

RIEGO SUBSUPERFICIAL CON AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS TRATADAS. MONITOREO DE HUMEDADES Y CONTROL DE CALIDAD

Teresa Reyna¹, Santiago Reyna¹, María Lábaque¹, César Riha¹ y Adolfo Frateschi¹

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Av. Vélez Sarsfield 1600, Ciudad Universitaria. Córdoba, Argentina

teresamaria.reyna@gmail.com

RESUMEN

Las nuevas urbanizaciones del gran Córdoba necesitan resolver los problemas de riego de espacios verdes y cuerpo receptor de aguas grises tratadas. El riego sub superficial en espacios verdes de urbanizaciones residenciales utilizando agua residual tratada en zonas áridas, permite reducir la necesidad de extracción de agua de subsuelo para compensar la escasez del recurso generada por la estacionalidad o la distribución irregular de la oferta de otras fuentes de agua a lo largo del año.

La preservación del medio ambiente se favorece al evitar el vertimiento directo de las aguas residuales a cauces naturales o sistemas pluviales, permitiendo además la recarga de los acuíferos de aguas subterráneas (Moscoso, 1993). En este trabajo se describe el sistema subsuperficial de riego con agua de reúso de espacios verdes de la urbanización residencial Ayres del Sur ubicado en el sector sur de la ciudad de Córdoba y su sistema de monitoreo empleando sensores de capacitancia, pluviógrafo y caudalímetro. Para asegurar el tratamiento del agua el loteo dispone de una planta de lodos activados que permite obtener la calidad adecuada del efluente y que cumpla con los requerimientos establecidos por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Provincia.

Palabras clave: sensores de humedad, zona no saturada, riego subsuperficial, reúso de aguas.

ABSTRACT

The new developments urban of Great Córdoba needed solve the problems of landscape irrigation and end body of treated sewage. The sub surface irrigation of green spaces in residential developments using to treated wastewater in arid areas can reduce the need for extraction of underground water to cover the shortage of resources generated by the seasonal or irregular distribution of the supply of other water sources throughout the year.

The elimination of the direct discharge of wastewater into natural waterways or stormwater system has advantage the preservation of the environment (Moscoso, 1993). In this paper, presents the subsurface irrigation system with water reuse implanted in a green residential area of Ayres del Sur located in the southern sector of the city of Cordoba and its monitoring this system that is using to capacitance sensors, rain gauge and flow meter. The household wastewater is treated into the sewage treatment plant. The sewage plant has been allow for adequate effluent quality and meets the requirements established by the Secretariat of Water Resources of the Province of Córdoba.

Keywords: humidity sensors, unsaturated zone, subsurface irrigation, water reuse.

1 INTRODUCCIÓN

La ciudad de Córdoba tenía al año 2010 una población de 1.329.604 habitantes (Censo 2010) y una población conectada al sistema cloacal de 666.913 habitantes aproximadamente, lo cual implica una cobertura de servicio del 50,3 %. Por otro lado, la única planta de tratamiento (Bajo Grande) presenta actualmente un déficit de tratamiento al pico de 72.000 m³/d (Dirección de Urbanismo de la Municipalidad de Córdoba, 2000)

Estas razones limitan la posibilidad de otorgar factibilidad de red de cloaca a nuevos emprendimientos inmobiliarios, los que deben resolver este problema a través de plantas de tratamientos particulares de cada loteo y realizar el volcamiento de acuerdo a los parámetros de calidad establecidos para los distintos cuerpos receptores (superficial, pozo, riego) por el Decreto 415/99 de la DIPAS (actualmente Secretaría de Recursos Hídricos y Coordinación).

La zona Sur de la Ciudad ha experimentado un crecimiento demográfico (3,1%) mayor al nivel general de Córdoba (2,4 %) en el período 2001-2010.

Esta zona concentra hoy 44 emprendimientos residenciales, lo que ha significado el desarrollo de más de 3.800 lotes y 1.000 departamentos. La oferta de viviendas se multiplicó en los últimos 20 años, lo que se refleja tanto en una expansión del ejido urbano (por fuera del anillo de circunvalación en dirección al sur), como en la cantidad y variedad de las urbanizaciones desarrolladas en la zona.

