



# TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PRETRATADAS, EN HUMEDALES VERTICALES DE UNA SOLA ETAPA CON SATURACIÓN PARCIAL

Treatment of pretreated wastewater in single-stage vertical wetlands with partial saturation

Nancy Martínez; Paulina Sánchez; Aarón Del Toro; Allan Tejeda; **Florentina Zurita.**

Laboratorio de Calidad Ambiental, Centro Universitario de la Ciénega, Universidad de Guadalajara. Ocotlán, Jalisco. México

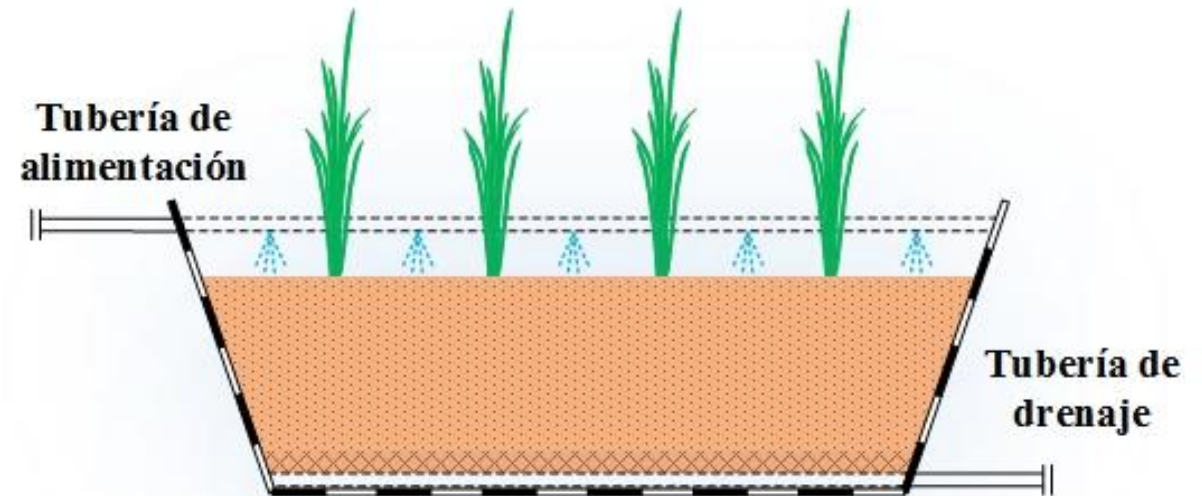
**III Conferencia Panamericana de Sistema de Humedales  
para el Tratamiento y Mejoramiento de la Calidad del Agua**

**Santa Fé, Argentina 16-19 de mayo de 2016.**

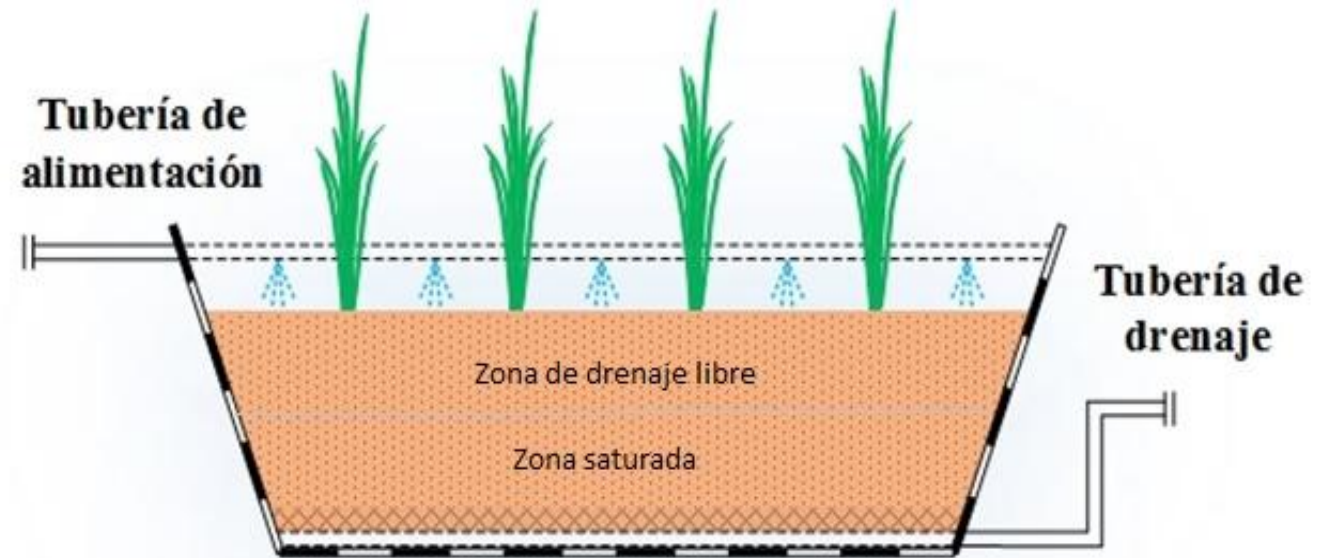
- Condiciones predominantemente aerobias en todo el lecho.
- Altamente efectivos para la remoción de DBO, DQO y SST (eficiencia > 90%) (Herrera-Melián et al. 2010).
- Muy eficientes para la nitrificación (Vymazal, 2007).
- Poco eficientes para la remoción de nitrógeno total

Eficiencias de 8% (Langergraber et al. (2008)

Eficiencias de 0% (Masi y Martinuzzi, 2007)

