



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## **FACULTAD DE INGENIERIA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

APLICACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO A PARTIR DE TALLOS DE  
BROCOLI PARA LA REDUCCIÓN DE DBO (DEMANDA BIOQUÍMICA  
DE OXIGENO), DQO (DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO) Y COLOR  
EN LAS AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA TEXTIL  
“COMPAÑÍA INDUSTRIAL NUEVO MUNDO S.A.”, LIMA – 2016

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AMBIENTAL**

AUTORA

JAZMIN DEL PILAR MENDO JUAPE

ASESOR

Dr. CARLOS FRANCISCO CABRERA CARRANZA

LINEA DE INVESTIGACIÓN

TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE RESIDUOS

LIMA – PERÚ

2016-I

## **DEDICATORIA**

A mis padres Ana María del Pilar Juape Pedraza y Pedro Eleuterio Mendo Delgado porque siempre me han brindado su apoyo y me han dado fuerzas para seguir adelante; a mis hermanas y abuelos, por ser siempre incondicionales y ayudarme a conseguir mis objetivos.

El autor

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Cesar Vallejo, por brindarme los conocimientos necesarios durante mi estadía; y en especial a la Sede Lima Este, puesto que me fue de gran ayuda su apoyo en el uso de los laboratorios para los análisis y por último, pero no menos importante al Ing. Álvaro Epiquien, Jefe del área de Gestión Ambiental de la Compañía Industrial Nuevo Mundo por su amabilidad hacia mi persona y por permitirme realizar esta investigación dentro de las instalaciones de esta entidad.

El autor

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo Jazmin del Pilar Mendo Juape con DNI N° 72385541, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

---

Jazmin del Pilar Mendo Juape

Lima, 28 de Junio del 2016

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: APLICACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO A PARTIR DE TALLOS DE BROCOLI PARA LA REDUCCIÓN DE DBO (DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO), DQO (DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO) Y COLOR EN LAS AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA TEXTIL “COMPAÑÍA INDUSTRIAL NUEVO MUNDO S.A.”, LIMA – 2016, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

---

Jazmin del Pilar Mendo Juape

## INDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
PRESENTACIÓN.....	v
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Realidad Problemática.....	2
1.2 Trabajos previos.....	3
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	6
1.3.1 Carbón activado.....	6
1.3.2 Teoría de la adsorción.....	8
1.3.3 Métodos de obtención de carbón activado.....	10
1.3.4 Usos del carbón activado:.....	12
1.3.5 Materia prima para la preparación del carbón activado.....	16
1.3.6 Aguas residuales de la industria textil.....	16
1.4 Formulación del Problema.....	18
1.5 Justificación del estudio.....	19
1.6 Hipótesis.....	20
1.6.1 Hipótesis General.....	20
1.6.2 Hipótesis Específicas.....	20
1.7 Objetivos.....	20
1.7.1 Objetivo General.....	20
1.7.2 Objetivos Específicos.....	21
II. METODOLOGÍA.....	22
2.1 Diseño de investigación.....	23
2.1.1. Tipo de Estudio.....	23
2.2 Identificación de variables.....	24
2.2.1 Operacionalización de Variables.....	25

2.3	Población y muestra.....	26
2.3.1	Población: .....	26
2.3.2	Muestra:.....	26
2.3.3	Muestreo:.....	26
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
2.5	Validación y confiabilidad del instrumento.....	30
2.6	Método de análisis de datos.....	31
2.6.1	Estadística Descriptiva con gráficos de barras .....	31
3.1.2	Análisis estadístico con SPSS .....	40
2.6.2	La Prueba de normalidad o test de normalidad .....	49
2.6.3	Prueba de hipótesis .....	52
III.	RESULTADOS .....	65
	Procedimiento de la Investigación .....	66
	Etaapa 1: Identificar el punto donde se tomara la muestra (Agua Residual No Doméstica).....	66
	Etaapa 2: Obtención de carbón activado y armado del tratamiento piloto, recolección de muestra para tratamiento.....	72
	Etaapa 3. Proceso de filtrado en las torres de adsorción .....	80
	Etaapa 4. Análisis de las muestras filtradas, determinación de las concentraciones de DQO, DBO y color.....	83
IV.	DISCUSIÓN .....	85
V.	CONCLUSIÓN .....	88
VI.	RECOMENDACIONES .....	90
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	92
VIII.	ANEXOS .....	97
	ANEXO N°1 FICHA DE REGISTRO DE DATOS DE CAMPO.....	98
	ANEXO N°2 FICHA DEL PROCESO DE CARBONIZACIÓN .....	99
	ANEXO N°3 FICHA DEL PROCESO DE ACTIVACIÓN QUÍMICA.....	100
	ANEXO N°4 FICHA DEL PROCESO DE ACTIVACIÓN FÍSICA.....	101
	ANEXO N°5 FICHA DE REDUCCIÓN DE COLOR .....	102
	ANEXO N°6 FICHA DE REDUCCIÓN DE DQO .....	103
	ANEXO N°7 FICHA DE REDUCCIÓN DE DBO .....	104

