



## RESUMEN TESIS DE GRADO

**AUTOR (ES):**

**NOMBRE (S):** YULIANA \_\_\_\_\_

**APELLIDOS:** TORRES TORRES \_\_\_\_\_

**NOMBRE (S):** \_\_\_\_\_

**APELLIDOS:** \_\_\_\_\_

**FACULTAD:** \_\_\_\_\_ INGENIERÍA \_\_\_\_\_

**PLAN DE ESTUDIOS:** \_\_\_\_\_ TECNOLOGÍA QUÍMICA \_\_\_\_\_

**DIRECTOR:**

**NOMBRE (S):** JORGE \_\_\_\_\_

**APELLIDOS:** CORREDOR RODRÍGUEZ \_\_\_\_\_

**TÍTULO DE LA TESIS:** EVALUACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO ESTÁNDAR OPERACIONAL, PARA DETERMINAR LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO MEDIANTE EL MÉTODO REFLUJO CERRADO, BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3629 DEL LABORATORIO DE AGUAS SEDE CAMPOS ELÍSEOS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

### RESUMEN:

El presente proyecto utilizó una metodología de tipo experimental, ya que se implementaron técnicas y estudios donde se establecieron relaciones estadísticas y comparaciones entre las muestras de concentraciones conocidas a partir de un patrón interno conocido y demás resultados. Se calibraron los equipos e instrumentos a emplear en el proceso de la determinación de la demanda química de oxígeno, documentando en los formatos de los registros para recolección de la información. Se adaptó y aplicó el protocolo para determinar el análisis de la demanda química de oxígeno por el método de reflujo cerrado en las muestras de aguas. Igualmente, se estandarizó el método con el patrón de referencia, seleccionado para el límite de detección del método y se compararon los rangos de medición una vez establecido el patrón de control interno.

Palabras clave: proceso estándar operacional, demanda química de oxígeno, método reflujo cerrado, NTC 3629.

### CARACTERÍSTICAS:

**PAGINAS:** 134

**PLANOS:**

**ILUSTRACIONES:**

**CD-ROM:** 1

EVALUACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO ESTÁNDAR  
OPERACIONAL, PARA DETERMINAR LA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO  
MEDIANTE EL MÉTODO REFLUJO CERRADO, BAJO LOS LINEAMIENTOS DE  
LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3629 DEL LABORATORIO DE  
AGUAS SEDE CAMPOS ELÍSEOS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE  
PAULA SANTANDER

YULIANA TORRES TORRES

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE TECNOLOGÍA QUÍMICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2014

EVALUACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO ESTÁNDAR  
OPERACIONAL, PARA DETERMINAR LA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO  
MEDIANTE EL MÉTODO REFLUJO CERRADO BAJO LOS LINEAMIENTOS DE  
LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3629 DEL LABORATORIO DE  
AGUAS SEDE CAMPOS ELISEO DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA  
SANTANDER

YULIANA TORRES TORRES

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de  
Tecnólogo Químico

Director  
JORGE CORREDOR RODRÍGUEZ  
Lic. En Educación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE TECNOLOGÍA QUÍMICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2014



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

## ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: 6 DE MAYO DE 2014 HORA: 4:00 p. m.

LUGAR: SALA 4 – TERCER PISO EDIFICIO CREAD - UFPS

PLAN DE ESTUDIOS: TECNOLOGIA QUIMICA

TITULO DE LA TESIS: "EVALUACION E IMPLEMENTACION DEL PROCESO ESTANDAR OPERACIONAL PARA DETERMINAR LA DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO MEDIANTE EL METODO REFLUJO CERRADO, BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC-3629 DEL LABORATORIO DE AGUAS SEDE CAMPOS ELISEOS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER".

JURADOS: JOSE ENRIQUE ASELA MOROS  
LUIS HERNANDO AGUDELO  
CARLOS ARARAT

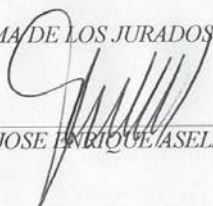
DIRECTOR: JORGE CORREDOR RODRIGUEZ..

