



## TÉCNICA UASB APLICADA A LÍQUIDO RESIDUAL DOMÉSTICO EN URUGUAY : PLANTA PILOTO PANDO

### NOMBRE DE LOS AUTORES

#### Inés Fuentes <sup>(1)</sup>

Ing. Civil opción Hidráulica y Sanitaria, UdelaR, 1987. Ha tenido actuación en proyecto, evaluación y operación de plantas de tratamiento de agua potable y de aguas residuales domésticas e industriales y estudios de ubicación de tomas y embalses. En particular, formó parte del equipo que instaló los UASBs de Pando en colaboración con Sanepar (1991-1995).

Aplicar

Foto

**Dirección (1):** Carlos Roxlo 1275, 4° piso, Montevideo 11200, Uruguay. Tel: (5982)19522547 Fax (5982) 19522546 - e-Mail: [ifuentes@ose.com.uy](mailto:ifuentes@ose.com.uy)

### RESUMEN

La Administración de las Obras Sanitarias del Estado del Uruguay (OSE), con asesoramiento de SANEPAR (Paraná, Brasil) construyó en 1993-1994 dos reactores anaerobios de tipo UASB totalmente enterrados, uno de ellos un tanque Imhoff reformado y el otro un RALF. Estos reactores están en la ciudad de Pando, cercana a Montevideo en zona de clima templado. En este trabajo se presentan la historia operacional, los problemas acaecidos y los resultados operativos obtenidos en las diferentes etapas de funcionamiento de la Planta Piloto.

### PALABRAS CLAVE

**UASB, clima templado, temperatura, serie.**

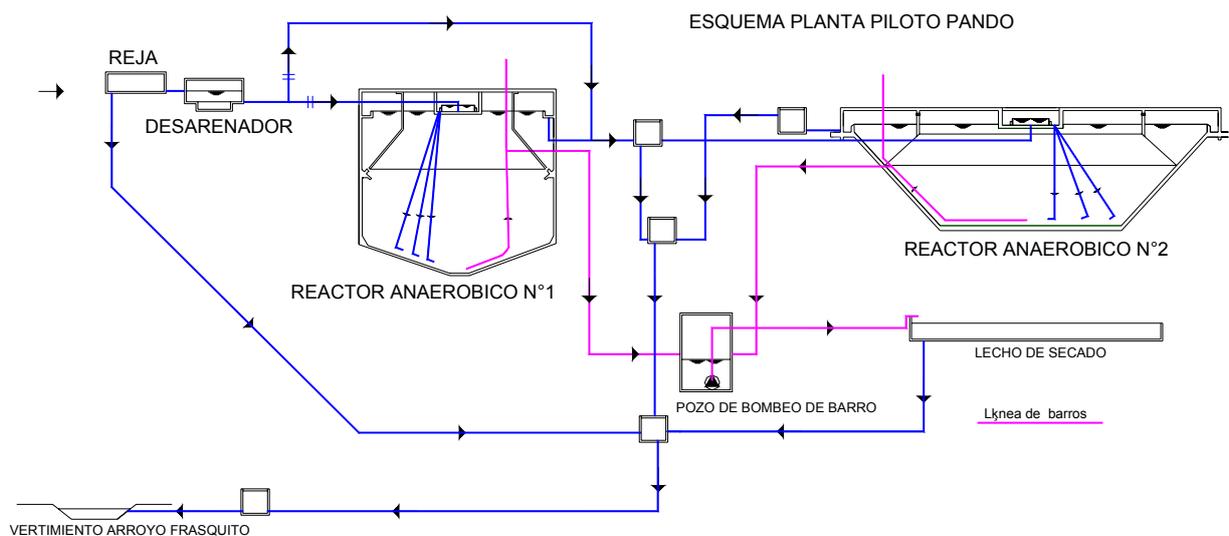
### INTRODUCCIÓN

La ciudad de Pando se ubica al sur del Uruguay (Latitud: 34°45' S - Longitud: 62°10' W), en zona de clima templado, con temperatura media anual de 16,5°C ( medias estacionales de 11°C en invierno, y 22,1°C en verano). La ciudad tiene una cierta cantidad de vertidos industriales a la red de colectores.