ANEXO N°8 MATRIZ DE REDUCCIÒN DE COLOR.....	105
ANEXO N°9 MATRIZ DE REDUCCIÒN DE COLOR.....	106
ANEXO N°10 MATRIZ DE REDUCCIÒN DE DQO .....	107
ANEXO N°11 MATRIZ DE REDUCCIÒN DE DQO .....	108
ANEXO N°12 MATRIZ DE REDUCCIÒN DE DBO.....	109
ANEXO N°13 MATRIZ DE REDUCCIÒN DE DQO .....	110
ANEXO N°14 INFORME DE ENSAYO DE LA MUESTRA INICIAL.....	111



## INDICE DE TABLAS

Tabla N°01: Registro de muestreo de reducción de DQO con carbón activado a los 15 min .....	31
Tabla N°02: Registro de muestreo de reducción de DQO con carbón activado a los 60 min .....	32
Tabla N°03: Registro de muestreo de reducción de DBO con carbón activado a los 15 min .....	34
Tabla N°04: Registro de muestreo de reducción de DBO con carbón activado a los 60 min .....	35
Tabla N°05: Registro de muestreo de reducción de color con carbón activado a los 15 min .....	37
Tabla N°06: Registro de muestreo de reducción de color con carbón activado a los 60 min .....	38
Tabla N° 07 Prueba de normalidad de los datos de la reducción de DQO, DBO y color con el tratamiento por carbón activado en un tiempo de contacto de 15 min. ....	49
Tabla N° 08 Prueba de normalidad de los datos de la reducción de DQO, DBO y color con el tratamiento por carbón activado en un tiempo de contacto de 60 min. ....	51
Tabla N°09 Homogeneidad de varianzas según el test de Levene de las variables reducción de DQO, DBO y color.....	53
Tabla N°10 Test Anova de la reducción de DQO, DBO y color en los cuatro tratamientos. ....	54
Tabla N°11 Prueba de Tukey de comparación dos a dos.....	55
Tabla N°12: Resultados de la prueba T-student: Activación química del carbón de tallos de brócoli y la reducción de DQO, DBO y color.....	59
Tabla N°13: Resultados de la prueba T-student: Activación física de tallos de brócoli y la reducción de DQO, DBO y color.....	61
Tabla N°14: Resultados de la prueba T-student: Tiempo de contacto y la reducción de DQO, DBO y color. ....	63
Tabla N° 15: Cálculo del caudal del vertimiento de las ARND .....	66
Tabla N° 16: Registro de datos de campo .....	69

Tabla N° 17: Registro del proceso de carbonización .....	73
Tabla N° 18: Registro del proceso de activación química .....	75
Tabla N° 19: Registro del proceso de activación física .....	75
Tabla N° 20: Cálculo del caudal del sistema de tratamiento .....	80

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°01: Muestreo de reducción de DQO con carbón activado a los 15 min .....	32
Gráfico N°02: Muestreo de reducción de DQO con carbón activado a los 60 min .....	33
Gráfico N°03: Muestreo de la reducción de DQO con carbón activado en ambos tiempos de contacto .....	33
Gráfico N°04: Muestreo de reducción de DBO con carbón activado a los 15 min .....	34
Gráfico N°05: Muestreo de reducción de DBO con carbón activado a los 60 min .....	35
Gráfico N°06: Muestreo de la reducción de DBO con carbón activado en ambos tiempos de contacto .....	36
Gráfico N°07: Muestreo de reducción de color con carbón activado a los 15 min .....	37
Gráfico N°09: Muestreo de la reducción de color con carbón activado en ambos tiempos de contacto .....	39
Gráfico N°10: Caja bigotes de reducción de DQO a los 15 minutos de tiempo de contacto .....	40
Gráfico N°11: Caja bigotes de reducción de DQO a los 60 minutos de tiempo de contacto .....	41
Gráfico N°12: Caja bigotes de reducción de DQO a los 15 y 60 minutos de tiempo de contacto .....	42
Gráfico N°13: Caja bigotes de reducción de DBO a los 15 minutos de tiempo de contacto .....	43
Gráfico N°14: Caja bigotes de reducción de DBO a los 60 minutos de tiempo de contacto .....	44

