 m^2$.

Nivel de consumo de agua en el hogar:

Se estima un ahorro de $6 m^3$ de agua mensualmente, el cual si es convertido a días y litros 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, alcanzaria con las descargas de inodoro que realiza una familia en una casa promedio.

Precio del m^3 de agua corriente:

El precio del m^3 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).

Precios de los materiales:

Los precios expuestos en esta evaluación económica están actualizados al día 27 de junio de 2016. Estos fueron consultados en la cadena de comercio lider en ventas de productos para la construcción, ferretería y equipamiento para el hogar.

Método utilizado:

Método por lo percibido en el cálculo de los flujos de fondos, sin considerar la carga impositiva en dichos periodos.

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 analizada en construcciones de viviendas nuevas.

El 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 representativas. El método de análisis, para la medición de la rentabilidad del proyecto, 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.

TABLA IV
ESCENARIO DE ANÁLISIS

Número de Periodos	10
Tipo de Periodo	Anual
Tasa de Descuento	15,00%



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 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.

TABLA V
LISTA DE MATERIALES TENTATIVOS PARA UNA INSTALACIÓN DOMICILIARIA

(venta al fin del periodo 10)	Unidades	\$/u	Total
Tanque Cisterna (1000 litros)	1	\$2.289	\$2.289
	V.O	A.A	V.R
Tanque Cisterna (1000 litros)	\$ 2289	\$ 228,90	\$ 0,00
REVENTA	\$5.000	\$ -	\$5.000
		Total	\$5.000

TABLA VI
TABLA EVOLUTIVA DE INCREMENTOS EN EL SERVICIO DE AGUA Y SANEAMIENTOS ARGENTINOS S.A. (AYSA) PROYECTADOS

AÑO	Incremento Porcentual	Ingreso por ahorros
2017	400%	\$ 2066,40
2018	30%	\$ 2686,40
2019	17%	3143,70
2020	10%	3457,40
2021	0%	3457,40
2022	10%	3803,14
2023	10%	4183,45
2024	5%	4382,62
2025	5%	4382,62
2026	0%	4382,62

TABLA VII
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Tasa de Descuento	VAN
0%	\$ 23081,15
5%	\$ 13310,78
10%	\$ 6846,09
15%	\$ 2431,60
20%	-\$ 672,04
25%	-\$ 2913,53
30%	-\$ 4572,87
35%	-\$ 5829,41
40%	-\$ 6800,85
45%	-\$ 7566,18
50%	-\$ 8179,55

III. CONCLUSIONES:

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. El análisis de los costos de instalación, en viviendas preexistentes, arrojó un monto que ronda los \$10.000 (aprox. US\$ 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 [2].

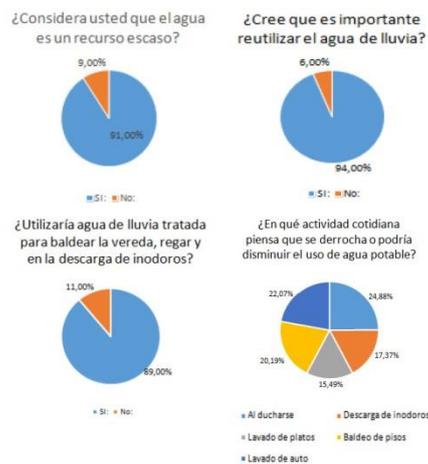


Figura 2. Resultados de la encuesta.
Fuente: Elaboración propia

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 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



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

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.

Valor Metro Cúbico (Vm^3): \$5.74. La periodicidad de la lectura del Servicio Medido (SM) es bimestral y el importe a facturar es mensual. Se cobrará en todos los casos del SM, un cargo para mantenimiento de medidor y un cargo de reposición de medidores, equivalente al valor de 2,5 m^3 de agua potable por mes, por cada concepto, al precio del Vm^3 . La tarifa de los usuarios de consumos intensivos del SM que superen los 1.000 m^3 de consumo mensual, se multiplica por un coeficiente de 2.

APÉNDICES

A. Detalles Técnicos

TABLA VIII
CUADRO TARIFARIO SERVICIO DE AGUA O DE AGUA Y DESAGÜES CLOACALES (AGUAS BONAERENSES S.A. - ABSA)