La urbanización residencial especial Ayres del Sur es uno de estos emprendimientos; se encuentra ubicada al sur de la ciudad de Córdoba. Compreendida dentro del Dpto. Capital. Sus coordenadas de ubicación son 31° 27' 51" de latitud sur y 64° 11' 02" longitud oeste emplazado a la vera de la Av. Circunvalación y Av. Valparaíso (Figura 1).

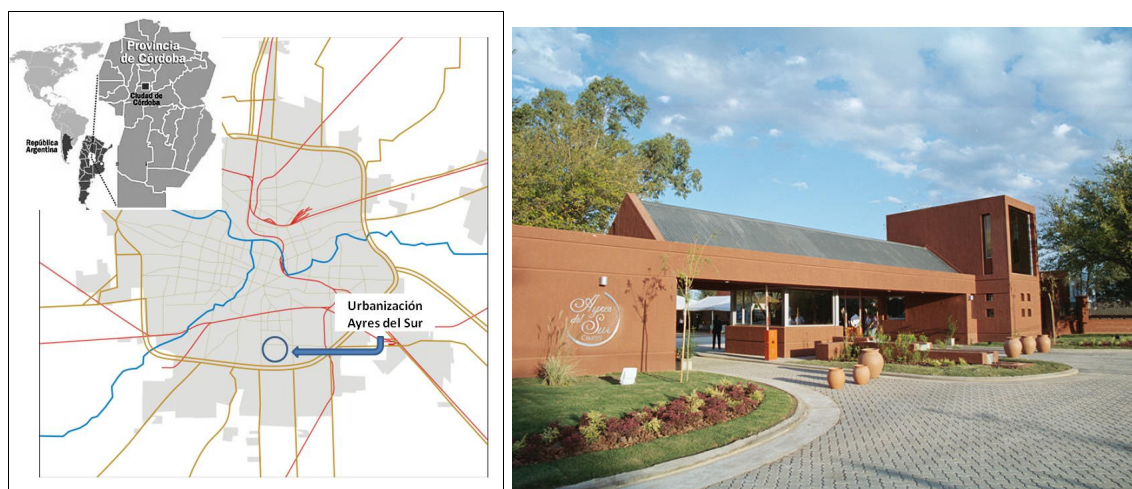


Figura 1 - Ubicación de Córdoba y de la urbanización Ayres del Sur. Imagen del ingreso

Esta urbanización, dispone una población actual aproximada de 225 habitantes, habiendo comenzado su desarrollo aproximadamente en el año 2005, caracterizándose las construcciones existentes por su tipología netamente residencial con un poder adquisitivo medio alto. El emprendimiento consta de un total de 80 lotes cuyas superficies oscilan en torno a los 1000 m² cada uno, encontrándose urbanizada en un 80 % en la actualidad.

La urbanización dispone de una red colectora cloacal interna que sirve al 100% de los lotes, conduciendo los efluentes hasta una planta de lodos activados que se encuentra en el interior del predio. La disposición final está definida con una parte de los caudales con volcamiento a pozo y otra parte es utilizado para riego subsuperficial de un espacio verde de la urbanización reduciendo de esa manera la descarga a pozo.

De acuerdo a los aforos registrados por el caudalímetro electromagnético ubicado en el ingreso

de la planta de tratamiento, actualmente la urbanización genera un caudal medio de 50 m³/d con una ligera fluctuación estacional a lo largo de los distintos meses.

Este trabajo describe el sistema de control que se ha dispuesto para monitorear los caudales, calidades y condiciones de humedad del suelo que se utiliza como cuerpo receptor.

2 EL REÚSO DE AGUA PARA RIEGO

El agua es un recurso que se renueva en el ciclo hidrológico. El agua tratada mediante sistemas biológicos como resultan los lodos activados constituye un recurso limpio y seguro para otros usos. Mediante este proceso, el agua puede recuperarse y usarse nuevamente para diferentes aplicaciones. La calidad del agua usada y el tipo específico de reúso determinan los niveles de tratamiento que se requieren y los costos implicados.

