

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS - CASSANOVA IZARRA BENJAMIN  
FRANK.pdf**

AUTOR

**BENJAMIN CASSANOVA**

RECuento de palabras

**25162 Words**

RECuento de caracteres

**144068 Characters**

RECuento de páginas

**171 Pages**

Tamaño del archivo

**3.7MB**

Fecha de entrega

**Mar 1, 2024 7:36 AM GMT-5**

Fecha del informe

**Mar 1, 2024 7:39 AM GMT-5****● 13% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA  
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN  
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS  
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)**

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.unfels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

**TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

- 1). TESIS ( X )                      2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL ( )

**DATOS PERSONALES**

Apellidos y Nombres:	CASSANOVA IZARRA BENJAMIN FRANK
D.N.I.:	70889927
Otro Documento:	-----
Nacionalidad:	PERUANO
Teléfono:	+51 933462756
e-mail:	bennk.caiza.73@gmail.com

**DATOS ACADÉMICOS**

**Pregrado**

Facultad:	FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
Programa Académico:	TESIS
Título Profesional otorgado:	INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**Postgrado**

Universidad de Procedencia:	-----
País:	-----
Grado Académico otorgado:	-----

**Datos de trabajo de investigación**

Título: “ANÁLISIS MECÁNICO DEL DOBLEZ EN FRÍO Y CALIENTE PARA EVALUAR FRAGILIZACIÓN POR HIDRÓGENO EN LA FABRICACIÓN DE PERNOS ANGULARES DE ACERO ASTM A36 GALVANIZADOS”	
Fecha de Sustentación:	04/12/2023
Calificación:	APROBADO POR UNANIMIDAD
Año de Publicación:	2024



### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo \_\_\_\_\_ No autorizo  X

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	<b>info:eu-repo/semantics/openAccess</b> (Para documentos en acceso abierto)	( )

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	<b>info:eu-repo/semantics/restrictedAccess</b> (Para documentos restringidos)	( )
	<b>info:eu-repo/semantics/embargoedAccess</b> (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	( )
	<b>info:eu-repo/semantics/closedAccess</b> (para documentos confidenciales)	(X)

(\*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

info:eu-repo/semantics/closedAccess

Motivos de la elección del acceso restringido:

DEBIDO A QUE MI TESIS TIENE DOCUMENTOS CONFIDENCIALES DE LA EMPRESA

EN LA QUE REALICÉ LA INVESTIGACIÓN

CASSANOVA IZARRA BENJAMIN FRANK

APELLIDOS Y NOMBRES

70889927

DNI

Firma y huella:



Lima, 06 de MAYO del 2024

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“ANÁLISIS MECÁNICO DEL DOBLEZ EN FRÍO Y CALIENTE PARA  
EVALUAR FRAGILIZACIÓN POR HIDRÓGENO EN LA FABRICACIÓN  
DE PERNOS ANGULARES DE ACERO ASTM A36 GALVANIZADOS”**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

CASSANOVA IZARRA, BENJAMIN FRANK

ORCID: 0009-0002-4488-658X

**ASESOR**

PUMA CORBACHO, SOLIN EPIFANIO

ORCID: 0000-0003-4614-8169

**Villa El Salvador**

**2023**





DECANATO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
MECÁNICO ELECTRICISTA

En Villa El Salvador, siendo las 10:40 a.m. del día 04 de diciembre del 2023, en la Facultad de Ingeniería y Gestión, los miembros del Jurado Evaluador, integrado por:

PRESIDENTE: FABIO ZEGARRA CHOQUE DNI N° 40586051 C.I.P. N° 84031  
SECRETARIA: MARGARITA FREDESVIDA MURILLO MANRIQUE DNI N° 07222359 C.I.P. N° 59410  
VOCAL : RICHARD FLORES CACERES DNI N° 10230672 C.I.P. N° 185839  
ASESOR : SOLIN EPIFANIO PUMA CORBACHO DNI N° 72491744 C.I.P. N° 224387

Designados mediante Resolución de Decanato N° 312-2023-UNTELS-R-D de fecha 15 de agosto de 2023 quienes dan inicio a la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación de Tesis.

