



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
DIVISIÓN BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): JESSICA MARÍA **APELLIDOS:** DAZA RAMÍREZ
NOMBRE(S): SILVIA JULIANA **APELLIDOS:** OROZCO HERNÁNDEZ

FACULTAD: INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO: INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): GABRIEL **APELLIDOS:** PEÑA RODRÍGUEZ

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RECUBRIMIENTOS VÍTREOS DE POLVOS DE CENIZAS VOLANTES SOBRE SUSTRATOS DE PASTA CERÁMICA USANDO LA TÉCNICA DE PROYECCIÓN TÉRMICA

RESUMEN:

Se presenta caracterización estructural usando difracción de rayos X (DRX), y morfológica mediante microscopia electrónica de barrido (MEB) de recubrimientos vítreos de polvos de cenizas volantes suministrados por Termotasajero S.A, sobre tabletas cerámicas de arcilla roja. La técnica utilizada en los recubrimientos fue la de proyección térmica oxiacetilénica. El proceso de conformado de los sustratos o tabletas cerámicas fue por prensado uniaxial a 26.17 Bares, a partir de polvos de pasta cerámica atomizada obtenidos de la empresa Cerámica Italia S.A. y sinterizados a 1100 °C. Los polvos de ceniza volante proyectados fueron los obtenidos del pasante tamiz No. 270 y retenido el No. 325. Se realizaron tres recubrimientos, los cuales fueron dados en función del número de pases de la llama oxiacetilénica sobre el sustrato. Los resultados reportan una morfología superficial heterogénea de splats fundidos y semifundidos. Por otra parte al comparar la estructura cristalina de los polvos de cenizas volantes con la hallada para las muestras recubiertas, se encontró un incremento de la fase vítrea del 49,1% al 90,9% respectivamente, lo que permite inferir que los polvos de cenizas volantes son buenos candidatos para ser usados como recubrimientos vítreos sobre sustratos de arcilla roja.

PALABRAS CLAVES: cenizas volantes, recubrimientos, proyección térmica, pasta cerámica, propiedades.

CARACTERÍSTICAS:

PAGÍNAS: 100

PLANOS:

ILUSTRACIONES:

**ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RECUBRIMIENTOS VÍTREOS DE
POLVOS DE CENIZAS VOLANTES SOBRE SUSTRATOS DE PASTA CERÁMICA
USANDO LA TÉCNICA DE PROYECCIÓN TÉRMICA**

**JESSICA MARÍA DAZA RAMÍREZ
SILVIA JULIANA OROZCO HERNÁNDEZ**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SAN JOSÉ DE CÚCUTA**

2016

**ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RECUBRIMIENTOS VÍTREOS DE
POLVOS DE CENIZAS VOLANTES SOBRE SUSTRATOS DE PASTA CERÁMICA
USANDO LA TÉCNICA DE PROYECCIÓN TÉRMICA**

JESSICA MARÍA DAZA RAMÍREZ

SILVIA JULIANA OROZCO HERNÁNDEZ

Director

GABRIEL PEÑA RODRÍGUEZ

MSc. Física, Ph.D. Ingeniería de Materiales

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al Título de
Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

2016



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: Junio, 20 del 2016
HORA: 04:00 P.M.
LUGAR: CREAD SALA 3
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA INDUSTRIAL

Título de la Tesis: "ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RECUBRIMIENTOS VÍTREOS DE POLVOS DE CENIZAS VOLANTES SOBRE SUSTRATOS DE PASTA CERÁMICA USANDO LA TÉCNICA DE PROYECCIÓN TÉRMICA."

Jurados: **Ing. PEDRO PABLO TORRES**
Ing. ISMAEL GARCIA PAEZ
Lic. ANA MILENA GÓMEZ SOTO

Director: Dr. GABRIEL PEÑA RODRIGUEZ

Nombre del estudiante	Código	Calificación	
		Letra	Número
JESSICA MARIA DAZA RAMÍREZ	1190731	CUATRO, CUATRO	4,4
SILVIA JULIANA ORÓZCO HERNÁNDEZ	1190897	CUATRO, CUATRO	4,4

APROBADA


Ing. PEDRO PABLO TORRES


Ing. ISMAEL GARCIA PAEZ


Lic. ANA MILENA GÓMEZ SOTO


Vo.Bo. ROSA PATRICIA RAMIREZ
Coordinadora Comité Curricular
Ingeniería Industrial

Agradecimientos

Nuestra especial gratitud al Dr. Gabriel Peña Rodríguez, director del proyecto, por poner a nuestra disposición su experiencia, asesoría y apoyo incondicional en la consecución del informe final, ya que sin su constante acompañamiento, no hubiese tenido lugar el presente trabajo.

