

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02 1	
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN			FECHA	03/04/2017
				PÁGINA	1 de 96
ELABORÓ		REVISÓ		APROBÓ	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad		Líder de Calidad	

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): EVA MARÍA APELLIDOS: ARÉVALO GÓMEZ

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S) JESÚS BETHSAID APELLIDOS: PEDROZA ROJAS

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): DISEÑO DE DISPOSITIVO PARA ENSAYO DE FLEXIÓN DEL HORMIGÓN USANDO LA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS PARA LA MAQUINA UNIVERSAL IBERTEST DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER, CÚCUTA.

En el presente trabajo de grado, tiene como finalidad diseñar y simular dispositivo, el cual se adapta a la maquina universal IBERTEST IBMT2-600 de la Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, para realizar el ensayo de flexión del hormigón usando la viga simple con carga en los tercios, este debe tener dos apoyos de rodillos o cilindros para sostener el hormigón por la parte de abajo y otros dos en la parte de encima para aplicar la fuerza. Para formar el diseño inicial de la máquina, se determinaron los parámetros iniciales tomando como referencia los lineamientos establecidos en la norma colombiana ICONTEC 2871 y ASTM C78, luego este diseño fue modelado por el software CAD SolidWorks y simulado ANSYS.

PALABRAS CLAVES: Diseño, simulación, flexión, hormigón, viga simple.

PÁGINAS: 96 P L A N O S : 11 ILUSTRACIONES: 3 CD ROOM: 1

DISEÑO DE DISPOSITIVO PARA ENSAYO DE FLEXIÓN DEL HORMIGÓN USANDO LA  
VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS PARA LA MAQUINA UNIVERSAL  
IBERTEST DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER, CÚCUTA

EVA MARÍA ARÉVALO GÓMEZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

CUCUTA, 2020

DISEÑO DE DISPOSITIVO PARA ENSAYO DE FLEXIÓN DEL HORMIGÓN USANDO LA  
VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS PARA LA MAQUINA UNIVERSAL  
IBERTEST DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER, CÚCUTA

EVA MARÍA ARÉVALO GÓMEZ

Trabajo de grado presentado en la modalidad Sistematización del conocimiento, como  
requisito para optar al Título de Ingeniero Mecánico.

Director del proyecto:

JESÚS BETHSAID PEDROZA ROJAS

Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

CUCUTA, 2020



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

**FECHA:** CÚCUTA, 13 DE DICIEMBRE DEL 2019  
**HORA:** 09:00 AM  
**LUGAR:** AUDITORIO DM  
**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERIA MECANICA

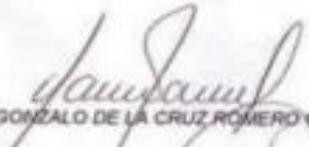
**TÍTULO DE LA TESIS:** DISEÑO DE DISPOSITIVO PARA ENSAYO DE FLEXIÓN DEL HORMIGÓN USANDO LA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS PARA LA MAQUINA UNIVERSAL IBERTEST DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER, CÚCUTA

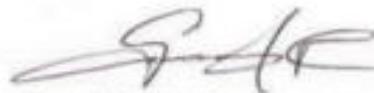
**Jurados:**  
Ing. GONZALO DE LA CRUZ ROMERO GARCÍA  
Ing. JABBA CASTAÑEDA GERMAN ADOLFO  
Esp. JUAN CARLOS RAMIREZ

**Director:** Ing. PEDROZA ROJAS JESUS BETHSAID

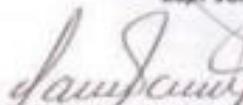
Nombre de los estudiantes	Código	Calificación
		Letra Número
EVA MARÍA ARÉVALO GÓMEZ	1121093	cuatro, cuatro 4,4

### APROBADA

  
Ing. GONZALO DE LA CRUZ ROMERO GARCÍA

  
Ing. JABBA CASTAÑEDA GERMAN ADOLFO

  
Esp. JUAN CARLOS RAMIREZ

  
Vo. Bo GONZALO DE LA CRUZ ROMERO G.  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Mecánica

## **Agradecimientos**

Agradecimiento especial a:

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por guiarme en el camino y fortalecerme espiritualmente a lo largo de mi vida.

A mis padres LUIS ALEJANDRO ARÉVALO RODRIGUEZ y BLANCA MIRYAM GÓMEZ JAIMEZ son el pilar de mi vida, gracias a ellos he dado grandes pasos en mi formación como persona. Por su constancia y apoyo incondicional en todo este tiempo.

Agradecimientos:

A mis hermanos DIEGO FERNANDO ARÉVALO GÓMEZ, JESSIKA ANDREYNA ARÉVALO GÓMEZ y SERGIO ALEXANDER ARÉVALO GÓMEZ, por el apoyo incondicional a lo largo de mi carrera profesional.

Al ingeniero JESÚS BETHSAID PEDROZA ROJAS director de este proyecto de grado por su orientación, confianza y apoyo.