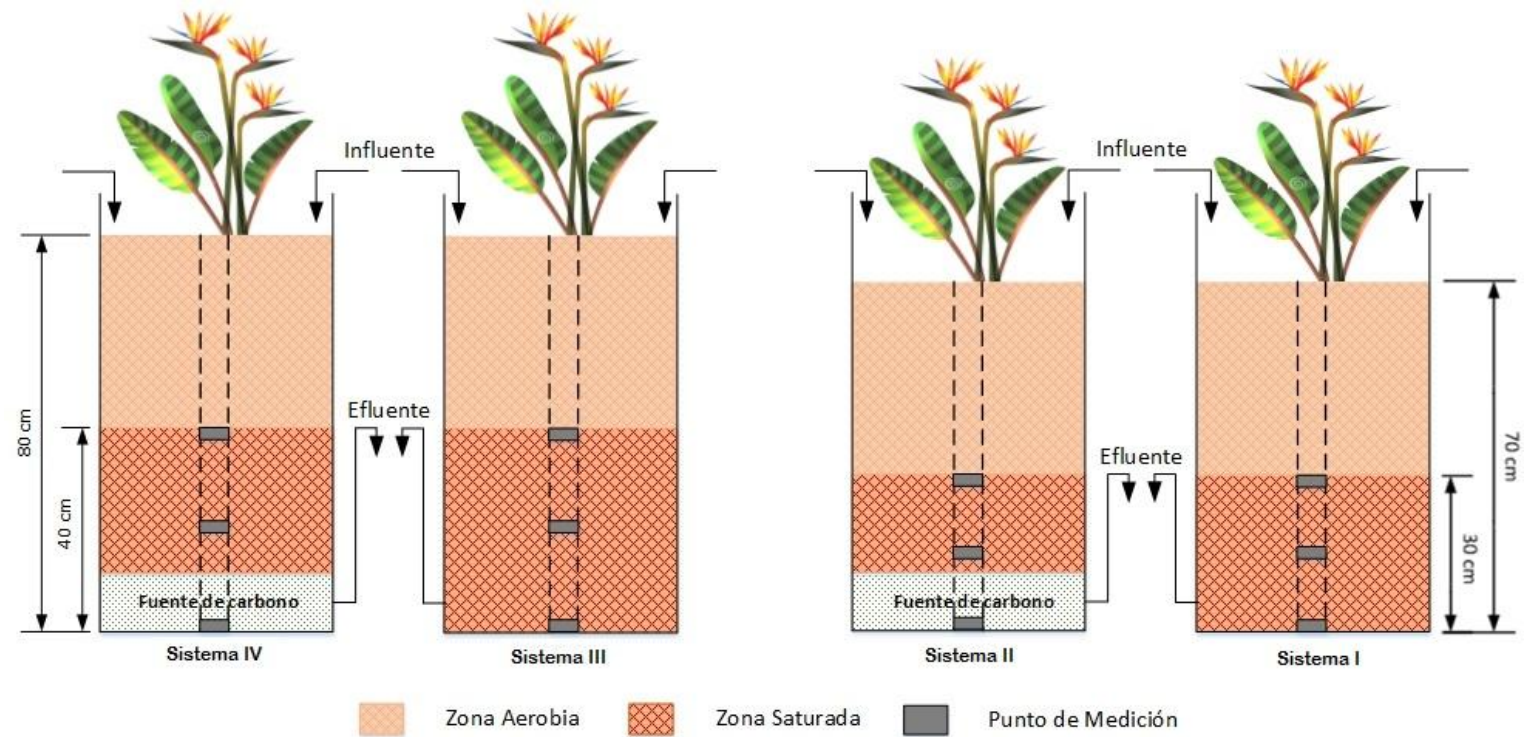


- Condiciones aerobias-anaerobias/anóxicas.
- Se puede adicionar o no, una fuente de carbono.
- Se busca promover la remoción de N total por ANAMMOX o nitrificación-desnitrificación.
- **¿Cómo impactará esta modificación en otros contaminantes convencionales presentes en el agua residual?**



# OBJETIVO

Estudiar el comportamiento de humedales verticales parcialmente inundados con y sin una fuente de carbono (olote) para la remoción de contaminantes como la DBO, DQO, SST, color y fósforo total (PT).



## Medio filtrante:

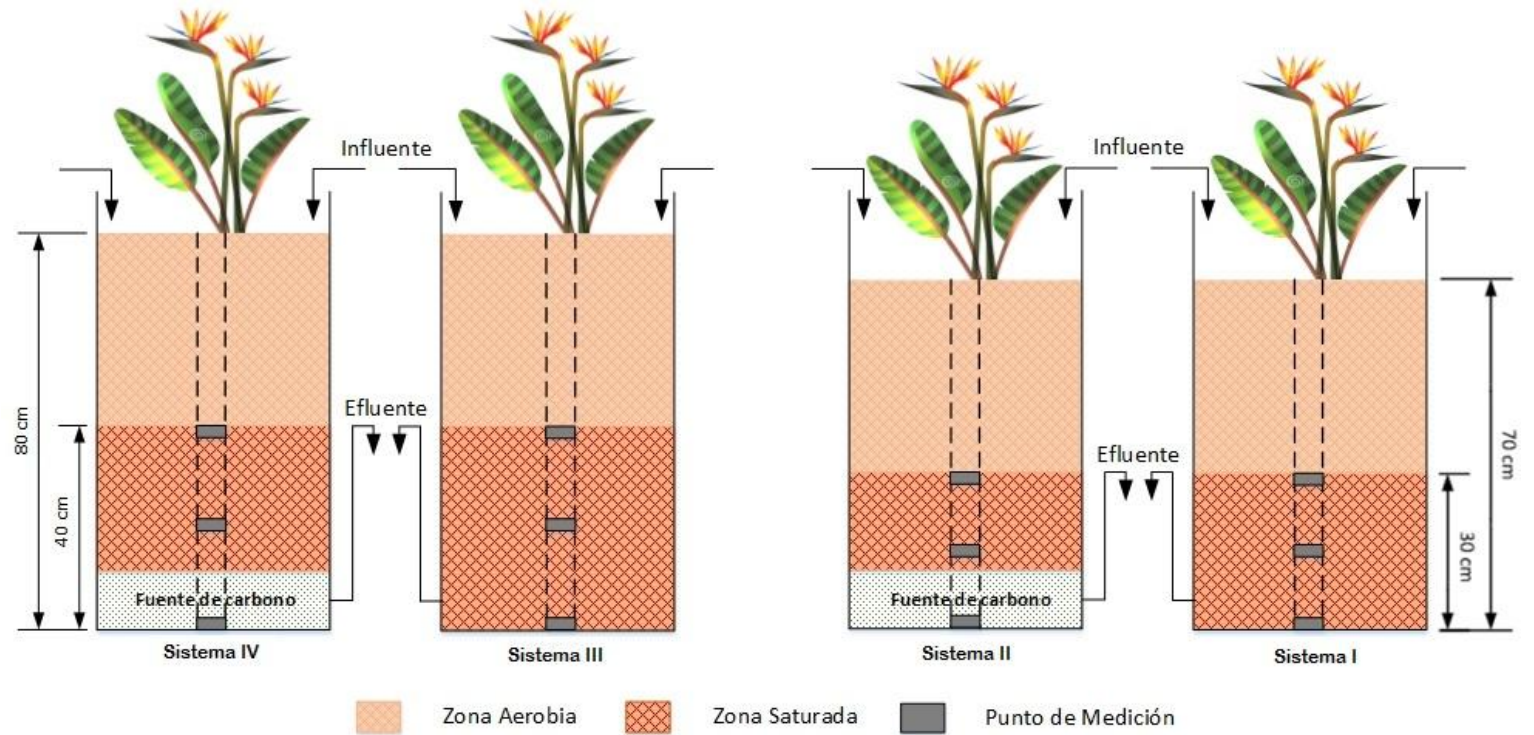
Roca volcánica "tezontle"

## Dimensiones

0.48 x 0.48 x 0.80 m.  
(W x L x H)



d10: 0.48 mm  
d60: 1.9  
CU: 3.96



**Fuente de carbono:  
Olote ("corn cob")**



**Vegetación  
*Strelitzia reginae***





### AGUA RESIDUAL UTILIZADA

- Generada en el campus universitario: mezcla de aguas residuales grises, negras y de laboratorios.
- Sometida a un proceso de sedimentación antes de alimentarse a los sistemas.
- Alimentación: 4.2 L/ 3 hr.



