

 Vigilada Mineducación	<b>GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS 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):

NOMBRE(S): MARIA ALEJANDRA APELLIDOS: CARREÑO YAÑEZ

NOMBRE(S): CARLOS MAURICIO APELLIDOS: CARREÑO YAÑEZ

NOMBRE(S): LUIS SALVADOR APELLIDOS: VALDIVIESO SANCHEZ

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: ESPECIALIZACIÓN EN ESTRUCTURAS

DIRECTOR:

NOMBRE(S): JOSE RAFAEL APELLIDOS: CACERES RUBIO

NOMBRE(S): \_\_\_\_\_ APELLIDOS: \_\_\_\_\_

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): MONOGRAFIA ACERCA DE LOS FENOMENOS PATOLOGICOS QUE GENERAN DETERIORO EN MIEMBROS Y CONEXIONES DE ACERO ESTRUCTURAL

RESUMEN

Este proyecto trata acerca de los fenómenos patológicos que generan deterioro en el acero estructural. Para ello, se realizó una investigación tipo descriptiva ya que se documentaron las patologías más comunes presentadas en estructuras. La información se obtuvo a través de documentos encontrados en el portal Web de la Universidad Francisco de Paula Santander. Se lograron identificar de las patologías estructurales. Seguidamente, se indicaron los principales mecanismos de detección de daño en estructuras de acero. Posteriormente, se determinaron las principales causas y efectos que generan las patologías en miembros y conexiones de acero estructural. Finalmente, se describieron los casos de estudio en estructuras de acero con manifestaciones patológicas.

PALABRAS CLAVE: Estructura de acero, Patología estructural, Deterioro, Rotura frágil, Fatiga.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 200 PLANOS: \_\_\_\_\_ ILUSTRACIONES: \_\_\_\_\_ CD ROOM: 1

\*\*Copia No Controlada\*\*

MONOGRAFIA ACERCA DE LOS FENOMENOS PATOLOGICOS QUE GENERAN  
DETERIORO EN MIEMBROS Y CONEXIONES DE ACERO ESTRUCTURAL

MARIA ALEJANDRA CARREÑO YAÑEZ  
CARLOS MAURICIO CARREÑO YAÑEZ  
LUIS SALVADOR VALDIVIESO SANCHEZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE ESPECIALIZACIÓN EN ESTRUCTURAS  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2020

MONOGRAFIA ACERCA DE LOS FENOMENOS PATOLOGICOS QUE GENERAN  
DETERIORO EN MIEMBROS Y DE ACERO ESTRUCTURAL

MARIA ALEJANDRA CARREÑO YAÑEZ

CARLOS MAURICIO CARREÑO YAÑEZ

LUIS SALVADOR VALDIVIESO SANCHEZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Especialista en Estructuras

Dirigido por:

JOSE RAFAEL CACERES RUBIO

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE ESPECIALIZACIÓN EN ESTRUCTURAS

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2020

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

**FECHA:** 03 DE JULIO DE 2020 **HORA:** 10:00 a.m.

**LUGAR:** SUSTENTACIÓN VIRTUAL POR MEDIO DE TIC

**PLAN DE ESTUDIOS:** ESPECIALIZACIÓN EN ESTRUCTURAS

**TÍTULO DE LA TESIS:** "MONOGRAFIA ACERCA DE LOS FENÓMENOS PATOLÓGICOS QUE GENERAN DETERIORO EN MIEMBROS Y CONEXIONES DE ACERO ESTRUCTURAL".

**JURADOS:** ING. JORGE FERNANDO MÁRQUEZ PEÑARANDA  
ING. NICOLAS ALFONSO CORREA DUARTE  
ING. JOSÉ RAFAEL CÁCERES RUBIO

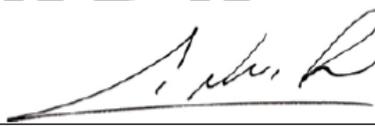
**DIRECTOR:** INGENIERO JOSÉ RAFAEL CÁCERES RUBIO.

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	CÓDIGO	CALIFICACIÓN	
		NÚMERO	LETRA
MARIA ALEJANDRA CARREÑO YAÑEZ	1010081	4.3	CUATRO, TRES

# APROBADA



ING. JORGE FERNANDO MÁRQUEZ  
PEÑARANDA



ING. NICOLAS ALFONSO CORREA  
DUARTE



ING. JOSÉ RAFAEL CÁCERES RUBIO



Vo. Bo. JOSÉ RAFAEL CÁCERES RUBIO  
Coordinador Comité Curricular  
Especialización en Estructuras

María del C.