ESCALA	CONSUMO MENSUAL m^3	CALCULO SEGÚN ESCALA de CONSUMOS
1	hasta 15 m^3	15 m^3 x Vm^3
2	hasta 17,5 m^3	primeros 15 m^3 x Vm^3 excedente x Vm^3 x 1.60
3	hasta 20 m^3	primeros 17,5 m^3 ídem anterior x Vm^3 excedente x Vm^3 x 1.70
4	hasta 22,5 m^3	primeros 20 m^3 ídem anterior x Vm^3 excedente x Vm^3 x 1.80
5	hasta 25 m^3	primeros 22,5 m^3 ídem anterior x Vm^3 excedente x Vm^3 x 1.90
6	hasta 30 m^3	primeros 25 m^3 ídem anterior x Vm^3 excedente x Vm^3 x 2.00
7	hasta 35 m^3	primeros 30 m^3 ídem anterior x Vm^3 excedente x Vm^3 x 2.10
8	hasta 40 m^3	primeros 35 m^3 ídem anterior x Vm^3 excedente x Vm^3 x 2.20
9	hasta 45 m^3	primeros 40 m^3 ídem anterior x Vm^3 excedente x Vm^3 x 2.30
10	hasta 50 m^3	primeros 45 m^3 ídem anterior x Vm^3 excedente x Vm^3 x 2.40
11	hasta 62,5 m^3	primeros 50 m^3 ídem anterior x Vm^3 excedente x Vm^3 x 2.50
12	hasta 75 m^3	primeros 62,5 m^3 ídem anterior x Vm^3 excedente x Vm^3 x 3.50
13	más de 75 m^3	primeros 75 m^3 ídem anterior x Vm^3 excedente x Vm^3 x 4.50

TABLA IX
MÍNIMOS DE CONSUMO SEGÚN VALUACIÓN FISCAL INMOBILIARIA Y SERVICIOS (ABSA) [4]

TRAMO	VALUACION FISCAL INMOBILIARIA	M ³ MENSUALES ASIGNADOS	
		Servicio de agua	Servicio de agua y desagües cloacales
1	De 0 hasta 40.000	15	15
2	De más de 40.000 hasta 50.000	15	15
3	De más de 50.000 hasta 70.000	17	18,5
4	De más de 70.000 hasta 100.000	19,5	21
5	De más de 100.000 hasta 150.000	21,5	23
6	De más de 150.000 hasta 200.000	25	26,5
7	De más de 200.000	28	29,5

Servicio de agua y desagües cloacales: El importe surge de multiplicar los valores determinados para el servicio de agua por un coeficiente de 2.

La Tasa de Fiscalización y Control del Organismo de Control de Aguas de Buenos Aires (OCABA) corresponde al 4%.

La Tarifa de Interés Social se encuentra al alcance de los usuarios residenciales con escasos recursos económicos, quienes podrán realizar consultas en nuestros centros de contacto.

REFERENCIAS

- [1] Degaetani, Omar J. y otros, "Aprovechamiento del agua pluvial como recurso hídrico a nivel residencial", en *Memorias del IX Congreso Argentino de Ingeniería Industrial*, 2016.
- [2] Fauroux, Luis E. y otros, "Recuperación y tratamiento de agua pluvial a baja escala", en *Libro de Actas del IIIer Congreso Argentino de Ingeniería*, pp. 1870-1882, 2016.
- [3] Jorge Luis Narváez, "Teoría Administrativa", 1ª ed. - San Justo: U.N.L.A.M. Editorial Prometeo, pp. 413-441, 2009.
- [4] James Van Horne, "Administración Financiera", Bs. As. Ediciones Contabilidad Moderna, pp. 213-232, 1976.
- [5] Nassir Sapag Chain, "Proyectos de inversión. Formulación y Evaluación", México, Editorial Pearson educación, pp. 247-348, 2007.
- [6] Javier Serrano Rodríguez, "Matemáticas Financieras y evaluación de proyectos", 2ª Ed. *Bogotá Editorial Alfaomega*, Univ. Nac. de los Andes, pp. 349-404, 2011.



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

17/12/2018

1er Congreso Latinoamericano de Ingeniería

"La Ingeniería: su compromiso con el desarrollo tecnológico y social."

Evaluación económica para el aprovechamiento de agua pluvial a nivel residencial

Autores:
 Mg. Fauroux, Luis Enrique (lfauroux@unlam.edu.ar)
 Ing. Espiñeira, Pablo A.
 Lic. Degaetani, Omar J.
 Lic. González, Ricardo
 Lic. Mansilla, José O.
 Martín Campo, Fernando

13, 14 & 15 Septiembre 2017
 Paraná & Iruya Verde (Entre Ríos) - ARGENTINA

1er Congreso Latinoamericano de Ingeniería

"La Ingeniería: su compromiso con el desarrollo tecnológico y social."

Pérdidas promedio (litros por día)

Goteo de canillas	46
Apertura mínima de canillas	2000
Apertura máxima de canillas	15000
Inodoro con pérdida continua	4500
Pérdida mix. de cisterna	15000
Cisterna con pérdida mínima.	2500

13, 14 & 15 Septiembre 2017
 Paraná & Iruya Verde (Entre Ríos) - ARGENTINA

1er Congreso Latinoamericano de Ingeniería

"La Ingeniería: su compromiso con el desarrollo tecnológico y social."