- Componentes mayoritarios del olote (Li et al., 2012).
  - Hemicelulosa (xilanos)– 34.8%
  - Celulosa –35%
  - Lignina 14%
- Facilidad de descomposición:  
**Hemicelulosa → Celulosa → Lignina**

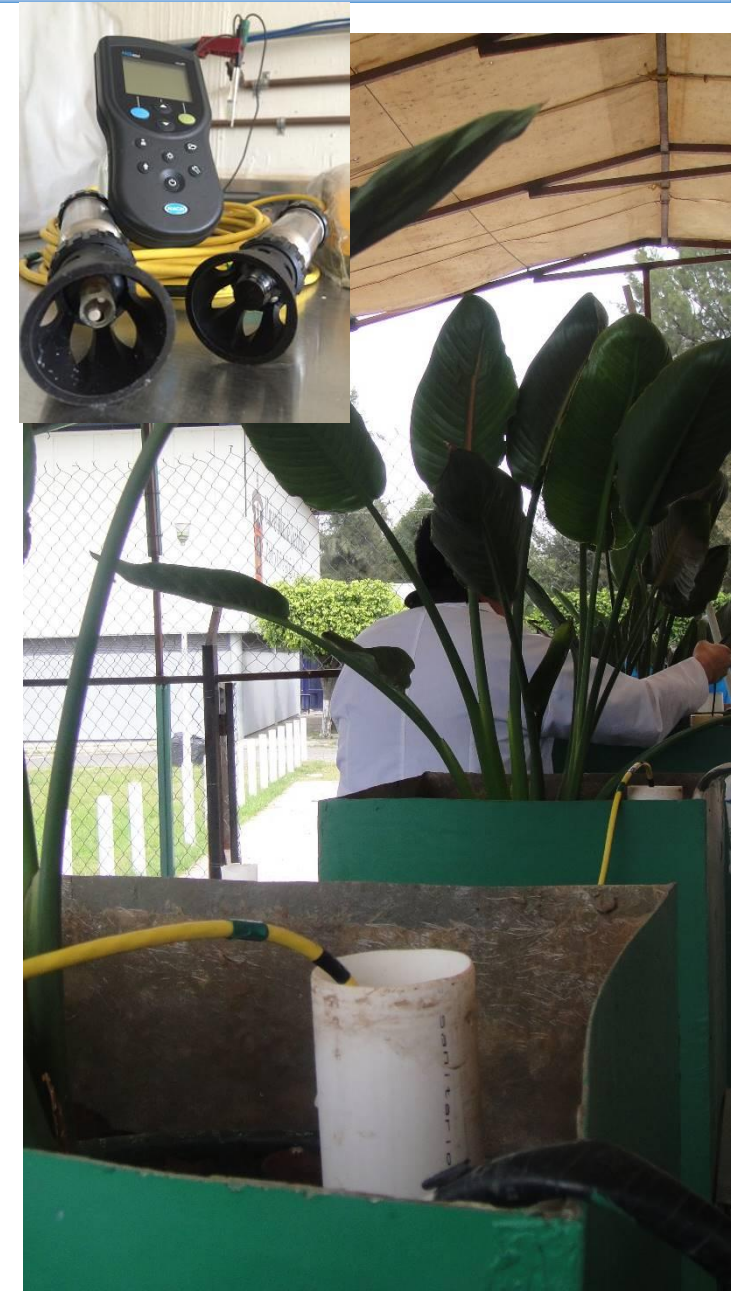
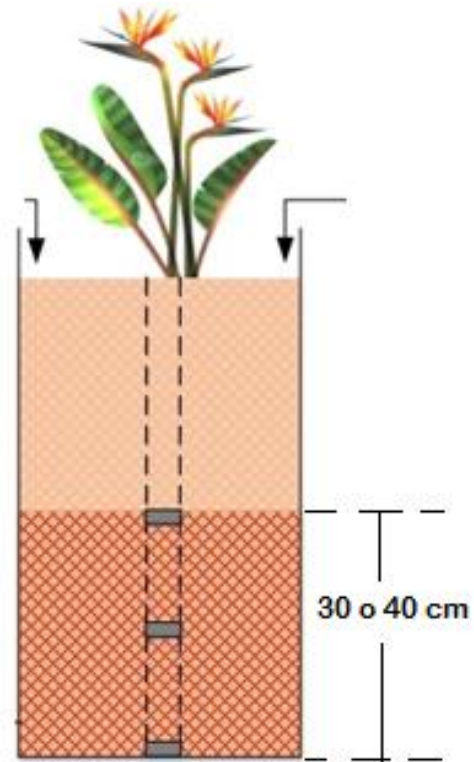




- Periodo de estabilización de 3 meses
- Periodo de monitoreo de 7 meses
- Parámetros medidos en influente y efluentes en forma semanal.
  - DBO
  - DQO
  - SST
  - Color
  - Fósforo total



- Mediciones *in situ*:  
(influyente, efluentes, 3 puntos de la zona saturada)
- pH,
- Temperatura,
- Potencial óxido-reducción
- Oxígeno disuelto
- Conductividad