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 03 DE JULIO DE 2020 HORA: 10:00 a.m.

LUGAR: SUSTENTACIÓN VIRTUAL POR MEDIO DE TIC

PLAN DE ESTUDIOS: ESPECIALIZACIÓN EN ESTRUCTURAS

TÍTULO DE LA TESIS: "MONOGRAFIA ACERCA DE LOS FENÓMENOS PATOLÓGICOS QUE GENERAN DETERIORO EN MIEMBROS Y CONEXIONES DE ACERO ESTRUCTURAL".

JURADOS: ING. JORGE FERNANDO MÁRQUEZ PEÑARANDA  
ING. NICOLAS ALFONSO CORREA DUARTE  
ING. JOSÉ RAFAEL CÁCERES RUBIO

DIRECTOR: INGENIERO JOSÉ RAFAEL CÁCERES RUBIO.

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	CÓDIGO	CALIFICACIÓN	
		NÚMERO	LETRA
CARLOS MAURICIO CARREÑO YAÑEZ	1010054	4.3	CUATRO, TRES

# APROBADA



ING. JORGE FERNANDO MÁRQUEZ  
PEÑARANDA



ING. NICOLAS ALFONSO CORREA  
DUARTE



ING. JOSÉ RAFAEL CÁCERES RUBIO



Vo. Bo. JOSÉ RAFAEL CÁCERES RUBIO  
Coordinador Comité Curricular  
Especialización en Estructuras

María del C.

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

**FECHA:** 03 DE JULIO DE 2020 **HORA:** 10:00 a.m.

**LUGAR:** SUSTENTACIÓN VIRTUAL POR MEDIO DE TIC

**PLAN DE ESTUDIOS:** ESPECIALIZACIÓN EN ESTRUCTURAS

**TÍTULO DE LA TESIS:** "MONOGRAFIA ACERCA DE LOS FENÓMENOS PATOLÓGICOS QUE GENERAN DETERIORO EN MIEMBROS Y CONEXIONES DE ACERO ESTRUCTURAL".

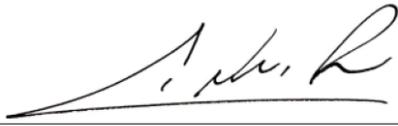
**JURADOS:** ING. JORGE FERNANDO MÁRQUEZ PEÑARANDA  
ING. NICOLAS ALFONSO CORREA DUARTE  
ING. JOSÉ RAFAEL CÁCERES RUBIO

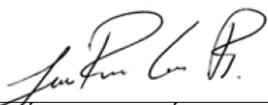
**DIRECTOR:** INGENIERO JOSÉ RAFAEL CÁCERES RUBIO.

<b>NOMBRE DEL ESTUDIANTE:</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	
		<b>NÚMERO</b>	<b>LETRA</b>
LUIS SALVADOR VALDIVIESO SANCHEZ	1010083	4.3	CUATRO, TRES

# APROBADA

  
\_\_\_\_\_  
ING. JORGE FERNANDO MÁRQUEZ  
PEÑARANDA

  
\_\_\_\_\_  
ING. NICOLAS ALFONSO CORREA  
DUARTE

  
\_\_\_\_\_  
ING. JOSÉ RAFAEL CÁCERES RUBIO

  
\_\_\_\_\_  
Vo. Bo. JOSÉ RAFAEL CÁCERES RUBIO  
Coordinador Comité Curricular  
Especialización en Estructuras

María del C.

## Contenido

	<b>pág.</b>
Introducción	21
1. Problema	23
1.1 Título	23
1.2 Generalidades del Tema	23
1.3 Objetivos de Investigación	25
1.3.1 Objetivo general	25
1.3.2 Objetivos específicos	25
1.4 Justificación	26
1.5 Alcance y Limitaciones	27
1.5.1 Alcance	27
1.5.2 Limitaciones	27
1.6 Delimitaciones	28
1.6.1 Delimitación espacial	28
1.6.2 Delimitación temporal	28
1.6.3 Delimitación conceptual	28
2. Marco Referencial	30
2.1 Estado del Arte	30
2.2 Marco Teórico	50
2.2.1 Acero estructural	50
2.2.2 Origen de daño	52
2.2.3 Patología estructural	53
2.3 Marco Conceptual	54