Resumen

El presente trabajo analiza la viabilidad del aprovechamiento de agua pluvial a nivel residencial. Se investigó la factibilidad económica sobre un prototipo instalado en la Universidad Nacional de La Matanza, que podría hacerse extensivo a pequeñas y medianas empresas. El costo del tratamiento para su uso en servicios secundarios sería aceptable, reduciendo costos y gastos de remediación.

13, 14 & 15 Septiembre 2017
 Paraná & Iruya Verde (Entre Ríos) - ARGENTINA

1er Congreso Latinoamericano de Ingeniería

"La Ingeniería: su compromiso con el desarrollo tecnológico y social."

Plano de instalación con cisterna

13, 14 & 15 Septiembre 2017
 Paraná & Iruya Verde (Entre Ríos) - ARGENTINA

1er Congreso Latinoamericano de Ingeniería

"La Ingeniería: su compromiso con el desarrollo tecnológico y social."

Consumos estimados normales para artefactos domésticos

Lavavajillas	100 litros por ciclo
Descarga de inodoros	20 litros por vez
Baños de inmersión	200 litros
Ducha breve	80 litros
Lavado de auto	500 litros
Lavado de vajilla	30 litros
Riego con manguera	500 litros por hora

13, 14 & 15 Septiembre 2017
 Paraná & Iruya Verde (Entre Ríos) - ARGENTINA

1er Congreso Latinoamericano de Ingeniería

"La Ingeniería: su compromiso con el desarrollo tecnológico y social."

Instalación piloto

Filtro de sólidos

Cartucho con resinas y carbón activado

13, 14 & 15 Septiembre 2017
 Paraná & Iruya Verde (Entre Ríos) - 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

17/12/2018

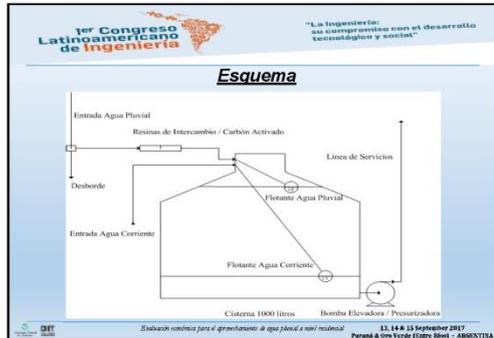


Tabla Evolutiva de incrementos en el servicio de Agua

AÑO	Incremento Porcentual	Ingreso por ahorros
2017	400%	\$ 2066.40
2018	30%	\$ 2686.40
2019	17%	3143.70
2020	10%	3457.40
2021	0%	3457.40
2022	10%	3803.14
2023	10%	4183.45
2024	5%	4382.62
2025	5%	4382.62
2026	0%	4382.62

Lista de materiales tentativos para una instalación domiciliar

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

Análisis de sensibilidad

Tasa de Descuento	VAN
0%	\$ 23081,15
5%	\$ 13310,78
10%	\$ 6846,09
15%	\$ 2431,60
20%	-\$ 672,04
25%	-\$ 2913,53
30%	-\$ 4572,87
35%	-\$ 5829,41
40%	-\$ 6800,85
45%	-\$ 7566,18
50%	-\$ 8179,55

Escenario de Análisis

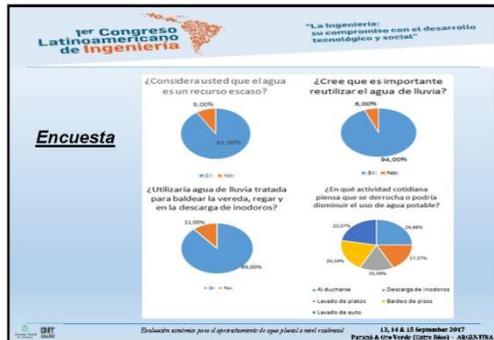
Número de Periodos		10	
Tipo de Periodo		Anual	
Tasa de Descuento		15,00%	
(venta al fin del periodo 10)		Unidades	\$/u
Tanque Cisterna (1000 litros)		1	\$2.289
			\$2.289
	V.O	A.A	V.R
	\$ 2289	\$ 228,90	\$ 0,00
			\$ 0,00
REVENTA	\$5.000	\$ -	\$5.000
			\$5.000





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

17/12/2018



1er Congreso Latinoamericano de Ingeniería

"La Ingeniería: su compromiso con el desarrollo tecnológico y social."

Conclusiones:

- 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.
- 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. De todos modos se observa una buena predisposición, más del 90%, para la instalación del sistema de recolección de agua de lluvia y su tratamiento.

El estudio concluye que el aprovechamiento de agua pluvial es viable. 13, 14 & 15 September 2017 Paraná & Uta Verde (CABA 2006) - ARGENTINA

1er Congreso Latinoamericano de Ingeniería

"La Ingeniería: su compromiso con el desarrollo tecnológico y social."

