

Evaluación de Humedales Construidos en Los Altos de Jalisco: Los casos de Jesús María (Ojo Zarco) y Arandas (Martínez Valadez).

Evaluation of Constructed Wetlands in The Highlands of Jalisco: The cases of Jesus Maria (Ojo Zarco) and Arandas (Martinez Valadez).

¹Dr. Aldo Antonio Castañeda Villanueva

¹Profesor e Investigador en el Centro Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara, Av. Rafael Casillas Aceves No. 1200, CP 47600, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. CP 47600. Tel/fax (52) 3787828033. E-mail: acastaneda@cualtos.udg.mx

Palabras clave: Altos de Jalisco, Humedales construidos, Tratamiento de aguas.

ABSTRACT

Artificial or Constructed Wetlands (CW) are systems for the treatment of mainly domestic wastewater, where the reductions of pollutants that are carried out in natural wetlands are reproduced and optimized. The objective of this study was to evaluate the efficiency of two CW located in South-Highlands of Jalisco, one is located in the town of Ojo Zarco, municipality of Jesus Maria and the other in Martinez Valadez, municipality of Arandas, both systems have with a trap pretreatment for heavy and light substances, the wetland built with macrophyte plants typical of the region and a pond for microbiological stabilization. Observing the following results; average contact periods of 4.4 days, temperature range from 12 to 25 ° C, reductions of pollutants in treated water of the order of 75 to 92% in specific conductivity, from 72 to 88% of total Nitrogen, from 63 to 82% of total Phosphorus and 50 to 86% of the Chemical Oxygen Demand. It is possible to improve the operation of both systems, increasing the maintenance of the pretreatments as in the wetland, periodically removing the retained materials, as well as carrying out quantitative and microbiological analyzes of the treated water, registering the final uses of these.

Key words: Constructed wetlands, Highlands of Jalisco, Water treatment.

INTRODUCCIÓN

Los Humedales Construidos (HC) son sistemas naturales utilizados para el saneamiento de aguas residuales de origen principalmente doméstico, están formados por lagunas o canales poco profundos, normalmente de menos de un metro de profundidad, con especies de plantas propias de zonas húmedas (plantas acuáticas y/o macrófitas), donde los procesos de tratamiento de las aguas se realizan mediante acciones físicas, químicas y biológicas, estos sistemas también se utilizan para el rescate de suelos contaminados.

Tradicionalmente los HC se clasifican según la forma en que el agua fluye por el humedal, así se tienen: los de flujo libre o superficial, donde el agua está expuesta directamente a la atmósfera y circula preferentemente a través de los tallos de las plantas (Figura 1).

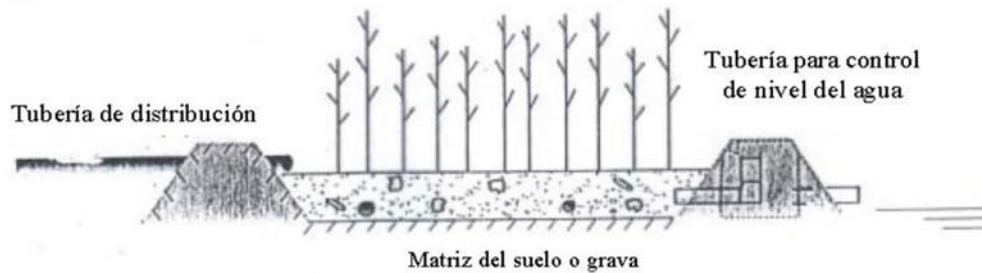


Figura 1: Humedal Construido de flujo sub-superficial (Fuente: Osnaya, 2012).

Este tipo de HC es una adaptación de las lagunas de oxidación convencionales, las cuales tienen poca profundidad, máximo 50 centímetros (cm) y con plantas acuáticas y de raíz. Los de flujo sub-superficial, son aquellos en los cuales la circulación del agua es subterránea a través de un medio granular, con aproximadamente 60 cm de profundidad del agua, en estos el agua tiene contacto y fluye través del sustrato y las raíces de las plantas macrófitas. Este tipo de HC es básicamente una variación de los sistemas tradicionales de infiltración en los suelos (filtros verdes y sistemas de percolación), los HC sub-superficiales, pueden operar según el sentido de circulación del agua; es decir en forma horizontal, vertical o mixto.