2.3.1 Patología estructural	54
2.3.2 Síntomas	54
2.3.3 Lesión	55
2.3.4 Deterioros	55
2.3.5 Durabilidad	55
2.3.6 Corrosión	55
2.3.7 Mantenimiento estructural	55
2.3.8 Fatiga	56
2.3.9 Indicador de daño	56
2.3.10 Modelos de daño	56
2.4 Marco Contextual	56
2.5 Marco Legal	58
3. Diseño Metodológico	62
3.1 Tipo de Investigación	62
3.2 Instrumentos para la Recolección de la Muestra	62
3.3 Técnicas de Análisis y Procesamiento de Datos	63
3.4 Fases y Actividades Específicas del Proyecto	64
4. Resultados	65
4.1 Patología en Estructuras de Acero	65
4.2 Técnicas de Detección e Identificación Patológica	70
4.2.1 Métodos para Estimación de la Corrosión en Estructuras Metálicas Enterradas	70
4.2.2 Monitoreo de Corrosión de la Degradación del Revestimiento de Estructuras de Acero	75
4.2.3 Monitoreo de la salud de la estructura de acero basada en Vehículo Aéreo No	

Tripulado (UAV) integrado con el sistema de procesamiento de imágenes	81
4.2.4 Monitoreo de la Salud Estructural En Estructuras de Acero	84
4.2.5 Inspección robótica para estructuras de acero y puentes	87
4.2.6 Inspección en el sistema estructural del muelle de pilas de chapa de acero	92
4.2.7 Instrumento de Medida Magnética para Estructuras de Acero	95
4.2.8 Sensores de Fibra Óptica Para la Detección de Daños y Deterioro en Estructuras metálicas	95
4.2.9 Ensayos de Inspección NO Destructivos en Conexiones Soldadas	101
4.3 Patologías Causadas por Errores de Proyecto	105
4.4 Patologías Causadas por Errores de Ejecución	107
4.4.1 Errores de montaje	107
4.4.2 Errores de fabricación	108
4.4.3 Errores en el diseño y ejecución	110
4.5 Patologías Comunes en Conexiones Pernadas	112
4.6 Patologías en Conexiones Soldadas	116
4.6.1 El efecto de la soldadura en la falla estructural	116
4.7 Patologías Asociadas a Defectos del Material	119
4.7.1 Fatiga	119
4.7.2 Corrosión	132
4.8 Patologías asociadas a cargas de viento	136
4.8.1 Generalidades	136
4.8.2 Caso de estudio experimental en Cardington	137
4.9 Patologías Asociadas a Cargas de Fuego	143
4.9.1 Comportamiento acero estructural al fuego	143

4.9.2 Daño en conexiones por fuego	151
4.9.3 Fase de enfriamiento	152
4.9.4 Métodos de protección	153
4.10 Patologías Asociadas a Cargas Sísmicas	154
4.11 Patologías Asociadas a Cargas de Construcción	155
4.12 Patologías Asociadas a Errores de Transporte	156
4.13 Patologías Asociadas al uso de la Estructura	157
4.14 Técnicas de Prevención	158
4.14.1 Recubrimientos de protección	158
4.14.2 Estructuras de acero expuestas a medios marinos	161
4.14.3 Inspección y mantenimiento estructural	162
4.15 Reparación y Reforzamiento de Estructuras de Acero	162
4.15.1 Bases teóricas	162
4.15.2 Métodos de análisis y evaluación de deterioro	164
4.15.3 Diagnóstico de patologías en puentes	167
4.15.4 Análisis de Sensibilidad Global en Problemas de Estabilidad de Estructuras de Marco de Acero	170
4.16 Casos de Estudio	171
4.16.1 Falla de conexiones y miembros de acero soldado	171
4.16.2 Caso Errores en el diseño y ejecución de estructuras de acero	178
4.16.3 Comportamiento de fractura frágil en conexiones estructuras de acero dulce antiguo	184
4.16.4 Corrosión en áreas de la Escuela Universitaria de Minas UFOP	189
4.16.5 Análisis de Conexiones de Acero Sometidas a incendios posteriores al	

Terremoto	192
5. Conclusiones	194
Referencias Bibliográficas	197