MUCHAS GRACIAS

El estudio concluye que el aprovechamiento de agua pluvial es viable. 13, 14 & 15 September 2017 Paraná & Uta Verde (CABA 2006) - 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

IV Congreso Argentino de Ingeniería – X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería
19 al 21 de septiembre de 2018 - Córdoba

Gestión y uso de agua pluvial en barrios privados o clubes

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

Bella, Martín Maximiliano Universidad Nacional de La Matanza

Nicolás Fabrizio Fenoglio, Universidad Nacional de La Matanza

Resumen— El agua es un recurso natural escaso, es en virtud de esta problemática que el presente proyecto tiene como objeto gestionar herramientas para su administración y mejor aprovechamiento. La investigación se centra en el uso de agua para servicios secundarios, dentro de barrios cerrados, y clubes. Se analizarán los planos existentes, y se hará una valoración técnica, y económica, para la implementación de la propuesta. El interés de minimizar el uso de agua corriente, o de la extracción de napas subterráneas, es un desafío, ya que es un recurso de alta demanda, por lo que se recurre a su almacenamiento en lagunas, lo que implica mantener una especial atención en su cuidado y mantenimiento. El resultado esperado es ofrecer un manual como herramienta de gestión, uso y cuidado del recurso. El análisis se hará en base al régimen pluvial histórico y los valores de demanda conocidos. Esto permitirá saber el beneficio potencial a obtener. Se realizarán los análisis sobre muestras del agua recolectada, y se estudiarán los métodos de acondicionamiento necesarios según sea el destino probable del recurso.

Palabras clave— *gestión, agua, barrio.*

1. Introducción

Basados en los resultados publicados del proyecto CyTMA2 C2-ING-021, “Diseño de un sistema de tratamiento de agua pluvial a baja escala.” (2015-2016), se decidió continuar durante el periodo (2017-2018) en esa línea de investigación, ahora en una escala un tanto mayor. Es así, que los miembros del equipo de investigación propusieron, para la gestión y uso del agua pluvial como recurso alternativo, lugares como barrios cerrados y clubes. De esta manera, se tomó contacto con un barrio cerrado interesado en la implementación de sistemas como el propuesto, habida cuenta de sus problemas en el mantenimiento de las aguas superficiales. El barrio presenta distintas secciones, y realizan distintas tareas, donde se puede desarrollar la investigación, como ser la remediación de lagunas, el riego de espacios comunes, canchas de golf, canalización, etc.



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

Gestión y uso de agua pluvial en barrios privados o clubes

2. Análisis geográfico y situación

El proyecto comenzó con un relevamiento de las instalaciones, la confección una lista de tareas que involucren el agua en usos secundarios, su fuente de alimentación, y el estado del recurso almacenado. En función de estos datos, el equipo de investigación estudió distintas alternativas, con vistas de confeccionar propuestas para la remediación, y el mantenimiento del agua.

El barrio cerrado en estudio se encuentra en el partido de Escobar (zona norte del Gran Buenos Aires), cuyo administración manifestara interés en analizar las propuestas del equipo, y considerar la factibilidad y viabilidad su implementación. El establecimiento cuenta con instalaciones recreativas, cancha de golf, y lagunas como reservorio. Las problemáticas existentes del barrio cerrado son varias, si bien recuperan agua pluvial en las lagunas y mantienen un sistema de desborde para evitar el anegamiento, varias de las mismas presentan signos de eutrofización, por este motivo el equipo comenzó relevando la planimetría, es decir los niveles de ubicación, que se hallan directamente relacionados con el escurrimiento, y circulación del agua. Este es un factor fundamental para estudiar la recolección de agua pluvial, y su posterior distribución [1, 2, 3].

