



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN TESIS DE GRADO

AUTOR (ES):

NOMBRE (S): JOSÉ EDUARDO _____

APELLIDOS: RODRÍGUEZ BENCARDINO _____

NOMBRE (S): WILLMER MAURICIO _____

APELLIDOS: BARRERA LIZARAZO _____

FACULTAD: _____ INGENIERÍA _____

PLAN DE ESTUDIOS: _____ INGENIERÍA MECÁNICA _____

DIRECTOR:

NOMBRE (S): MEIMER _____

APELLIDOS: PEÑARANDA CARRILLO _____

TÍTULO DE LA TESIS: RECUPERACIÓN DE LEVAS MEDIANTE EL PROCESO DE
TERMORROCIADO: EVALUACIÓN DE LA ADHERENCIA ENTRE EL MATERIAL DE
APORTE Y EL MATERIAL BASE _____

RESUMEN:

En el presente proyecto se estudió la recuperación de árboles de levas del auto Daewoo Cielo por el método de proyección térmica. Se caracterizó metalográficamente y químicamente el material base (levas del automóvil Daewoo Cielo), para seleccionar el tratamiento superficial y el material de aporte (recubrimiento) más adecuado de acuerdo a las características metalográficas y químicas del metal base. Igualmente, se aplicó el material de aporte (recubrimiento) sobre los sustratos, usando la técnica de termorrociado. A partir de lo anterior, se determinó la adherencia entre el material de aporte (recubrimiento) y el sustrato mediante la medición del esfuerzo de rotura y la observación del aspecto microscópico.

Palabras clave: recuperación de levas, proceso de termorrociado, evaluación de la adherencia, material de aporte, material base.

CARACTERÍSTICAS:

PAGINAS: 98

PLANOS:

ILUSTRACIONES:

CD-ROM: 1

RECUPERACIÓN DE LEVAS MEDIANTE EL PROCESO DE TERMORROCIADO:
EVALUACIÓN DE LA ADHERENCIA ENTRE EL MATERIAL DE APORTE Y EL
MATERIAL BASE

JOSÉ EDUARDO RODRÍGUEZ BENCARDINO
WILLMER MAURICIO BARRERA LIZARAZO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA
SAN JOSE DE CÚCUTA
2014

RECUPERACIÓN DE LEVAS MEDIANTE EL PROCESO DE TERMORROCIADO:
EVALUACIÓN DE LA ADHERENCIA ENTRE EL MATERIAL DE APORTE Y EL
MATERIAL BASE

JOSÉ EDUARDO RODRÍGUEZ BENCARDINO
WILLMER MAURICIO BARRERA LIZARAZO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de
Ingeniero Mecánico

Director:
MEIMER PEÑARANDA CARRILLO
Ingeniero Mecánico

Codirector:
ISMAEL HUMBERTO GARCÍA PÁEZ
Ingeniero Metalúrgico

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA
SAN JOSE DE CÚCUTA
2014

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: CÚCUTA, 4 DE ABRIL 2014
HORA: 2:00 p.m.
LUGAR: EDIFICIO EL CREAD TERCER PISO SALA 3
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA MECANICA

Título de la Tesis: "RECUPERACION DE LEVAS MEDIANTE EL PROCESO DE TERMORROCIADO: EVALUACION DE LA ADHERENCIA ENTRE EL MATERIAL DE APORTE Y EL MATERIAL BASE"

Jurados: Ing. SEGUNDO RUGE ROCANCIO
Ing. GABRIEL PEÑA R
Lic. ALBERTO SARMIENTO CASTRO

Director: ING. MEIMER OEÑARANDA CARRILLO
Codirector: ING. Ph.D ISMAEL HUMBERTO GARCIA PAEZ

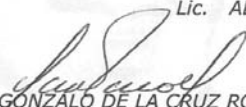
Nombre de los estudiantes	Código	Calificación	
		Letra	Número
JOSE EDUARDO RODRIGUEZ BENCARDINO	1120198	Cuatro, Cuatro	4.4
WILMER MAURICIO BARRERA LIZARAZO	1120213	Cuatro, Cuatro	4.4

APROBADA


Ing. SEGUNDO RUGE ROCANCIO


Ing. GABRIEL PEÑA R.


