

	<b>GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>	<b>Código</b>	FO-SB-12/v0
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>	<b>Página</b>	1/1

### RESUMEN TRABAJO DE GRADO

**AUTOR(ES):**

**NOMBRE(S):** CLAUDIA LILIANA      **APELLIDOS:** CASADIEGO PERALTA

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

**FACULTAD:** CIENCIAS BÁSICAS

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

**DIRECTOR:**

**NOMBRE(S):** JHON ERICKSON      **APELLIDOS:** BARBOSA JAIMES

**TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS):** DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LOS LÍMITES DE FORMABILIDAD DE LA LÁMINA DE ACERO SG295 Y SG325, COMERCIALIZADA POR LA EMPRESA COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. CINSA, DE LA CIUDAD DE CÚCUTA.

**RESUMEN**

El proyecto consistió en la caracterización de los aceros usados en el proceso productivo de la empresa Comercial Industrial Nacional S.A. CINSA, de Cúcuta, desde el punto de vista de la capacidad de conformado de la chapa. Esta investigación experimental se centró en la determinación de los límites de formabilidad de láminas de Acero SG295 Y SG325, de 2.2 y 2.3 mm de espesor, utilizadas por la empresa en la manufactura de cilindros para gas. Los resultados indican que los aceros objeto de estudio se pueden considerar como acero al carbono y más específicamente como acero dulce. El acero SG295, es un acero al carbono con ferrita (90%) y perlita (10%) de grano equiaxial muy fino (tamaño de grano 10). El acero SG325 es ferrita (80%) y perlita (20%) en forma de grano equiaxial muy fino (tamaño de grano 10-11). La lámina de SG325 alcanza una mayor área de deformación en la condición de seguridad que la lámina de SG295, teniendo en cuenta la diferencia de espesores con 2.2 mm y 2.3 mm para SG295 y SG325 respectivamente. Para los dos aceros se alcanza una menor deformación en la condición de deformación plana que lo reportado para láminas de acero de bajo carbono y de embutición profunda, incluso de espesores menores.

**PALABRAS CLAVES:** Formabilidad, acero, anisotropía.

**CARACTERÍSTICAS:**

**PÁGINAS:** 79      **PLANOS:** \_\_\_\_\_ **ILUSTRACIONES:** \_\_\_\_\_ **CD ROOM:** 1

<b>Elaboró</b>		<b>Revisó</b>		<b>Aprobó</b>	
Equipo Operativo del Proceso		Comité de Calidad		Comité de Calidad	
<b>Fecha</b>	24/10/2014	<b>Fecha</b>	05/12/2014	<b>Fecha</b>	05/12/2014

DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LOS LÍMITES DE FORMABILIDAD DE LA  
LÁMINA DE ACERO SG295 Y SG325, COMERCIALIZADA POR LA EMPRESA  
COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. CINSA, DE LA CIUDAD DE CÚCUTA.

CLAUDIA LILIANA CASADIEGO PERALTA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

PLAN DE ESTUDIOS DE MAESTRÍA EN CIENCIA

Y TECNOLOGÍA DE MATERIALES

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2017

DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LOS LÍMITES DE FORMABILIDAD DE LA  
LÁMINA DE ACERO SG295 Y SG 325, COMERCIALIZADA POR LA EMPRESA  
COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. CINSA, DE LA CIUDAD DE CÚCUTA.

CLAUDIA LILIANA CASADIEGO PERALTA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de  
Magíster en Ciencia y Tecnología de los Materiales

Director

JHON ERICKSON BARBOSA JAIMES

Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

PLAN DE ESTUDIOS DE MAESTRÍA EN CIENCIA

Y TECNOLOGÍA DE MATERIALES

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2017



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: CÚCUTA, 16 DE MARZO DE 2017

HORA: 07:00 A.M

LUGAR: CREAD 3 PISO SALA 3

PLAN DE ESTUDIOS: MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE MATERIALES