En los últimos años, debido a la creciente escasez de agua dulce, la necesidad de proteger el medio ambiente y aprovechar económicamente las aguas residuales se ha promovido internacionalmente el reúso controlado de efluentes (Veliz Lorenzo y otros, 2009).

El reúso de aguas residuales para riego permite:

- Reducir considerablemente la carga contaminante que se dispone en los cuerpos receptores superficiales, subterráneos y zonas costeras mediante vías simples, efectivas y de menor costo.
- Incrementar el potencial aprovechable de los recursos hídricos, así como su mejor manejo al liberar grandes cantidades de agua dulce de mejor calidad para otros usos.
- Mejorar importantes áreas agrícolas aportándole materias orgánicas y nutrientes.

El sistema más grande de reúso de agua para riego en Argentina se localiza en la región árida de Mendoza donde alrededor de 2000 ha son irrigadas con el efluente tratado. El agua se reutiliza para riego de olivos, alfalfa, frutales, ajo, tomate y otros cultivos (EPA, 2004).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

Las variables seleccionadas a monitorear fueron: precipitación y humedades dentro del predio a regar. Además se decide monitorear los niveles de agua en los pozos y la calidad de agua a la salida de la planta.

La medición de la precipitación se realiza mediante pluviógrafo.

Existen distintos métodos para estimar la humedad de suelo en campo (muestreo gravimétrico, sonda de neutrones, tensiómetros, psicrómetros, etc.). Desafortunadamente, cada uno de estos métodos tiene dificultades que los alejan de lo ideal (Vita Serman et al., 2006). Los métodos dieléctricos (incluyendo sensores de capacitancia (FDR), alta frecuencia, radio frecuencia, microondas y TDR) proveen una buena precisión a pesar de ser de medición indirecta si, como todo método indirecto de medición de humedad de suelo, se realiza una calibración en el lugar específico de utilización para definir la relación entre el contenido volumétrico del suelo y su coeficiente dieléctrico.

Los sensores elegidos para realizar las mediciones de la humedad en el suelo fueron sensores de capacitancia, debidos principalmente a su costo, que permite su uso generalizado.

La cubierta vegetal de los espacios verdes en general es césped gramillón, el cual es cortado quincenalmente para mantener su altura entre 1,5 y 4 cm.

Se determinan las variaciones que se producen en el suelo y las variaciones de los niveles en los pozos. Además se extraen muestras de agua para verificar la calidad del efluente.

3.1 Equipamiento instalado

Con el objeto de realizar el monitoreo descrito anteriormente, se colocaron los siguientes equipos:

- Un sensor ECH2O de Humedad, Temperatura y Conductividad Eléctrica (5-TE) del Suelo. Rango 0-100% humedad volumétrica. Longitud parte sensor 5 cm.
- Un sensor ECH2O de Humedad de Suelo (EC-5). Rango 0-100% humedad volumétrica. Longitud parte sensor 5 cm.
- Un sensor ECH2O de Humedad de Suelo (10 HS). Rango 0-100% humedad volumétrica. Longitud parte sensor 10 cm.

La imagen de estos sensores se presenta en la figura 2.

En relación a los sensores de capacitancia se debe indicar que todos los sensores de capacitancia instalados en suelos, aun con características similares, deben ser calibrados con el objetivo de mejorar su precisión dado la influencia en la medida de otros factores independientes al contenido de humedad como por ejemplo la variabilidad del pH o la conductividad eléctrica dentro de la matriz porosa.



Figura 2 - Imágenes de los sensores 10-HS, 5 – EC y 5 -TE.

Para mejorar la determinación de las lecturas y de acuerdo a las publicaciones actualizadas sobre el instrumental a utilizar, se realizaron en laboratorio una serie de tareas previas de calibración de los sensores. Todos los sensores fueron calibrados con el suelo del predio antes de realizar su instalación.