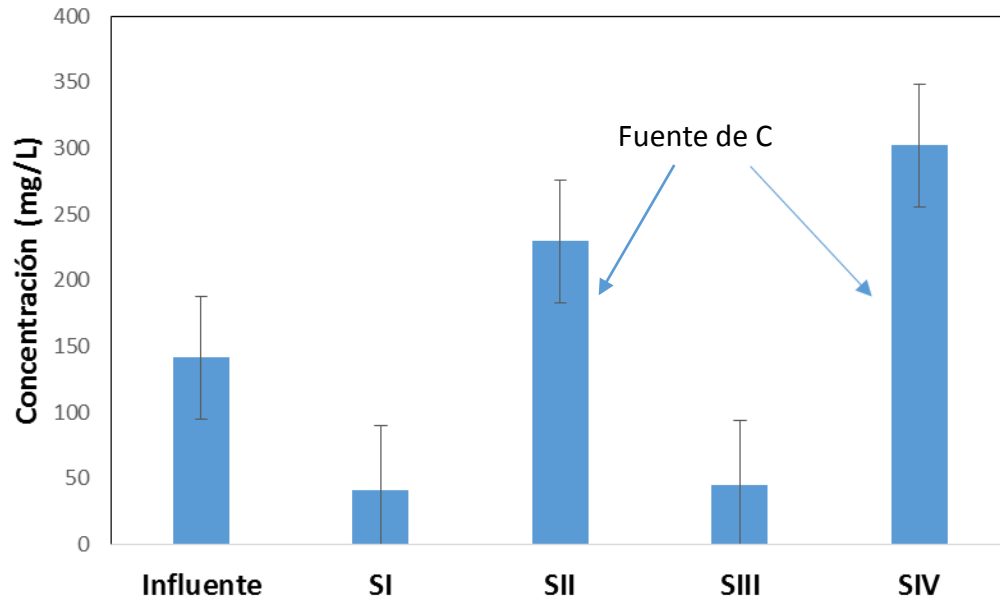
# RESULTADOS

## CARACTERÍSTICAS DEL AGUA RESIDUAL

Parámetro	Promedio ± Desv. Estándar
Demanda Química de Oxígeno	141±78.3
Demanda Bioquímica de Oxígeno	62.2±35.4
Sólidos suspendidos totales	3±18.9
Fósforo total (mg/L)	7.8 ± 4.9
Nitrógeno amoniacal	74.3 ± 48.1
Nitrato	6.8±6.4
Nitrógeno orgánico	3.1±2.3
Nitrógeno total	84.2±53.8
pH	8.1 ± 4.9
Relación DBO/DQO	0.44
Relación DBO/Ntotal	0.74

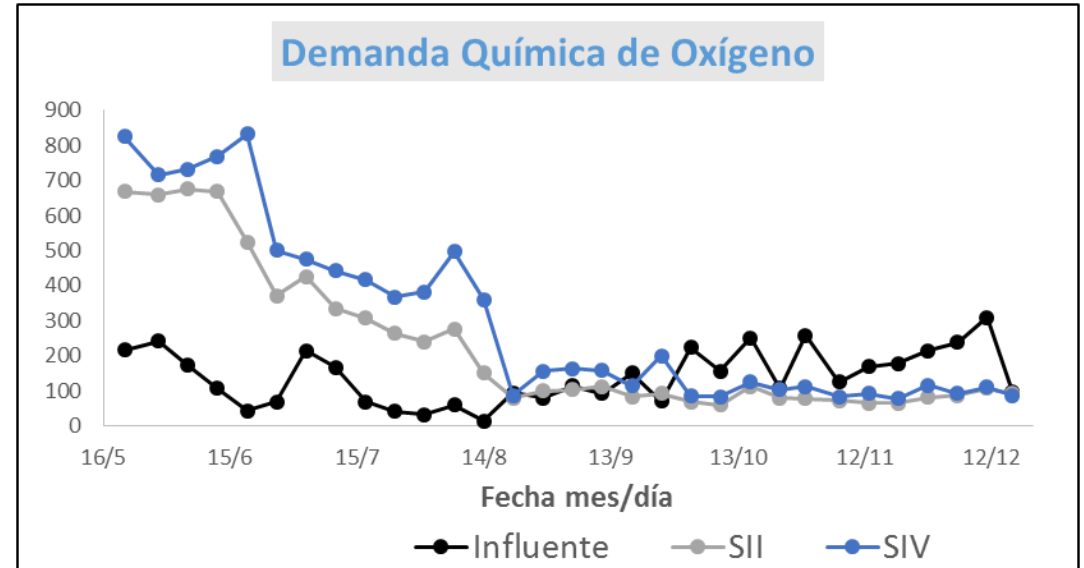
# RESULTADOS

## DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO



SII → Zona saturada: 30 cm, con olote  
 SIV → Zona saturada : 40 cm, con olote

	Influyente	SI	S II	SIII	SIV
Concentración (mg/L)	141	40.9	229	44.8	302.2
%Remoción		71	-	68.2	-

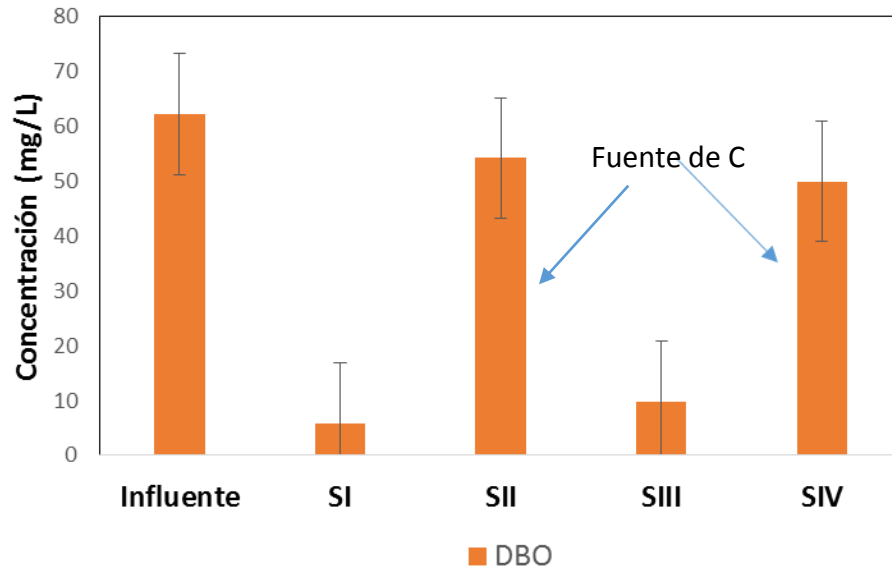


Resultados ANOVA: ( $p < 0.05$ )