La puesta en marcha de la Planta comenzó recién en julio de 1999 debido a que antes de esa fecha una curtiembre vertía sus líquidos residuales sin tratamiento alguno a la red, muy cerca de la planta. La presencia de Cr en esos efluentes hacía imposible la operación de los reactores. En ese año se logró el cierre de la conexión a la red cloacal de esta industria, y se comenzó el proceso de arranque, que ya ha sido reportado.

Sólo recordaremos que hubo dificultades para arrancar el R2 en serie, y hubo que alimentarlo con una fracción del crudo más la salida del R1, para lograr funcionamiento estable (2). Se dio por finalizado el arranque aproximadamente en febrero de 2000. No hubo un seguimiento técnico permanente de Ingeniería Sanitaria sobre esta planta luego del arranque inicial, salvo durante el segundo arranque del Imhoff modificado. Luego se retomó el seguimiento técnico a partir de noviembre de 2005.

Se llamará en el desarrollo del texto R1 al tanque Imhoff modificado de volumen 570 m<sup>3</sup>, y R2 al RALF de caudal promedio 31.4 l/seg, volumen 873 m<sup>3</sup>, diseño de Sanepar, Brasil.



## DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS RECOGIDOS E HISTORIA OPERACIONAL DE LA PLANTA

### Período 2000-2002

En este período la Planta trató la totalidad del caudal afluyente, del orden de 20 l/s (promedio diario). El personal de Planta midió temperatura en los reactores, temperatura ambiente y temperatura del líquido afluyente entre marzo de 2000 y mayo de 2001, a la hora 10:00 a.m. Se tomaron muestras puntuales de los reactores, y se hicieron determinaciones generalmente semanales de DBO, DQO, SST, SSV y bisemanales de DQO, SST, SSV.

Este período 2000-2002, a su vez, se divide en un período de operación denominado “serie mixta”, es decir el R2 tratando el efluente del R1 más una fracción del crudo (24/2/00 a 21/8/00), y otro período (24/8/00-11/7/02) en que operó solo el R2 tratando la totalidad del caudal mientras el R1 estaba en reparaciones, hasta que comenzó el segundo proceso de arranque del R1 en julio de 2002.

### 2002-comienzos de 2006

El R2 se retiró de servicio a fines de 2002 luego de finalizado el segundo arranque del R1, y continúa fuera de servicio. El R1 funcionó a caudal reducido, tratando sólo una fracción del caudal total no bien establecida, pero del orden de los 5 l/seg. Durante todo este período se siguieron obteniendo valores de muestreos de entrada y salida de la Planta.

### 2006

Durante el verano de 2006 se aumentó muy considerablemente el caudal de entrada al R1, que a partir de mediados de marzo y hasta principios de julio operó establemente con un caudal promedio de 15 l/s. En julio de 2006 se retiró de servicio por rotura del emisario de la Planta, aunque se mantuvo una alimentación mínima intermitente. A partir de fines de agosto se ha vuelto a poner en funcionamiento, mientras que el R2 está siendo reparado internamente por los problemas de corrosión mencionados más adelante.

Los análisis referidos en este trabajo fueron realizados por el Laboratorio Central de OSE, Sección Aguas Residuales, a cargo del Q.F. Sergio Gigena, con técnicas de la edición 20° del Standard Methods.

A continuación se resumen los datos hidráulicos de proyecto y de operación de los reactores, siendo TS la tasa superficial a nivel superior del manto en m/h, y TRH el tiempo de retención hidráulico en horas.