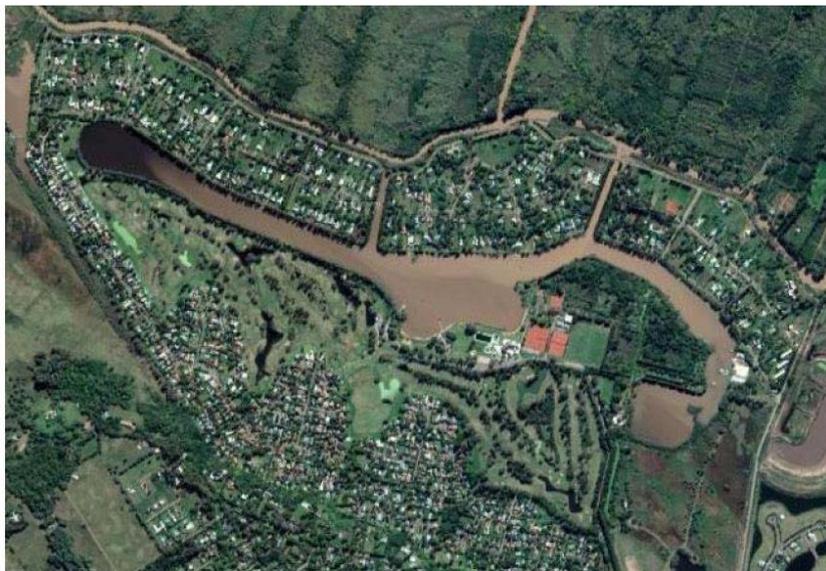


Figura 1. Vista aérea del barrio cerrado en estudio

Su sistema general de funcionamiento, resultaba ineficiente [6, 7]. Por un lado, según lo informado por ellos mismos, su sistema no lograba coleccionar gran parte del volumen de agua pluvial, escurriendo sin ser aprovechado, por lo que recurren al bombeo desde napas

IV Congreso Argentino de Ingeniería – X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería

19 al 21 de septiembre de 2018 - Córdoba



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

Gestión y uso de agua pluvial en barrios privados o clubes

subterráneas para cubrir sus necesidades. Además, manifestaron tener problemas con la calidad del agua almacenada.

El barrio cerrado bajo análisis presenta una superficie de 256 hectáreas. El mismo presenta una serie de lagunas interiores, las cuales forman parte del campo de golf, y un lago artificial vinculado, mediante un canal, al Río Paraná de la Palmas. No posee red cloacal, ni tampoco de agua potable. Los efluentes cloacales son vertidos al suelo a través de pozos absorbentes, cámaras sépticas, o biodigestores con cámaras de infiltración. El agua de consumo humana es provista por el recurso subterráneo. Los pozos semi-surgentes presentan perforaciones de aproximadamente 60 metros de profundidad, en coincidencia por el acuífero “Puelche”.

En el presente relevamiento, fueron considerados los cuerpos de agua, o lagunas interiores, de más de 0,10 hectáreas, siendo la mayor de 2,37 hectáreas. En tales condiciones, se apreciaron 12 lagunas, con una superficie total de 5,68 hectáreas.



Figura 2. Espejos de agua relevados

Estas lagunas son alimentadas por el escurrimiento superficial del agua de lluvia caída sobre el propio barrio y, en especial sobre la superficie ocupada por el campo de golf. La regulación del volumen almacenado en cada cuenco se debe a evaporación, infiltración, escorrentía directa superficial, y al aporte directo al agua meteorológica. Además, el barrio presenta un lago artificial, que cruza al mismo en sentido Este-Oeste, y presenta una superficie de 33,3 hectáreas. El nivel del mismo se encuentra regulado por una compuerta, que lo vincula con una canal sin revestir, el cual descarga al río Paraná de la Palmas. El agua escurre por terreno natural, zanjas, y badenes. En el caso particular de las áreas residenciales, 53 hectáreas ubicadas sobre la margen norte del lago, aportan por completo al lago. Las áreas residenciales ubicadas sobre la margen sur del lago (58 hectáreas), aportan parte del pluvial hacia las lagunas del campo de golf, y en forma indirecta al lago artificial.

Las observaciones realizadas en el lugar, indicaron la ausencia de un plan de fertilización sistematizado, inadecuado, sin datos de calidad de suelo, plantas de tratamiento de efluentes



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

Gestión y uso de agua pluvial en barrios privados o clubes

colapsadas, y crecimiento no controlado de lemna Minor, también conocida como “lenteja de agua” (Figura 3).



Figura 3. *lemna Minor* (lentejas de de agua), en las lagunas del barrio cerrado

Por consiguiente se decidió que el siguiente paso fuera el análisis de las superficiales, y subterráneas, con el fin de conocer las causas de la eutrofización de las lagunas y, así, poder elaborar un plan de trabajo-

3. Análisis de aguas

Si bien la eutrofización es un proceso natural, que se produce lentamente en todos los lagos y lagunas del planeta, la actividad antrópica acelera este proceso, hasta convertirlo muchas veces, en un grave problema de contaminación [4, 5]. Las principales fuentes de eutrofización son los vertidos urbanos, que llevan detergentes y desechos orgánicos, los desechos ganaderos y agrícolas, que aportan fertilizantes, desechos orgánicos y otros residuos ricos en fosfatos y nitratos. Las lagunas en cuestión, son alimentadas por las lluvias, el efluente de las plantas de tratamiento, y las napas subterráneas, por lo que fue necesario contar con el análisis químico del agua que las alimenta. Se seleccionaron, mediante inspección ocular, lagunas testigo. Así, se solicitaron análisis de los pozos de extracción cercanos a las mismas. Una advertencia de problemas son las concentraciones de referencia para el ión nitrato (NO_3^-) entre los 25mg/l y los 50 mg/l, ya siendo un indicador de contaminación si son superiores a este límite [8]. Las concentraciones críticas para una eutrofización incipiente se encuentran entre 0,1-0,2 mg/l de fosfato – fósforo ($\text{PO}_4 - \text{P}$) en el agua corriente, y entre 0,005-0,01 mg/l en aguas tranquilas



