

**ESTADO DEL ARTE, DEL USO DE
LA *EICHHORNIA CRASSIPES* EN
LA FITORREMEDIACIÓN DE AGUAS
RESIDUALES INDUSTRIALES**

**STATE OF ART; THE USE OF
EICHHORNIA CRASSIPES IN
THE INDUSTRIAL WASTEWATER
PHYTOREMEDIATION**

**ESTADO DA ARTE; DEL USO DO
EICHHORNIA CRASSIPES NA
FITREREMEDIAÇÃO DE ÁGUAS
RESIDUAIS INDUSTRIAIS**

Claudia M. Vargas Perdomo

Estudiante de ingeniería ambiental,
Grupo de investigación en ingeniería ambiental -
Fundación Escuela Tecnológica "Jesús Oviedo Pérez",
FET, Neiva, Huila-Colombia
claudia_vargaspe@fet.edu.co

Andrey Oviedo Salazar

Estudiante de ingeniería ambiental, Grupo de
investigación en ingeniería ambiental - Fundación
Escuela Tecnológica "Jesús Oviedo Pérez", FET, Neiva,
Huila-Colombia
andrey_oviedoza@fet.edu.co

María N. Montañez Velásquez

Profesora-investigadora de ingeniería ambiental,
Grupo de investigación en ingeniería ambiental - Fun-
dación Escuela Tecnológica "Jesús Oviedo Pérez", FET,
Neiva, Huila-Colombia
María_montañezve@fet.edu.co

Alcides Polania Patiño

*Fecha de recepción: ??? 2018
Fecha de aprobación: ??? 2018*

Resumen

Las aguas residuales industriales requieren un control y manejo de su producción actual, de acuerdo a la literatura existente, es necesario que estas sean sometidas a un tratamiento de calidad que funcione para un continuo uso y utilización, donde además se utilice y se haga un aprovechamiento efectivo de la macrofita flotante jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), la cual proporciona un tratamiento de las aguas residuales industriales, obteniendo una alta productividad y eficiencia de remoción de nutrientes. Este artículo pretende analizar la literatura investigada sobre la macrofita jacinto de agua, involucrando, sostenibilidad ambiental, aspectos generales, antecedentes, modelos de diseño, ventajas y desventajas, remediación, mecanismo de fitorremediación y tratamiento de aguas residuales industriales actuales en, la aplicación de este método fitorremediador.

Palabras clave: *Eichhornia crassipes*, fitorremediación, macrofita flotante, remoción de contaminantes, recurso hídrico, Tratamiento de aguas residuales.

Summary

Industrial wastewater requires control and management of its current production, according to existing literature, it is necessary that these are subjected to a quality treatment that works for continuous use and utilization, where it is also made an effective use of the water hyacinth floating macrofita (*Eichhornia crassipes*), which provides a treatment of industrial wastewater, obtaining high productivity and high efficiency of nutrient removal. This article aims to analyze the literature researched on macrophyte water hyacinth, involving, environmental sustainability, general aspects, background, design models, advantages and disadvantages, remediation, phytoremediation mechanism and current industrial wastewater treatment in the application of this phytoremediator method.

Key Words: *Eichhornia crassipes*, Phytoremediation, Floating Macrophyte, Removal of Pollutants, Water Resources, Wastewater Treatment.

Resumo

As águas residuais industriais requerem controle e gerenciamento de sua produção atual, de acordo com a literatura existente, é necessário que estas sejam submetidas a um tratamento de qualidade que funcione para um uso contínuo, onde também é utilizado e aproveitado eficiente da Macrófita aquática flutuante jacinto-de-água (*Eichhornia crassipes*), que proporciona um tratamento de efluentes industriais, obtendo alta produtividade, alta eficiência de remoção de nutrientes. Este artigo tem como objetivo analisar a literatura pesquisada sobre macrófitas aguapé, envolvendo, sustentabilidade ambiental, aspectos gerais, antecedentes, modelos de projeto, vantagens e desvantagens, remediação, mecanismo de fitorremediação e tratamento de águas residuais industriais em vigor, na aplicação deste método fitorremediador.

Palavras-chave: *Eichhornia crassipes*, fitorremediação, macrófitas flutuantes, remoção de poluentes, recursos hídricos, tratamento de águas **residuárias**.

I. INTRODUCCIÓN

La industrialización global es y ha sido necesaria desde, que la humanidad decidió desarrollarse tecnológicamente, sin embargo, la necesidad de esta, ha contribuido al deterioro del medio ambiente y el uso desmedido de los recursos naturales renovables y no renovables, entre ellos uno de los más afectados por el hombre, el recurso hídrico, convirtiéndose en una de las problemáticas más significativa de la sociedad actual, debido a la contaminación influyente de aquellas actividades domésticas, agrícolas e industriales. Estas actividades desencadenan una problemática sin control como lo son las aguas residuales, las cuales al ser producidas no se garantiza que sean sometidas a un tratamiento eficiente, que funcione para su continuo uso y utilización eficaz.

Los cuerpos de agua contaminados, generados por las diferentes industrias es un problema que acarrea, en mayor grado, a países en vía de desarrollo y que influye en que los recursos hídricos se conviertan en no renovables, el acelerado desarrollo industrial ha conducido a un deterioro ambiental de los recursos hídricos en el mundo y al surgimiento de problemas sanitarios y enfermedades asociadas al consumo de agua que afectan a comunidades enteras (Agudelo, 2005). Se estima que el 80 % de las enfermedades existentes en países en vía de desarrollo son causadas por un abastecimiento de agua deficiente (Llano B., 2014). En el cual, el sector productor industrial no sólo es el que consume una mayor cantidad, sino también, es el que más contamina.

La industria textil requiere gran cantidad de agua para sus procesos productivos. De 100 a 200 Lt. de agua son necesarios para producir

un kilogramo de productos textiles, considerado así como un sector clasificado de alto impacto ambiental (Gilpavas, 2017). De acuerdo con la clasificación creada por CINSET, se puede catalogar como de “Alta Significación Ambiental ASA”, siendo el impacto más negativo en los efluentes líquidos.

Las aguas residuales industriales despliegan una cantidad de contaminantes que tienen una acción compleja sobre el medio ambiente, afectando el desarrollo natural de los ecosistemas por el cambio de condiciones tales como la toxicidad, olor, color, sabor entre otras (Roa, 2014).

El tratamiento de aguas residuales es una actividad fundamental que coadyuva el cuidado de la salud humana y medio ambiente. En particular, hoy en día, el tema del reúso cobra vigencia por la posibilidad de usar agua en sistemas de riego para zonas áridas y áreas afectadas por el fenómeno del cambio climático, por lo que se requiere contar con tecnologías de depuración eficientes y de bajo costo para cumplir con los estándares requeridos de la remoción de contaminantes, (Casierra H et al., 2016).

Es en este sentido, donde surge la necesidad de atender la problemática generada por el aumento desmedido de aguas residuales industriales y por ende la disminución de la calidad del recurso hídrico. En los últimos años se ha evidenciado la aplicación de nuevas tecnologías para tratar el agua de producción, que tienen en cuenta factores fundamentales como uso de microorganismos, de macrofitas flotantes, y mecanismos remediadores, como la fitorremediación; la posibilidad de reusó, la economía y la eficiencia de los procesos y sus rangos de aplicación (Torres, 2003).

El presente artículo está direccionado al uso de la macrofito flotante jacinto de agua, para la fitorremediación de aguas residuales industriales, a la cual se ha comprobado una eficiencia de remoción del 98 % en sólidos suspendidos, su rápido crecimiento la hace una planta apropiada para actividades de fitorremediación, dado que remueve contenidos de nutrientes, materia orgánica y metales pesados como, arsénico, zinc, cadmio, cobre, plomo, cromo, y mercurio, a través de los diferentes procesos de fitorremediación: fitoextracción, fitoestabilización, fitovolatilización, fitotransformación, fitoestimulación, fitodegradación, y rizofiltración (Beltrán, 2016).

Esta revisión del estado del arte permitirá analizar y conocer el uso de la macrofito flotante jacinto de agua en la aplicación de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales industriales, sostenibilidad ambiental de acuerdo con la literatura investigada de la aplicación y usos, antecedentes de su diseño, aprovechamiento y eficiencia de remoción actual del jacinto de agua.

II. DESARROLLO DEL ARTÍCULO

Sostenibilidad Ambiental en Tratamientos de Aguas Residuales Industriales

De acuerdo con Ajayi, (2012), el hombre a través del tiempo utiliza la naturaleza como fuente ilimitada de materias primas (pág. 81). Las actividades como las industriales aumentan sin control la producción libre de aguas residuales, que han llevado a concluir la relación desequilibrada con el medio ambiente, la cual ha demostrado con el tiempo ser insostenible, al ser un recurso limitado por sobreexplotación y contaminación, este se encuentra seriamente afectado por la producción y

descarga directa de aguas residuales, afectando así la pureza de reservas hídricas, y la capacidad natural de limpieza de la naturaleza que no puede hacerle frente a su sobreexplotación. A la luz de esto, a las industrias se les ha propuesto y reglamentado minimizar la sobreexplotación del recurso hídrico, con la tendencia clara de hacer lo posible por cumplir con las normativas vigentes, ante lo que implica el desarrollo sostenible.

Con el fin de poner en práctica proyectos sostenibles en cuanto al tratamiento de aguas residuales se refiere, se debe tener en cuenta los sistemas naturales, dado que su existencia, es vital para el sostenimiento de la vida en la tierra.