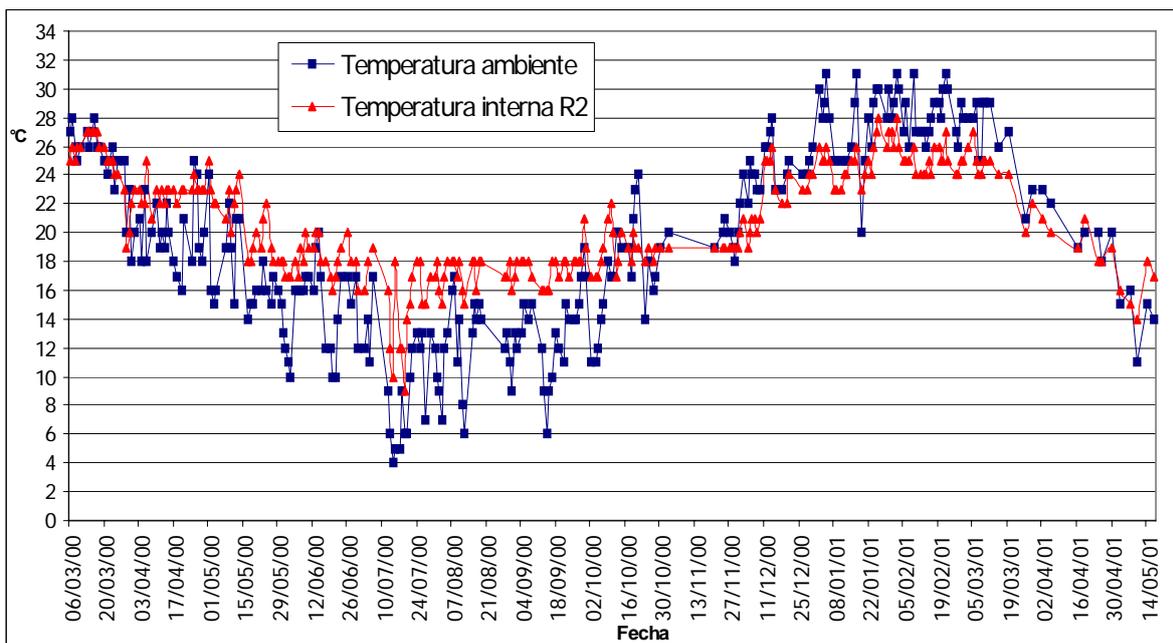
	Reactor	Caudal promedio (l/seg)	TS	TRH
Proyecto	1	31.4	1.51	5
Proyecto	2	31.4	0.68	7.7
Operación Febrero 2000- julio 2002	2	20	0.43	12
Operación Marzo-julio 2006	1	15	0.72	10.5