Los Altos-Sur de Jalisco fisiográficamente se encuentran en la provincia X “Eje Neovolcánico”, subprovincia 48 “Altos de Jalisco”, y una pequeña parte del municipio de Yahualica en la provincia III “Sierra Madre Occidental”, sub-provincia 17 “Sierras y Valles Zacatecanos”, los 12 municipios que forman esta región son: Acatic, Arandas, Cañadas de Obregón, Jalostotitlán, Jesús María, Mexxicacán, San Julián, San Miguel el Alto, Tepatitlán de Morelos, Valle de Guadalupe, Yahualica de González Gallo y San Ignacio Cerro Gordo. El objetivo este estudio consistió en cuantificar la eficiencia en la remoción de la carga contaminante del agua residual generada en dos comunidades rurales en los Altos-Sur de Jalisco, mediante sus correspondientes sistemas de tratamiento (HC), verificando las condiciones operativas de estos.

METODOLOGÍA

Los parámetros que se evaluaron en este estudio fueron los siguientes:

Demanda Química de Oxígeno (DQO); en su valor numérico incluye a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), el Nitrógeno total (Nt), el Fosforo total (Pt), la Conductividad Especifica (CE), y las Grasas y aceites (G/A).

Los HC de Ojo Zarco (Jesús María) y el de Martínez Valadez (Arandas), fueron muestreados en 3 ocasiones; a principios de enero y hasta finales de mayo del 2020, registrando temperatura de operación comprendidas entre una mínima promedio de 11.9 °C y máximas promedio de 24.8 °C. Se tomaron muestras tanto de las aguas a la entrada de cada HC como a la salida, evaluando en el laboratorio los parámetros establecidos anteriormente.

Para cuantificar la eficiencia en la de remoción de contaminantes de cada HC, se estableció un Porcentaje de Reducción de cada parámetro (%R_{_}), mediante la interrelación en porcentaje de variación (disminución) entre de los valores del mismo parámetro a la entrada y salida, de cada HC, según la expresión siguiente:

$$\%R_{_} = ((\text{Cont}(i) - \text{Cont}(f)) \times 100) / \text{Cont}(i)$$

Dónde: %R_i = Porcentaje de reducción del parámetro específico en el agua
Cont(i) = Contenido inicial (agua cruda), Cont(f) = Contenido final (agua tratada)

Los equipos utilizados en las determinaciones analíticas fueron los siguientes:

- Fotómetro marca HACH modelo DR 2800, es un espectrofotómetro de espectro visible, con un rango de longitud de onda de 340 a 900 nanómetros (nm), programado y calibrado según especificaciones del fabricante para: DQO, Nt, y Pt.
- Reactor digital marca HACH modelo DRB 200, para digestión de muestras de agua residual.
- Medidor portátil marca HACH modelo SensION+ EC5 para CE.
- Método de extracción Soxhlet para G/A.

RESULTADOS

En esta ocasión se estudiaron dos HC en la región Altos-Sur del estado de Jalisco: el de la población de Ojo Zarco (OZ) ubicada en el municipio de Jesús María y el de Martínez Valadez (MV) en el municipio de Arandas.

En ambos casos el sistema de tratamiento está formado por:

- 1) Pre-tratamiento: un sistema para la desarenación de las aguas residuales, en el que se separan tanto materiales ligeros (grasas, aceites, plásticos, y demás) por flotación, como pesados (metales, arenas, y otros) por sedimentación, construido en mampostería.
- 2) Tratamiento: conformado por el propio HC que para el caso de OZ utiliza grava de varias dimensiones (0.635 a 3.81 centímetros, porosidad del 40%) como sustrato y especímenes de gladiolo (*Gladiolus SPP*), como especímenes para el tratamiento. Por su lado, el de MV dispone de tezontle (1.27 a 1.905 centímetros, porosidad 60%) como sustrato y carrizo común (*Phragmites Australis*).
- 3) Post-tratamiento: en el caso OZ se dispone de una laguna de oxidación con tule (*Typha Latifolia*) y para MV una laguna facultativa sin vegetación.