Al Dr. Héctor Jaime Dulcé Moreno, por su colaboración y aportes en la investigación.

Al Dr. Fabio Vargas Galvis. Director del Grupo de Investigaciones Pirometalúrgicas y de Materiales (GIPIMME), de la Universidad de Antioquia, por sus aportes a la investigación.

A la empresa Cerámica Italia, por suministrarnos la materia prima para la elaboración de los sustratos.

A la Central de Termotasajero, por proporcionarnos las cenizas volantes para la elaboración de los recubrimientos.

A todas y cada una de las personas que desde los diferentes laboratorios, CIMAC-UFPS, Guatiguará-UIS, CIDEMAT-UdeA y GIPIMME-UdeA, quienes aportaron su conocimiento y colaboración en la realización de los diferentes ensayos.

Al Fondo de Investigaciones Universitarias FINU-UFPS, por el apoyo económico recibido, mediante el contrato No.026-2015.

Contenido

	Pág.
Introducción	1
1. Problema	5
1.1 Título	5
1.2 Planteamiento del Problema	5
1.3 Formulación del Problema	6
1.4 Justificación	6
1.5 Objetivos	7
1.5.1 Objetivo General	7
1.5.2 Objetivos específicos	7
1.6 Alcances y Limitaciones	7
1.6.1 Alcances	7
1.6.2 Limitaciones	8
2. Marco Referencial.	9
2.1 Antecedentes	9
2.1.1 Antecedentes bibliográficos	9
2.2 Marco Contextual	12
2.3 Marco Teórico	13
2.3.1 Arcilla roja elaborada por Spray dried	13
2.3.2 Cenizas volantes	15
2.3.3 Recubrimiento	19

2.3.4 Proyección Térmica	19
2.3.5 Difracción de Rayos X	23
2.3.6 Espectroscopía de dispersión de energía de rayos X	25
2.3.7 Microscopía electrónica de barrido (MEB)	27
2.4 Marco Conceptual	29
2.5 Marco Legal	33
2.5.1 Ley 29 de 1990	33
2.5.2 Ley 30 de 1992	33
2.5.3 Ley 99 de 1993	33
2.5.3.1 Ley del Medio Ambiente	33
2.5.4 Acuerdo No. 98 del 29 de Noviembre de 1995	34
2.5.5 Resolución 619 de 1997.	34
2.5.6 Resolución 909 de 2008	34
2.5.7 Estatuto Estudiantil Universidad Francisco de Paula Santander	34
3. Diseño Metodológico	36
3.1 Tipo de investigación	36
3.2 Población y Muestra	37
3.2.1 Población	37
3.2.2 Muestra	37
3.3 Instrumentos para la recolección de información	37
3.3.1 Fuentes Primarias	37
3.3.2 Fuentes Secundarias	37
3.4 Presentación y Análisis de Resultados	37
3.5 Fases del Proyecto	37

4. Materiales y Métodos	40
4.1 Sustratos de arcilla roja	40
4.1.1 Polvos de pasta atomizada	40
4.1.2 Sustratos de arcilla roja.	40
4.2 Cenizas volantes	42
4.2.1 Caracterización de las cenizas volantes de la Central de Termotasajero.	42
4.2.2 Polvos de cenizas volantes de la Central de Termotasajero.	48
4.2.2 Análisis químico y microestructural a las cenizas volantes.	48
4.3 Recubrimientos de polvos de cenizas volantes sobre sustratos de arcilla roja	49
4.3.1 Determinación de los parámetros para el proceso de proyección térmica oxiacetilénica.	49
4.4 Ensayos aplicados al sistema sustrato-recubrimiento	51
5. Resultados y Discusión	54
5.1 Caracterización estructural de los recubrimientos usando MEB, EDS Y DRX	54
5.1.1 Morfología superficial y tratamiento transversal usando Microscopía Electrónica de Barrido (MEB).	54
5.1.2 Composición química por elemento usando (EDS).	59
5.1.3 Fases mineralógicas de la Estructura cristalina de los sustratos elaborados mediante el uso de DRX.	63
5.2 Caracterización Mecánica y Tribológica del Sistema Sustrato-Recubrimiento.	68
5.2.1 Resistencia mecánica a la Flexión Según NTC 4321-4.	68
5.2.2 Medida de dureza Vickers por microindentación a materiales cerámicos.	70
5.2.3 Resistencia al desgaste por abrasión profunda.	72
5.3 Caracterización física del sistema Sustrato-Recubrimiento	73

5.3.1 Adherencia mediante el método Pull-Off.	73
5.3.2 Absorción de Agua.	75
5.4 Socialización de los resultados	76
6. Conclusiones	77
7. Recomendaciones	79
Bibliografía	80