### Funcionamiento en las condiciones locales

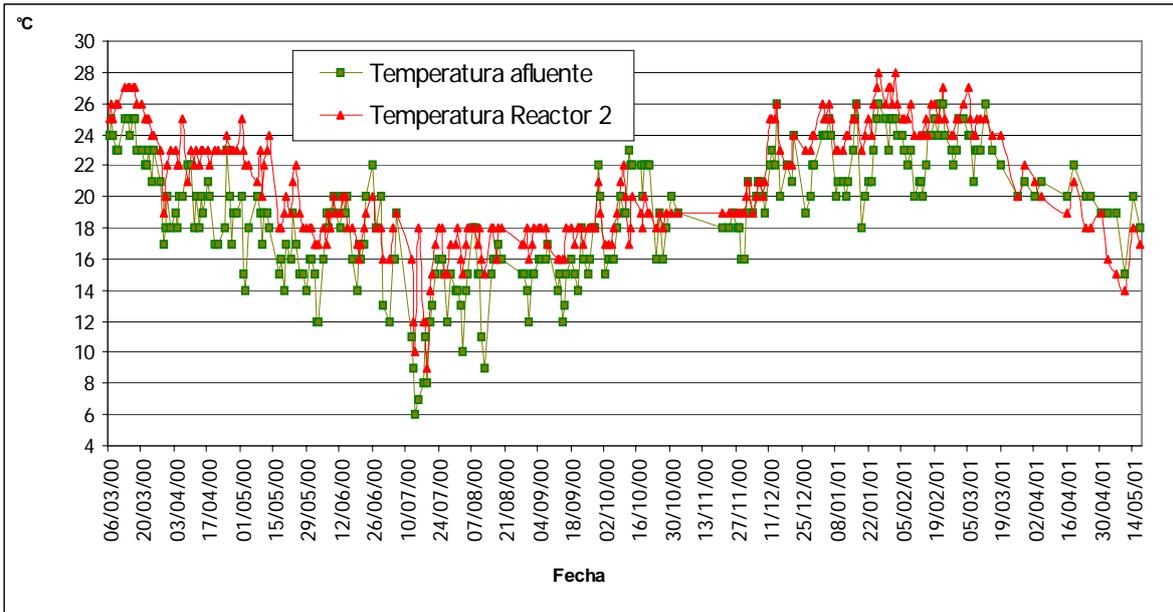
#### TEMPERATURA

En las gráficas siguientes se presenta la evolución de la temperatura interna del R2, contra la variación de la temperatura ambiente (gráfica 1), contra la del afluente (gráfica 2) y un histograma (gráfica 3). Se recogen en estas gráficas un total de 269 datos, 124 datos diarios del 6/03/00 al 19/08/00, y 145 datos, del 28/08/00 al 17/05/01.

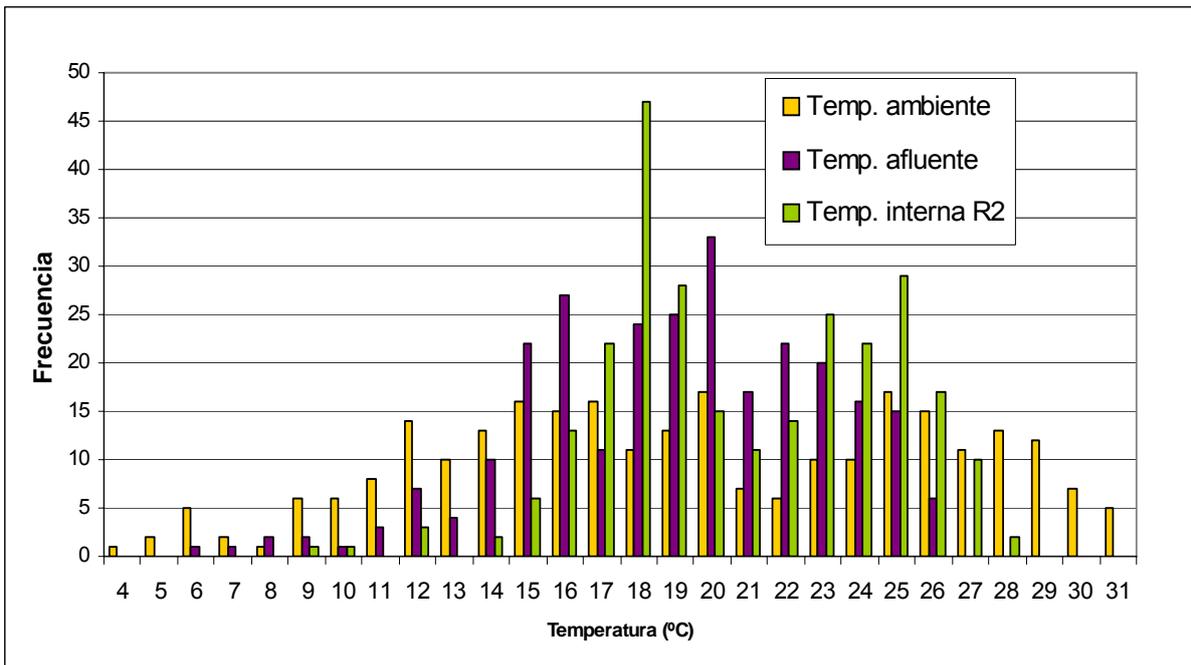
**Gráfica 1- Temperatura ambiente contra temperatura interna R2 (°C)**



**Gráfica 2: Temperatura del líquido afluente contra temperatura interna R2 (°C)**



**Gráfica 3: Histograma de temperaturas**



## DATOS OPERATIVOS

Todos los valores de los parámetros están expresados en mg/l

### 1. Datos globales del afluente a tratar (líquido crudo) del 5/7/99 al 6/7/06

	DBO	DQO	SST	SSV
Promedio	183	347	181	112
Nº datos	263	397	397	395
Máx	650	880	846	779
Mín	25	30	15	7