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

Gestión y uso de agua pluvial en barrios privados o clubes

[9]. Tomando el factor de conversión de 3,065, este límite queda en 0,031mg/l expresado en fósforo total. En el mismo sentido, y con el objeto de establecer el estado aeróbico o anaeróbico de las lagunas, se tomaron durante 2017, mediciones de acidez y oxígeno disuelto en varios puntos, de manera de determinar los sectores con poco movimiento de agua, dados por su bajo nivel en oxígeno. En una segunda etapa estas mediciones se utilizarán con vistas a una posible automatización, de manera tal que el proceso de aireación se realice en el momento que sea necesario.



Figura 4. Ubicación de los pozos freáticos

Considerando que la relación entre la el volumen de agua caída, respecto del volumen de agua precipitada, es de 22%, el aporte de agua de escurrimiento superficial sobre lago y lagunas internas alcanzarían aproximadamente los 554.000 m³/año. Los mapas de valores normales de precipitación correspondiente a la serie 1960-2011, publicados por el INTA.

Tabla 1 - Precipitación anual en la zona (INTA 1960 – 2011)

Ene	Feb	Mza	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
105	100	105	80	60	55	65	60	70	110	100	90	1000
10,5%	10%	10,5%	8%	6%	5,5%	6,5%	6%	7%	11%	10%	9%	100%

Fuente: http://climayagua.inta.gob.ar/estad%C3%ADsticas_de_precipitaciones

Resultando entonces, de este análisis desde el punto de vista hidrológico, que el sector bajo estudio se ubica prácticamente sobre la isohieta de 1000 mm de precipitación media anual. Esto nos permite estimar que el volumen de agua caída sobre la superficie del barrio es de 2.560.000 m³/año. De los cuales 56.800 m³/año, lo hace directamente sobre las lagunas interiores y 333.000 m³/año sobre el lago interior. El resto del agua de lluvia, sigue el camino del ciclo hidrológico: retención, intercepción, evaporación, infiltración. El excedente, escurre



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

Gestión y uso de agua pluvial en barrios privados o clubes

superficialmente hacia los puntos bajos de la cuenca del barrio (lagunas y lago). Si se considera el mes de octubre como el más lluvioso del año, el volumen aportado sobre el lago y lagunas sería de 61.000 m³/mes. Mientras que en el mes de junio, el volumen aportado sería de unos 30.000 m³/mes. Es decir que un incremento de 160 mm, en la altura del pelo de agua del lago, y lagunas, permitiría almacenar toda el agua precipitada durante el mes más lluvioso, sin ningún tipo de uso consuntivo del agua. Para tener en cuenta, considerando que la descarga de un inodoro es de aproximadamente 20 litros de agua, un eficiente manejo del agua de lluvia permitiría realizar más de 1.500.000 de estos usos mensuales, o mantener abiertas, en forma continua, 50 canillas de servicio durante todo un mes.

El incremento en la carga de nutrientes sobre las lagunas, se debe generalmente a las aportes de fosfatos y nitratos. En particular, en los cuerpos de agua dulce, el factor limitante para la vegetación es el fosfato. El fósforo es absorbido con más facilidad por las partículas del suelo, y es arrastrado por la erosión generada por el escurrimiento superficial. Las mediciones realizadas se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Concentraciones de Nitratos y Fósforo total en las napas freáticas

	Nitratos (límite 25 mg/l)	Fósforo Total (límite 0,031 mg/l)
Freatímetro N° 1	33,4 mg/l	0,9 mg/l
Freatímetro N° 2	27,2 mg/l	0,16 mg/l
Freatímetro N° 3	25,9 mg/l	0,08 mg/l
Freatímetro N° 4	28,1 mg/l	0,12 mg/l
Freatímetro N° 5	24,6 mg/l	0,95 mg/l
Freatímetro N° 6	24,8 mg/l	0,17 mg/l
Freatímetro N° 7	27,3 mg/l	0,09 mg/l
Freatímetro N° 8	25,5 mg/l	0,85 mg/l
Freatímetro N° 9	28 mg/l	0,08 mg/l
Freatímetro N° 10	25,9 mg/l	0,12 mg/l
Freatímetro N° 11	26,2 mg/l	0,09 mg/l
Freatímetro N° 12	25,6 mg/l	0,09 mg/l
Freatímetro N° 13	24,8 mg/l	0,13 mg/l
Freatímetro N° 14	27,7 mg/l	0,43 mg/l

Del análisis de las napas freáticas surge la existencia de un exceso de fertilizantes, y en base a los resultados, se analizaron medidas complementarias con vistas al saneamiento, y manutención sustentable de las lagunas. En este sentido, para la clarificación por eliminación de materia orgánica en suspensión, pueden ser sembradas diversas especies ictícolas [10] como las de Figura 5.