Acto seguido, el (la) aspirante al: Grado de Bachiller  Título Profesional

Don: CASSANOVA IZARRA BENJAMIN FRANK identificado(a) con D.N.I. N° 70889927 procedió a la Sustentación de:

Trabajo de investigación  Tesis  Trabajo de suficiencia  Artículo científico

Titulado: "ANÁLISIS MECÁNICO DEL DOBLEZ EN FRÍO Y CALIENTE PARA EVALUAR FRAGILIZACIÓN POR HIDRÓGENO EN LA FABRICACIÓN DE PERNOS ANGULARES DE ACERO ASTM A36 GALVANIZADOS"



Aprobado mediante Resolución de Decanato de N° 905-2023-UNTELS-R-D de fecha 24 de noviembre de 2023, de conformidad con las disposiciones del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales vigentes, sustentó y absolvió las interrogantes que le formularon los señores miembros del Jurado Evaluador.


Concluida la Sustentación se procedió a la evaluación y calificación correspondiente, resultando el aspirante APROBADO por UNANIMIDAD con la nota de: CATORCE (letras) 14 (números), de acuerdo al Art. 65° del Reglamento General para optar el Título Profesional.

CALIFICACIÓN		CONDICIÓN	EQUIVALENCIA
NÚMERO	LETRAS		
14	CATORCE	APROBADO POR UNANIMIDAD	BUENO

Siendo las 12:45 horas del día ..... de ..... del 2023, se dio por concluido el acto de sustentación, firmando el jurado evaluador el Acta de Sustentación, que obra en el Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión.

  
MARGARITA F. MURILLO MANRIQUE  
SECRETARIA  
Margarita Murillo M.  
Ingeniera Electricista  
Reg C.I.P. 59410

  
FABIO ZEGARRA CHOQUE  
PRESIDENTE  
Ingeniero Mecánico  
CIP N° 84031  
  
CASSANOVA IZARRA BENJAMIN FRANK  
BACHILLER

  
RICHARD FLORES CACERES  
INGENIERO  
MECÁNICO ELECTRICISTA  
RICHARD FLORES CACERES  
VOCAL

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mi familia, mis amigos, a todos y cada uno de mis seres queridos que ya no están, para quienes aún están y para aquellos que en un futuro estarán; ya que son muy importantes para mí, así como también una gran motivación para seguir mejorando, viviendo y compartiendo muchas experiencias. Los amo.

## AGRADECIMIENTOS

- **A Dios**, por todo lo que tengo, por permitirme lograr cumplir mis metas y darme salud, fuerza y bendición para ello.
- **A mis seres queridos**, por motivarme a ser un mejor ser humano y formarme en buenos valores y estar conmigo en las diferentes etapas de mi crecimiento personal.
- **A mis maestros y compañeros**, por aportarme conocimiento y apoyo académico.
- **A mis compañeros de trabajo**, por el compañerismo, el apoyo laboral para poder realizar mi investigación en la empresa.
- **A mí**, por estar siempre para mí mismo, darme soporte y no fallarme.



## RESUMEN

El uso de pernos angulares es importante en el sector eléctrico tanto a nivel nacional como internacional, ya que juegan un papel significativo en la sujeción de líneas eléctricas de media y baja tensión, equilibrando las fuerzas de tensión entre postes de luz. La empresa de manufactura en la que se realizó la presente investigación, se ha destacado por proporcionar productos de calidad y asegurar su cumplimiento con las normativas nacionales e internacionales en la fabricación y comercialización de ferretería eléctrica.

La presente investigación se originó por la detección del fenómeno de fragilización por hidrógeno en un lote de pernos angulares de acero ASTM A36 galvanizados, es así que se busca comparar dos métodos de fabricación: el doblado en frío y en caliente, midiendo variables como temperatura, fuerza de tracción, fuerza de corte, ángulo de doblado, pH y densidad en baños químicos, tiempos en los procesos, espesor de galvanizado y finalmente las pruebas de tracción y corte en una máquina universal de ensayos para la detección de fragilización por hidrógeno, ya que en aceros es un fenómeno relevante en la industria metalúrgica, pues debilita sus propiedades mecánicas y los vuelve frágiles.