El tratamiento de las aguas residuales para reúso, reincorporación a los cuerpos de agua superficiales y infiltración a los mantos freáticos no es una opción generalizada y sin balance (Pérez A, 2016). Ambientalmente, las plantas de tratamiento que existen tienen un grave impacto ya que utilizan en su mayoría tecnologías contaminantes, altas en uso de energía, que producen desechos tóxicos como resultado de su operación (Peña M. D., 2013).

Para que exista una sostenibilidad ambiental en el tratamiento de aguas residuales es necesario la aplicación de una tecnología alternativa eficiente y viable que permita reutilizar los caudales y/o regresarlos a la naturaleza con buena calidad, sin hacer un uso intensivo de energía y sin producir contaminantes (Lizarraso, 2013).

Una de las tecnologías que representa una alternativa sustentable es la fitorremediación, la cual es un conjunto de tecnologías que reducen *in situ* o *ex situ* la concentración de

diversos compuestos a partir de procesos bioquímicos realizados por las plantas y microorganismos asociados a ellas (Bernal, 2011).

III. USO DE LA FITORREMEDIACIÓN COMO TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

La aplicación de tecnologías para recuperar aguas residuales, han conducido al desarrollo de alternativas que se basan en el empleo de organismos vivos para prevenir o restaurar daños provocados por acciones antropogénicas que alteran la estabilidad de los diferentes ecosistemas.

La fitorremediación aprovecha la capacidad de ciertas plantas para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar contaminantes presentes en el suelo, aire, agua o sedimentos como: metales pesados, metales radioactivos, compuestos orgánicos y compuestos derivados del petróleo (López I. , 2015). Estas fitotecnologías ofrecen numerosas ventajas en relación con los métodos físico-químicos que se usan en la actualidad, por ejemplo, su amplia aplicabilidad y bajo costo (Bernal, 2011). Esta es una de las alternativas de tratamiento con más alcance económico para aguas residuales en cuanto a operación y mantenimiento, en vista que no requiere de energía, como las convencionales, es amigable con el ambiente y eficiente para reducir la carga contaminante de las aguas residuales a niveles bajos, para así cumplir con las exigencias de las normas ambientales (Mendoza, 2016).

Este es un tratamiento donde se aprovechan los procesos biológicos de las plantas acuáticas y microorganismos (adsorción,

degradación, reacciones redox, acumulación, etc.) para tratar el agua residual (Gai T., 2013).

Mecanismos de la Fitorremediación

La degradación de contaminantes por el empleo de la fitorremediación se realiza aplicando al menos uno de los siguientes mecanismos: fitoextracción, rizofiltración, fitoestimulación, fitoestabilización, fitovolatilización y fitodegradación (Delgadillo A et al., 2011).

La fitoextracción o fitoacumulación consiste en la absorción de contaminantes por las raíces; es la capacidad de algunas macrofitas flotantes para acumular contaminantes en sus raíces, tallos o follaje, este mecanismo ha sido ampliamente estudiado en plantas que acumulan metales (Amaya A. et al., 2015). La rizofiltración se basa en la utilización de plantas crecidas en cultivos hidropónicos, se prefieren raíces de plantas terrestres con alta tasa de crecimiento y área superficial para absorber, concentrar y precipitar contaminantes (Amaya A. et al., 2015). En la fitoestimulación o rizodegradación las plantas generan los exudados radiculares que estimulan el crecimiento de los microorganismos nativos capaces de degradar compuestos orgánicos xenobióticos (Peña M. D., 2013). La fitoestabilización es un mecanismo que utiliza la planta para desarrollar un sistema denso de raíces que le permite reducir la biodisponibilidad y la movilidad de los contaminantes evitando el transporte a capas subterráneas o a la atmósfera (Peña E. M., 2013),. La fitovolatilización se produce a medida que las plantas en crecimiento absorben agua junto con los contaminantes orgánicos solubles. Algunos de los contaminantes pueden llegar hasta las hojas y evaporarse o volatilizarse a la atmósfera (Peña M. D., 2013). La fitodegradación utiliza

plantas y microorganismos como asociados y se pueden utilizar para degradar los agentes contaminantes del agua, es un proceso mediante el cual las plantas degradan (descomponen) contaminantes orgánicos (Amaya A. et al., 2015).

En algunos casos, los contaminantes degradados en moléculas más simples se usan para acelerar el crecimiento de las macrofitas flotantes. Las cuales comprenden un amplio y variado grupo de plantas, entre las que se destacan el jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), lenteja de agua (*Lemna minor*), la salvinia (*Salvinia Spp.*), la redondita de agua (*Hydrocotyle ranunculoides*) (Martelo, 2012).

Los procesos por los cuales las macrofitas flotantes degradan los contaminantes es mediante tres mecanismos:

- Filtración y sedimentación de sólidos.
- Incorporación de nutrientes en plantas y su posterior cosechado.
- Degradación de la materia orgánica por un conjunto de microorganismos facultativos asociados a las raíces de las plantas; y en los detritos del fondo de la laguna, dependiendo del diseño.

Una de las principales ventajas que integran los sistemas de tratamiento con plantas acuáticas, es su bajo costo de construcción y mantenimiento, así como su simplicidad de operación. La desventaja de esta tecnología es que se requiere un área considerable para la construcción de los canales (Galeano, J., 2016).

En las interacciones benéficas una de las plantas más utilizadas en estos sistemas de tratamiento biológico de aguas residuales, es el jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*),

debido a su capacidad de remoción, de una gran variedad de contaminantes, (nutrientes, metales pesados, sustancias orgánicas, metales radioactivos, y derivados del petróleo), que por su naturaleza y composición pueden provocar consecuencias ambientales irreparables a la calidad de los cuerpos de agua (Reyes Y. V., 2016).

Macrofita Flotante Jacinto de Agua (*Eichhornia Crassipes*)

Según, Ramil et al. (2018), el descubrimiento científico del jacinto de agua fue realizado por el botánico alemán Carl Friedrich Philipp von Martius (17/04/1794– 13/12/1868) y publicada en su trabajo (*Plantarum Brasiliensium Nova genera et species novae, vel minus cognitae (1823–1832)*). Es una planta perenne, herbácea y libre flotante, llegando a formar densos tapetes que ocasionan diversos problemas de control, muchas veces se encuentra arraigada al sustrato. Se encuentra bien adaptada a diferentes hábitats (ríos, lagos, estanques, pantanos, canales y drenaje), exhibiendo una alta plasticidad morfológica en respuesta a diferentes condiciones de crecimiento (Muñoz S, 2012). En estado maduro la planta de lirio se constituye de raíces, rizomas, estolones, peciolos, hojas, inflorescencias y frutos.

Esta es una especie flotante de raíces sumergidas. El jacinto de agua no habita en temperaturas menores de 0°C ya que afectan su crecimiento al igual que su alta salinidad. Sin embargo, cuerpos de agua eutrofizados que contienen niveles altos de nitrógeno, fosforo, potasio al igual que aguas contaminada con metales pesados como cobre y plomo no limitan su crecimiento (Bres, 2012). El Jacinto de agua puede anclarse y enraizar en suelos

saturados de agua por un corto periodo de tiempo.

Está considerada entre las 100 especies más invasoras del mundo por la Unión Internacional para la conservación de la naturaleza y recursos naturales (IUCN, 2010). Sin embargo, si se maneja adecuadamente, su poder de proliferación, capacidad de absorción de nutrientes y bioacumulación de contaminantes del agua la convierten en una herramienta útil en el tratamiento de aguas residuales.

En la actualidad su reproducción principalmente se da en forma vegetativa por medio de la producción de estolones, tal y como está ilustrada en la figura 1, también se puede cosechar a través de semillas, con un bajo porcentaje de germinación.



Figura 1. Morfología de una macrofitas flotante (*Eichhornia crassipes*). Fuente: Adaptado de (Pritchard, 2016).

IV. MÉTODOS DE CONTROL

El jacinto de agua suprime el crecimiento del fitoplancton en los ecosistemas acuáticos reduciendo el oxígeno y aumentando el proceso de eutrofización, dando como resultado uno de los mayores inconvenientes que causa esta planta, en Sudamérica cerca del 41 % de los lagos sufren este problema (Ibero-Rest, 2016). El cual es evidente la necesidad de control para reducir el impacto en los cuerpos de agua, causado por la invasión de esta especie (Ibero, 2016).

Se utilizan diferentes métodos de control para el jacinto de agua, bajo la aplicación de herbicidas. Durante décadas se han controlado sustancialmente las infestaciones de la especie invasora mediante su aplicación, sin embargo, estos presentan altos niveles de toxicidad en los cuerpos de agua (Santamaria, 2013). Por otro lado, se han empleado métodos de control biológico para tratar las invasiones del jacinto de agua (Anudechakul, 2015). El uso de los gorgojos (*Neochetina spp*) sobre la planta ha sido exitoso y sostenible en todo el mundo y donde se han realizado ensayos a diferentes escalas. Sin embargo, este método de control se ha probado en India, y se recomienda el uso combinado de carpa herbívora y gorgojo, puesto que en sus ensayos se logró controlar su invasividad, en la cual la biomasa del jacinto de agua se redujo de 5 kg en el día 1 del tratamiento, a 0,33 kg en el día 110, por lo que recomiendan este tratamiento combinado siendo más eficiente y sostenible para la remoción de la planta que el uso de estos organismos de forma individual, (Guevara, 2015).