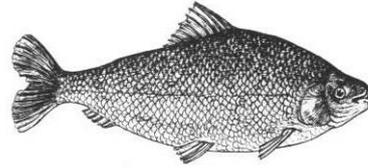


Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

Gestión y uso de agua pluvial en barrios privados o clubes



a. Carpa Húngara



b. Sábalo



c. Boga



d. Hypostomus commersoni



e. Carpa Filtradora



f. Cyprinus Carpio

Figura 5. Especies adecuadas para el mantenimiento de estanques y espejos de agua.

Estas especies son muy resistentes a la salinidad, temperatura, acidez/alcalinidad, son altamente competitivas, por lo que se sugiere comenzar con cantidades acordes con la conservación de las poblaciones, para evitar su extinción. El control de la población, así como el tamaño de los especímenes, no conlleva mayores dificultades, ya que su alimentación, estará regida en forma natural, por los recursos disponibles en la laguna. La carpa húngara come vegetación y pasto (figura 5.a), la carpa filtradora ayuda a dejar el agua transparente ya que filtran algas unicelulares del agua (Figura 5.e), los sábalo se alimentan de larvas, gusanos y remueven el fondo, la boga, se encarga de pequeños crustáceos, y finalmente la hypostomus commersoni hace lo propio con algas y detritos (Figura 5.d).

Así, se elaboró el estado de situación, y la propuesta de acción.

IV Congreso Argentino de Ingeniería – X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería

19 al 21 de septiembre de 2018 - Córdoba



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

Gestión y uso de agua pluvial en barrios privados o clubes

4. Conclusiones y Acciones

La presencia de la vegetación acuática ha favorecido, también, el proceso anaeróbico de los reservorios, es decir la falta de oxígeno. Esta puede deberse ya sea al proceso de fotosíntesis de las algas, como al aumento de temperatura, ya que por esto, los gases disminuyen su solubilidad en agua. Esto significa que no sólo se pierde el oxígeno, sino que también el dióxido de carbono. La consecuencia de estas pérdidas es el aumento de la alcalinidad del medio, por lo que se crea un ambiente propicio para el crecimiento de algas, hongos, líquenes y, a su vez, de la turbidez. Además, se constató, la falta de un sistema formal de aireación, y una baja velocidad de escurrimiento, factores que favorecen a la proliferación de vegetación acuática. Dado que este equipo tiene la idea de evitar el uso de productos químicos, el tratamiento del agua en reservorios consiste en revertir los procesos antes mencionados utilizando medidas respetuosas del medio ambiente.

La propuesta, en primer lugar, es la implementación de un sistema de oxigenación por burbujeo de aire, y realizar análisis de suelo para obtener los parámetros iniciales correspondientes a un plan de fertilización sustentable. Lo que implica detener el proceso actual, hasta que los valores de nitratos y fósforo se nivelen naturalmente, reacondicionar las plantas de tratamiento de efluentes, y limpiar los espejos de agua eliminando la flora superficial incrementando la velocidad de escurrimiento. Esta velocidad puede lograrse aumentando el volumen de las lagunas, y facilitar así la circulación hacia los canales de desagüe, de donde se la retirará en forma manual. Este proceso al mismo tiempo servirá para remover y renovar el agua, deteniendo el proceso anaeróbico. Se aconseja también, repetir periódicamente, en forma precautoria, este procedimiento en las lagunas.

Asimismo, y a los efectos de crear un ecosistema sostenible, se propone aprovechar las capacidades de clarificación de las especies ictícolas mencionadas en la Figura 5, sembrando quinientos (500) ejemplares de cada variedad, por hectárea de espejo de agua (con aproximadamente 2 metros de profundidad).

Finalmente, realizar periódicamente análisis de agua, suelos, limpieza de los canales de desagüe, y el relevamiento de la población de peces, a los efectos de tomar las acciones preventivas que el caso requiera.

5. Bibliografía

- [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

IV Congreso Argentino de Ingeniería – X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería

19 al 21 de septiembre de 2018 - Córdoba



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

Gestión y uso de agua pluvial en barrios privados o clubes

- [6] “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
- [7] “Instalaciones Sanitarias Domiciliarias e Industriales”, Normas. Subsecretaría de Recurso Hídricos. Empresa Obras Sanitarias de La Nación.
- [8] Osorio Robles, Francisco. (2014). “Prevención de la eutrofización provocada por nitrógeno agrícola en las aguas superficiales en clima mediterráneo”. Universidad de Granada, España
- [9] Pütz, Petra Pütz. (2010). “Eliminación y determinación de fosfato”. Departamento de aplicación de laboratorio de Hach Lange
- [10] Comisión Nacional del Agua. (2007). “Diseño de lagunas de estabilización”. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. México.



