RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE -	UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia Vigilada Mineducación RIUCaC

FACULTAD INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
BOGOTÁ D.C.

LICENCIA CREATIVE COMMONS: Atribución no comercial 2.5 Sin Derivadas Colombia (CC BY- NC - ND 2.5).

AÑO DE ELABORACIÓN: 2018

TÍTULO: Rediseño humedal artificial para depuración de aguas residuales y reúso: modelo didáctico laboratorio de recursos hídricos universidad católica de colombia

AUTOR (ES):
Castellanos Rodíguez, Leidy Leticia y Morales Caicedo, Maria Estefany.

DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES):
Villegas González, Paula Andrea

MODALIDAD:

Ejemplo: Trabajo de investigación.

PÁGINAS: 101 **TABLAS:** 15 **CUADROS:** **FIGURAS:** 24 **ANEXOS:** 1

CONTENIDO:

MARCO CONCEPTUAL
RESUMEN
1. INTRODUCCIÓN
2. DIAGNÓSTICO PROCESO DE DISEÑO MODELO HUMEDAL ARTIFICIAL 2012
3. REDISEÑO PROTOTIPO HUMEDAL ARTIFICIAL.
4. EFICIENCIA DEL SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DADO POR EL HUMEDAL ARTIFICIAL REDISEÑADO
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
ANEXOS
BIBLIOGRAFÍA

DESCRIPCIÓN:
En esta investigación son presentados los resultados del rediseño del prototipo de humedal artificial, que sirve como modelo didáctico para laboratorio. Donde se ha llevado a cabo investigaciones, para el desarrollo de sistemas de tratamiento de agua al interior del Semillero de Investigación EcoCivil. Este diseño tiene como propósito la depuración de agua residual del río Arzobispo y la reutilización de esta para riego de plantas.

METODOLOGÍA:
Se desarrolla tres fases para la elaboración del prototipo de humedal artificial para la depuración de aguas residuales.

FASE I: se realiza la evaluación del humedal que se encuentra en el laboratorio de la Universidad Católica de Colombia elaborado por estudiantes de semestres anteriores, con el fin de pronosticar el tiempo de rehabilitación y recuperación de este. Para esto se revisó inicialmente la metodología de diseño y la estrategia de construcción, información que se encuentra en el documento final del trabajo de grado. Esto incluye los materiales y dimensiones. Este humedal fue fabricado inicialmente con el fin de investigar el funcionamiento, mantenimiento y diseño de un humedal; también se utilizó el diseño del humedal artificial para la remoción de contaminantes presentes en el agua.
En este proyecto se plantea la continuación de la anterior investigación, pero implementando el estudio de los beneficios de la recirculación en el humedal artificial, también se estudió que otros materiales son aptos para usar como medio filtrante y pueden aportar mayores propiedades al agua en el proceso de depuración. Así mismo se analizaron los ensayos realizados al humedal actual, así como el marco normativo el cual fue empleado para realizar la comparación de la calidad del agua.
FASE II: se genera la investigación de los diferentes humedales artificiales desarrollados en otras ciudades y modelos didácticos, además se revisan metodologías de diseño de humedales. Con base en estos dos insumos, se realizó el rediseño del humedal artificial, el cual fue implementado al diseño actual un sistema para la recirculación de agua de manera automática. El objetivo fue determinar mejores resultados en la depuración del agua del río Arzobispo.
Se planteó un esquema del humedal elaborado desde el software AutoCAD. Se realizaron dos tipos de humedales que serán diferenciados por el tipo de material filtrante usado, donde el primero se compone de grava y arena, y el segundo de

antracita, grava y arena; a partir de esto se realizó el correspondiente análisis y la verificación de los materiales ya dichos anteriormente con los ensayos del agua antes y después del tratamiento. A partir de la calidad del agua obtenida, son analizadas las posibilidades de reúso de esta para riego de plantas de la Universidad Católica de Colombia.
FASE III: teniendo en cuenta la información obtenida en las fases anteriores se realizaron los ensayos correspondientes Se realizó la comparación y el análisis con la normatividad colombiana (Decreto 3930 del 2010), también en OMS (Organización mundial de la salud) y la resolución 1207 de 2014 para calidad de agua en riego.
Se realizó un plan de monitoreo para la evaluación de los diferentes parámetros que exige la norma, como lo son pH, turbiedad, % de oxígeno, color aparente, entre otros. Considerando solo los que se tienen disponibles en el laboratorio de hidráulica de la Universidad.

