

Experiencias de deficiencias constructivas en humedales de tratamiento

Experiences of constructive deficiencies on treatment wetlands

Armando Rivas Hernández

**Instituto Mexicano de Tecnología del agua. Paseo Cuauhnáhuac N° 8532, Col. Progreso.
CP 62550. Jiutepec, Morelos. México. +52 777 363 5787 (E-mail: rivas.hz@gmail.com)**

Palabras clave: aguas residuales, deficiencias constructivas, humedales de tratamiento.

Key words: wastewater, constructive deficiencies, treatment wetlands.

Introducción:

Son múltiples las experiencias que evidencian fallas constructivas de los humedales de tratamiento, lo que afecta incrementando los costos de tratamiento, dificulta la operación y mantenimiento y reduce la eficiencia de reducción de contaminantes, que a su vez impacta al ambiente y a la salud.

Es de gran importancia enfatizar que múltiples deficiencias constructivas están estrechamente asociadas a errores en el diseño físico, que conjuntamente impactan la operación y el desempeño de las unidades de tratamiento, por ejemplo, un mal diseño de las rejillas (ubicación, abertura entre barras, número de rejillas, etc.) impactará en deficiencias operativas y de mantenimiento, aun cuando se hubieran seleccionado materiales de buena calidad y se hubiera efectuado una cuidadosa instalación.

También es importante señalar que las acciones constructivas se realizan en etapas, que integran un proceso, en donde la deficiencia en una de estas puede afectar la eficiencia de otras, por ejemplo, un estudio deficiente de mecánica de suelos puede provocar hundimientos de las unidades de tratamiento, incluso cuando se hubiera realizado un correcto estudio de topografía y se hubiera tenido un control de niveles preciso, con lo que se afectaría la dirección del flujo de diseño y se provocaría un mal funcionamiento del sistema.

Se enumeran en este escrito algunos de estos errores constructivos, no sin antes citar que es común que se cumpla la expresión de que ahorros aparentes, invariablemente se transforman en costos graves e innecesarios (lo barato resulta caro). Dicho de una manera sencilla, materiales de mala calidad, inexperiencia y deficiencias en la supervisión de la construcción, generación de vicios ocultos, construcción durante la temporada de lluvias, son aspectos que de manera recurrente generarán consecuencias negativas, como son: aumento de costos operativos y de mantenimiento, reducción de la eliminación de contaminantes, etc. Para muestra un botón, si hubiera fallas (grosor, calidad, vulcanización, sellados de botas y tuberías, ajuste ligeramente holgado al piso y los taludes, etc.) en la impermeabilización mediante geomembranas, se generarías fugas o infiltraciones, con lo que se afectaría el balance hídrico del humedal, se alteraría la distribución de alimento para las plantas y microorganismos, se dañaría la calidad del agua subterránea (de haberla en un nivel somero). Para resolver el problema de fallas en la geomembrana (en un humedal de flujo subterráneo) se requeriría: vaciar los

estanques, remover el medio filtrante y las especies vegetales, retirar las tuberías, realizar las reparaciones necesarias de la geomembrana (colocación de parches, botas, e incluso se han dado casos de su sustitución total), colocar nuevamente el medio filtrante, tuberías y especies vegetales. De aquí la importancia de realizar pruebas hidráulicas antes y después de colocar el medio filtrante. Cabe mencionar que los proveedores recomiendan el uso de geotextiles para proteger la geomembrana, sin embargo, la experiencia indica que normalmente estos geotextiles se deterioran con relativa facilidad, se degradan en pequeñas partículas que, junto con los sólidos suspendidos inertes, aumentan la velocidad de colmatación del medio poroso.