Finalmente, los resultados experimentales y análisis estadísticos demostraron que los pernos de acero ASTM A36 fabricados con doblado en caliente demostraron mayor resistencia a la rotura que los que se hicieron mediante el doblado en frío, se obtuvo que el promedio de las fuerzas del ensayo de tracción para el proceso de doblado en caliente es aproximadamente 38.17 % más del proceso de doblado en frío, mientras que el promedio de las fuerzas del ensayo de corte para el proceso de doblado en frío es aproximadamente 6.07 % más que el proceso de doblado en frío. Esta diferencia se atribuye al aumento de maleabilidad y ductilidad en el proceso de doblado en caliente, eliminando tensiones residuales y reduciendo la vulnerabilidad a la fragilización por hidrógeno. Asimismo, se identificaron tres muestras con fragilizadas, respaldando la idea de que los metales procesados en caliente tienen menor susceptibilidad a este fenómeno que los procesados en frío, se recomienda un análisis metalúrgico más exhaustivo para comprender completamente esta situación. Finalmente se concluye que mediante el proceso de doblado en caliente hay menor susceptibilidad a la fragilización que en la fabricación mediante el proceso de doblado en frío para los pernos de acero ASTM A36 galvanizados.

**Palabras clave:** Fragilización por hidrógeno, galvanizado, pernos angulares de acero ASTM A36, doblado en caliente, doblado en frío.

## ABSTRACT

The use of angle bolts is important in the electrical sector both nationally and internationally, as they play a significant role in fastening medium and low voltage power lines, balancing tension forces between light poles. The manufacturing company in which this research was carried out has stood out for providing quality products and ensuring compliance with national and international regulations in the manufacturing and marketing of electrical hardware.

The present investigation originates from the detection of the phenomenon of hydrogen embrittlement in a batch of galvanized ASTM A36 steel angle bolts, thus seeking to compare two manufacturing methods: cold and hot bending, measuring variables such as temperature, tensile force, cutting force, bending angle, pH and density in chemical baths, process times, galvanizing thickness and finally the tensile and cutting tests in a universal testing machine for the detection of hydrogen embrittlement, since which in steels is a relevant phenomenon in the metallurgical industry, weakening their mechanical properties and making them brittle.

Finally, the experimental results and statistical analyzes demonstrated that the ASTM A36 steel bolts manufactured with hot bending demonstrated greater resistance to breakage than those made by cold bending, it was obtained that the average tensile test forces for the hot bending process is approximately 38.17% more than the cold bending process, while the average shear test forces for the cold bending process is approximately 6.07 % more than the cold bending process. This difference is attributed to the increase in malleability and ductility in the hot bending process, eliminating residual stresses and reducing vulnerability to hydrogen embrittlement. Likewise, three samples were identified as embrittled, supporting the idea that hot-processed metals are less susceptible to this phenomenon than cold-processed ones; a more exhaustive metallurgical analysis is recommended to fully understand this situation. Finally, it is concluded that through the hot bending process there is less susceptibility to embrittlement than in manufacturing through the cold bending process for galvanized ASTM A36 steel bolts.

**Keywords:** Hydrogen embrittlement, galvanizing, ASTM A36 steel angle bolts, hot bending, cold bending.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Motivación .....	2
1.2. Estado de arte.....	2
1.3. Descripción del problema .....	3
1.4. Formulación del problema .....	4
1.4.1. Problema general.....	4
1.4.2. Problemas específicos .....	4
1.5. Objetivos de la investigación.....	4
1.5.1. Objetivo general .....	4
1.5.2. Objetivos específicos.....	4
1.6. Justificación del problema .....	5
1.6.1. Justificación teórica:.....	5
1.6.2. Justificación tecnológica: .....	5
1.6.3. Justificación social: .....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. Antecedentes .....	6
2.2. Bases teóricas.....	9
2.2.1. Acero .....	9