Lo expuesto anteriormente evidencia la magnitud de la dificultad, en los ecosistemas de

los cuerpos de aguas y lo que puede llegar a causar la proliferación del jacinto de agua, sin un mecanismo de control, ni manejo adecuado, sin embargo, es claro resaltar que esta macrofita en condiciones de control y tratamiento biológico en la fitorremediación de aguas residuales, puede generar la remoción de contaminantes fácilmente.

V. APLICACIÓN DE LA MACROFITA FLOTANTE JACINTO DE AGUA (*EICHHORNIA CRASSIPES*) COMO TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

Las actividades industriales, han aumentado drásticamente las aguas residuales, por ende, la contaminación del recurso hídrico, y la consecuente modificación de los ecosistemas, en un intento de mitigar este impacto se utiliza el jacinto de agua y la fitorremediación, como herramienta para la depuración y tratamiento efectivo de las aguas residuales, (Carreño, U., 2016)

Las principales características que cumple el jacinto de agua y que la hace propicia para el proceso de fitorremediación es, tener una rápida tasa de crecimiento, elevada productividad, ser una especie local, tener facilidad de recolección, y una alta cobertura vegetal sobre la superficie del agua, (Carrión, 2012). Las plantas se consideran acumuladoras y por tanto con potencial fitorremediador cuando presentan tolerancia a los metales. Esta tolerancia se puede evaluar mediante su coeficiente de translocación el cual mide la capacidad de la planta para translocar los metales de la raíz al tallo y hojas sin tomar en cuenta la concentración de los metales externos a la planta; y con su coeficiente de bioacumulación que mide la

capacidad de la planta para acumular metales del medio (Carreño, U., 2016).

Antecedentes – Aplicación de la Macrofita Flotante Jacinto De Agua (Eichhornia crassipes).

En 1988 se desarrolla el primer antecedente con macrofitas flotantes en Colombia registrado por la literatura; en la Fábrica de Imusa S.A. localizada en el municipio de Río Negro (Antioquía), Colombia, se tienen operando unos canales sembrados con jacinto de agua, el cual se ha comprobado una eficiencia de remoción de los diferentes contaminantes que alcanza más de 97% en los metales pesados (Arenas A et al., 2011).

Por otro lado un estudio realizado en la ciudad de México en Xochimilco, (2012), se utilizó el jacinto de agua para remover metales pesados junto con la tecnología de fitorremediación para el sistema planta-sitio, en este estudio se valoró el uso potencial como planta acumuladora de metales para los canales de Xochimilco de aguas residuales. Para ello se realizaron análisis estadísticos comparando las concentraciones de metales en la raíz y en la parte aérea; también se calcularon los coeficientes de translocación y de bioacumulación. Los coeficientes de bioacumulación arrojaron que el jacinto de agua de Xochimilco se podría utilizar como planta remediadora de metales, evidenciando que lo que más se requiere para una alta remoción y tratamiento efectivo de las aguas residuales industriales, es el retiro periódico de las plantas en los canales.

La utilización de macrofitas, y por extensión del jacinto de agua, para la remoción de contaminantes de aguas residuales tiene la ventaja de requerir menor recurso económico y tecnológico, por lo cual podrían ser empleada

incluso en países en vías de desarrollo, algunos estudios apuntan a una utilidad de esta macrofita como un agente fitorremediador, bajo condiciones particulares (Guevara, 2015).

En la actualidad, el tratamiento biológico de las aguas residuales es altamente significativo según estudios realizados en Colombia una cantidad importante de especies ha sido empleada en sistemas de tratamiento, y en ejercicios investigativos a escala real y a escala laboratorio, siendo el jacinto de agua, la macrofita de mayor interés dada las características y señaladas (Mendoza, 2016).

Diseño de Aplicación del Jacinto de Agua, (Eichhornia crassipes).

El diseño para el empleo de la macrofita constituye una tecnología eficiente para el tratamiento de aguas residuales, además de ser una tecnología de bajo costo, puesto que no requiere de infraestructura sofisticada, para mejorar la calidad de las aguas, así como seleccionar pruebas que permitan evaluar el efecto en un corto tiempo (Caviedes, 2016). Los sistemas que se utilizan comúnmente para el tratamiento de aguas residuales son dos tipos de humedales construidos a saber, por una parte, los de flujo superficial y por otra los de flujo subsuperficial, permitiendo el desarrollo de las plantas acuáticas flotantes, sumergidas y emergentes que favorecen mayores superficies de fijación y eliminación de metales pesados (Díaz, 2013).

En los sistemas de tratamiento de aguas residuales es de vital importancia la temperatura, ya que muchos de ellos incluyen procesos biológicos que dependen de la temperatura, esta influye de forma muy significativa en las especies acuáticas influyendo en su metabolismo,

productividad primaria, respiración y descomposición de contaminantes (Arroyave, 2004). Este complejo ecosistema sugirió su uso potencial como sistemas, para el tratamiento de contaminantes presentes en las aguas usadas en el mundo (Den Breeÿen, 2009). Así, la tecnología de humedales, basada en los principios ecológicos de un humedal natural, se concibe como sistemas ingenieriles diseñados y construidos por el hombre para aprovechar las ventajas de los procesos que ocurren en los humedales naturales dentro de un ambiente controlado (Becerra J. y., 2013).

Los humedales de flujo superficial (FS) y de flujo subsuperficial (FSS). Consisten en canales poco profundos, con material granular, donde se arraiga la vegetación y por donde circula el agua en contacto con la atmósfera, permitiendo el desarrollo de plantas acuáticas flotantes, sumergidas y emergentes que favorecen mayores superficies de fijación y eliminación de microorganismos (Caselles A., 2011). Por otro lado, los humedales de flujo subsuperficial (FSS) transportan las aguas residuales a través de un medio poroso de grava o tierra, aislando las aguas residuales del contacto con los ecosistemas de los alrededores. Éstos a su vez pueden ser de flujo vertical u horizontal, dependiendo de la dirección de flujo (Carreño, U., 2016).

Humedales de flujo superficial.

En los cuales el agua está expuesta a la atmósfera, que pueden o no tener un recubrimiento en el fondo para evitar la contaminación al agua freática y una capa sumergida de suelo para soportar las raíces de la vegetación macrofita. La vegetación más usada para los humedales de flujo libre incluye éneas, carrizos, juncias y juncos (González J, et al., 2012). El

sistema tiene acondicionadas estructuras de entrada y salida para asegurar una distribución uniforme del agua residual, normalmente se alimenta en forma continua y el tratamiento se produce durante el flujo del agua a través de los tallos y raíces de la vegetación (Galeano, J., 2016).

Principales ventajas de un humedal de flujo superficial, según la (USEPA, 2016):

- Proporcionan la incorporación de hábitat de vida silvestre y oportunidades para la recreación pública.
- La remoción de DBO, SST, DQO, metales y compuestos orgánicos de las aguas residuales domésticas puede ser muy efectiva con un tiempo razonable de retención.

Principales desventajas de un humedal de flujo superficial, (USEPA, 2016):

- Las necesidades de terreno de estos humedales pueden ser grandes, especialmente si se requiere la remoción de nitrógeno.
- El fósforo, los metales y algunos compuestos orgánicos persistentes que son removidos, permanecen en el sistema ligados al sedimento y por ello se acumulan con el tiempo.
- En climas fríos las bajas temperaturas durante el invierno reducen la tasa de remoción de DBO y de las reacciones biológicas responsables por la nitrificación y desnitrificación.
- La mayoría del agua contenida en los humedales de flujo superficial es esencialmente anóxica, limitando el potencial de nitrificación rápida del amoníaco.

- Los mosquitos y otros insectos vectores de enfermedades pueden convertirse en un problema de salubridad.

Humedales de flujo subsuperficial.

En los cuales el agua está expuesta a la atmósfera, puede o no presentar una impermeabilización en el fondo, pero particularmente estos humedales tienen un medio poroso o lecho (grava, arena, tierra, carbón, entre otros) que soporta el crecimiento de la vegetación emergente y participa en el tratamiento del agua residual (Diaz, 2014). El nivel del agua está por debajo de la superficie del soporte y fluye únicamente a través del medio que sirve para el crecimiento de la película microbiana, que es la responsable en gran parte del tratamiento que ocurre al agua residual, en donde las raíces penetran hasta el fondo del lecho (Vitória, 2015).

Humedales de flujo subsuperficial horizontal.

En estos sistemas el agua fluye horizontalmente en forma permanente a través de un medio poroso y una vegetación emergente. Se emplean estructuras de entrada y descarga para asegurar la distribución adecuada y la recolección uniforme del agua residual aplicada, (Torres E Y Marin A, 2012). El método más comúnmente utilizado en los sistemas de menor tamaño consiste en tubería múltiple perforada. Por lo general el agua ingresa por un extremo en la parte superior del humedal y se recoge en la parte inferior opuesta (Guevara, 2015).

Humedales de flujo subsuperficial vertical.

Estos humedales son cargados con aguas residuales que se vierten o dosifican a la

superficie del humedal desde arriba usando un sistema mecánico de dosificación (P, 2014). Las aguas se recogen en una red de drenaje situada en el fondo del humedal. Estos humedales de flujo vertical reciben cargas intermitentes desde la superficie. La aplicación intermitente del agua residual y el drenaje vertical en el lecho permiten que las reacciones aeróbicas se produzcan con rapidez (Díaz, 2013).

Principales ventajas de un humedal de flujo subsuperficial, la (USEPA, 2016), destaca:

- La configuración de los humedales de flujo subsuperficial proporciona una mayor protección térmica que los humedales de flujo superficial.
- La remoción de DBO, SST, DQO, metales y compuestos orgánicos de las aguas residuales domésticas puede ser muy efectiva con un tiempo razonable de retención.
- Los mosquitos y otros insectos vectores no son un problema, mientras el sistema se opere adecuadamente y se mantenga el nivel de flujo subsuperficial.