### 2. Período 2000-2002

#### A.- DATOS DE ENTRADA Y SALIDA DE PLANTA del período 24/2/00 A 11/7/02

ENTRADA	DBO	DQO	SST	SSV	SSF	SSV/SSS
Promedio	155	329	182	110	73	64%
Nº datos	100	196	196	196	196	196
Máx	350	822	516	334	280	97%
Mín	25	55	29	7	2	6%

SALIDA	DBO	DQO	SST	SSV	SSF	SSV/SSS
Promedio	63	171	122	54	68	50%
Nº datos	100	196	193	193	193	193
Máx	110	443	357	183	257	97%
Mín	20	65	6	5	1	24%

	DBO	DQO	SST	SSV	SSF
Eficiencia	60%	48%	33%	51%	6%

#### B.- DATOS DESGLOSADOS SEGÚN FORMA DE FUNCIONAMIENTO

Los valores de los parámetros que se detallan son promedios de entrada y salida en mg/l.

##### 1. Serie mixta, 24/2/00 a 21/8/00

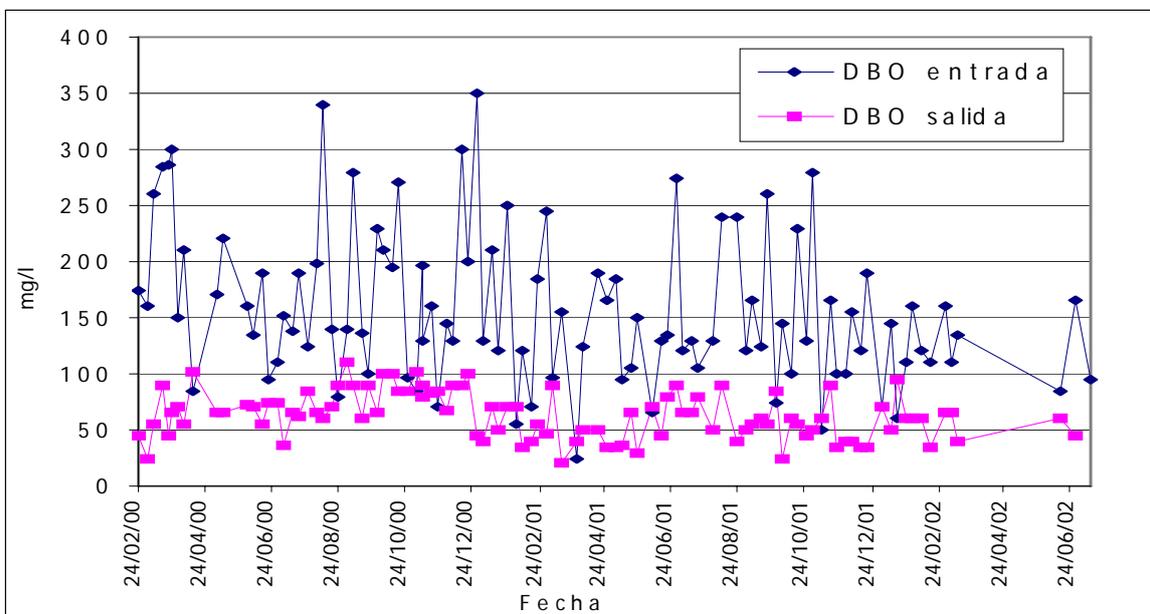
		DBO	DQO	SST	SSV	SSV/SSS
Imhoff reformado R1	Entrada	181	364	133	102	77%
	Salida	87	203	73	42	59%
	eficiencia	52%	44%	46%	59%	
RALF R2 20 l/seg	Entrada	136	299	125	88	70%
	Salida	64	163	64	36	59%
	eficiencia	53%	45%	49%	59%	
Planta	Eficiencia general	65%	55%	52%	64%	