Título del Trabajo de Investigación: "DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LOS LÍMITES DE FORMABILIDAD DE LA LÁMINA DE ACERO SG295 Y SG325, COMERCIALIZADA POR LA EMPRESA COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A CINSA, DE LA CIUDAD DE CÚCUTA"

Jurados: MSc. JHON ERICKSON BARBOSA JAIMES  
MSc. GONZALO DE LA CRUZ ROMERO GARCÍA  
PhD. ISMAEL HUMBERTO GARCÍA PÁEZ

Director: MSC. JHON ERICKSON BARBOSA JAIMES

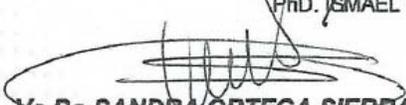
Nombre del estudiante:	Código	Calificación	
		Letra	Número
CLAUDIA LILIANA CASADIEGO PERALTA	1380016	<u>Cinco-cero</u>	<u>5.0</u>

  
MSc. JHON ERICKSON BARBOSA JAIMES  
GARCÍA

**APROBADO**

  
MSc. GONZALO DE LA CRUZ ROMERO  
GARCÍA

  
PhD. ISMAEL HUMBERTO GARCÍA PÁEZ

  
Vc.Bo. SANDRA ORTEGA SIERRA  
Directora (E) Comité Curricular

Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales

## Contenido

	<b>pág.</b>
Introducción	11
1. Problema	13
1.1 Titulo	13
1.2 Planteamiento del problema	13
1.3 Objetivos	14
1.3.1 Objetivo general	14
1.3.2 Objetivos específicos	14
1.4 Justificación de la Investigación	15
2. Marco Referencial	16
2.1 Marco Teórico	16
2.1.1 Conformado de lámina metálica	16
2.1.2 Problemas asociados con la conformación de láminas metálicas	16
2.1.3 Distribución de las deformaciones	22
2.1.4 Tipos de ensayo de conformabilidad de la lámina metálica	23
2.1.4.1 Diagramas límite de formabilidad	25
2.2 Estado del Arte de la Investigación	29
2.3 Materiales de Partida	31
3. Diseño Metodológico	33
3.1 Composición Química	33
3.2 Estudio Metalográfico	33
3.2.1 Selección de las muestras	34

3.2.2 Observación de la microestructura y toma de micrografías	35
3.3 Ensayo de Tracción	35
3.3.1 Preparación de las probetas	35
3.3.2 Determinación de las propiedades de tracción	36
3.3.2.1 Velocidad del ensayo	37
3.3.2.2 Criterio de rotura	37
3.3.2.3 Límite elástico convencional, $\sigma_y(0.2\%)$	38
3.3.2.4 Resistencia a la tracción, $\sigma_u$	41
3.3.2.5 Alargamiento, A	41
3.4 Exponente de Endurecimiento por Deformación, n	42
3.5 Coeficiente de Anisotropía, r	44
3.5.1 Coeficiente de anisotropía normal, r.	44
3.6 Ensayo para Determinar la Curva Límite de Formabilidad	45
3.6.1 Equipos	46
3.6.1.1 Máquina para el ensayo	46
3.6.1.2 Herramientas	46
3.6.2 Probeta	48
3.6.3 Procedimiento	49
3.6.4 Mediciones y cálculos	50
3.7 Construcción de la Curva Límite de Formabilidad	51
4 Resultados y Discusión	52
4.1 Sinopsis	52
4.2 Composición Química	52
4.3 Microestructura de los Aceros	52

4.4 Propiedades a Tracción	54
4.4.1 Límite elástico convencional, $\sigma_y(0.2\%)$ , y resistencia a la tracción, $\sigma_u$	55
4.4.2 Alargamiento hasta fractura, $A_{50}$	56
4.5 Exponente de Endurecimiento por Deformación, $n$	58
4.6 Coeficiente de Anisotropía, $r$	59
4.7 Diagramas Límite de Formabilidad, DLF	62
5. Conclusiones	70
6. Recomendaciones	72
Referencias Bibliográficas	73