En la tabla 1 se muestran sus principales características físicas, así como los parámetros de control para el agua cruda y tratada de cada humedal.

Tabla 1: Características de los HC de Ojo Zarco y Martínez Valadez (Jalisco).

Características	OZ	MV
Fecha de arranque	Marzo/2004	Enero/2013
Tipo de HC	Sub-superficial	Sub-superficial
Dimensiones (m)	16 x 80	23 x 70
Profundidad hidráulica efectiva (cm)	55	65
Área efectiva (m ²)	1250	1550
Tipo flujo	Horizontal	Horizontal
Capacidad (m ³ /día)	100	130
Tipo de sustrato	Grava	Tezontle
Tipo de plantas	Gladiolo/Tule	Carrizo común
Periodo de contacto promedio (días)	5.4	3.2

Los resultados promedio de los análisis paramétricos de las aguas tanto a la entrada como a la salida de cada HC, aparecen en la tabla 2.

Contrastando los resultados anteriores con la normatividad oficial vigente en nuestro país, se observa que los humedales estudiados no cumplen completamente con los límites máximos

permisibles, sin embargo, se observan porcentajes de reducción (%R_c) importantes en casi todos los parámetros estudiados (tabla 3).

Tabla 2: Resultados de la evaluación de HC: Ojo Zarco y Martínez Valadez (2020).

Parámetro/unidades	OZ		MV	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Pt (mg/L)	33.3	12.3	29.5	5.3
Nt (mg/L)	78.2	21.9	75.2	9.0
DQO (mg/L)	356.2	178.1	377.8	52.9
CE (µS/cm)	624.3	156.1	710.3	56.9
G/A (mg/L)	412	238.9	395	185.6

Tabla 3: Porcentaje de reducción (%R_c) de contaminantes en cada HC.

Parámetro (%)	OZ	MV
Pt	63	82
Nt	72	88
DQO	50	86
CE	75	92
G/A	42	53

La falta de mantenimiento, principalmente en los pretratamientos (desarenadores) de ambos HC, se refleja tanto en los porcentajes de reducción de las G/A (42-53%).

CONCLUSIONES

A pesar de que se observan deficiencias operativas en los HC estudiados, como la falta de supervisión, el mantenimiento preventivo y correctivo (baja reducción de G/A, por ejemplo), el control microbiológico, el análisis de la calidad de las aguas y el seguimiento al reuso de las aguas tratadas, estos sistemas representan una alternativa viable técnica, económica y sustentable ambiental, para el saneamiento de aguas residuales domésticas, lo que puede contribuir en la disminución de la actual contaminación de cuerpos de agua superficiales de la región.

BIBLIOGRAFIA

- Castañeda, A., *et al.* (2018). Diagnóstico de la calidad de las aguas superficiales en la región de Los Altos Norte de Jalisco, México. *Acta Universitaria*, 28(6): 1-13.
- CEA-Jal, Comisión Estatal del Agua Jalisco (2018). Acuíferos en Jalisco. [En línea]. Disponible en: <https://www.ceajalisco.gob.mx/contenido/acuiferos>. Fecha de consulta: 25 julio de 2020.
- CONAGUA, Comisión Nacional del Agua (2018). Estadísticas del agua en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Subdirección General de Planeación CONAGUA. Ciudad de México. [En línea]. Disponible en: http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf. Fecha de consulta: 21 de junio de 2020.
- Osnaya, M. (2012), Tesis digital UNSIJ. Universidad de la Sierra Juárez. [En línea]. Disponible en <http://www.unsij.edu.mx/tesis/digitales/6.%20MARICARMEN%20OSNAYA%20RUIZ.pdf>. Fecha de consulta: 25 de julio de 2020.