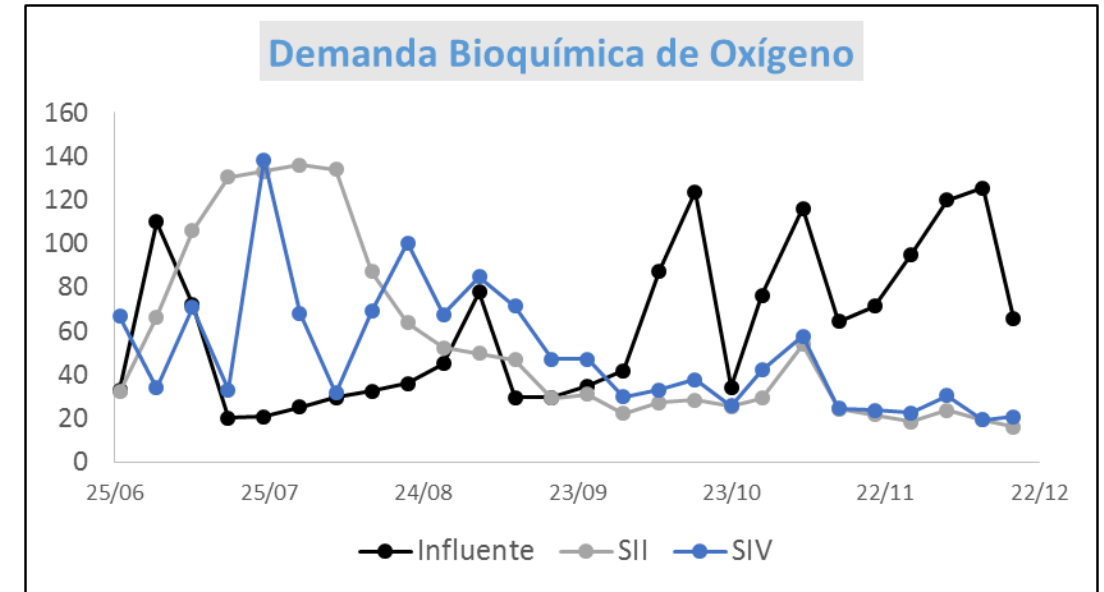
- Reducción significativa en SI y SIII (sin diferencia entre ellos) con respecto al influente.
- Incremento significativo en SII y SIV con respecto al influente; mayor incremento en SIV

# RESULTADOS

## DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO



SII → Zona saturada: 30 cm, con olote  
SIV → Zona saturada : 40 cm, con olote



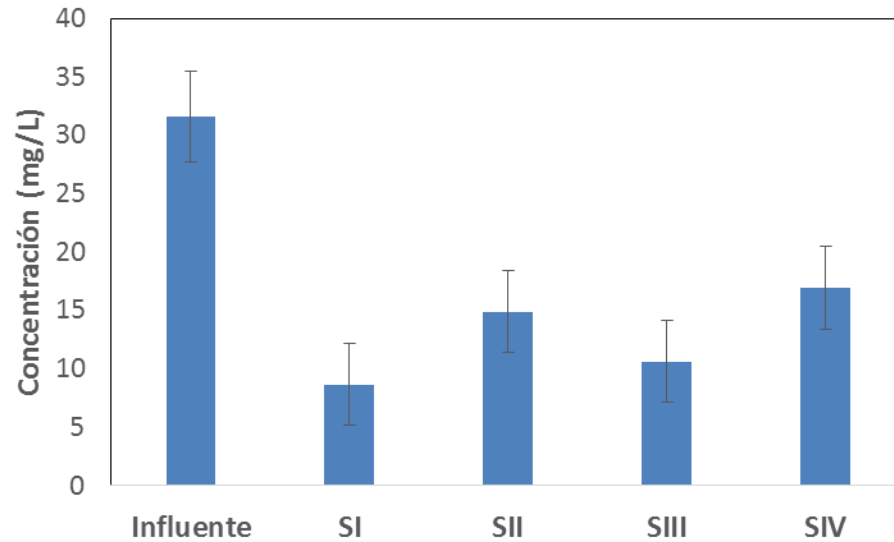
Resultados ANOVA: ( $p < 0.05$ )

- Reducción significativa en SI y SIII (sin diferencia entre ellos) con respecto al influente.
- No hay cambio en SII y SIV con respecto al influente

	Influyente	SI	S II	SIII	SIV
Concentración (mg/L)	62.2	5.8	54	9.7	49.9
%Remoción		90.6	-	84.3	-
Relación DBO/DQO	0.44	0.14	0.24	0.22	0.17

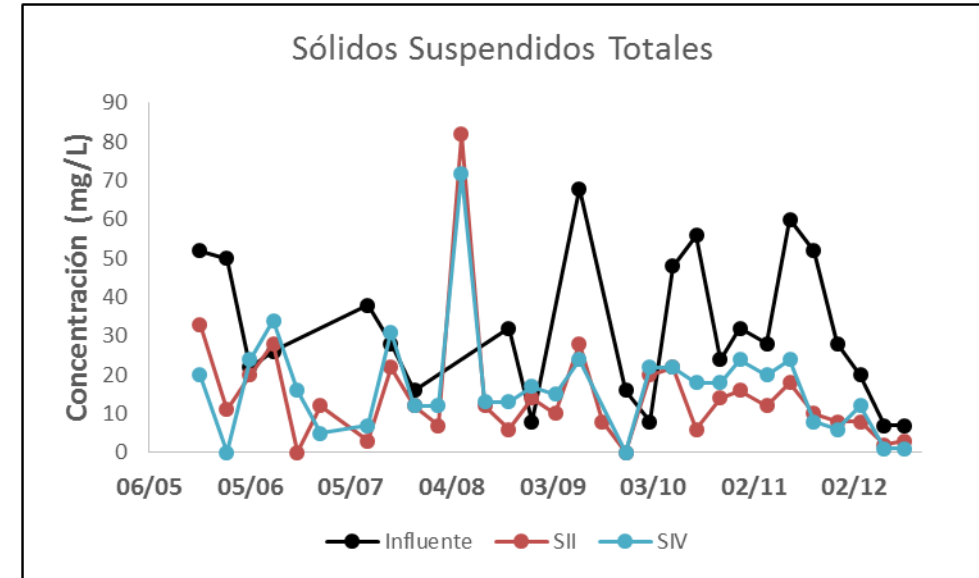
# RESULTADOS

## SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES



SII → Zona saturada: 30 cm  
SIV → Zona saturada : 40 cm

	Influyente	SI	S II	SIII	SIV
Concentración (mg/L)	31.6	8.6	15	11	16.9
%Remoción		72.8	52.5	65.2	46.5