Al personal del laboratorio de Resistencia Materiales de la Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, por su asesoría para el desarrollo de este proyecto.

A mis compañeros de luchas y batallas, quienes día tras día me acompañaron a lo largo de este proceso, siendo excelentes compañeros y personas contribuyendo en mi desarrollo profesional.

## **Resumen**

En el presente trabajo de grado, tiene como finalidad diseñar y simular un accesorio o dispositivo, el cual se adapta a la maquina universal IBERTEST IBMT2-600 de la Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, para realizar el ensayo de flexión del hormigón usando la viga simple con carga en los tercios, este debe tener dos (2) apoyos de rodillos o cilindros para sostener el hormigón por la parte de abajo y otros dos (2) en la parte de encima para aplicar la fuerza. Para formar el diseño inicial de la máquina, se determinaron los parámetros iniciales tomando como referencia los lineamientos establecidos en la norma colombiana ICONTEC 2871 y ASTM C78, luego este diseño fue modelado por el software CAD SolidWorks en su versión 2018 y simulado en ANSYS.

Palabras claves: Diseño, flexión, hormigón, viga simple, rodamientos.

## **Abstract**

In the present grade work aims to design and simulate an accessory or device, which adapts to the universal machine IBERTEST IBMT2-600 of University Francisco of Paula Santander, Cúcuta, to perform the bending test of the concrete using the single beam with load in the thirds, this must have two (2) roller or cylinder supports to hold the concrete down the bottom and another two (2) on top to apply the force. To form the initial design of the machine, initial parameters were determined based on the alignments set out in Colombian standard ICONTEC 2871 and ASTM C78, this design was then modeled by SolidWorks CAD software in 2018 release and simulated in ANSYS.

Keywords: Design, flex, concrete, single beam, bearings.

## Tabla de Contenido

Introducción	17
1. Problema	18
1.1. Título	18
1.2. Planteamiento del problema	18
1.3. Formulación del problema	18
1.4. Justificación	18
1.5. Objetivos	19
1.5.1. Objetivo general	19
1.5.1. Objetivos específicos	19
1.6. Alcances y Delimitaciones	20
1.6.1. Alcances	20
1.6.2. Delimitaciones	20
2. Marco Teórico	21
2.1. Antecedentes	21
2.2. Base Teórica	22
2.2.1. Flexión en las vigas.	22
2.2.1.1. Fallas por flexión en las vigas	23
2.2.2. Ensayos mecánicos de materiales	23
2.2.3. Ensayo de flexión	23
2.2.2.1.1. Características del ensayo a la flexión	24
2.2.2.1.2. Tipos de ensayos de flexión	24
2.2.2.1.2.1. Ensayos de flexión plana	25

2.2.2.1.2.2.	Ensayos de flexión rotativa	26
2.2.2.1.3.	Ensayo de flexión del hormigón	29
2.2.2.1.3.1.	Procedimiento del ensayo de flexión del hormigón	33
2.2.3.	Máquina Universal IBERTEST	34
2.3.	Bases Contextuales	35
2.4.	Bases conceptuales	36
2.5.	Marco Legal	36
3.	Metodología	39
3.1.	Tipo de Investigación	39
3.2.	Método de Investigación	39
3.3.	Actividades y Metodologías	39
4.	Análisis del diseño	42
4.1.	Diseño mecánico	42
4.2.	Diseño preliminar	42
4.3.	Dimensiones del dispositivo	44
4.4.	Materiales de las Piezas	45
5.	Resultados del diseño	47
5.1.	Simulación del diseño	47
5.1.1.	Malla al sistema de componentes	47
5.1.1.1.	Calidad del elemento	49
5.1.1.2.	Relación de aspecto	50
5.1.1.3.	Relación jacobiana	50
5.1.1.4.	Factor de deformación	51

5.1.1.5.	Desviación paralela	52
5.1.1.6.	El ángulo máximo de esquina	53
5.1.1.7.	Asimetría	54
5.1.1.8.	Calidad ortogonal	55
5.1.2.	Soporte fijo	56
5.1.3.	Presión	57
5.2.	Resultados de la simulación	59
5.2.1.	Deformación total	59
5.2.2.	Error estructural	60
5.2.3.	Esfuerzo normal	61
5.2.4.	Esfuerzo de Von Misses	62
5.2.5.	Factor de seguridad	65
5.3.	Cálculo para tornillos	66
5.3.1.	Designación de los tornillos	67
5.3.2.	Cálculo para el diseño de tornillos	68
5.4.	Cálculo para resortes	71
5.4.1.	Designación de resorte	73
5.4.2.	Esfuerzo de corte	73
5.4.3.	Esfuerzos en el gancho	74
5.4.3.1.	Esfuerzo normal	74
5.4.3.2.	Esfuerzo de corte	75
5.5.	Cotización del dispositivo	76
5.5.1.	Cotización comercial	76

5.5.2. Cotización de las piezas	76
6. Conclusiones	77
7. Recomendaciones	78
8. Referencias bibliográficas	79
Anexos	82