Principales desventajas de un humedal de flujo subsuperficial, (USEPA, 2016):

- El fósforo, los metales y algunos compuestos orgánicos persistentes que son removidos, permanecen en el sistema ligados al sedimento y por ello se acumulan con el tiempo.
- La mayoría del agua contenida en los humedales de flujo superficial es esencialmente anóxica, limitando el potencial de nitrificación rápida del amoníaco.

- Costos de construcción altos asociados al medio poroso requerido

VI. EFICIENCIA DEL JACINTO DE AGUA, (EICHHORNIA CRASSIPES)

Según un estudio realizado por Quispe, et al (2017), para evaluar la eficiencia en la remoción de metales pesados del jacinto de agua y evaluar el crecimiento en función al tiempo y adopción al medio en la laguna de la Universidad Peruana Unión. Los resultados obtenidos muestran que hubo mayor disminución en la conductividad, oxígeno disuelto y sólidos totales. Obtuvieron una eficiencia del 31 % en la remoción de parámetros fisicoquímicos (conductividad (Us/cm)), Oxígeno disuelto (mg/L), sólidos totales ((mg/L), turbiedad (UNT), pH, temperatura (°C), DBO5 (mg/L), DQO (mg/L) y fosfato (mg/L)). En cuanto al crecimiento del jacinto de agua, en el monitoreo se evidencia en dos meses, que el crecimiento fue extenso; en 15 días duplicaron la cantidad de plantas.

Esta especie, de acuerdo con los reportes de la literatura, alcanza reducciones de la demanda biológica de oxígeno (DBO) en el orden de 95 %, y hasta 90,2 % para la demanda química de oxígeno, (DQO). En el caso de los sólidos suspendidos se registran disminuciones con valores que se encuentran en el rango de 21 % y 91 %. En cuanto al fósforo total y nitrógeno total, se alcanzaron máximas remociones de 91,7 % y 98,5 % respectivamente, siendo este último, el contaminante con mayor remoción. Los metales también han sido objeto de remoción, encontrándose porcentajes de máxima remoción desde 85 % hasta 95 % para el hierro, cobre, zinc, cadmio y cromo, (Martelo, 2012). Tabla 1. Así mismo están identificadas las referencias a partir de las cuales se elaboró la tabla.

Tabla 1: Eficiencias de remoción de contaminantes en sistemas con *Eichhornia crassipes*. Fuente: adaptada de (Martelo, 2012).

PORCENTAJE DE REMOCIÓN												
ESP.	DBO	DQO	SS	P - TOTAL	N - TOTAL	As	Fe	Cu	Cr	Cd	Zn	Ref.
<i>Eichhornia crassipes</i>	37 – 95,1	72,6– 90,25	21 - 92	42,3– 98,5	72,4– 91,7	80	78,6– 90,1	86 - 95	60 - 89	40 - 85	48 - 95	[14, 27, 12, 41, 26, 19, 42, 25, 32, 29, 43, 35, 44, 21, 18]

Remoción De Metales Pesados En El Tratamiento De Aguas Residuales

Jacinto de agua respecto a la literatura, evidencia alta capacidad para degradar metales pesados (Zn, Cd, Cu y Cr), los cuales se encuentran comúnmente en aguas residuales industriales (Carreño, 2016).

De acuerdo con, Yopoga, et al. (2013), la máxima degradación de metales pesados se registra en el décimo día de acondicionamiento de las macrofitas, cabe resaltar que las raíces del jacinto de agua poseen mayor acumulación de metales pesados, que lo que llegan a acumular a través de sus hojas. La adhesión de la planta en los metales o empleando mecanismos que detectan de manera rápida la presencia del metal, facilita su excreción activa, ya que tiene una menor permeabilidad de la membrana celular, y la acumulación de metales pesados por parte de especies vegetales consiste primero en una absorción rápida, seguido del transporte lento, controlado principalmente por la difusión al interior del celular (Bioacumulación) (Perdomo, 2013).

Es importante tener en cuenta que para que el funcionamiento del jacinto de agua en la remoción de contaminantes sea eficaz, requiere de un periódico retiro y cambio de las plantas, ya que al ser una planta perenne y de fácil proliferación, la acumulación de biomasa es densa e interrumpe el proceso de remoción.

Esta macrofita realiza un tratamiento eficaz si se sabe controlar y entender su funcionamiento, lo cual es clave para potencializar las cualidades que tiene como especie fitorremediador en los sistemas naturales de tratamiento de aguas residuales.

VII. CONCLUSIONES

Lo expuesto anteriormente sobre la literatura investigada, muestra que sin lugar a duda la macrofita jacinto de agua presenta un fuerte potencial en recuperación de sistemas acuáticos contaminados por fuentes industriales. No obstante, aún se requiere profundizar la investigación de tipo preindustrial para delimitar los parámetros de trabajo, diseño del proceso y sobre todo los métodos de disposición final de la biomasa en los procesos de fitorremediación, ya que en términos reales lo que se

está realizando es la transferencia de metales de una fase acuosa (agua contaminada) a una fase sólida (biomasa contaminada).

Es de importancia realizar nuevos estudios que amplíen su desarrollo, aplicación y control del jacinto de agua, ya que estos deben potencializarse a nivel mundial, con el fin optimizar las condiciones de obtención y purificación del producto para garantizar su calidad de remoción y uso en aguas residuales industriales.

VIII. AGRADECIMIENTOS

A todos los contribuyentes y partícipes de la realización de esta revisión, y a los grupos de investigación de ingeniería ambiental e ingeniería de alimentos de la Fundación Escuela Tecnológica Jesús Oviedo Pérez, por ofrecer sus criterios de investigación en el desarrollo del trabajo.

XIX. REFERENCIAS

Delgadillo A et al. (2011). Fitorremediación: Una Alternativa Para Eliminar La Contaminación. *Trop. subtrop. agroecosyst*, 14(2), 597 - 612.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental. Grupo de Bosques . Proyecto Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono. . (2014). Proyecto Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono. Bogotá, D. C.: IDEAM. Recuperado de: www.ideam.gov.co.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental. Grupo de Bosques 2014. Proyecto . (2016).

Proyecto Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono. Bogotá, D.C.: IDEAM. Extractado de : www.ideam.gov.co.

Agudelo, R. (2005). El agua, recurso estratégico del siglo XXI. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 23(1), 91-102.

Aguila, Z. (2013). PROJECT OF ANIMATED TRIDIMENSIONAL SOFTWARE AS ASSISTANT IN THE DEVELOPMENT OF SIMULTANEOUS ACTIVITY OF THE CEREBRAL HEMISPHERES. 17th International Congress on Project Management and Engineering.

Ajayi, T. O. (2012). Achieving Environmental Sustainability in Wastewater Treatment by Phytoremediation with Water Hyacinth (*Eichhornia Crassipes*). *Journal of Sustainable Development*, 5(7), 81-82.

Alcaldía de Fusagasugá. (2012). Plan Local de Empleo, Desarrollo Empresarial para Fusagasugá. Fusagasugá: Alcaldía de Fusagasugá.

Alier, M., & Vittas, D. (2001). "Personal Pension Plans and Stock Market Volatility". En: R. Holzmann and J. Stiglitz. (Ed.) *New Ideas about Old-Age Security*. Washington, DC: Banco Mundial.

Amaya A. et al., C. M. (2015). Fitorremediación De Contaminantes Orgánicos. *ResearchGate*. Recuperado el 2 de 10 de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/309533639_Fitorremediacion_de_contaminantes_organicos

Amaya Vanegas, E. (2013). Diseño de la Oficina de Proyectos. Bogotá.

Amendola, L. P. (2004). Metodología para la implementación del Project Management

- Office PMO. VALENCIA: Departamento de Proyectos de Ingeniería/UPV.
- Anif. (2009). El sistema pensional colombiano: diagnóstico y soluciones (Informe Semanal No. 980 de junio) Recuperado de. Anif.
- Anudechakul, C. A. (2015). Removal of chlorpyrifos by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and the role of a plant-associated bacterium. *International Journal*, 678 - 785.
- Apaza, E. (20 de octubre de 2013). Medidas de distribución: asimetría y curtosis. Recuperado el 27 de julio de 2015, de Universidad Nacional del Altiplano: www.unap.edu.pe
- Arenas A et al. (2011). Evaluación De La Planta Lemna Minor Como Biorremediadora De Aguas Contaminadas Con Mercurio. *ACI*, 2(3), 1 - 11.
- Arias Chaves, M. (2010). Marco conceptual de la administración de proyectos. *Ciencias Económicas*.
- Arroyave, M. (2004). La Lenteja De Agua (Lemna Minor L.): Una Planta Acuática Promisoria. *Rev.EIA.Esc.Ing.Antioq*(1), 33 - 38.
- AXELOS Limited. (2013). Portfolio, Programme and Project Management Maturity Model (P3M3®) (Vol. Version 2.1). London, United Kingdom: AXELOS Limited.
- Bacone, K. (2012). *Blender Game Engine Beginner's Guide*. Birmingham: Pack Publishing Ltd.
- Baillu, J., & Reisen, H. (1997). "Do Funded Pensions Contribute to Higher Aggregate Savings? A Cross-Country Analysis". *Pensions, Savings y Capital Flows: From Ageing to Emerging Markets*. Paris.: ed. Helmut Reisen, 113-31. OCDE.
- Bajo, O. (1991). *Teorías del Comercio Internacional*. Barcelona: Antoni Bosch S.A. Recuperado el 19 de Septiembre de 2016
- Bancamia. (23 de Abril de 2016). <https://www.bancamia.com.co>.
- Banco Agrario de Colombia. (16 de Abril de 2016). www.bancoagrario.gov.co.
- Banco Av Villas. (16 de Abril de 2016). <https://www.avillas.com.co>.
- Banco bbva. (16 de Abril de 2016). <https://www.bbva.com.co>.
- Banco Caja Social. (27 de Abril de 2016). <https://www.bancocajasocial.com>.
- Banco Colpatria. (28 de Abril de 2016). <https://www.colpatria.com>.
- Banco Corpbanca. (20 de Abril de 2016). <https://www.bancocorpbanca.com.co>.
- Banco Davivienda. (16 de Abril de 2016). <https://www.davivienda.com>.
- Banco de Bogota. (26 de Abril de 2016). www.bancodebogota.com.
- Banco de la Republica de Colombia. (23 de Mayo de 2016). Obtenido de <http://www.banrep.gov.co>
- Banco del Occidente. (23 de Abril de 2016). <https://www.bancodeoccidente.com.co>.
- Banco Falabella. (30 de Abril de 2016). <http://www.bancofalabella.com.co>.