Gráfico N°15: Caja bigotes de reducción de DBO a los 15 y 60 minutos de tiempo de contacto .....	45
Gráfico N°16: Caja bigotes de reducción de Color a los 15 minutos de tiempo de contacto .....	46
Gráfico N°17: Caja bigotes de reducción de Color a los 60 minutos de tiempo de contacto .....	47
Gráfico N°18: Caja bigotes de reducción de Color a los 15 y 60 minutos de tiempo de contacto .....	48

## INDICE DE FIGURAS

Figura N°1 ARND vertidas al alcantarillado .....	67
Figura N°2 Toma de muestra de ARND .....	67
Figura N°3 Cálculo del caudal de ARND, mediante método volumétrico .....	68
Figura N°4 Registro de las coordenadas del punto de muestreo.....	68
Figura N°5 Recolección de tallos de brócoli .....	70
Figura N°6 Pesado de tallos de brócoli para obtener la eficiencia del proceso de carbonización.....	71
Figura N°7 Proceso de carbonización de tallos de brócoli.....	71
Figura N° 8 Pesado del tallo de brocoli carbonizado. ....	72
Figura N°9 Proceso de activación física .....	74
Figura N°11 Construcción de las torres de adsorción.....	76
Figura N°12 Diseño de las torres de adsorción .....	77
Figura N°13 Llenado del tanque con la muestra colectada .....	78
Figura N°14 Encendido de la bomba y transporte del agua hacia los tubos...78	
Figura N°15 Obtención del agua ya tratada después de 15 y 60 minutos .....	79
Figura N°16 Comparación de la muestra inicial y muestras filtradas .....	80
Figura N°17 Muestras filtradas listas para realizar los analisis .....	81
Figura N°18 Determinación de color con el colorímetro .....	81
Figura N°19 Determinación de DQO mediante viales.....	82
Figura N°20 Determinación de DBO mediante el metodo Winkler.....	83
Figura N°21 Procedimiento del método Winkler .....	84

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se centra en la problemática constante presente en la industria textil, puesto que es una industria en donde se consume gran cantidad de agua y se vierten al alcantarillado con las características de las mismas completamente modificadas, por ello se buscó tratar estas aguas con un método por adsorción siendo el material precursor residuos vegetales los cuales constituyen una fuente de muy bajo costo y fáciles de obtener debido a que estos son arrojados en algunos puntos de los mercados de Lima.

La Compañía Industrial Nuevo Mundo S.A. si bien es cierto cuenta con algunos procesos para reducir el ph y la temperatura de sus aguas residuales, aún cuenta con un problema para reducir sus niveles de DQO, DBO y el color presente en el agua; para confirmar esto se tomaron muestras de agua para determinar las concentraciones contenidas en los efluentes, encontrándose estos muy por encima de los niveles permitidos en la normativa vigente. Posterior a ello se recolecto nuevamente una cantidad de 60 L., con la finalidad de tratarlos en una planta piloto, la cual contaba con cuatro columnas empacadas en donde estaba contenido el carbón de tallos de brocoli activado de manera química con dos concentraciones de  $H_3PO_4$  de 2M y 4M y activación física con dos temperaturas de activación 600 °C y 800 °C, por donde transito el agua a tratar y se mantuvo tiempos de contacto de 15 y 60 minutos. Luego de obtenido los resultados posterior al tratamiento, se pudo concluir que el más efectivo resultado ser el carbón activado de manera química con ácido fosfórico a 4 M y 60 minutos de tiempo de contacto, con porcentajes de reducción de DQO del 77.3%, de DBO del 81% y de color del 94.3%.

**Palabras clave:** Carbón activado, tallos de brocoli, reducción.

## ABSTRACT

This research focuses on the constant problems present in the textile industry, since it is an industry where large amount of water consumed and discharged into the sewer with the characteristics of them completely modified, so it sought to address these a water adsorption method being the precursor material plant residues which are readily available and because these are thrown in some parts of Lima markets a source of very low cost.

The New World Industrial Company S.A. it is true account with some processes to reduce the ph and the temperature of its wastewater, still has a problem to reduce their levels of COD, BOD and the color present in the water; to confirm this, water samples were taken to determine the concentrations contained in effluents, finding these well above the levels permitted in the regulations. After it is collected again a quantity of 60 l., in order to treat them in a pilot plant, which had four columns packed in where the coal from stalks of broccoli activated chemical way with two concentrations of H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> of 2M and 4M and physical activation with two temperatures of 600 ° C and 800 ° C activation was content , by where transit the water to try and be kept times of contact of 15 and 60 minutes. After the results obtained after treatment, one could conclude that the most effective turned out to be activated in a chemical way with phosphoric acid to 4 M and 60 minutes of contact time, with percentages of reduction of cod of the 77.3%, 81% and color of the 94.3 BOD %.

**Key words:** activated carbon, stems of broccoli, reduction