2.2.2.	Acero ASTM A36/ A36M.....	10
2.2.3.	Conformado de aceros al carbono.....	12
2.2.4.	Tratamientos térmicos en aceros al carbono .....	14
2.2.5.	Galvanizado.....	18
2.2.6.	Fragilización por metal líquido. ....	23
2.2.7.	Fragilización por hidrógeno .....	24
2.2.8.	Ensayos de mecánicos.....	28
CAPÍTULO III .....		35
VARIABLES E HIPÓTESIS .....		35
3.1.	Operacionalización de variables (Dimensiones e indicadores). ....	35
3.2.	Hipótesis de la investigación .....	36
3.2.1.	Hipótesis general.....	36
3.2.2.	Hipótesis específicas .....	36
CAPÍTULO IV .....		37
METODOLOGÍA.....		37
4.1.	Descripción de la metodología .....	37
4.1.1.	Etapas del desarrollo del plan de tesis.....	38
4.2.	Implementación de la investigación.....	38
4.2.1.	Pruebas realizadas .....	38
4.3.	Población y muestra de la investigación.....	56
4.4.	Técnicas de recolección de datos.....	56
4.4.1.	Técnicas.....	57
4.4.2.	Instrumentos .....	57
4.5.	Instrumentos de recolección de datos .....	59
4.5.1.	Confiabilidad.....	59
4.5.2.	Validez .....	60

4.6. Resultados.....	61
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	120
CAPÍTULO VI.....	122
CONCLUSIONES.....	122
CAPÍTULO VII.....	124
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	124
ANEXOS.....	129
Anexo 1. Matriz de consistencia.....	129
Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos.....	130
Anexo 3. Glosario de términos.....	157
Anexo 4. Certificado de calidad de materia prima.....	158



## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> <i>Composición química del acero estructural ASTM A-336/A 36M – 05.</i> .....	10
<b>Figura 2.</b> <i>Requerimientos de tracción del acero ASTM A-36.</i> .....	11
<b>Figura 3.</b> <i>Tipos de conformado.</i> .....	14
<b>Figura 4.</b> <i>Determinación de la microdureza de los metales.</i> .....	15
<b>Figura 5.</b> <i>Diagrama de fases hierro-carbono bajo presión atmosférica.</i> .....	16
<b>Figura 6.</b> <i>Espesor de recubrimiento según tipo de galvanizado.</i> .....	22
<b>Figura 7.</b> <i>Proceso de galvanizado.</i> .....	23
<b>Figura 8.</b> <i>Esquema de la absorción y difusión del hidrógeno en el metal base a través de un frente de fisura.</i> .....	26
<b>Figura 9.</b> <i>Condiciones necesarias para que se produzca el fenómeno de fragilización por hidrógeno.</i> .....	28
<b>Figura 10.</b> <i>Esfuerzo de tracción.</i> .....	29
<b>Figura 11.</b> <i>Esfuerzo de corte.</i> .....	30
<b>Figura 12.</b> <i>Diagrama esfuerzo vs deformación de materiales.</i> .....	31
<b>Figura 13.</b> <i>Máquina universal de ensayos.</i> .....	34
<b>Figura 14.</b> <i>Perno angular 5/8"x 10".</i> .....	39
<b>Figura 15.</b> <i>Barra de 5/8"Ø x 6.0m.</i> .....	40
<b>Figura 16.</b> <i>Marca en parte superior para pernos doblados en caliente.</i> .....	41
<b>Figura 17.</b> <i>Marca en parte superior para pernos doblados en frío.</i> .....	42
<b>Figura 18.</b> <i>Diámetro de roscado.</i> .....	42
<b>Figura 19.</b> <i>Medición con cuenta hilos para rosca de 5/8".</i> .....	43
<b>Figura 20.</b> <i>Temperatura de conformado en caliente.</i> .....	43
<b>Figura 21.</b> <i>Aplicación de fuerza para el doblado en caliente.</i> .....	44
<b>Figura 22.</b> <i>Temperatura del doblado en caliente.</i> .....	45
<b>Figura 23.</b> <i>Ángulo del doblado en caliente.</i> .....	45
<b>Figura 24.</b> <i>Aplicación de fuerza para el doblado en frío.</i> .....	46