Para la elaboración de todas las fases mencionadas se hizo uso de agua residual, la cual fue obtenida del río Arzobispo y se realizó la comparación de los resultados con los obtenidos en el proyecto anterior por los estudiantes del grupo EcoCivil y así se obtuvo un comparativo que mostrara la eficiencia del humedal artificial rediseñado como depurador de agua.

PALABRAS CLAVE:
AGUA RESIDUAL, ANTRACITA, HUMEDAL ARTIFICIAL, PLANTA SUBACUATICA, PROTOTIPO, TRATAMIENTO DE AGUA.

CONCLUSIONES:
Se realizó el rediseño del prototipo de humedal artificial con recirculación lo cual garantizó eficiencia con respecto a los parámetros de calidad del agua realizados y también esto género que no se tuvieran malos olores en el sistema.

El modelo realizado tuvo como obtención resultados satisfactorios donde todos los parámetros obtenidos cumplen con las normatividad vigente, esto dependiendo de cada parámetro evaluado ya que solo la normatividad Colombiana (Resolución 1207 del 2014 Aguas Residuales Tratadas y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) no evalúa diferentes parámetros, es necesario consultar otras normas de calidad de agua para riego agrícola, en donde se encuentran las siguientes: British Columbia Water Quality Guidelines, la Norma Secundaria de Calidad de Aguas, Legislación de la Republica de Honduras , la WHO (World Health

Organization) para uso de agua en riego y la Agencia de Protección Ambiental en los Estados Unidos.

El rediseño de prototipo de humedal artificial mejoro con respecto al realizado por estudiantes de la Universidad Católica de Colombia en el año 2012, donde se obtuvieron mejores resultados en los parámetros analizados: ph, turbiedad, alcalinidad, resistividad, conductividad, salinidad, sólidos disueltos suspendidos, oxígeno disuelto y porcentaje de oxígeno.

El modelo realizado por estudiantes de la Universidad Católica de Colombia en el año 2012, se encontró en condiciones de deterioro ya que no se siguió cuidando del sistema, donde tuvo que realizarse las mejoras para su debida implementación. Se recomienda hacer un plan de mantenimiento para los prototipos implementados.

La utilización de humedales artificiales como mecanismos de depuración de agua, son eficientes y ayudan a la disminución de los diferentes microorganismos presentes en el agua, esto con ayuda de las plantas subacuáticas presentes en el sustrato del humedal.

Se demostró por medio del análisis del parámetro nitritos, que el proceso de recirculación es eficiente en el prototipo.

Se recomienda que la Universidad Católica de Colombia cuente con más equipos para hacer toma de parámetros de calidad de agua.

Se recomienda para futuros modelos la implementación de diferentes plantas subacuáticas que puedan mejorar las condiciones del humedal realizado.

En el prototipo 2 se tuvieron resultados altos de solidos disueltos suspendidos debido a las partículas de antracita en el sistema. Por lo cual se recomienda que en la salida del sistema se implemente una malla que impida el paso de partículas.

Para fortalecer el análisis del sistema realizado, se recomienda la utilización de diferentes condiciones de agua inicial donde estos sean más críticos que los tomados en el rio Arzobispo.

La Universidad Católica de Colombia debería implementar diferentes prototipos para realizar el tratamiento y el reusó de agua residual, con el fin que los

estudiantes evidencien de una manera didáctica como se genera el tratamiento de agua con sistemas no convencionales.