##### 2. RALF operando solo, 24/8/00 a 11/7/02

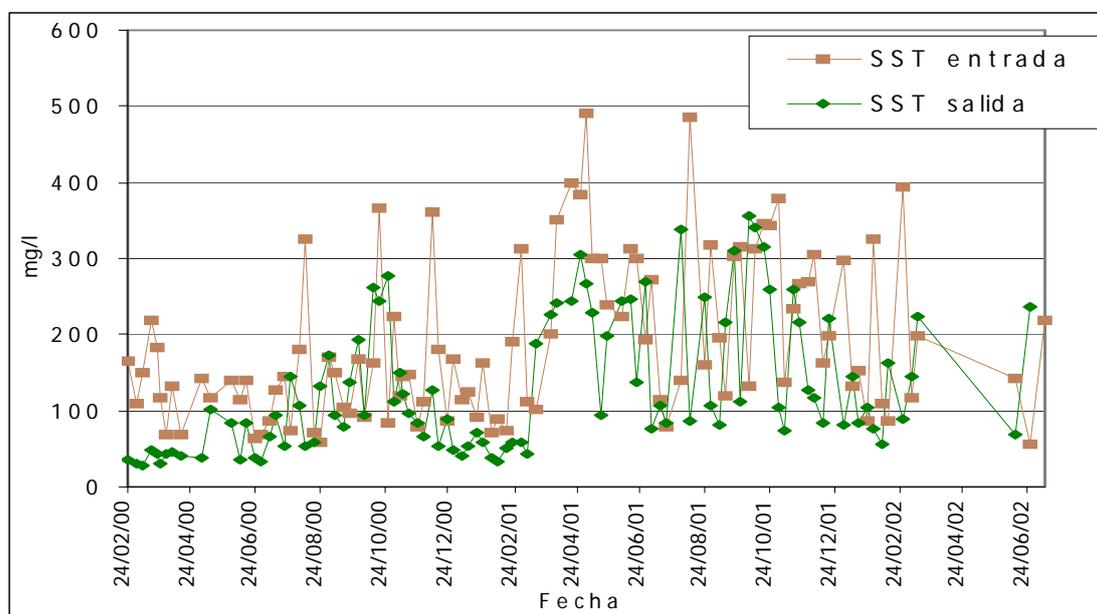
		DBO	DQO	SST	SSV	SSV/SSS
RALF R2 20 l/seg	Entrada	148	319	197	112	61%
	Salida	62	174	139	59	48%
	Eficiencia	58%	46%	29%	47%	

Las gráficas de resultados de entrada y salida de planta en cuanto a DBO<sub>5</sub> (gráfica 4) y SST (gráfica 5) se presentan a continuación. Para la interpretación de estos resultados, se debe tener en cuenta la operación de la planta fue en "serie mixta" hasta el 21/8/00, y de allí hasta julio de 2002 operó el RALF (R2) solo.

**Gráfica 4 – Resultados de DBO<sub>5</sub>**



**Gráfica 5 : Resultados de SST**



Debido a la peculiar historia de estos reactores, sólo se sacó lodo una vez del R1 en todos estos años, en marzo de 2004, en una proporción menor al 10% del volumen del reactor. Quizá hubo otros períodos en que se debiera habido retirar lodo del R2, especialmente alrededor de marzo de 2001, ya que en esta época aumentaron considerablemente los valores de SST de la salida, lo que influye en los bajos promedios de remoción de SST del reactor 2.

### 3. Operativa 2005-2006, Reactor 1

La historia operativa de esta etapa es como sigue:

Fase 1 : Entre el 3/11/05 y el 19/1/06: caudal promedio aproximado 5 l/seg

Fase 2 : aumentos progresivos de caudal

19/1/06: se aumenta el caudal promedio a 10 l/seg

16/2/06: se aumenta el caudal promedio a 15 l/seg.

Fase 3: 23/3/06-6/7/06: operación estable a caudal promedio 15 l/seg

Se retiró lodo del R1 el 1 de junio de 2006, en una proporción menor al 10% del volumen de reactor.