- Banco Mundial . (2006). Soporte del Ingreso Económico en la Vejez: Una Perspectiva Internacional de los Sistemas de Pensiones y de sus reformas. En coedición con Mayol Ediciones S.A.
- Banco Pichincha. (28 de Abril de 2016). <https://www.bancopichincha.com.co>.
- Banco Popular. (05 de Mayo de 2016). <https://www.bancopopular.com.co>.
- Bancoomeva. (23 de Abril de 2016). <http://www.bancoomeva.com.co>.
- Barr, N. (2000). "Reforming Pensions: Myths, Truths y olicy Choices". . Washington, DC.: FMI WP/00/139,.
- Barr, N. (2001). "The Truth about Pension Reform". Finance and Development 38 (3): 6-9.
- Barr, N. (2005). "Notional Defined Contribution Pensions: Mapping the Terrain" Pension Reform through NDCs: Issues and Prospects for Non-Financial Defined Contribution Schemes. Washington, DC. Banco Mundial: ed. Robert Holzmann y Edward Palmer.
- Becerra, G., Alarcón, W., Salavarieta, J. C., & Fuquen, H. (2015). LA SEDIMENTACIÓN EN EMBALSES DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS, gran problema con solución. Ingesocios, 22-24.
- Becerra, J. y. (2013). Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/11112/1/marthaisabelorjuela2013.pdf>
- Beck, T., Levine, R., & y Loayza, N. (2000). "Finance and the Sources of Growth". Journal of Financial Economics 58 (12): 261 300.
- Beltrán, M. y. (2016). BIORREMEDIACIÓN DE METALES PESADOS CADMIO (Cd), CROMO (Cr) Y MERCURIO (Hg) MECANISMOS BIOQUÍMICOS E INGENIERÍA GENÉTICA: UNA REVISIÓN. Revista Facultad de Ciencias Basicas, 173 - 197. Recuperado el 15 de 08 de 2018
- Bermeo Gasca, A., & Pavas Cano, D. P. (2014). Propuesta para mejorar la gestión de proyectos en la Unidad de Tecnología de EDATEL, a partir de la identificación y evaluación de los aspectos que influyen favorable o desfavorablemente la realización de los proyectos en la Unidad. Medellín: Universidad EAFIT.
- Bernal, A. (2011). Fitorremediación en la recuperación de suelos: Una vision General. Revista De Investigacion Agraria y Ambiental, 5(2), 2014. Recuperado el 18 de 09 de 8
- BIAGORRI, A. (1995). DE LO RURAL A LO URBANO: Hipótesis sobre las dificultades de mantener la separación epistemológica entre Sociología Rural y Sociología Urbana en el marco del actual proceso de urbanización global. V Congreso Español de Sociología - Granada, 1995. GRUPO 5. SOCIOLOGÍA RURAL. Sesión (pág. 14). Granada: Recuperado de : www.eweb.unex.es/eweb/sociolog/BAIGORRI/papers/rurbano.pdf.
- BOISIER, S. (2000,). Biorregionalismo, La ultima version del Cuento del traje del emperador. Territorios. Revista de Estudios regionales., 30.
- BOISIER, S. (2003). Globalización, geografía política y fronteras. Anales de geografía de la Universidad Complutense., 39.
- BOISIER, S. (2014). Biorregionalismo. Una ventana Hacia el desarrollo economico



- sustentable. *TERRA, Revista de desarrollo Local*, 30.
- Bravo-Díaz, B. D.-L.-V.-D. (2009). Coordinación entre los niveles de gestión de proyectos: portafolio, programa y proyecto. *Organización y dirección de empresas*, 421-428.
- Bres, P. C. (2012). Capacidad de las macrofitas *Lemna minor* y *Eichhornia crassipes* para eliminar el níquel. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 153 - 157. Recuperado el 29 de 09 de 2018
- Bruns, J., & De Coster, D. (1975). *La contabilidad y el comportamiento humano*. México: Trillas.
- Buys, A. J., & Stander, M. J. (2010). Linking Projects To Business Strategy Through Project Portfolio Management. *South African Journal Of Industrial Engineering*, 59-68.
- Cabrey, T. S., & Amy. (2014). Cómo hacer posible el cambio organizativo mediante iniciativas estratégicas. Informe detallado de PMI Pulso de la profesión 2014. Obtenido de <http://www.pmi.org/~media/PDF/Knowledge%20Center/Spanish/organizational-change-management-spanish.ashx>
- Cai T., P. S. (2013). Nutrient recovery from wastewater streams by microalgae: status and prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 19, 360-369. Recuperado el 2018 de 09 de 12
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2015). Certificado de existencia y representación legal Asociación de viveristas de la región del Sumapaz. ASOVIZ. Fusagasugá.
- Cantos, M. (1998). *Introducción al comercio internacional*. Barcelona. Recuperado el 19 de Septiembre de 2016, de https://books.google.com.co/books?id=XUL--tAKYKY-C&pg=PA26&dq=ventaja+absoluta+de+adam+smith&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=ventaja%20absoluta%20de%20adam%20smith&f=false
- CAPPUCCIO, S. M. (2009). Biorregionalism as a new development paradigm. *ENTI. International Conference of Territorial Intelligence and culture of Development*, 10.
- Carmichel, J., & Palacios, R. (2004). *A Framework for Public Pension Fund Management*, Ed. Musalem A. y Palacios R. Washington, D.C.: Banco Mundial.
- Carreño, U. (2016). Diseño y evaluación de un biosistema de tratamiento a escala piloto de aguas de curtiembres a través de la *Eichhornia crassipes*. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 717 - 733. Recuperado el 18 de 09 de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/776/77649147009.pdf>
- Carreño, U. (2016). Diseño y evaluación de un biosistema de tratamiento a escala piloto de aguas de curtiembres a través de la *Eichhornia crassipes*. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 74 - 81. doi: 10.15446/rev.colomb.biote.v18n2.52271
- Carrión, C. P.-d. (2012). Aprovechamiento potencial del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en Xochimilco para fitorremediación de metales. *Agrociencia*, 46(6). Recuperado el 09 de 30 de 2018
- CARRIZOSA, U. J. (2010). *Ambiente y desarrollo el reto de la Sostenibilidad*. El desarrollo:

- Perspectivas y Dimensiones, Aportes Interdisciplinarios., 31.
- Caselles A., V. P. (2011). Efficiency of mesocosm-scale constructed wetland systems for treatment of sanitary wastewater under tropical conditions. *Water, Air & Soil Pollution journal*, 11 - 13.
- Casierra H et al., C. J. (2016). Desinfección de agua residual doméstica mediante un sistema de tratamiento acoplado con fines de reúso. *Tecnol. Cienc. Agua*, 97 - 111. Recuperado el 27 de 08 de 2018
- Castellanos, J. F. (2010). La asociatividad como fenómeno evolutivo, análisis de casos colombianos . *Revista EAN* No. 68, 100-111.
- Castellanos, J. (s.f.). La asociatividad.
- Caviedes, D. D. (2016). Remoción de metales pesados comúnmente generados por la actividad industrial, empleando macrófitas neotropicales. *Revista Producción + Limpia*, 1(2), 126. Obtenido de http://lasallista.edu.co/revistas/pl/pl_v11n2/pl_v11n2.pdf
- Chacon, F. R. (2008). Propuesta para la aplicación del modelo de madurez OPM del PMI en el banco central de Costa Rica. Universidad para la Cooperación Internacional, San José, Costa Rica. Obtenido de <http://www.uci.ac.cr/Biblioteca/Tesis/PFGMAP498.pdf>
- Chiavenato, I. (1997). *Introducción a la teoría general de la administración*. Bogotá: Mac Graw Hill.
- Clavijo, S. (2002). *Sostenibilidad pensional y gasto social*. Bogotá: ALFAOMEGA.
- Clavijo, S. (2011). *Situación fiscal de Colombia y ajustes requeridos (2011-2020)*. Fedesarrollo.
- CONVENIO CARDER - FONADE (MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE), CONVENIO CORPORACION ALAMA MATER- FOREC. . (2002). *ECORREGION EJE CAFETERO: UNTERRITORIO DE OPORTUNIDADES*, Proyecto: Construcción de un ordenamiento Territorial para el Desarrollo Sostenible en la Ecorregion del Eje Cafetero. PEREIRA: FONADE.
- CORDOVA, F., & MAYORGA, E. (2007). *GOBERNABILIDAD Y GOBERNANZA EN AMERICA LATINA*. Working Paper NCCR Norte-Sur (pág. 18). Ginebra: Instituto de Investigacion y Debate Sobre La Gobernanza.
- Craig, D. (1996). *Extensible Hierarchical Object-Oriented Logic Simulation with an Adaptable Graphical User Interface*. Memorial Univ. of Newfoundland. Saint John, Canadá.
- Crawford, J. K. (2014). *Project Management Maturity Model (Third Edition ed.)*. Boca Raton: PM Solutions Research.
- CUERVO, L. M. (2010). El Desarrollo leído en Clave de planeación: Piezas para la reinención del concepto. *ILPES CEPAL*, 31.
- CUERVO, L. M. (2010). *Teoría del Desarrollo 21.0. Piezas Para la Reinencion del Concepto*. ILPES CEPAL, 31.
- CUERVO, L. M. (2010). *Teorías del Desarrollo 21.0. Piezas para la reinencion del Concepto*. ILPES, CEPAL. Recuperado de: www.cepal.org/ilpes/noticias/páginas/.../planeación_del_desarrollo.pdf, 31.