FUENTES:

Aguilar, A. *et al.* (2016) 'Remoción de contaminantes presentes en aguas superficiales empleando carbón activado generado a partir de materiales de desecho agroindustrial', 2(July), pp. 20–22.

Ambiente, M. D. E. (2004) 'Ministerio de ambiente y desarrollo', pp. 2003–2004.
Arend, K. K. (1999) *Macrohabitat identification*, *Aquatic Habitat Assessment*.

Calidad microbiológica (2018) *Análisis Microbiológico Coliformes*. Available at: http://www.calidadmicrobiologica.com.co/microbiologia/coliformes-totales (Accessed: 24 April 2018).

Charry, M. and Achipiz, N. (2012) *Modelo didáctico para simular funcionamiento en un humedal*. Universidad Católica de Colombia.

Definición.DE (2018) *Reusar*. Available at: https://definicion.de/reusar/ (Accessed: 24 March 2018).

Diccionario de la lengua español (2017) *DLE: agua - Diccionario de la lengua española - Edición del Tricentenario*. Available at: http://dle.rae.es/?id=1BKpQj3 (Accessed: 17 March 2018).

Digesa (2008) 'Estándares De Calidad Ambiental De Agua', pp. 1–134. Available at: http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO DE USO 3.pdf.

Escobar, J. (2012) *Plantas acuáticas en los Humedales de Bogotá*. Available at: http://humedalesbogota.com/2012/08/01/plantas-acuaticas-en-los-humedales-de-bogota/.

Goyenola, G. (2007) 'Transparencia, color y turbidez', *Guía para la utilización de valijas viajeras*.

Hernández, F., Molinos, M. and Sala, R. (2012) 'Estado actual y evolución del saneamiento y la depuración de aguas residuales en el contexto nacional e internacional Current status and development of sanitation and wastewater treatment in the national and international context', 32(1), pp. 69–89. doi: 10.5209/rev_AGUC.2012.v32.n1.39309.

Higuera, S. (2016) 'Casanare , Colombia Biofilter with rice husk and vetiver grass (Chrysopogon Zizanioides) for the treatment of effluent from the WWTP of INPEC - Yopal , B iofiltro con cascarilla de arroz y pasto vetiver', pp. 107–119.
Instruments, H. (2016) 'Turbiedad en agua potable', p. 93414.

INTAGRI S.C (2017) *La Alcalinidad del Agua y su Efecto en los Sustratos*. Available at: https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/la-alcalinidad-del-agua-y- su-efecto-en-los-sustratos.

Jaramillo-Gallego, M. L., Agudelo-Cadavid, R. M. and Peñuela-Mesa, G. A. (2016) 'Optimización del tratamiento de aguas residuales de cultivos de flores usando humedales construidos de flujo subsuperficial horizontal. (Spanish)', *Optimization of wastewater treatment from a flower crops using a horizontal sub-surface flow constructed wetland. (English)*, 34(1), pp. 20–29. doi: 10.17533/udea.rfnsp.v34n1a03.

KewScience (2017) *'"Juncus"'*, *Royal Botanic Gardens, Kew: World Checklist of Selected Plant Families*. Available at: http://apps.kew.org/wcsp/namedetail.do?accepted_id=314232&repSynonym_id=-9998&name_id=314232&status=true (Accessed: 17 March 2018).

Llagas Chafloque, W. and Guadalupe Gómez, E. (2006) 'Diseño de Humedales Artificiales para el Tratamiento de aguas Residuales en la UNMSM', *Revisa del Instituto de Investigaciones FIGMG*, 15(17), pp. 85–96.

Manga, J. and Logreira, N. (2001) 'Reuso De Aguas Residuales: Un Recurso Hidrico Disponible', *Revista Cientifica Ingeniería y Desarrollo*, pp. 12–2. doi: No 9.
Miller, D. (2006) 'Filtracion con antracita y arena caso práctico en el Reino Unido.pdf'.

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (2012) 'Diagnostico nacional de salud ambiental.',

https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IGUB/Diagnostico%20de%20salud%20Ambiental%20compilado.pdf, p. 368.
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014) 'RESOLUCION-1207-DE-2014-REUSO.pdf'.