Los sensores almacenarán su información en Datalogger de 5 canales. Marca Decagon. Almacenamiento de hasta 36.000 sets de datos (cada set de datos incluye nombre del logger, fecha, hora, y 5 mediciones). Frecuencia de mediciones entre 1 por minuto a 1 por día. Resolución 0,1% VWC. Comunicación serial RS-232 a PC. Alimentación 5 x baterías AA (no incluidas). Dimensiones 12,7 x 20,3 x 5,1 cm. Alojamiento en IP55. Con software.

La información almacenada en los dataloggers es descargada a un ordenador portátil que realiza las tres funciones: configuración, captura y análisis preliminar in situ.

Otro motivo que puede generar una variación de la humedad del suelo es un frente de humedecimiento provocado por la lluvia caída sobre la superficie. Con el fin de descartar este origen se propone instalar un Pluviómetro marca Decagon modelo ECRN-50, resolución 1 mm, tipo de sensor de cuchara simple, salida plug stereo, material de carcasa ABS, tamaño 5 cm x 10 cm, compatible con datalogger Em 50, y otros.

En la figura 3 se muestra la ubicación relativa de los sensores, pluviómetro y datalogger.

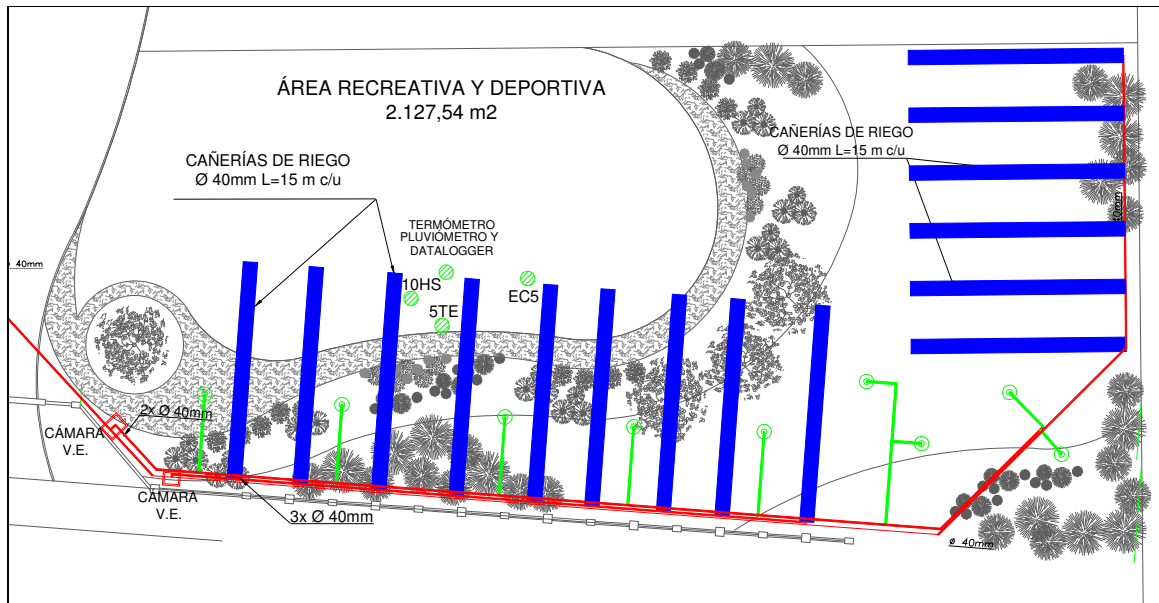


Figura 3 – ubicación de los equipos de monitoreo en la zona de riego.

Los datos que se obtienen de los sensores permiten definir cuál es la necesidad de riego del predio.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterización del fluido de descarga

El tratamiento llevado a cabo por la planta de lodos activados da como resultado un efluente de buena calidad que permite asegurar que cumpla con los siguientes criterios sanitarios:

- Ausencia de partículas sólidas gruesas, eliminación apreciable de huevos de parásitos.
- Eliminación apreciable de bacterias
- Ninguna sustancia química que provoque la aparición de residuos nocivos en plantas o peces.
- Ninguna sustancia química que cause irritación de las mucosas o de la piel.