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:

|                       | CODIGO  | CALIFICACION    |
|-----------------------|---------|-----------------|
|                       | NUMERO  | LETRA           |
| YULIANA TORRES TORRES | 0932259 | 4,2 CUATRO, DOS |


## APROBADA

FIRMA DE LOS JURADOS:

  
JOSE ENRIQUE ASELA MOROS

  
LUIS HERNANDO AGUDELO

  
CARLOS ARARAT

Vo. Bo.   
JUAN MARIA TORRES CAICEDO  
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

Esta tesis la dedico al dueño de mi vida, mi luz, mi inspiración, mi fuerza, mi aliento tú, Padre Eterno, quien con tu amor me diste las ganas de levantarme cada día y confiar en mí que podía realizar este trabajo, a pesar de las dificultades, Te buscaba y me dabas las respuestas a mis preguntas, Tu que me has guiado en mi camino, me has dado el don de perseverar y de creer que todo es posible sin perder la dignidad, La Fe y que aunque tenga que pasar por mil batallas Tu estas ahí, gracias porque sin Ti no podría llegar a cumplir mis propósitos y hoy me hace feliz el hecho de que siempre pueda contar contigo.

Con todo mi amor a ti Madre, por tus consejos, por tu ejemplo, por tu motivación, por enseñarme que todo lo que se empieza se termina sin importar las adversidades y por darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, gracias por luchar conmigo, hoy soy lo que soy, gracias a ti, gracias a tu amor y tu sabiduría que influyeron en mí, la madurez para lograr todos los objetivos en la vida, gracias a ti y al Padre Eterno por los valores que sembraron en mi como persona, el amor propio, la fuerza, la valentía y el coraje.

Gracias a esas personas importantes en mi vida que siempre estuvieron listas para brindarme toda su ayuda, ahora me toca regresar un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado, con todo mi cariño se las dedico: América Torres, Marcel Torres, Alejandro Cárdenas Torres.

A mi amigo Jefferson Vivas que con su experiencia y ayuda pude culminar este logro, gracias por tu comprensión y preocupación, a Jenny Díaz y a Leidy Ortiz por sus palabras de ánimo y oraciones.

**Juliana Torres Torres**

## **AGRADECIMIENTOS**

La autora expresa sus agradecimientos:

Al Laboratorio de Aguas de La Universidad Francisco de Paula Santander por permitirme desarrollar mi proyecto de grado en sus instalaciones, A mi director de tesis licenciado Jorge Corredor quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

A la Ingeniera Lizzett María Avendaño Sánchez por darme la oportunidad de creer en mí que podría lograr este objetivo, por su visión crítica, por su rectitud en su profesión como ingeniera, por sus consejos que me ayudaron a formarme como persona y profesional.

A mi compañera Melissa Suarez y Diana Galvis por su ayuda y ánimo para culminar esta meta.

Muchas gracias y bendiciones del parte del Padre Eterno.

## CONTENIDO

|                                  | pág. |
|----------------------------------|------|
| INTRODUCCIÓN                     | 17   |
| 1. PROBLEMA                      | 18   |
| 1.1 TITULO                       | 18   |
| 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA   | 18   |
| 1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA     | 18   |
| 1.3.1 Objetivos generales        | 18   |
| 1.3.2 Objetivos específicos      | 19   |
| 1.4 JUSTIFICACIÓN                | 19   |
| 1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES      | 19   |
| 1.5.1 Alcances                   | 19   |
| 1.5.2 Limitaciones               | 19   |
| 1.6 DELIMITACIONES               | 20   |
| 1.6.1 Delimitación espacial      | 20   |
| 1.6.2 Delimitación temporal      | 20   |
| 2. MARCO REFERENCIAL             | 21   |
| 2.1 ANTECEDENTES                 | 21   |
| 2.1.1 Antecedentes históricos    | 21   |
| 2.2 ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS  | 22   |
| 2.3 MARCO CONCEPTUAL             | 22   |
| 2.3.1 Demanda química de oxígeno | 22   |