Dankhe, G. (1989). Investigación y comunicación en C. Fernandez Collado y G:L. Dankhe La comunicación Humana Ciencia social. México, D.F.: Mc Graw Hill.

Darrell, V., Baccarini, D., & Love, P. (2010). Demystifying the Folklore of the Accidental Project Manager in the Public Sector. *Project Management Journal*, 58.

De Ferratti, D., Leipziger, D., & y Srinivas, P. (2002). "The Future of Pension Reform in Latin America". . *Finance and Development* 39 (3), 39-43.

DE MATTOS, C. (2000). Nuevas Teorías del crecimiento económico:Una lectura desde la perspectiva de los territorios de la periferia. No 58. *Revista de estudios Regionales*, 36 p.

Decreto 2649. (1993). Decreto 2649. Decreto Reglamentario 2649. Legis.

Delgado Palacios, P. M. (2014). Inteligencia de Negocios para Empresas de Construcción y la Gestión de Proyectos con enfoque en las mejores prácticas . Cuenca.

Den Breeÿen, A. y. (2009). Biological control of invasive weeds in forests and natural areas by using microbial agents. En: *Management of Invasive Weeds*. Usa: Inderjit.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA, DANE. (2016). CUENTA, SATELITE AMBIENTAL. COMPORTAMIENTO DE LAS PRINCIPALES VARIABLES 2013 - 2014. Santa fe de Bogota. D.C.: DIRECCION DE SINTESIS Y CUENTAS NACIONALES, DANE. Recuperado de: www.dane.gov.co.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION. (2015). PLAN NACIONAL DE

DESARROLLO 2014- 2018 , "TODOS POR UN NUEVO PAIS". Santa fe de Bogota D.C.: DNP.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION, DIRECCION DE DESARROLLO TERRITORIAL SOSTENIBLE, COMITE ESPECIAL INTERINSTITUCIONAL. COMISION DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. (2014). BASES PARA LA FORMULACION DE LA POLITICA GENERAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, TEXTO PARA DISCUCION. INSUMO PARA EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2014 - 2018. BOGOTA, D.C.: DNP.

Diamond, P. (2003). *Taxation, Incomplete Markets, and Social Security: The 2000 Munich Lectures*. Cambridge: MA: MIT Press.

Diaz, C. (2014). Tratamiento de agua residual a través de humedales. Tunja: V Congreso Internacional de Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.

Díaz, S. Z. (2013). DISEÑO DE UN HUMEDAL CONSTRUIDO PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA DE PRODUCCIÓN DE UN CAMPO DE PETRÓLEO COLOMBIANO. *Revistas Uis edu*, 1 - 5.

Dilnot, A., & Johnson, P. (1993). *The Taxation of Private Pensions*. Londres: Institute for Fiscal Studies.

DNP. (2015). Departamento Nacional de Planeación. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/PND%202014-2018%20Tomo%201%20internet.pdf>

Drucker, P. (1998). *Pensamiento Administrativo*. México: Harper Collins.

El Congreso de Colombia. (2004). LEY 905 DE 2004. El Congreso de Colombia.

- El índice Bursatil Dow-Jones. (05 de Septiembre de 2010). Obtenido de <http://empresayeconomia.republica.com>
- El tiempo. (21 de Octubre de 1998).
- El tiempo. (1 de Agosto de 2011).
- Esser, K., Hillerbrand, W., Messner, D., & Meyer-Stamer, J. (1994). Competitividad Sistemica. Recuperado el 31 de Julio de 2016, de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/economia/article/download/6235/5897>
- Fedesarrollo. (2010). El Sistema Pensional En Colombia: Retos Y Alternativas Para Aumentar La Cobertura. Bogotá.
- Fedesarrollo. (2010). EL SISTEMA PENSIONAL EN COLOMBIA: RETOS Y ALTERNATIVAS PARA AUMENTAR LA COBERTURA. Bogotá.
- FERNANDEZ, J. G. (2000). GEOGRAFÍA FÍSICA O CIENCIAS NATURALES. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- FIGUEROA, A. (2013). Crecimiento Económico y Medioambiente. Revista de la CEPAL, 208.
- FMI. (September 2004). World Economic Outlook: The Global Demographic Transition. . Washington, DC.
- Forero, E. (2014). Presidente Davivienda.
- Funadacion Bancolombia. (01 de Mayo de 2016). <https://www.fundacionbancolombia.org>.
- Galeano Marín, M. E., & Vélez Restrepo, O. L. (2000). Estado del arte sobre fuentes documentales. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Galeano, J. (2016). CAPITULO III - DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. En DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (págs. 158 - 168). Santander - Colombia. Recuperado el 27 de 8 de 2018, de https://www.emagister.com/uploads_user_home/Comunidad_Emagister_2621_residuales.pdf
- Ghoddousi, P., Hosseini, M. r., & Amini, Z. (s.f.). dharmacon. Obtenido de <http://blog.dharmacon.net/articulos/estudio-sobre-estado-madurez-empresas-constructoras-iranes-grado-utilizando-modelo-madurez-opm3/>
- GHUL, A. (2006). balancear Conservacion y Desarrollo para lograr Conservación para el Desarrollo. El Desarrollo: perspectivas y Dimensiones, aportes interdisciplinarios., 30.
- Gilpavas, E. A. (2017). TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA TEXTIL MEDIANTE COAGULACIÓN QUÍMICA ACOPLADA A PROCESOS FENTON INTENSIFICADOS CON ULTRASONIDO DE BAJA FRECUENCIA. Rev. Int. Contam. Ambie., 157 - 167. Recuperado el 12 de 9 de 2018
- Giraldo, C. (2007). ¿Protección o desprotección social? . Bogotá D.C.: Ediciones desde Abajo.
- Gobernación de Cundinamarca, Secretaría de Planeación. (2016). Estadísticas de Cundinamarca 2011- 2013. Bogotá: Gobernación de Cundinamarca, Secretaría de Planeación.
- Gonzales J, et al. (2012). Diseño Conceptual De Una Estación Experimental De Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas Orientada A Municipios Con Población Menor A 30.000 Habitantes. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 11(21), 87 - 100.



- GRAJALES VENTURA, S. C. (2009). Nueva Ruralidad y Desarrollo Territorial. Una perspectiva desde los Sujetos Sociales. Veredas. Revista de Pensamiento Ecologico, 23.
- Guevara, M. y. (2015). Eichhornia crassipes, SU INVASIVIDAD Y POTENCIAL FITORREME-DIADOR. Ciencias De La Vida, 8 - 11.
- Hall, R., & Lieberman, M. (2003). Ventaja Comparativa y las ganancias del comercio. Madrid. Recuperado el 19 de Septiembre de 2016
- Hernande, G. C., & Duque, G. A. (2005). Investigación en Administración en América Latina. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- HERNANDEZ PINZON, L. M. (2008). Importancia de la geografía económica y el desarrollo humano. Revista CIFE: Lecturas de Economía Social. No 13, Diciembre, 20.
- Hill, G. M. (2008). The Complete Project Management Office Handbook (Vol. THIRD EDITION). Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Hofer, H., & y Koman, R. (2001). Social Security and Retirement in Austria. Vienna: Institute for Advanced Studies.
- Holzmann, R. (1990). "The Welfare Effects of Public Expenditure Programs Reconsidered". Documentos del personal del FMI 37 (2): 338-59. FMI.
- Holzmann, R., & Vodopivec, M. (2005). Mandated Severance Pay Programs: An International Perspective on Status, Concepts, and Reforms. Washington, DC: Banco Mundial.
- Ibero, R. (3 de 2 de 2016). Eutrofización: tratamiento mediante la manipulación de cadenas tróficas. Obtenido de <http://ibero-rest.com/tratamiento-de-eutrofizacion/>
- Ibero-Rest . (03 de 02 de 2016). Ibero-Rest . Obtenido de Ibero-Rest : <http://ibero-rest.com/tratamiento-de-eutrofizacion/>
- ICHRP. (s.f.). Artículo 25 - Declaración Universal de Derechos Humanos. Obtenido de http://www.ichrp.org/es/articulo_25_dudh
- INSTITUTO DE HIDROLOGIA METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. (2011). MONITOREO Y SEGUIMIENTO AL FENOMENO DE LA DEFORESTACION EN COLOMBIA. Santa fe de Bogota, D.C.: INSTITUTO DE HIDROLOGIA METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES, IDEAM. Recuperado de: www.ideam.gov.co.
- INSTITUTO DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES IDEAM. (2011). ANALISIS DE TENDENCIAS Y PATRONES ESPECIALES DE DEFORESTACION EN COLOMBIA. SANTA FE DE BOGOTA, D.C.: COMITE DE COMUNICACIONES Y PUBLICACIONES DEL IDEAM.
- INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI, IGAC. SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA PARA LA PLANEACION Y EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL CIGOT. (2016). Recuperado de: <http://sigotn.igac.gov.col/sigotn/>.
- IUCN. (10 de 08 de 2010). International Union for Conservation of Nature. Obtenido de International Union for Conservation of Nature: <https://www.iucn.org/es>
- IZQUIERDO URIBE, A. (2007). Dimension ambiental y estudios interdisciplinarios sobre desarrollo. Siete aportes Interdisciplinarios desde teorías de la Complejidad. El Desarrollo:

- perspectivas y Dimensiones, Aportes Interdisciplinarios., 30.
- Jaramillo, K. I. (2014). Plan de mejoramiento para la gestión integral de proyectos en la Compañía Colombiana de Consultores S.A. (CCC S.A.). Medellín: Universidad EAFIT. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10784/2934>
- Jedd, M. (s.f.). BEST OF CONGRESS PAPERS ORGANIZATIONAL maturity ASSESSMENTS LIGHT THE WAY TO OPTIMIZED PROJECT MANAGEMENT. PMI - Learning. Obtenido de <http://www.pmi.org/learning/growing-up-maturity-assessments-4709>
- Jones, D. (17 de Marzo de 2011). Guioteca. Obtenido de <https://www.guioteca.com/rse/dow-jones-sustainability-index-la-rse-tambien-se-mide-en-bolsa/>
- Jones, D. (09 de Diciembre de 2014). Dinero. Obtenido de <http://www.dinero.com/inversionistas/articulo/empresas-colombianas-indice-sostenibilidad-dow-jones-2014/200871>
- Kerzner, H. (2001). Strategic Planning For Project Management Using A Project Management Maturity Model. New York: International Institute for Learning.
- Kerzner, H. (2009). Project Management - A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling (TENTH EDITION ed.). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.
- Kindermans, C. (2006). Symposium - Project Portfolio Management. Delft.
- Labrada, S. A., & Sierra, H. A. (2010). VALORACIÓN DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS EN EMPRESAS DE BOGOTÁ - NIVEL DE MADUREZ EN GESTIÓN DE PROYECTOS. Revista EAN, 60-87.
- Lema, J. P. (2004). La Guía Estratégica - El Corazón Del Plan Estratégico. Revista EIA, 9.
- Lizarazo, J. O. (2013). Bdigital - Universidad Nacional De Colombia. Obtenido de Bdigital - Universidad Nacional De Colombia: <http://bdigital.unal.edu.co/11112/1/marthaisabelorjuela2013.pdf>
- Llano B., C. J. (2014). Tratamiento Físicoquímico de las Aguas Residuales Generadas en el Proceso de Beneficio de Arcillas y Alternativas de Uso de los Lodos Generados en el Proceso. Inf. tecnol., 25(3), 72 - 83.
- López, C. (2011). Colombia: A la Penúltima Moda. Cartagena.
- López, H., & Lasso, F. (2008). Salario mínimo, salario medio y empleo asalariado privado en Colombia. Medellín: Banco de la República.
- Lopez, I. (2015). Alternativas de disposición para la fitorremediación de suelos contaminados por actividades mineras. Bogotá: Doctoral dissertation, Corporación Universitaria.
- López, S. P., & Muriel, J. J. (2011). - Correlación entre la madurez en la gestión de proyectos y el éxito de los mismos en una muestra de las universidades colombianas. Cali: Universidad ICESI. Obtenido de https://bibliotecadigital.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/67927/1/correlacion_madurez_gestion.pdf
- Martelo, J. y. (2012). Macrofitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales; una revisión del estado del arte. Ingeniería y Ciencia, ing. cienc., 8(15), 221-243.



- Martinez P. (2014). Evaluación y Diseño de un Humedal Construido para la Depuración de Aguas Residuales Do.
- Martínez, F. R. (2011). Aproximación a la historia de Fusagasugá. Fusagasugá: Martínez, Felix Raul.
- Matassa, P. (2006). Grow Up Already! . Seattle Washington: Originally published as part of 2006 PMI Global Congress Proceedings .
- Matassa, P. (2006). Grow Up Already!--An OPM3® Primer. Seattle Washington: PMI Global Congress Proceedings. Obtenido de <http://www.pmi.org/learning/grow-up-already-opm3-primer-8108>
- MENDEZ, P. S. (2007). Desarrollo sostenible y economía: una mirada hacia el futuro. Extraído de: campus.usal.es/~ehe/anisi/MA/.../Desarrollo_sostenible_y_economia.pdf, 18.
- Mendoza Y., C. F. (2016). Fitorremediación como alternativa de tratamiento para aguas residuales domésticas de la ciudad de Riohacha (Colombia). Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia, 9(2). Recuperado el 29 de 09 de 2018
- MONTES LIRA, P. F. (2001). EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL COMO OPCION DE POLITICAS URBANAS Y REGIONALES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE. REVISTA DE LA CEPAL, SERIE MEDIOAMBIENTE Y DESARROLLO, 64 Pgs.
- Munch, L. (2003). Administración, gestión organizacional, enfoques y proceso administrativo. México: Prentice Hall.
- Muñoz S, e. a. (2012). Efectos del perifiton sobre los parámetros fisicoquímicos del agua en estanques con policultivo de tilapia *Oreochromis niloticus* y *Bocachico Prochilodus magdalenae*. Revista Lasallista de Investigación, 9 (1), 41 - 52.
- OIT. (2001). Social security: A new consensus. Ginebra.
- Organización de Naciones Unidas, ONU. (2012). La Sostenibilidad del desarrollo a 20 años de la cumbre Para la Tierra: Avances, brechas y lineamientos estratégicos para America Latina. Naciones Unidas.
- Ovalle, Ó. R., & López, Á. J. (2012). Estado de la gerencia de proyectos en PYMES del sector Artes Gráficas y propuestas delineamientos para su mejoramiento. Universidad Externado de Colombia, 16-30.
- Paulk, M. C., Curtis, B., Chrissis, M. B., & Weber, C. V. (1993). Capability Maturity Model for Software. Carnegie Mellon University. Pittsburgh, Pennsylvania: Software Engineering Institute.
- Peña, E. M. (2013). BIOPROSPECCIÓN DE PLANTAS NATIVAS PARA SU USO EN PROCESOS DE BIORREMEDIACIÓN: CASO HELICONA PSITTACORUM (HELICONIACEA). Rev. acad. colomb. cienc, 470 - 481.
- Peña, M. D. (2013). Tratamiento de Aguas Residuales en Mexico. Revista de Estudios Territoriales. Recuperado el 25 de 11 de 2018
- Perdomo, A. e. (2013). La Fitorremediación Como Estrategia Para Reducir Impactos Del Mercurio En Agua: Un Microproyecto De Educación En Química Verde. Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza, 106 - 116.
- Pereira Piedra, I. C., & Vasco Cajiao, A. (s.f.). Efectividad en la administración de programas.

- Perez A, e. a. (2016). Aprovechamiento Energético de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Resear Chgate. doi:10.13140/RG.2.1.4715.4169
- Periódico ecoSolidario. (19 de abril de 2011).
- PINEDA HOYOS, S. (2008). GOBERNANZA, TERRITORIO Y BIENES PUBLICOS REGIONALES. UNA VISION DESDE LA REGION ANDINA. SEMINARIO INTERNACIONAL PAZ, CONFLICTO Y DESARROLLO (pág. 29). CUCUTA: UNIVERSIDAD DEL ROSARIO.
- PINEDA HOYOS, S. (Julio de 2009). CIUDAD - REGIÓN GLOBAL: UNA PERSPECTIVA DE LA GOBERNANZA DEMOCRÁTICA TERRITORIAL. Bogota: Centro de Pensamiento en Estrategias Competitivas – CEPEC Universidad del Rosario.
- Pinto, A., Cota, M., & Levin, G. (2010). Project Management Institute. Obtenido de <http://www.pmi.org/learning/maturity-cube-self-assessing-performance-6437>
- PMI. (2003). Organizational Management Maturity (OPM3) - Second Edition KnowledgeFoundation. Newtown Square: Project Management Institute, Inc.
- PMI. (2012). Organizational Project Management Maturity Model (OPM3) (Vol. Third). Newtown Square, Pennsylvania, USA: Project Management Institute, Inc.
- PMI. (2013). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK). Newtown Square, Pennsylvania, USA: Project Management Institute, Inc.
- PMI. (2013). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK). Newtown Square: Project Management Institute, Inc.
- PMI. (2013). The Standard for Portfolio Management. Newtown Square, Pennsylvania, USA: Management Institute Project, Inc.
- PMI. (2016). Governance of portfolios, programs, and projects : a practice guide /. Newtown Square,: Project Management Institute, Inc.
- Porter, M. (1980). Competitive Strategy. Recuperado el 31 de Julio de 2016
- Pritchard, K. (2016). The Royal Horticultural Society - Herbaria Plants. University of Oxford, 1. Recuperado el 26 de 08 de 2018
- Pulso de la profesión de PMI. (2014). Pulso de la profesión de PMI: el alto costo de un bajo desempeño. PMI: PMI. Obtenido de <http://www.pmi.org/~media/PDF/Knowledge%20Center/Spanish/2014-pulse-of-profession-report.ashx>
- Pulso de la Profesión PMI. (2012). Pulse of the Profession. PMI: PMI. Obtenido de http://www.pmi.org/~media/PDF/Research/2012_Pulse_of_the_profession.ashx
- Pulso de la Profesión PMI. (2013). Ventajas competitivas de una gestión eficaz de talentos. Obtenido de <http://www.pmi.org/~media/PDF/Knowledge%20Center/Spanish/2013-pulse-talent-management-report.ashx>
- Quispe, L. A. (2017). Eficiencia de la especie macrófita Eichhornia crassipes (Jacinto de agua) para la remoción de parámetros físico-químicos, metal pesado (Pb) y la evaluación



de su crecimiento en función al tiempo y adopción al medio en una laguna experimental. *Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 79 - 93. Recuperado el 12 de 10 de 2018

R, R. (1997). *La Asociatividad como estrategia de fortalecimiento de las pymes*. Caracas.