La configuración particular de la planta de lodos activados que se emplaza en la urbanización, la cual dispone de tratamiento secundario, permite disponer de un efluente con un contenido de nutrientes (nitrógeno, fósforo, etc.) que la tornan favorable para el desarrollo de las distintas especies vegetales con las que se ha parquizado el espacio verde analizado, sin la necesidad de la adición de ningún tipo de fertilizante artificial.

Un efluente con estas características conjuntamente con el sistema de riego subsuperficial, prolongará la vida útil de las perforaciones existentes en el predio al disminuir el caudal de volcamiento y la presencia de elementos que puedan actuar impermeabilizando la zona de infiltración.

El agua que actualmente se utiliza para el riego subsuperficial presenta un valor de DBO5 40mg/l con concentración de sólidos sedimentables en 10 min/2 hr de 0,05/0,30 ml/l.

4.2 Caracterización del subsuelo

De acuerdo a lo determinado en los estudios de caracterización geológica desarrollados en el predio de la urbanización por el geólogo Carlos Marchetti de la empresa GEO.C.E.M., se puede

indicar que la litología dominante en la zona son depósitos limo arenosos intercalados con capas cementadas de arenas correspondientes a la Formación General Paz y en forma subyacente se encuentra la Formación Río Primero compuesto por arenas, gravas y pelitas.

En la tabla 1 se encuentra resumido el perfil geológico obtenido de la perforación efectuada en la urbanización.

Tabla N°1 - Caracterización geológica del subsuelo

Profundidad (m)		Litología
0,00	9,00	Limo arenoso color castaño
9,00	13,00	Limo areno-arcilloso, ligeramente cementado
13,00	16,00	Limo arenoso color castaño
16,00	18,00	Arena muy fina limosa
18,00	22,00	Limo cementado poroso estructura granular
22,00		Nivel Freático

Respecto a la caracterización hídrica del subsuelo de la zona de estudio, la misma presenta un escurrimiento con sentido NO – SE coincidente con la pendiente topográfica y la dirección de escurrimiento superficial. El terreno se presenta plano sin grandes ondulaciones, mientras que la posición del cuerpo de agua freático en el mismo se ubica a una profundidad de 22,00 m.

Para la determinación de la permeabilidad del subsuelo se utilizó el ensayo de J. Jimenez Salas, arrojando dicho ensayo para una profundidad de 20 m, una permeabilidad de $1,60 \times 10^{-4}$ cm/seg el cual dentro de la clasificación de Casagrande (Mecánica de Suelos de Terzagui y Peck), corresponde a un drenaje bueno (próximo al límite inferior)

4.3 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La totalidad de los efluentes domiciliarios una vez colectados por la red de la urbanización, son luego conducidos por un conducto principal hasta la planta de tratamientos de lodos activados que se encuentra en el sector sur del predio (Figura 4).

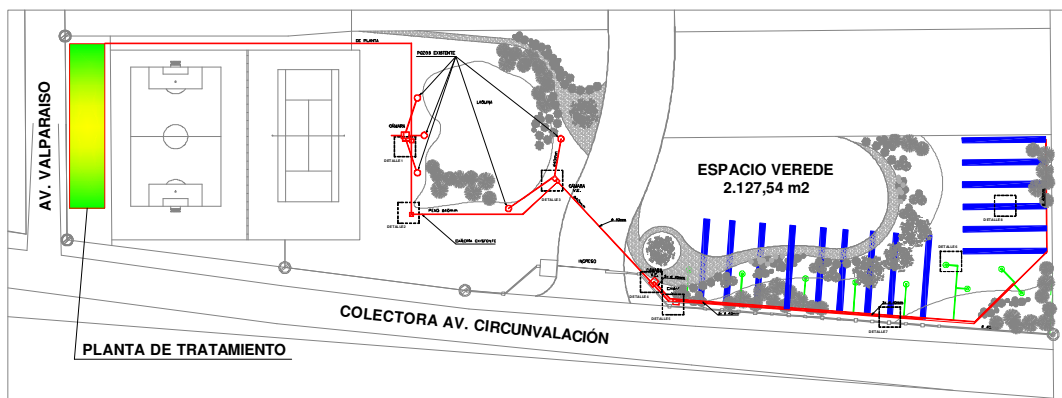


Figura 4 - Ubicación de la planta y del sitio de volcamiento actual.