Previo a la construcción es necesario realizar de manera correcta los estudios de mecánica de suelos y de topografía. En el primero de estos, se han presentado errores en la selección del sitio, en donde la excavación se efectuó sobre un material de relleno, o no se tomó en cuenta que el terreno está compuesto de un mosaico de tipos de suelo y solo se muestreó uno de estos, aspectos que podrían reflejarse en aumento de costos y de tiempos de construcción (por ejemplo, si el suelo fuera rocoso en lugar de un suelo no rocoso), así como en riesgos de fallas estructurales o de flotación de las unidades de tratamiento y posibles hundimientos. Ante la ausencia de estudios de mecánica de suelos no se toman las medidas necesarias para prevenir asentamientos, los cuales propician flujos preferenciales e inclusive que el agua fluya en sentido inverso al del diseño, lo que se traduce en costos de rehabilitación.

Cuando se utilizan materiales no aptos para ser usados en la construcción de los bordos, por ejemplo suelos arenosos producto de la excavación, con el objetivo de reducir costos no se obtienen materiales con las especificaciones requeridas para su compactación, generando inestabilidad y debilitamiento de los taludes, los que con relativa facilidad se dañan por erosión hídrica y eólica, e incluso por la presión hídrica dentro de los estanques se puede provocar su destrucción total, que además podría producir daños colaterales en la zona.

La compactación de los suelos debe realizarse conforme a procedimientos ya establecidos, por ejemplo, con la prueba Proctor al 95% y utilizar mezcla de materiales que aseguren la estabilidad de los bordos.

El ancho de los bordos, especialmente en sistemas grandes, debe ser por lo menos de tres metros de ancho para permitir el paso de vehículos de carga, ya sea en la etapa de construcción, o durante la operación. Por ejemplo, durante la poda, es necesario retirar y disponer grandes volúmenes de vegetación. Es aconsejable dejar esquinas redondeadas para facilitar el tráfico de vehículos.

El agua residual contiene sustancias altamente corrosivas que dañan con facilidad los materiales de baja calidad, sin embargo, para reducir costos, su uso es relativamente frecuente en la construcción de productos de herrería (compuertas, vertedores, estructuras de derivación de caudal, tapas de registros, etc.), en la impermeabilización (geomembranas, geotextiles, arcillas poco impermeables, cementos, etc.) y en la construcción de registros y vertedores que utilicen cemento.

Son comunes las recomendaciones bibliográficas de utilizar una pendiente del fondo de hasta el 1%, con el objeto de facilitar el flujo del agua, sin embargo, esto es totalmente impráctico en humedales grandes; por ejemplo, con un largo de 100 m, una profundidad inicial de 0.6 m, en la zona de salida se tendría una profundidad de 1.6 m, lo cual

además de innecesario incrementaría de manera significativa los costos y las labores de construcción.

Otra falla frecuente es la ausencia de estructuras hidráulicas que prevengan la introducción de agua de lluvia (cunetas y canales), que además de afectar el balance hídrico, han propiciado azolves y destrucción de los bordos. También un mal diseño de estas estructuras ha producido daños en las instalaciones.

Uno de los principales problemas que se tienen en los humedales son los taponamientos y aunque pareciera que no debiera de ser, son muchos los casos en que el pretratamiento ha sido mal diseñado, de tal modo que el desarenador ha sido subdimensionado, lo que permite la introducción de grandes cantidades de sólidos (tierra y arenas) a los humedales produciendo azolves, taponamientos, flujos preferenciales, bajas eficiencias de tratamiento, malos olores y riesgo de generación de mosquitos, ya que se propicia un flujo superficial. Igualmente, si las rejillas presentan las barras muy cercanas, especialmente cuando los sólidos del agua residual son abundantes, de textura y tamaños variados. Es preferible poner una serie de rejillas de mayor a menor distancia entre las barras. Cuando el sistema de rejillas ha sido incorrecto e insuficiente se ha provocado el derrame del agua residual, particularmente en la temporada de lluvias, ya que usualmente los sistemas de drenaje son mixtos (agua residual y lluvia), afectando las instalaciones.