Los datos de las tablas siguientes son concentraciones de los respectivos parámetros en mg/l y temperaturas promedio en °C.

Fase 1	DBO	DQO	DQO sol	SST	Grasas
Afluente	258	370	162	120	-
Efluente	92	125	91	60	-
Eficiencia (%)	64	66	44	50	-

Fase 3	DBO	DQO	DQO sol	SST	Grasas
Afluente	273	383	177	223	36
Efluente	99	145	98	65	22
Eficiencia (%)	64	62	45	71	38

Período	Temp. ambiente	Temp. afluente	Temp. reactor
Fase 1	22	20	21
Fase 3	15	17	18

#### Problemas de corrosión

Ambos reactores tuvieron problemas de corrosión. La planta recibe el líquido directamente, sin estación de bombeo previa, de un colector de gran diámetro y pronunciada pendiente. La reja de 15 mm no basta para retener gran parte de los sólidos, accediendo entonces a los reactores sólidos tan grandes como un envoltorio de golosinas o una hoja de árbol, además de trozos grandes de materia fecal y otros desechos.

Se forma entonces una capa flotante sobre la cámara de gas que de no retirarse con frecuencia se va desecando e impide en gran medida la salida de los gases generados, obligando a que estos gases salgan disueltos en el líquido de salida. El ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) se desprende y forma en presencia del oxígeno atmosférico ácido sulfúrico, que provocó corrosión intensa en los canalones de salida y la estructura lateral y superior del R2, y en menor grado, pero también apreciable, en el R1.

Este último se retiró de servicio, se reparó recubriendo internamente con un producto bituminoso las zonas de hormigón corroído y se puso en servicio nuevamente, con retiradas periódicas de esa capa flotante.

Estos problemas de corrosión se pueden minimizar con un buen pretratamiento, que incluya tamizado del líquido afluente.

#### Acciones futuras

Se proyecta a corto plazo mejorar el pretratamiento colocando un tamiz, y poner en paralelo ambos reactores, con lo que se obtendrá un aumento sustancial del caudal que podrá tratar esta planta.

## **Conclusión**

La técnica de reactores anaerobios tipo UASB en Uruguay es viable y produce buenos resultados, y se han obtenido mejores resultados en cuanto a remoción de SST ajustando el retiro de lodo de los reactores. Por otra parte, dado que Pando está en el Sur del Uruguay, los reactores UASB es de sperar obtengan mejores resultados aún cuanto más al Norte se instalen, dadas las isothermas medias del país

Los problemas de corrosión que se han observado, se pueden minimizar incorporando un buen pretratamiento del líquido afluente, y recubriendo las zonas de interfase de los reactores con productos bituminosos apropiados.

Los datos obtenidos permiten apreciar que es una opción de tratamiento inicial a tener en cuenta (por ejemplo antes de un tratamiento aerobio convencional), que posibilita reducir sustancialmente las cargas de entrada a etapas subsiguientes y la producción de lodos global de una instalación de depuración. Se genera en el proceso un subproducto utilizable (gas metano), y tiene además las ventajas de no requerir mayores gastos de inversión y mantenimiento de equipos (compresores, aireadores, bombas), y un consumo muy reducido de energía eléctrica.

Existe amplia investigación en otros países sobre postratamiento de estos efluentes, como por ejemplo la realizada en el programa Prosab de Brasil.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. López, L., Martínez, J., Mallo, M., Passeggi, M., Bozacconi, L., Fuentes, I., Dellepere, A., Saldanha, M., "Tratamiento de aguas domésticas a escala real en reactores de manta de lodos en un país de clima templado", Proceedings of the VI Latin American Workshop and Seminar on Anaerobic Digestion, Recife del 5 al 9 de noviembre de 2000.
2. López, I., Passeggi, M., Mallo, M., Martínez, J., Fuentes, I., Saldanha, M., Dellepere, A. "Arranque de reactores de manta de lodos para el tratamiento de aguas domésticas a escala real" III Congreso de AIDIS Uruguay, noviembre de 2001, edición en CD.