La planta de depuración de líquidos cloacales está compuesta por dos módulos en paralelo, conteniendo cada módulo un reactor biológico con un volumen que garantiza una permanencia del líquido aproximada de 21 horas y un sedimentador secundario. Posteriormente se disponen de una cámara de contacto y cloración y cámara de bombeo únicas para ambos módulos.

Para el tratamiento de desinfección se utiliza como producto desinfectante una solución de

hipoclorito con una concentración de 110 gr de cloro libre por litro de solución. Disponiendo la planta de un equipamiento de dosificación que permite una regulación precisa del hipoclorito lo que garantiza una correcta desinfección de los efluentes tratados.

Por último, se dispone de una cámara para tomar muestras del líquido tratado que luego será utilizado para el riego subsuperficial.

Los lineamientos con los que se encuentra diseñado el tratamiento biológico de lodos activados, resultan los establecidos por las normas del Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSa, 1993).

Con este tratamiento propuesto, se reduce la concentración de coliformes fecales y la carga orgánica presentes en el efluente a valores inferiores a los límites máximos admisibles establecidos por el ENOHSa, para poder realizar la reutilización del mismo para riego subsuperficial en espacios verdes.

El sistema de disposición final se encuentra compuesto por una batería de 9 pozos absorbentes excavados con un diámetro de 1 m y una profundidad de aproximadamente 13 m, inmerso en la zona no saturada, conjuntamente con el cuerpo receptor anterior y con el objeto de reducir la contaminación en el subsuelo y prolongar la vida útil de los pozos, se construyó un sistema de riego en el mismo espacio verde que se encuentran las perforaciones.

El líquido tratado es impulsado por una cañería de 2" hasta el ingreso a dicho espacio verde. En este sector el sistema dispone de un cuadro de llaves esclusas que permite direccionar el fluido hacia los pozos absorbentes o hacia el sistema de riego.

A su vez la conducción de riego se divide en dos tramos secundarios cada uno de los cuales abastece las líneas de riego subsuperficial que distribuyen el agua en forma homogénea al predio, cuya superficie resulta de 2127,54 m².

La distribución del riego subsuperficial se materializa a través de líneas individuales de polipropileno de 38mm de diámetro y 15 m de longitud, totalizando 225 m, las cuales presentan un ranurado en la semi circunferencia superior y a una distancia de 3 cm entre sí.

Con el fin de garantizar la mejor homogeneización en la distribución de los efluentes, la totalidad de la conducción se encuentra dispuesta en el centro de una zanja de 40 x 60cm rellena con grava de granulometría 10 – 50mm, en las siguientes imágenes se puede advertir la distribución espacial de las zanjas y la configuración de la red de riego (Figura 5).



Figura 5 - Materialización del sistema de riego

Esta línea conduce en la actualidad aproximadamente unos 30.000 litros diarios destinados al riego de las distintas especies que se encuentran sembradas en el predio.

El caudal medio diario actual de la planta de tratamiento se encuentra en el orden de los 50 m³/día siendo dicho caudal prácticamente constante de acuerdo a lo que surge de los valores aforados por el caudalímetro electromagnético que se encuentra en el ingreso de la planta de tratamiento (Figura 6).

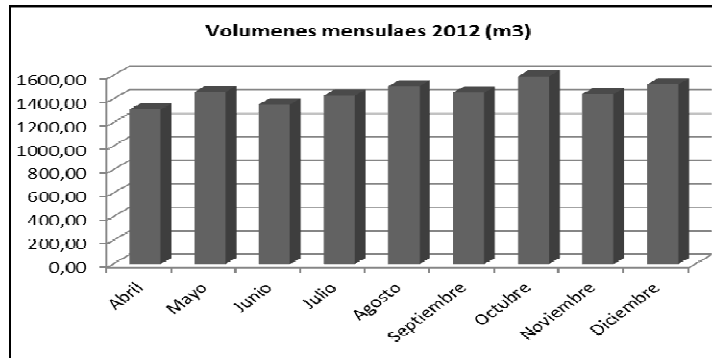



Figura 6 - Registros de volumen mensuales tratados en el año 2012.