En sistemas que se han diseñado con series de estanques en paralelo, las estructuras de paso (registros y vertedores) deben de construirse y nivelarse de manera precisa, ya que pequeñas variaciones en los niveles impactan en una distribución desigual del caudal, con lo que se aumenta la carga orgánica e hidráulica dentro de las unidades de tratamiento, y se afectan las eficiencias de tratamiento. De igual modo sucede cuando las tuberías de distribución y las de colección de caudal no son niveladas de manera rigurosa.

Existen en el mercado tuberías ranuradas que pueden utilizarse para la distribución y recolección de caudal o bien pueden ser fabricadas de manera manual. Las tuberías con perforaciones con diámetros menores a una pulgada, se tapan con facilidad, afectando la distribución uniforme del agua y generando flujos preferenciales que afectan la eficiencia del humedal.

Es recomendable dejar un bordo libre en los taludes de por lo menos 20 cm de profundidad, con el objeto de evitar que el agua externa pueda ingresar al sistema (especialmente en temporada de lluvias), o bien para evitar que el agua contenida en los estanques se desborde cuando haya problemas de taponamientos. Cuando se instalan mamparas dentro del humedal, debe de dejarse un bordo libre de entre 20 y 30 cm para reducir los flujos preferenciales que pudieran generarse y evitar de este modo que el agua pase de un canal al otro, sin haber fluido conforme a la dirección determinada en el diseño físico.

Otra falla recurrente consiste en no realizar un cribado correcto del medio filtrante, con lo que se introducen grandes cantidades de sólidos (tierra, arenas y arcillas) a los estanques, acelerando los procesos de taponamiento y de formación de flujos preferenciales. También es frecuente que, ante la dificultad de obtener el uso de materiales filtrantes con la granulometría determinada en el diseño se utilicen materiales con menor diámetro de partículas, con lo que se contribuye con la acumulación de

sólidos en los espacios porosos, generando taponamientos. Respecto a la geometría del medio filtrante debe darse preferencia a las formas redondeadas, ya que las partículas con forma laminar tienden a acomodarse formando pequeños muros que dificultan el paso del agua. Para distribuir el medio filtrante dentro de los lechos, particularmente en humedales grandes, debe impedirse la introducción de maquinarias pesada para no dañar la impermeabilización, e incluso con maquinaria de menor tamaño debe protegerse a los bordos con tablas, triplay grueso, o capas adicionales de geomembrana sobre las áreas por donde se introducirán al humedal.

De no menor importancia, en humedales de flujo subsuperficial, es la siembra de especies, ya que en numerosas experiencias se ha provocado una fuerte merma, o bien se afecta el desarrollo de las plantas, ya que no se ha seguido un método adecuado para su extracción (generalmente especies obtenidas de lagos o arroyos), transporte y siembra. Es recomendable primeramente ubicar y construir los pozos donde se sembrarán las plantas (usualmente entre 0.5 m y 1.0 m de distancia equidistante), que los estanques tengan un nivel de agua por lo menos 30 cm por debajo de la superficie del medio filtrante, extraer las plantas con todo y raíz, enjuagarles en sitio el lodo (para evitar introducir estos sólidos a los estanques), introducir las en contenedores con agua para su transporte, y realizar la siembra con la ayuda de varios trabajadores (mientras que unos introducen y sostienen las plantas en los pozos, otros rellenan el hueco con herramientas).

Conclusiones:

Son variadas las causas de errores que pueden realizarse durante la etapa constructiva de los humedales, las que invariablemente se reflejarán en dificultades operativas, en el incremento de acciones correctivas de mantenimiento, en el aumento de los costos de tratamiento, pero sobre todo se afectará la eficiencia de reducción de contaminantes, se provocará el incumplimiento de la normativa existente y se generarán impactos ambientales y a la salud.

Bibliografía:

Wallace S. y Knight, R. **2006**. Small-scale constructed wetland treatment systems. Feasibility, design criteria, and O & M requirements

Kadlec, Robert y Wallace, Scott. 2009. Treatment Wetlands. Second Edition. CRC Press.