Lic. ALBERTO SARMIENTO CASTRO


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

A mis padres JOSE ANTONIO RODRÍGUEZ SUAREZ y MARTHA BENCARDINO CARPIO, a mi hermanita VIVIANA MARÍA RODRÍGUEZ BENCARDINO y a todas las personas que hicieron parte de este gran sueño.

José Eduardo Rodríguez Bencardino

Con el cariño de siempre, a la memoria de mi padre MAURICIO BARRERA GOMEZ, a mi madre MARIELA LIZARAZO MONCADA y mis hermanos MARLON RENÉ BARRERA LIZARAZO y JHON EDER BARRERA LIZARAZO, por ser mi gran motivación para cumplir este, nuestro gran sueño.

Willmer Mauricio Barrera Lizarazo

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

A Meimer Peñaranda Carrillo M.Sc. en Ingeniería Mecánica, Profesor de la Universidad Francisco de Paula Santander, Director del Proyecto.

A Ismael Humberto García Páez PhD. En Ciencias Químicas, Profesor de la Universidad Francisco de Paula Santander, Codirector del Proyecto.

A Yusbely Castrilón Jaimes M.Sc. en Prácticas Pedagógicas, Profesora de la Universidad Francisco de Paula Santander, Auxiliar del Laboratorio de Materiales Metálicos.

A Fabio Vargas Galvis PhD. *Matériaux Céramiques et Traitements de Surfaces*, Profesor de la Universidad de Antioquia.

A David Martínez, Profesor de la Universidad Francisco de Paula Santander, Laboratorio de Máquinas y Herramientas.

A Rectificadora el Cigüeñal.

A Universidad de Pamplona.

A Todas aquellas personas que en una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. PROBLEMA	18
1.1 TÍTULO	18
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.4 OBJETIVOS	19
1.4.1 Objetivos generales	19
1.4.2 Objetivos específicos	19
1.5 JUSTIFICACIÓN	20
2. MARCO REFERENCIAL	22
2.1 ANTECEDENTES	22
2.2 MARCO CONTEXTUAL	23
2.3 MARCO CONCEPTUAL	24
2.3.1 Levas	24
2.3.2 Árboles de levas	27
2.3.3 Fundición	28
2.3.3.1 Definición	28
2.3.3.2 Constituyentes microestructurales	29
2.3.3.3 Tipos de fundición	29
2.3.4 Ensayos de laboratorio	33

2.3.4.1 Análisis metalográfico	33
2.3.4.2 Análisis químico	34
2.3.4.3 Ensayo de dureza	34
2.3.5 Termorrociado	37
2.3.5.1 Historia.	37
2.3.5.2 Proyección térmica mediante combustión (Flame Spray)	40
2.3.5.3 Equipos de proyección de material cerámico en forma de varillas	41
2.3.5.4 Equipos de proyección y fusión con gas	42
2.3.5.5 Equipos de proyección de material en forma de polvo	42
2.3.5.6 Proyección térmica mediante antorcha de detonación (D-GUN)	43
2.3.5.7 Proyección a partir de oxígeno combustible a alta velocidad (HVOF)	44
2.3.5.8 Proyección térmica mediante arco eléctrico (Arc Spray)	45
2.3.5.9 Proyección térmica mediante plasma.	46
2.3.6 Prueba de adherencia según norma ASTM C633-1b	46
2.4 MARCO LEGAL	49
2.5 HIPOTESIS	51
3. DISEÑO METODOLÓGICO	52
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	52
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	52
3.3 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	52
3.3.1 Caracterización de la leva	53
3.3.2 Selección del tratamiento superficial y del material de aporte	54
3.3.3 Selección de los rangos de las variables del proceso	54
3.3.4 Preparación de las probetas	55

3.3.5 Aplicación del recubrimiento	57
3.3.6 Evaluación de la adherencia	57
3.4 INSTRUMENTOS	58
4. RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	60
4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA LEVA	60
4.2 SELECCIÓN DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL Y DEL MATERIAL DE APORTE	64
4.3 SELECCIÓN DE LOS RANGOS DE LAS VARIABLES DEL PROCESO	67
4.4 PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS	70
4.5 APLICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO	73
4.6 ENSAYO DE ADHERENCIA	75
5. CONCLUSIONES	82
6. RECOMENDACIONES	83
BIBLIOGRAFÍA	84
ANEXOS	87