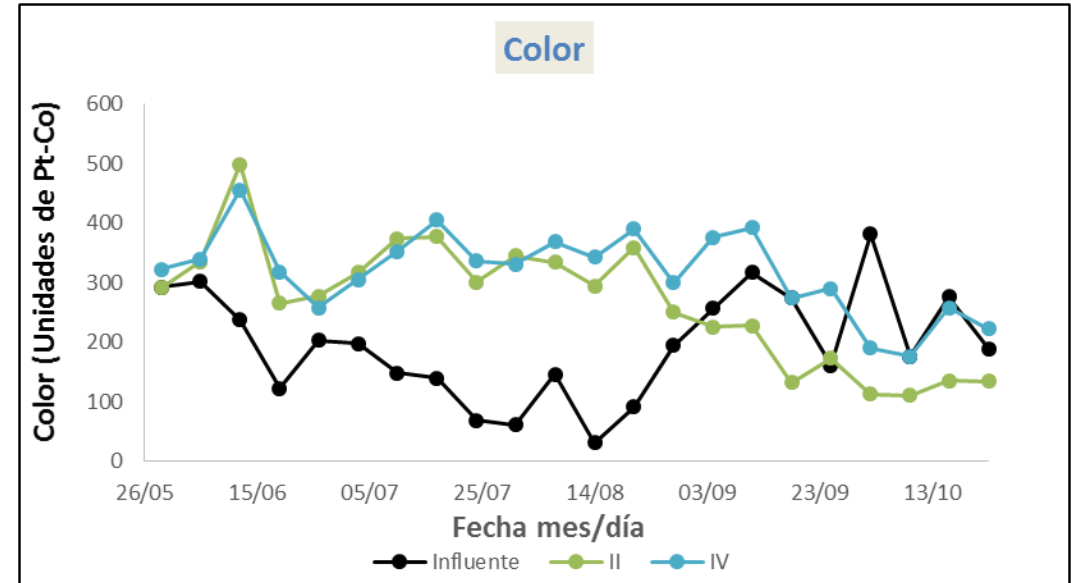
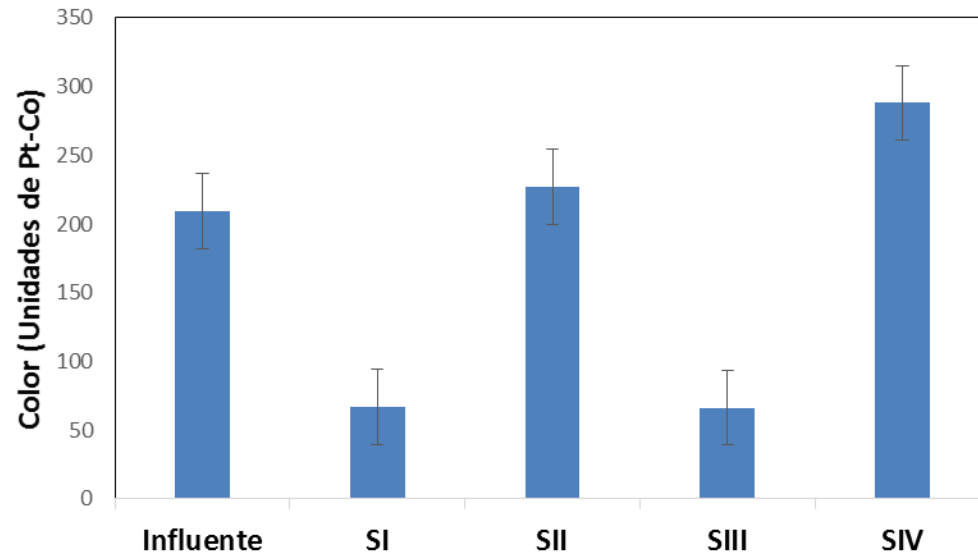


Resultados ANOVA: ( $p < 0.05$ )

- Reducción significativa en los cuatro sistemas con respecto al influente.
- Mayor reducción en SI y SIII con respecto al SII y SIV.

# RESULTADOS

## COLOR



SII → Zona saturada: 30 cm  
SIV → Zona saturada : 40 cm

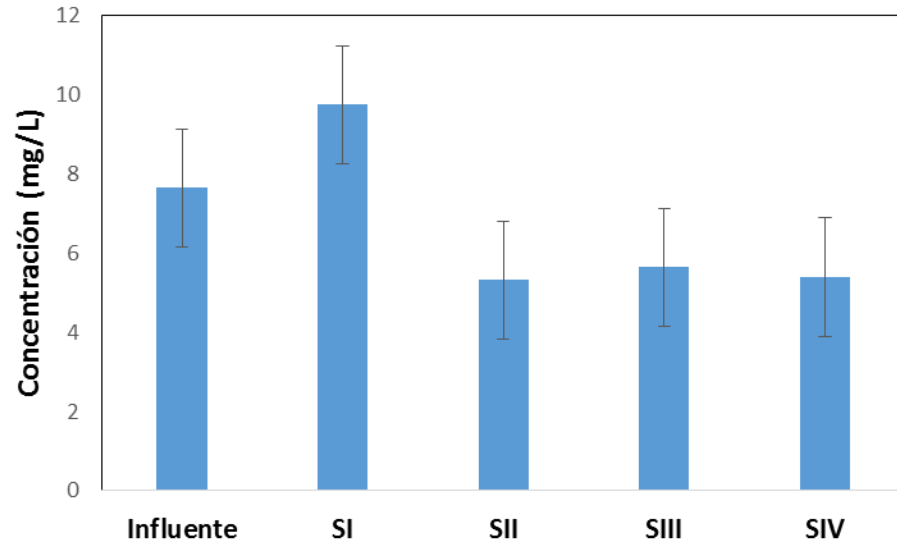
	Influyente	SI	S II	SIII	SIV
Concentración (Unidades de Pt-Co)	209	67	227	66	288
%Remoción		67.9		68.4	

Resultados ANOVA: ( $p < 0.05$ )

- Reducción significativa en los SI y SIII, con respecto al influente.
- No hay diferencia entre el influente y SII.
- Incremento en el SIV.