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

17/12/2018

Gestión y uso de agua pluvial en barrios privados o clubes

Autores

- Mg. Fauroux, Luis E.
- Ing. Espiñeira, Pablo A.
- Lic. Degaetani, Omar Jorge
- Ing. Bella, Martín Maximiliano
- Ing. Fenoglio, Nicolás Fabrizio

- Dado que agua es un recurso natural escaso, el presente proyecto tiene como objeto gestionar herramientas para su administración y mejor aprovechamiento.
- La presente investigación se centra en el uso de agua para servicios secundarios, dentro de barrios cerrados, y clubes
- El interés de minimizar el uso de agua corriente, o de la extracción de napas subterráneas, es un desafío, ya que es un recurso de alta demanda, por lo que se recurre a su almacenamiento en lagunas, lo que implica mantener una especial atención en su cuidado y mantenimiento.

Parámetro	Medio (límite 25 mg/l)	Alfaro Total (límite 0,033 mg/l)
Trinchera 1	18,4 mg/l	0,0 mg/l
Trinchera 2	17,2 mg/l	0,06 mg/l
Trinchera 3	19,9 mg/l	0,06 mg/l
Trinchera 4	20,1 mg/l	0,12 mg/l
Trinchera 5	14,2 mg/l	0,02 mg/l
Trinchera 6	20,8 mg/l	0,17 mg/l
Trinchera 7	17,2 mg/l	0,06 mg/l
Trinchera 8	23,5 mg/l	0,05 mg/l
Trinchera 9	18 mg/l	0,06 mg/l
Trinchera 10	20,9 mg/l	0,12 mg/l
Trinchera 11	19,2 mg/l	0,06 mg/l
Trinchera 12	18,6 mg/l	0,06 mg/l
Trinchera 13	14,8 mg/l	0,13 mg/l
Trinchera 14	17,7 mg/l	0,06 mg/l

Acciones:

- ✓ Implementar un sistema de oxigenación por burbujeo de aire.
- ✓ Realizar análisis de suelo para obtener los parámetros iniciales correspondientes a un plan de fertilización sustentable
- ✓ Acondicionar las plantas de tratamiento de efluentes.
- ✓ Limpiar los espejos de agua eliminando la flora superficial incrementando la velocidad de escurrimiento.
- ✓ Aprovechar las capacidades de clarificación de las especies ictícolas



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 IV¹: Rendición de gastos del proyecto de investigación acompañado de las hojas foliadas con los comprobantes de gastos.

Unidad Académica que acredita el proyecto: Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas
Código de Proyecto: C2-ING-042
Título del Proyecto: Gestión y uso de agua pluvial en barrios privados o clubes.
Director: Fauroux, Luis Enrique
Fecha de inicio: 01/01/2017
Fecha de finalización: 31/12/2018
Periodo de la rendición: Enero 2018 – Diciembre 2018

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

2.- Equipamiento							
Nº de Orden	Folio Nº	Fecha	Proveedor o Prestador	Nº de Comprobante	Nº de CUIT	Descripción/ Concepto	Importe
1	1	29/05/2018	Instrumental Pasteur	B 0007 - 00009455	30-62662994-2	Sensor Multiparámetro	\$16.000
Total							\$16.000

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							

4.- Viáticos							
Nº de Orden	Folio Nº	Fecha	Proveedor o Prestador	Nº de Comprobante	Nº de CUIT	Descripción/ Concepto	Importe
2	2	19/09/2018	KAMIL – Lasa SRL	T 00023319	30-71182224-7	Almuerzo	\$247,21
3	2	20/09/2018	El Ruedo-Galvez Hnos SA	T 00784112	30-57317339-9	Cena	\$250,00

¹ Respetar el documento adjunto “Pautas de rendición de gastos investigación DIIT”



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	2	13/08/2018	Univ. Nac. de Córdoba	F 02472225	30-54667062-3	Inscripción CADI 2018	\$1.800
5	3	21/09/2018	Beas José Luis	B 0005 - 00006944	20-20783842-0	Alojamiento	\$2.880
Total							\$5.177,21

5.- Bibliografía

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

Anexo V: Alta patrimonial de la totalidad de equipamiento adquirido con presupuesto del proyecto.

Código del Proyecto: C2-ING-042

Título del Proyecto: Gestión y uso de agua pluvial en barrios privados o clubes

Director del proyecto: FAUROUX, Luis Enrique

Fecha de inicio: 01/01/2017

Fecha de finalización: 31/12/2018

Bienes a patrimoniar:

Nro de orden	Detalle	Cantidad	Proveedor	Tipo de comprobante presentado
1	Sensor Multiparámetro	1	Instrumental Pasteur	Factura B 0007 - 00009455