En el interior del predio se han sembrado una serie de plantas como cañaverales, cortaderas, achiras, etc. Las cuales presentan un crecimiento sostenido, siendo la de mayor reproducción los cañaverales, estando previsto para el año en curso la colocación de especies de sauces para acompañar al incremento del caudal a tratar producto de la construcción de nuevas viviendas.

4.4 Resultados de calidad obtenidos

Con el fin de monitorear la calidad del agua a volcar en pozo o al sistema de riego, se realizan cada 30 días el análisis en laboratorio de una muestra extraída en la cámara de toma de muestra colocada a la salida de la planta. Los valores obtenidos están dentro del límite de los permitidos (Figura 7).



CEQUIMAP

Universidad Nacional de Córdoba - Facultad de Ciencias Químicas - Centro de Química Aplicada

R-PG 15.01-01, Versión: 02, Vigencia: 09/05/13. **Informe Técnico N° 1306034/01** Página 1 de 1

Cliente: CEAS

Dirección: Gomez Clara 1191, Córdoba Capital, Córdoba

Tipo de muestra: Efluente

Responsable: Toma de muestra Cliente Custodia Cliente Traslado Cliente

Fecha de Recepción: 05/06/2013 **Fecha de Finalización de los ensayos:** 13/06/2013



Identificación de la muestra: Efluente Aires del Sur

Ensayo	Técnica	Resultados	Unidad medida	Límites
CLORURO	ASTM D 512 Test Method B	75.1	mg/L	---
DBO5	SMEWW-APHA 5210-B	20	mg/L	<200
DOO	SMEWW-APHA 5220-D	221	mg/L	---
FOSFATO	APHA 4500-P B-E	9.4	mg/L	---
OXIGENO CONSUMIDO	OSN-METODO B IX	28	mg/L	<80
OXIGENO DISUELTO	SMEWW - APHA 4500 O (B) 17ª Ed.	9.5	mg/L	---
pH	ASTM D 1293 METH. B	7.8	UpH	5.5-10.0
SOLIDOS SEDIMENTABLES EN 10/2h	APHA 2540-F	<0.1 / 0.7	mL/L	---
SULFUROS	SMEWW - APHA 4500 - S (F)	<1.0	mg/L	<2.0
SUSTANCIAS EXTRAIBLES C/ETER	SMEWW - APHA 5520 A-B	148	mg/L	<80

Observación: Límites s/DIPAS 415/99 Descarga a cloaca

Fecha de Emisión: Córdoba, 17/06/2013

Fin del Informe

BIOG. EDR. ANALIA LUNARES
COORDINADORA AREA AGUA
CEQUIMAP

Figura 7 – resultados de calidad obtenidos en laboratorio.

5 DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES

En primera instancia se debe mencionar que el sistema de tratamiento secundario con lodos activados de los efluentes domésticos de la urbanización, permite encuadrar la calidad del agua a la salida de la planta de tratamiento dentro de los parámetros establecidos por el decreto 415/99 para el riego subsuperficial con el menor gasto posible.

La calidad del agua con la presencia de nutrientes naturales (nitrógeno, fósforo, etc.) la torna especialmente apta para el riego de especies vegetales que no presentan la finalidad de consumo humano, eliminando por otra parte la necesidad de la utilización de fertilizantes artificiales.

Por otra parte se puede destacar que el sistema combinado de pozos excavados y sistema de riego subsuperficial resultó en este caso una solución óptima que permite reducir al máximo posible la contaminación al subsuelo y la recarga de las napas por un volcamiento excesivo de efluentes, como ocurre tradicionalmente en los sistemas de cámara séptica y pozo absorbente.

La disposición adoptada de la red de riego subsuperficial con ramales principales y derivaciones en forma de espina de pescado permite garantizar una distribución homogénea del riego en el predio lo que facilita el crecimiento de las distintas especies sembradas.

