

	<b>GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS</b>		<b>CÓDIGO</b>	FO-GS-15
			<b>VERSIÓN</b>	02
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>		<b>FECHA</b>	03/04/2017
			<b>PÁGINA</b>	1 de 1
<b>ELABORÓ</b>		<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad	

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

### AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

**NOMBRE(S):** PEDRO ANTONIO      **APELLIDOS:** GARZON AGUDELO

**FACULTAD:** CIENCIAS BASICAS

**PLAN DE ESTUDIOS:** MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE MATERIALES

### **DIRECTOR:**

**NOMBRE(S):** JORGE HERNANDO      **APELLIDOS:** BAUTISTA RUIZ

**TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS):** CARACTERIZACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS, TRIBOLÓGICAS Y EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A LA CORROSIÓN DE UN RECUBRIMIENTO Bi/Ti SINTETIZADO POR EL MÉTODO SOL-GEL APLICADO SOBRE UN ACERO 316L.

En el presente trabajo se hizo un estudio sobre el método Sol-gel consiste en una técnica de síntesis de materiales que genera gran interés en la actualidad. Este método permite producir materiales para conformar recubrimientos y obtener fibras, partículas y monolitos. Lo anterior ha contribuido para que este método sea de gran interés en la comunidad tecnológica y científica (Besendnjak, 2009). Debido a esto se utilizó este procedimiento para conformar un sistema Bismuto-Titanio (Bi/Ti), permitiendo los métodos, técnicas y ventajas en el uso de películas que presentaran propiedades anti-corrosivas en el acero AISI 316L. El objetivo principal de esta investigación fue caracterizar propiedades mecánicas, tribológicas y la resistencia a la corrosión de un recubrimiento de bismuto – titanio obtenido a través del método sol-gel aplicado en sustratos de acero inoxidable 316L. Se presentan valores más positivos de potencial de corrosión cuando el acero está recubierto por las películas, lo cual implica menor propensión a la corrosión en medio salino, se reportan velocidades de corrosión menores y mayores potenciales para las películas con mayor contenido de Ti, de igual forma se presentan mejores eficiencias de las película respecto al sustrato, a mayor contenido de Ti y no se observa una fuerte influencia entre las eficiencias calculadas y las velocidades de centrifugado.

**PALABRAS CLAVES: MÁXIMO:** propiedades, acero, método de sol, recubrimiento, acero

### **CARACTERÍSTICAS:**

**PÁGINAS:** \_100\_\_\_\_\_      **PLANOS:**      **ILUSTRACIONES:**      **CD ROOM:** \_\_\_\_\_

CARACTERIZACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS, TRIBOLÓGICAS Y  
EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A LA CORROSIÓN DE UN RECUBRIMIENTO Bi/Ti  
SINTETIZADO POR EL MÉTODO SOL-GEL APLICADO SOBRE UN ACERO 316L.

PEDRO ANTONIO GARZÓN AGUDELO

Director:

Ph.D JORGE HERNANDO BAUTISTA RUIZ

Doctor en Ingeniería: Ciencia y Tecnología de los Materiales

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE MATERIALES

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021

CARACTERIZACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS, TRIBOLÓGICAS Y  
EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A LA CORROSIÓN DE UN RECUBRIMIENTO Bi/Ti  
SINTETIZADO POR EL MÉTODO SOL-GEL APLICADO SOBRE UN ACERO 316L.

PEDRO ANTONIO GARZÓN AGUDELO

Informe final presentado como requisito para optar al título de Magíster en Ciencia y Tecnología  
de Materiales

Director:

Ph.D JORGE HERNANDO BAUTISTA RUIZ

Doctor en Ingeniería: Ciencia y Tecnología de los Materiales

Licenciado en Física

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE MATERIALES

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021

## Dedicatoria

*A.:L.:G.:D.:G.:A.:D.:U.:*

*Dios Todopoderoso por haberme permitido culminar ésta etapa de mi vida, con mucho esfuerzo,  
amor y sacrificio.*

*A mi amada familia, mi esposa y mi hija Laura Sofía que son el motor de mi vida y mi corazón;  
a mis padres que siempre me impulsan a seguir adelante a pesar de las adversidades.*

## **Agradecimientos**

A mi Director, el Ph.D Jorge Hernando Bautista Ruiz, quien con su sabiduría, paciencia y calidad humana siempre fue mi guía en el proceso que hoy me han permitido llegar hasta aquí.