Ministerio de la Protección Social and Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territoria l (2017) *Resolución Numero 2115*, *Minambiente*. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

Molinos-Senante, M., Hernández Sancho, F. and Sala Garrido, R. (2012) 'Estado actual y evolución del saneamiento y la depuración de aguas residuales en el contexto nacional e internacional', *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 32(1), pp. 69–89. doi: 10.5209/rev_AGUC.2012.v32.n1.39309.

Monge Redondo, M. A. (2017) *Interpretación de un análisis de agua para riego*. Available at: https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/interpretacion-analisis-agua-riego (Accessed: 20 August 2018).

Ortiz, C. E. E. (2014) 'Factibilidad del diseño de un humedal de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales municipales de 30.000 habitantes', *Escuela Colombiana de Ingeniería*, pp. 1–81.

Peña, C. and Guzmán, A. (2012) 'TRATAMIENTO DE AGUAS DE ESCORRENTÍA MEDIANTE HUMEDALES ARTIFICIALES: ESTADO DEL ARTE/A RUN-OFF TREATMENT BY MADE WETLANDS - A REVIEW', 22, pp. 39–61.

RedAgrícola (2002) *CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y SALINIDAD - Redagrícola*. Available at: http://www.redagricola.com/cl/conductividad-electrica-salinidad/ (Accessed: 3 October 2018).

Rodríguez, J., Garcia, C. and Garcia, J. (2016) 'Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia Waterborne diseases and basic sanitation in Colombia', *Rev. Salud Pública*, 18(5), pp. 738–745. doi: 10.15446/rsap.v18n5.54869.

Romero-Aguilar, M. *et al.* (2009) 'Tratamiento de aguas residuales por un sistema piloto de humedales artificiales: Evaluación de la remoción de la carga orgánica', *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 25(3), pp. 157–167.

Sancha, A. M. *et al.* (2005) 'Criterios De Calidad De Aguas O Efluentes Tratados Para Uso En Riego', *División de Recursos Hídricos y Medio Ambiente, Departamento de Ingeniería Civil Universidad de Chile*, p. 254.

Santana Díaz, D. (2007) *ESTUDIO DEL USO DE PLANTAS ACUATICAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.*
Secretaría General de Medio Ambiente España (2002) 'Plan Estratégico Español para la Conservación y el Uso Racional de los Humedales', pp. 1–95.

Siegua (2018) *Humedales artificiales (Filtros Verdes) en Colombia*. Available at: http://siegua.com/2017/06/01/humedales-artificiales/ (Accessed: 1 April 2018).

Smart-fertilizer (2017) *La conductividad Eléctrica del Agua*. Available at: https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/electrical-conductivity.

Twenergy (2014) *El tratamiento de aguas residuales en Colombia*. Available at: https://twenergy.com/co/a/el-tratamiento-de-aguas-residuales-en-colombia-1142 (Accessed: 17 March 2018).

upcommons (1999) 'Componentes agua', (1996), pp. 1998–2000.
Venegas, A. (2018) *Solamente 48,2% de los municipios cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales*. Available at: https://www.larepublica.co/infraestructura/solamente-482-de-los-municipios-cuentan-con-plantas-de-tratamiento-de-aguas-residuales-2611155.

VENTRAT S.A (2017) *Artículo | Eliminación de materia en suspensión*, *ventrat.com*. Available at: http://ventrat.com/pag/universia/materia_suspension.html (Accessed: 17 March 2018).

Vera, I. *et al.* (2016) 'Humedales construidos para tratamiento y reúso de aguas servidas en Chile: Reflexiones', *Tecnologia y Ciencias del Agua*, 7(3), pp. 19–35.
Vidal, G. (2018) *Humedales de tratamiento: alternativa de saneamiento de aguas*.

LISTA DE ANEXOS:

- Fotos de realización de laboratorios
- Datos tomados en el desarrollo de los laboratorios.