Con el riego subsuperficial se ha logrado una puesta en valor de este espacio verde, el cual fue por mucho tiempo el depósito de maquinarias de mantenimiento o restos de podas, no permitiendo su integración con el entorno siendo esto revertido en la actualidad donde el espacio se encuentra perfectamente integrado, habiéndose generado en este sector en un ecosistema favorable para el hábitat de especies de aves como teros, pájaros carpinteros o de animales como liebres que han encontrado en este sitio un lugar ideal para su vida y reproducción (Figura 8).



Figura 8 - Estado actual del espacio verde con riego subsuperficial

En relación a los sensores de capacitancia se debe indicar que todos los sensores de capacitancia instalados en suelos, aun con características similares, deben ser calibrados con el objetivo de mejorar su precisión dado la influencia en la medida de otros factores independientes al contenido de humedad como por ejemplo la variabilidad del pH o la conductividad eléctrica dentro de la matriz porosa.

Se puede indicar que el sistema de sensores para el monitoreo del suelo representa una herramienta de suma utilidad para la determinación de humedades naturales del suelo a distintas profundidades sin la necesidad de efectuar excavaciones complicadas y onerosas. Además no requiere de un laboratorio ni personal para la determinación de las humedades del suelo siendo suficiente realizar la descarga de datos con una notebook.

Los costos de monitoreo mediante sensores de humedad resultan marcadamente inferiores a cualquier otra metodología que requiera la extracción de muestras in situ para la determinación de humedades en diferentes momentos del año.

Con este sistema se ha logrado reutilizar el agua de los efluentes tratados mediante lodos activados con un grado de seguridad tal que no pone en riesgo la salud de los habitantes de la urbanización, por no existir posibilidad del contacto directo del efluente con las personas.

El sistema de riego subsuperficial construido, requiere un muy bajo nivel de mantenimiento repercutiendo esto directamente en los costos de operación, presentando a su vez el beneficio que implica el ahorro de energía de bombeo que se debería emplear para extraer del subsuelo agua para riego.

REFERENCIAS

- Dirección de Urbanismo de la Municipalidad de Córdoba. 2000. *Córdoba en su situación actual: bases para un diagnóstico*. Informe. Córdoba. Argentina.
- Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento, ENOHSA. 1993. *Normas de estudio y criterios de diseño y presentación de proyectos de desagües cloacales para localidades de hasta 30.000 habitantes*. Buenos Aires. Argentina.
- EPA. US Environmental Protection Agency. 2004. *Guidelines for water reuse. Technology Transfer and Support Division, National Risk Management Research Laboratory, Oice of Research and Development, Cincinnati, OH. 245p. U.S.A.*
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). Censo Nacional de Población Hogares y Viviendas 2010. Buenos Aires. Argentinas
- Marchetti, Carlos. 2001. "Estudios de caracterización geológica del predio de la urbanización Ayres del Sur" Informe. Córdoba. Argentina.
- Moscoso, J. 1993. *Módulo piloto de tratamiento y reúso de aguas residuales en agricultura, acuicultura y forestales en Las Viñas de La Molina; perfil de proyecto*. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
- Provincia de Córdoba (1999). *Decreto N° 4560-C/55 y 415/99 – Normas para la Protección de los recursos hídricos superficiales y subterráneos*. Córdoba, Argentina.
- Veliz Lorenzo E.; Llanes Ocaña, J. G.; Asela Fernandez, L.; Bataller Venta, M. 2009. Reúso de aguas residuales domésticas para riego agrícola. Valoración crítica. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, Vol. 40, No. 1, pag 35-44.
- Vita Serman, F.; Schugurensky, C.; Carrión, R.; Rodríguez, S. Evaluación del comportamiento de sensores de humedad de suelo del tipo (FDR) de desarrollo local, en relación al contenido de agua y a la textura de suelo. . In: *Jornadas De Actualización En Riego Y Fertirriego*, 3., 2006, Mendoza. Anales. Mendoza: INTA, 2006.