A la Universidad Francisco de Paula Santander, a la División de Postgrados y al Programa de Maestría en Ciencia y Tecnología de materiales por su incansable apoyo y motivación para culminar el proceso académico.

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO**

**FECHA:** CÚCUTA, 29 DE NOVIEMBRE DE 2021

**HORA:** 02:00 P.M

**LUGAR:** SESIÓN VIRTUAL MEDIANTE GOOGLE MEET

**PLAN DE ESTUDIOS:** MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE MATERIALES

**Título del Trabajo de Investigación:** "CARACTERIZACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS, TRIBOLÓGICAS Y EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A LA CORROSIÓN DE UN RECUBRIMIENTO BI-TI SINTETIZADO POR EL MÉTODO SOL - GEL APLICADO SOBRE UN ACERO 316L".

**Jurados:** Ph.D. ISMAEL HUMBERTO GARCÍA PÁEZ

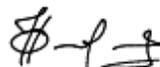
Ph.D. GIOVANY OROZCO HERNANDEZ

**Director:** Ph.D. JORGE HERNANDO BAUTISTA RUIZ

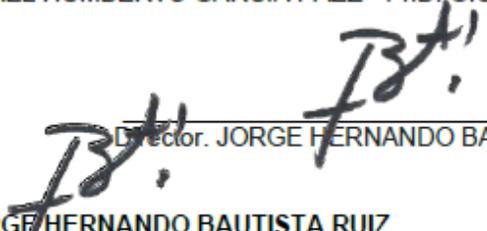
Nombre del estudiante	Código	Calificación	
		Número	Letra
PEDRO ANTONIO GARZON AGUDELO	1380034	4.7	CUATRO.SIETE

**APROBADA**

Firmas



Ph.D. ISMAEL HUMBERTO GARCÍA PÁEZ    Ph.D. GIOVANY OROZCO HERNANDEZ



Ph.D. JORGE HERNANDO BAUTISTA RUIZ

**Vo.Bo JORGE HERNANDO BAUTISTA RUIZ**

**Director Comité Curricular**

**Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales**

## Tabla de Contenido

	<b>Pag</b>
Introducción	14
1. Planteamiento del Problema	16
2. Objetivos	19
2.1 Objetivo General	19
2.2 Objetivos Específicos	19
3. Marco Teórico	20
3.1 Antecedentes	20
3.2 Fundamentos Teóricos	26
3.2.1 Recubrimientos	26
3.2.2 Propiedades Mecánicas y Tribológicas	27
3.2.3 Método Sol-Gel.	31
3.2.3.1 El Proceso Sol-Gel.	32
3.2.3.2 Obtención de materiales por el método Sol-Gel.	33
3.2.3.3 Conversión del estado sol al estado gel.	34
3.2.3.4 Técnica de deposición por Spin Coating.	35
3.2.3.5 Secado y consolidación	36
3.2.3.6 Aplicaciones del método Sol-gel.	36
3.2.5 Aceros	37
3.2.6 Técnicas de evaluación de la corrosión en materiales.	40
3.3 Justificación del proyecto/ Hipótesis	43
4. Metodología de la Investigación	45

4.1 Tipo y Alcance.	45
4.2 Diseño Experimental	47
4.3 Caracterización del Material.	49
5. Análisis y Discusión de Resultados .	51
5.1 Síntesis de las Películas Bi-Ti	51
5.1.1 Materiales y Reactivos	51
5.1.2 Síntesis del sol Bi-Ti	51
5.1.3 Deposición de las Películas Bi-Ti	53
5.2 Caracterización Estructural	54
5.2.1 Microscopia Electrónica de Barrido	54
5.2.2 Difracción de Rayos X.	57
5.2.3 Rugosidad	61
5.2.4 Espesor de las películas	65
5.3 Caracterización Mecánica	67
5.3.1 Micro Dureza	67
5.3.2 Coeficiente de Fricción	72
5.3.3 Análisis ANOVA propiedades mecánicas	76
5.4 Evaluación de la Resistencia a la Corrosión de las Películas	80
5.4.1 Polarización Potencio Dinámica	80
5.5 Generación de Conocimiento Científico	87
Conclusiones	89
Bibliografía .	91
Anexos	98