|  |    |
|--|----|
| 2.3.2 Demanda química de oxígeno (DQO) sistema reflujo cerrado | 23 |
| 2.3.3 Efectos sobre los cuerpos de agua                        | 23 |
| 2.3.4 Impacto sobre el ambiente y la salud humana              | 24 |
| 2.4 MARCO TEÓRICO  | 29 |
| 2.4.1 Calidad  | 29 |
| 2.4.2 Sistema de calidad                                       | 29 |
| 2.4.3 Estandarización  | 29 |
| 2.5 ETAPAS DE LA ESTANDARIZACIÓN                               | 30 |
| 2.5.1 Espectrofotometría ultra-violeta visible                 | 31 |
| 2.5.2 Ley de Lambert   | 31 |
| 2.5.3 Ley de Beer  | 32 |
| 2.5.4 Espectrofotómetros                                       | 33 |
| 2.5.5 Introducción de la muestra                               | 33 |
| 2.5.6 Análisis cuantitativo                                    | 34 |
| 2.5.7 Curvas de calibración                                    | 35 |
| 2.6 MARCO LEGAL  | 35 |
| 3. DISEÑO METODOLÓGICO   | 37 |
| 3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN                                      | 37 |
| 3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA  | 37 |
| 3.2.1 Población  | 37 |
| 3.2.2 Muestra  | 37 |
| 3.3 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS                      | 40 |
| 3.4 ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN                                 | 40 |
| 3.4.1 Documentación y montaje de la metodología                | 40 |



|   |    |
|---|----|
| 3.4.2 Equipos, reactivos y materiales   | 41 |
| 3.4.3 Calibración de equipos y material de vidrio   | 42 |
| 3.4.3.1 Calibración de equipos empleados en la investigación                                      | 42 |
| 3.4.3.2 Calibración de material de vidrio   | 42 |
| 3.4.4 Protocolo de estandarización  | 44 |
| 3.4.4.1 Principio del método y aplicación   | 44 |
| 3.4.4.2 Limitaciones e interferencias   | 45 |
| 3.4.4.3 Toma y preservación de la muestra   | 45 |
| 3.4.4.4 Equipos y materiales  | 46 |
| 3.4.4.5 Reactivos y estándares  | 57 |
| 3.4.4.6 Seguridad   | 63 |
| 3.4.4.7 Procedimiento   | 64 |
| 3.4.4.8 Elaboración de la curva de calibración  | 67 |
| 3.4.4.9 Análisis de datos y cálculos  | 67 |
| 3.4.4.10 Diagrama de flujo para determinación de demanda química de oxígeno (DQO)                 | 68 |
| 3.4.5 Ensayos preliminares  | 70 |
| 3.4.5.1 Condiciones iniciales de trabajo  | 70 |
| 3.4.5.2 Patrones y estándares   | 71 |
| 3.4.5.3 Ensayo 1 Estándares de concentración de 20 a 80 mg/L de O <sub>2</sub>                    | 71 |
| 3.4.5.4 Ensayo 2. Estándares de concentración de 200 a 700 mg/L O <sub>2</sub>                    | 73 |
| 3.4.5.5 Ensayo 3. Repetibilidad de Estándares de concentraciones de 200 a 700 mg/L O <sub>2</sub> | 76 |
| 3.4.5.6 Ensayo 4. Estándares de concentración de 200 a 1400 mg/L O <sub>2</sub>                   | 78 |
| 3.4.6 Etapa preliminar a la estandarización   | 81 |

|   |     |
|---|-----|
| 3.4.6.1 Patrones y estándares   | 81  |
| 3.4.6.2 Resultados de la etapa preliminar                                       | 82  |
| 3.4.6.3 Rechazo de datos dudosos  | 83  |
| 3.4.6.4 Determinación del intervalo de medición, LDM Y LDC                      | 84  |
| 3.4.6.5 Control de calidad del agua ultra pura                                  | 85  |
| 3.4.7 Etapa de estandarización  | 87  |
| 3.4.7.1 Condiciones de trabajo  | 88  |
| 3.4.7.2 Muestras y estándares   | 89  |
| 3.4.7.3 Resultados de la estandarización  | 95  |
| 3.4.7.4 Rechazo de datos dudosos  | 96  |
| 3.4.8 Manejo de residuos líquidos del análisis demanda química de oxígeno (DQO) | 97  |
| <br>  |     |
| 4. CONCLUSIONES   | 100 |
| <br>  |     |
| 5. RECOMENDACIONES  | 102 |
| <br>  |     |
| BIBLIOGRAFÍA  | 104 |
| <br>  |     |
| ANEXOS  | 107 |