Ramil, P. R. (2018). *Eichhornia crassipes (Mart) Solms en el Parque Nacional Marítimo-Terrestre das Illas Atlánticas de Galicia como resultado de un transporte por mar a larga distancia*. *Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural*, 18. Recuperado el 26 de 08 de 2018

Ramirez T, G. (2008). *Porter 5 Fuerzas y Diamante de la Competitividad*. Recuperado el 31 de Julio de 2016, de www.academia.edu/download/34923954/PORTER_5_FUERZAS_Y_DIAMANTE_DE_LA_COMPETITIVIDAD.doc

Rao, R., & Jagathnarayanan, A. P. (2005). *Implementing OPM3--The Challenges*. Singapore: 2005 PMI Global Congress Proceedings. Obtenido de <http://www.pmi.org/learning/implementing-opm3-challenges-7622>

Reyes, C. R. (s.f.). *Presidente Bancolombia*.

Reyes, Y. V. (2016). *CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS: IMPLICACIONES EN SALUD, AMBIENTE Y SEGURIDAD ALIMENTARIA*. *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 66 - 77.

Rincón Choconta, J. A., & Celis Rojas, L. E. (2015). *Elaboración del diagnóstico del grado de madurez en administración de proyectos de la jefatura de tecnología de negocios transaccionales de El Tiempo casa editorial en Bogotá*

D.C. *Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito*. Bogotá: *Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito*. Obtenido de <http://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/179>

Roa, J. (2014). *Deforestación y Contaminación*. *Policía Nacional – Dirección de Antinarcóticos*, 81 - 98.

Rosales, R. (1997). *La Asociatividad como estrategia de fortalecimiento de las pymes*. Texas: *Universidad de Texas*.

Ruiz, J. (2008). *PYTHON 3D*. *Linux Magazine*.

SALAZAR, R., & AGUADO LOPEZ, E. (2001). *En Busqueda de Un Nuevo Contrato Natural: El empleo de una nueva estrategia de Desmonte Analítico de la cuestión Ambiental*. *TERRITORIOS: Revista de estudios regionales.*, 30.

Sanchez Barajas, G. (s.f.). *Competitividad Regional de las Empresas Manufactureras de Mexico 1999-2009*. Mexico. Recuperado el 31 de Julio de 2016, de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013/1271/#indice>

Sánchez, C., & Fuquen, H. (2013). *SEDIMENTOS: UNO DE LOS RETOS DE LA GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA. DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN EMPRESARIAL*, 6-8. Obtenido de <http://www.colinnovacion.com/wp-content/uploads/ARTICULO-2-EDICION-C3%93N-2-VOLUMEN-1-JUNIO-2013.pdf>

Sanchez, H., & Benoît, R. (2010). *Measuring Portfolio Strategic Performance Using Key Performance Indicators*. *Project Management Journal*, 64.

Sánchez, R. (2008). *La crisis del sistema pensional colombiano. Análisis de cobertura*

y críticas a las fallidas reformas. Ensayos de economía No. 32.

Santa María, M., Gracia, F., & Mujica, A. (et al 2009). Los costos no salariales y el mercado laboral: impacto de la reforma a la salud. Working Paper Fedesarrollo.

Santamaria, D. Y. (2013). Algunos Aspectos Sobre La Introducción De Especies, Y Estado Del Conocimiento Sobre Los Peces Introducidos En El Departamento De Caldas, Colombia. Luna Azul(37), 268 - 281.

Santana Castillo, H. (2012). Modelo de Madurez Organizacional en Administración de Proyectos. Asturias: Universidad de Oviedo.

Schlichter, J. (2001). PMI's Organizational Project Management Maturity Model. Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars & Symposium. Obtenido de <http://www.pmi.org/learning/organizational-maturity-model-body-knowledge-7974>

Schutt, E. (2011). El salario mínimo y el régimen de ahorro individual en pensiones: diagnóstico, evidencia y problemática. Bogotá, D.c.: Ediciones Uniandes.

SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACION, UNCRD. (2014). RAPE REGION CENTRAL TERRITORIO PARA LA PAZ. DOCUMENTO TECNICO DE SOPORTE. SANTA FE DE BOGOTA, D.C.: SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACION, UNCRD.

Solarte-Pazos, L., & Sánchez-Arias, L. F. (2014). Gerencia de proyectos y estrategia organizacional: el modelo de madurez en Gestión de Proyectos CP3M© V5.0*. Revista Innovar Journal, 5-18.

SWANSON, S. (2012). Measuring Maturity - AN ORGANIZATION'S PROJECT MANAGEMENT MATURITY IS A KEY SUCCESS INDICATOR—BUT ONLY IF COMPANIES KNOW HOW TO GAUGE IT. PM NETWORK. Obtenido de <http://www.pmi.org/learning/measuring-maturity-effectively-management-evaluate-2319>

Terry Cooke-Davies, P. (2013). Cómo desenvolverse en un entorno complejo. Informe detallado de PMI Pulso de la profesión 2013.

The Economist Intelligence Unit Limited. (2013). Why good strategies fail Lessons for the C-suite. A report from the Economist Intelligence Unit. Obtenido de http://www.pmi.org/~media/PDF/Publications/WhyGoodStrategiesFail_Report_EIU_PMI.ashx

Torres E Y Marin A. (2012). Optimización Del Humedal Artificial Subsuperficial Para Tratamiento De Aguas Residuales. Revista Ingenio Libre, 30 - 38.

Torres, D. (2003). El papel de los microorganismos en la biodegradación de compuestos tóxicos. Ecosistemas - Revista Científica De Ecología Y Medio Ambiente, 1 - 5.

UNIDAD REGIONAL DE DESARROLLO AGRICOLA Y RURAL SOSTENIBLE LCSSES. BANCO MUNDIAL; DIRECCION DEL CENTRO DE INVERSIONES TCI, ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION FAO. (2003). LA NUEVA RURALIDAD Y SU INTERES PARA LA AMERICA LATINA . ROMA, ITALIA.: FAO.

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA. (2011). LINEAS DE BASE DE LA ECORREGION EJE CAFETERO, INSUMO PARA LA AGENDA DEL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA ECORREGION EJE CAFETERO. PEREIRA:



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA U.T.C.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, GLADYS RODRIGUEZ PEREZ COORD. (2003). CIUDAD REGION EJE CAFETERO: HACIA UN DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE. PEREIRA. : UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.

Useche García, J. J., & Fajardo Pachón, A. (2013). Grado de madurez en la gestión de proyectos de las empresas constructoras de Bogotá Constructora MARVAL S.A. Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Obtenido de <http://repository.ucatolica.edu.co:8080/jspui/handle/10983/470>

USEPA. (2016). Evaluating functions and benefits of constructed wetlands. Economic Benefits of Wetlands. Recuperado el 2 de 10 de 2018

VEYRUNES, E. (2008). Las amenazas percibidas para la Amazonía: un estado del arte en términos de seguridad ambiental. Bogotá, D.C.,: Universidad del Rosario Centro de Estudios Políticos e Internacionales –CEPI– Editorial Universidad del Rosario.

Vitória, A. P. (2015). Influence of ecologic type, seasonality, and origin of macrophyte in metal accumulation, anatomy and ecophysiology of *Eichhornia crassipes* and *Eichhornia*. *Aquatic Botany*, 9 - 16.

Werther, P. V. (2013). METHOD FOR CARRYING OUT A MULTIMEDIA COMMUNICATION BASED ON A NETWORK PROTOCOL, PARTICULARLY TCP/IP AND/OR UDP .

Whitehouse, E. (1999). "The Tax Treatment of Funded Pensions". Documento de discusión

sobre protección social 9910. Washington, DC.: Banco Mundial.

Wikipedia. (s.f.). Población mundial. Obtenido de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Poblaci3n_mundial

Yapoga, S. O. (2013). Phytoremediation Of Zinc, Cadmium, Copper And Chrome From Industrial Wastewater By *Eichhornia Crassipes*. *International Journal of Conservation Science*, 4(1), 81 - 86. Obtenido de <https://web.a.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=2067533X&asa=Y&AN=85798885&h=FHGql198D-g6zw9bxNlchlivPaPQzyhKaGEoppGgw5AbFa1UiK%2fZkE9JfzzXIO1tX22%2fKbn9uxZ%2fwHlu3L0kag%3d%3d&crl=c&resultNs=AdminWebAuth&res>

ZORRO SANCHEZ, C. (2006). Entorno Humano y Desarrollo Económico local. El desarrollo: perspectivas y Dimensiones, aportes Interdisciplinarios., 30.