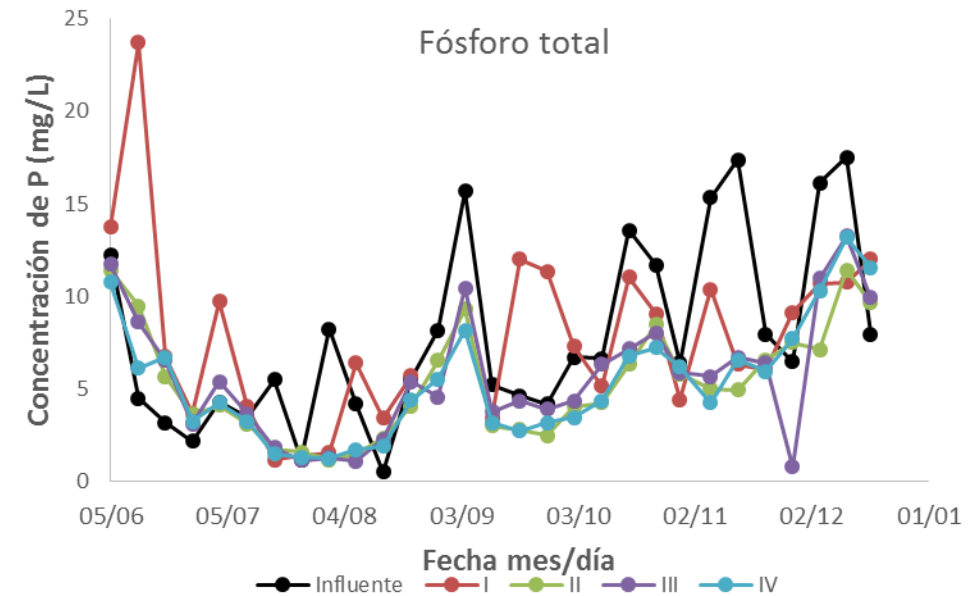
# RESULTADOS

## FÓSFORO TOTAL



SII → Zona saturada: 30 cm  
SIV → Zona saturada : 40 cm

	Influente	SI	S II	SIII	SIV
Concentración (mg/L)	7.7	9.7	5.3	5.6	5.4
%Remoción		-	<b>31.2</b>	<b>27.3</b>	<b>29.9</b>



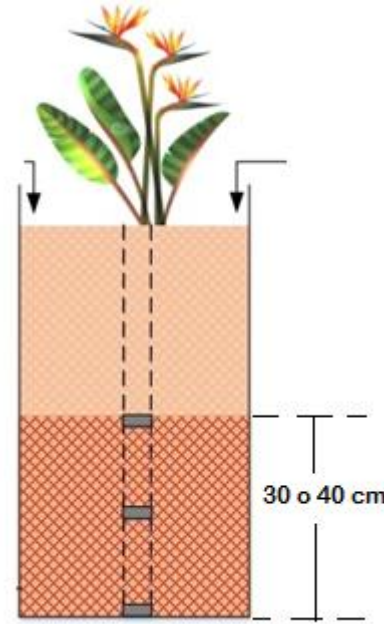
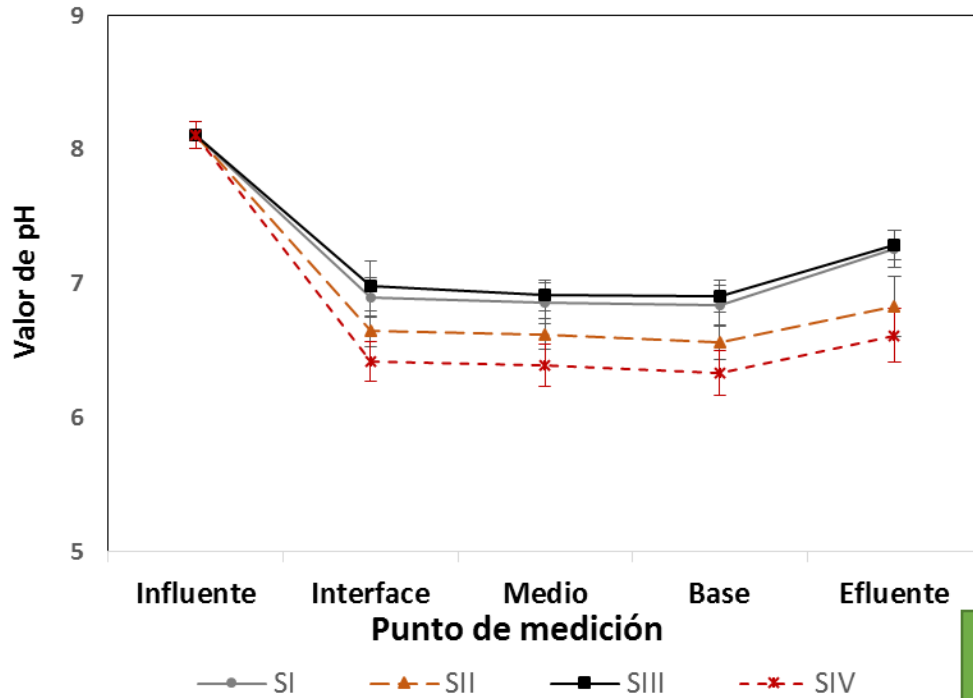
Resultados ANOVA: ( $p < 0.05$ )

- Reducción significativa en los SII, SIII y IV, con respecto al influente.
- No hay diferencia entre el influente y SI.