<b>Figura 25.</b> <i>Temperatura del dobléz en frío.</i> .....	47
<b>Figura 26.</b> <i>Ángulo del dobléz en frío.</i> .....	47
<b>Figura 27.</b> <i>pH en tina de desengrase.</i> .....	48
<b>Figura 28.</b> <i>Densidad relativa de tina de decapado.</i> .....	49
<b>Figura 29.</b> <i>Temperatura del zinc.</i> .....	49
<b>Figura 30.</b> <i>Tiempo de inmersión de las muestras en el zinc.</i> .....	50
<b>Figura 31.</b> <i>Promedio de espesor de galvanizado de muestras.</i> .....	51
<b>Figura 32.</b> <i>Dispositivo para ensayo de tracción.</i> .....	53
<b>Figura 33.</b> <i>Elementos para ensayo de tracción.</i> .....	53
<b>Figura 34.</b> <i>Ensayo de tracción.</i> .....	54
<b>Figura 35.</b> <i>Elementos para ensayo de corte.</i> .....	55
<b>Figura 36.</b> <i>Ensayo de corte.</i> .....	55
<b>Figura 37.</b> <i>Ensayo de corte.</i> .....	68
<b>Figura 38.</b> <i>Ensayo de tracción.</i> .....	69
<b>Figura 39.</b> <i>Ensayo de tracción.</i> .....	70
<b>Figura 40.</b> <i>Ensayo de corte.</i> .....	71
<b>Figura 41.</b> <i>Ensayo de tracción.</i> .....	72
<b>Figura 42.</b> <i>Ensayo de tracción.</i> .....	73
<b>Figura 43.</b> <i>Ensayo de corte.</i> .....	74
<b>Figura 44.</b> <i>Ensayo de tracción.</i> .....	75
<b>Figura 45.</b> <i>Ensayo de corte.</i> .....	76
<b>Figura 46.</b> <i>Ensayo de corte.</i> .....	77
<b>Figura 47.</b> <i>Ensayo de corte.</i> .....	78
<b>Figura 48.</b> <i>Ensayo de tracción.</i> .....	79
<b>Figura 49.</b> <i>Ensayo de tracción.</i> .....	80
<b>Figura 50.</b> <i>Ensayo de tracción.</i> .....	81

<b>Figura 51.</b> <i>Ensayo de corte.</i> .....	82
<b>Figura 52.</b> <i>Ensayo de corte.</i> .....	83
<b>Figura 53.</b> <i>Ensayo de corte.</i> .....	84
<b>Figura 54.</b> <i>Ensayo de tracción.</i> .....	85
<b>Figura 55.</b> <i>Ensayo de tracción.</i> .....	86
<b>Figura 56.</b> <i>Ensayo de tracción.</i> .....	87
<b>Figura 57.</b> <i>Ensayo de corte.</i> .....	88
<b>Figura 58.</b> <i>Ensayo de tracción.</i> .....	89
<b>Figura 59.</b> <i>Ensayo de corte.</i> .....	90
<b>Figura 60.</b> <i>Ensayo de tracción.</i> .....	91
<b>Figura 61.</b> <i>Ensayo de corte.</i> .....	92
<b>Figura 62.</b> <i>Ensayo de corte.</i> .....	93
<b>Figura 63.</b> <i>Ensayo de tracción.</i> .....	94
<b>Figura 64.</b> <i>Ensayo de corte.</i> .....	95
<b>Figura 65.</b> <i>Ensayo de corte.</i> .....	96
<b>Figura 66.</b> <i>Ensayo de corte.</i> .....	97
<b>Figura 67.</b> <i>Ensayo de tracción.</i> .....	98
<b>Figura 68.</b> <i>Ensayo de tracción.</i> .....	99
<b>Figura 69.</b> <i>Resultados de ensayos en proceso de dobléz en frío.</i> .....	100
<b>Figura 70.</b> <i>Resultados de ensayos en proceso de dobléz en caliente.</i> .....	100
<b>Figura 71.</b> <i>Gráfica del método de desviación estándar para ensayo de tracción en proceso de dobléz frío.</i> .....	102
<b>Figura 72.</b> <i>Gráfica del método de desviación estándar para ensayo de tracción en proceso de dobléz en caliente.</i> .....	103
<b>Figura 73.</b> <i>Gráfica del método de desviación estándar para ensayo de corte en proceso de dobléz en frío.</i> .....	104

<b>Figura 74.</b> <i>Gráfica del método de desviación estándar para ensayo de corte en proceso de dobléz en frío.</i> .....	106
<b>Figura 75.</b> <i>Evaluación de fuerza de tracción entre la fabricación de dobléz en frío y caliente.</i> .....	109
<b>Figura 76.</b> <i>Evaluación de fuerza de corte entre la fabricación de dobléz en frío y caliente.</i> .....	110
<b>Figura 77.</b> <i>Tabla del coeficiente de Student.</i> .....	111
<b>Figura 78.</b> <i>Gráfica de comparación de medias en ensayo de tracción.</i> .....	117
<b>Figura 79.</b> <i>Gráfica de comparación de medias en ensayo de corte.</i> .....	118
<b>Figura 80.</b> <i>Muestras conformes y no conformes.</i> .....	119

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Matriz de operacionalización</i> .....	35
<b>Tabla 2.</b> <i>Datos técnicos de pernos angulares</i> .....	39
<b>Tabla 3.</b> <i>Instrumentos calibrados</i> .....	59
<b>Tabla 4.</b> <i>Normativas empleadas</i> .....	60
<b>Tabla 5.</b> <i>Medidas en el proceso de conformado (muestras dobladas en frío)</i> .....	62
<b>Tabla 6.</b> <i>Medidas en el proceso de conformado (muestras dobladas en caliente)</i> .....	63
<b>Tabla 7.</b> <i>Medidas en el proceso de baños químicos (muestras dobladas en frío)</i> .....	64
<b>Tabla 8.</b> <i>Medidas en el proceso de baños químicos (muestras dobladas en caliente)</i> .....	65
<b>Tabla 9.</b> <i>Medidas en el proceso de galvanizado (muestras dobladas en frío)</i> .....	66
<b>Tabla 10.</b> <i>Medidas en el proceso de galvanizado (muestras dobladas en caliente)</i> .....	67
<b>Tabla 11.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio</i> .....	68
<b>Tabla 12.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio</i> .....	69
<b>Tabla 13.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio</i> .....	70
<b>Tabla 14.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio</i> .....	71
<b>Tabla 15.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio</i> .....	72
<b>Tabla 16.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio</i> .....	73
<b>Tabla 17.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio</i> .....	74
<b>Tabla 18.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio</i> .....	75
<b>Tabla 19.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio</i> .....	76
<b>Tabla 20.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio</i> .....	77
<b>Tabla 21.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio</i> .....	78
<b>Tabla 22.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio</i> .....	79
<b>Tabla 23.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio</i> .....	80
<b>Tabla 24.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio</i> .....	81
<b>Tabla 25.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio</i> .....	82



<b>Tabla 26.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio.</i> .....	83
<b>Tabla 27.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio.</i> .....	84
<b>Tabla 28.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio.</i> .....	85
<b>Tabla 29.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio.</i> .....	86
<b>Tabla 30.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio.</i> .....	87
<b>Tabla 31.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio.</i> .....	88
<b>Tabla 32.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio.</i> .....	89
<b>Tabla 33.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio.</i> .....	90
<b>Tabla 34.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio.</i> .....	91
<b>Tabla 35.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio.</i> .....	92
<b>Tabla 36.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio.</i> .....	93
<b>Tabla 37.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio.</i> .....	94
<b>Tabla 38.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio.</i> .....	95
<b>Tabla 39.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio.</i> .....	96
<b>Tabla 40.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio.</i> .....	97
<b>Tabla 41.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio.</i> .....	98
<b>Tabla 42.</b> <i>Resultados del ensayo de laboratorio.</i> .....	99
<b>Tabla 43.</b> <i>Método de la desviación estándar para ensayo de tracción en proceso de doblez en frío.</i> .....	101
<b>Tabla 44.</b> <i>Método de la desviación estándar para ensayo de tracción en proceso de doblez en caliente.</i> .....	102
<b>Tabla 45.</b> <i>Método de la desviación estándar para ensayo de corte de doblez en frío.</i> ....	103
<b>Tabla 46.</b> <i>Método de la desviación estándar para ensayo de corte en proceso de doblez caliente.</i> .....	105
<b>Tabla 47.</b> <i>Prueba de normalidad.</i> .....	106
<b>Tabla 48.</b> <i>Comparación en fuerza de tracción con U de Mann-Whitney.</i> .....	108
<b>Tabla 49.</b> <i>Comparación en fuerza de corte con U de Mann-Whitney.</i> .....	109