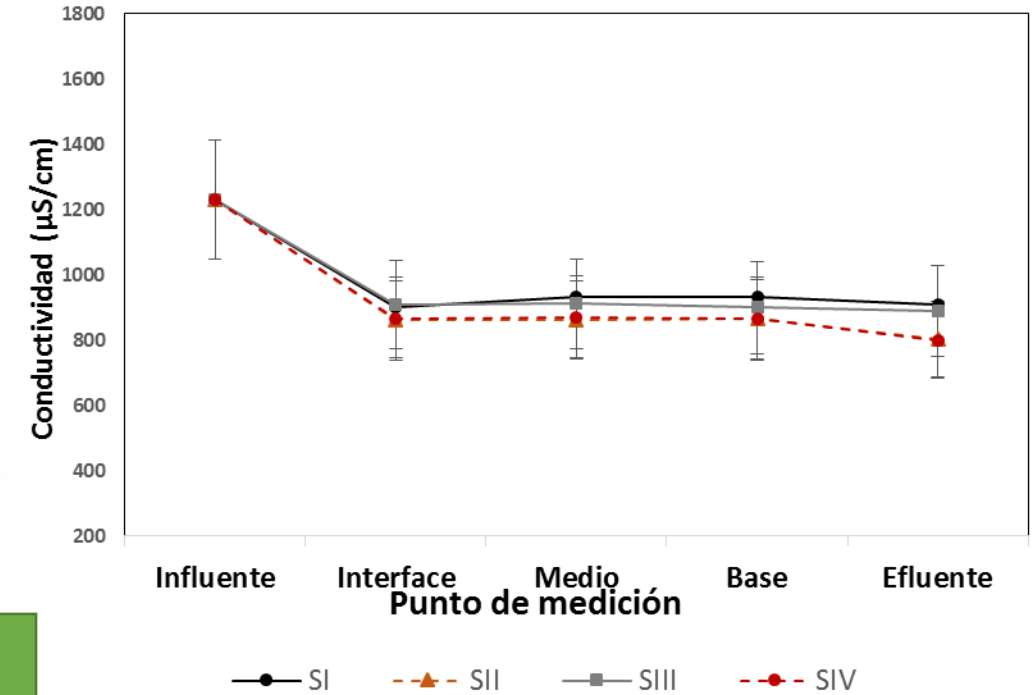


# RESULTADOS

## PARÁMETROS *IN SITU*



SII → Zona saturada: 30 cm  
SIV → Zona saturada : 40 cm



Valor de pH

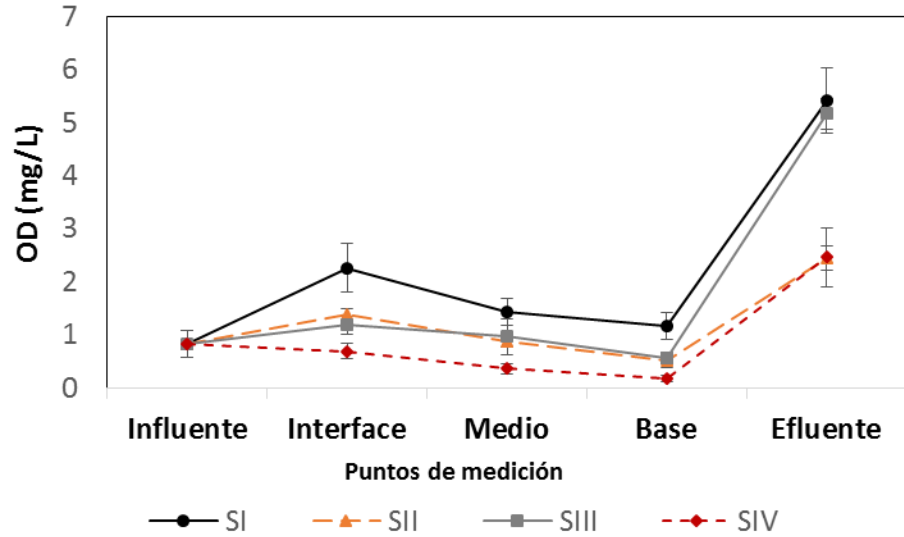
	SI	SII	SIII	SIV
Influente	8.1	8.1	8.1	8.1
Zona saturada	6.86	6.60	6.93	6.38
Efluente	<b>7.25</b>	6.82	<b>7.28</b>	6.61

Valor de Conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ )

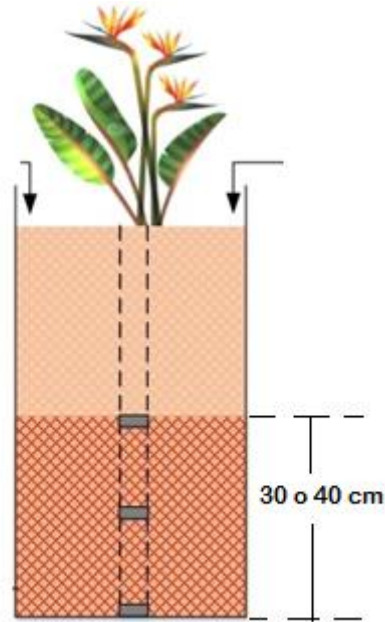
	SI	SII	SIII	SIV
Influente	1230	1230	1230	1230
Zona saturada	922	864	906	867
Efluente	<b>910</b>	804	<b>890</b>	800

# Resultados

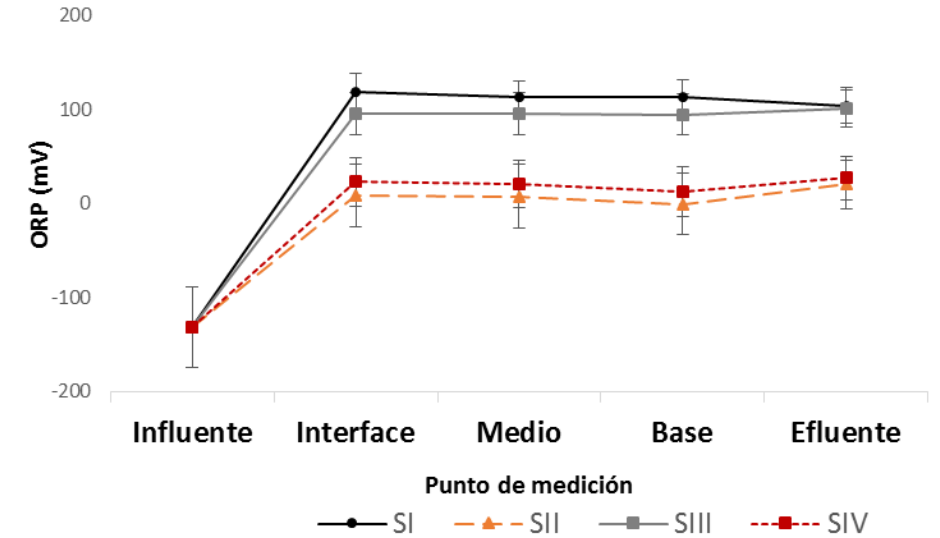
## PARÁMETROS *IN SITU*



El OD disminuyó en los 4 sistemas desde la interface a la base .



SII → Zona saturada: 30 cm  
SIV → Zona saturada : 40 cm



Potencial Óxido-reducción (mV)

	SI	SII	SIII	SIV
Influente	0.82	0.82	0.82	0.82
Zona saturada	1.61	0.92	0.90	0.40
Efluente	<b>5.4</b>	2.5	<b>5.2</b>	2.5

	SI	SII	SIII	SIV
Influente	-131.9	-131.9	-131.9	-131.9
Zona saturada	115	5.5	95.5	18.9
Efluente	<b>104</b>	20.7	<b>101.5</b>	27.6

# CONCLUSIONES

- A lo largo del periodo de estudio, la fuente de carbono (olote), implicó un incremento o evitó la reducción de **la DQO, DBO y color en los efluentes**, debido a la liberación de materia orgánica soluble del olote.
- Aparentemente, el impacto en estos parámetros, es sólo en una etapa inicial.
- No hubo impacto en el contenido de SST y Fósforo total.
- Es necesario continuar la investigación para optimizar el uso del olote como fuente de carbono para promover la desnitrificación en HVs.



# TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PRETRATADAS, EN HUMEDALES VERTICALES DE UNA SOLA ETAPA CON SATURACIÓN PARCIAL

Treatment of pretreated wastewater in single-stage vertical wetlands with partial saturation

**GRACIAS POR SU ATENCIÓN**

