

**PROPUESTA DE CREACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES
CERÁMICOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA
DE MATERIALES EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**LEIDDY BRIYIDTH RIVEROS PATIÑO
JULIÁN ALBERTO MORÓN AVENDAÑO**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN DESARROLLO Y TECNOLOGÍA DE NUEVOS
MATERIALES
BUCARAMANGA
2009**

**PROPUESTA DE CREACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES
CERÁMICOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA
DE MATERIALES EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**Trabajo de Grado modalidad práctica empresarial para optar al título de
Ingeniero(a) Metalúrgico(a)**

**LEIDDY BRIYIDTH RIVEROS PATIÑO
JULIÁN ALBERTO MORÓN AVENDAÑO**

**DIRECTORA
Ph.D. ELCY MARÍA CÓRDOBA TUTA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN DESARROLLO Y TECNOLOGÍA DE NUEVOS
MATERIALES
BUCARAMANGA
2009**

A DIOS, por darme la fortaleza para continuar con mi proyecto de vida.

A MI FAMILIA, por su compañía, apoyo y amor incondicional.

A MIS AMIGOS, por su dedicación y ánimo incansables.

A LM, por darme la confianza de volver a creer.

Julián Alberto Morón Avendaño

*A Dios, por su infinita misericordia y magnificencia,
por ser mi inspiración y darme una segunda oportunidad para seguir viviendo.*

*A mi adorada Madre, por su amor incondicional y
respaldo incesante ante cada logro y dificultad.*

A mi querido Padre, por su cariño, esfuerzo y paciencia.

*A mi querido hermano Jorge Alexander, por su gran cariño,
sincera amistad, colaboración y confianza.*

*A mis amigos, por su gran aporte a mi formación personal, por
su cariño, paciencia, lealtad y confianza.*

Leiddy Briyidth Riveros Patiño

AGRADECIMIENTOS

Queremos resaltar el agradecimiento principalmente a Dios, por permitirnos culminar este trabajo de grado de forma satisfactoria y darnos fortaleza para luchar hasta el final.

A nuestra directora, Ph.D. Elcy María Córdoba Tuta, por su oportuna colaboración, amistad, confianza y preocupación; personal y académica. Por su entereza, gestión y puesta en marcha del laboratorio de Materiales Cerámicos en la Escuela de Ingeniería Metalúrgica.

Al Gremio Cerámico de Bucaramanga y su área Metropolitana, Curití, San Gil y ASOQUAYABAL en Barichara. Por su calidez y don de gente, por creer en una mejor oportunidad para el desarrollo de la industria cerámica del departamento, por su gran interés y valiosa colaboración.

A la Universidad Industrial de Santander, Oficina de Planeación, División de Planta Física y al Ingeniero Iván Uribe, Director de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales de la UIS, por su colaboración e interés en el desarrollo de este proyecto, para mejorar la calidad académica e investigativa en el área de los materiales cerámicos para la Escuela.

Agradecemos a los técnicos de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica: Ambrosio, Mario, Javier y especialmente a Daniel Garavito, por su gran colaboración y aporte de sus conocimientos a la elaboración del presente trabajo de grado.

También queremos agradecer a nuestros compañeros Pedro Yesid Malagón y José Darío Santos Amado, por el aporte y conocimiento proporcionado a este trabajo, así como su amistad, paciencia y colaboración.

Finalmente, es importante agradecer el enorme apoyo, confianza, amistad, colaboración y lealtad en todos los aspectos a: Nancy Andrea García, José Orlando Buitrago, Máryury Paola Camacho, Adriana Catalina Moros, Vanesa Jácome, Gerson Barrera, Ludy Margarita Cáceres, Amanda Avendaño, Ludy Meza y todas las personas que a través de este tiempo estuvieron acompañándonos y creyeron en nosotros hasta el final. A todos ellos Mil y Mil Gracias!!!.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	
OBJETIVOS	4
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	5
1.1 Nombre de la empresa	5
1.2 Función de la empresa	5
1.3 Planta física actual	7
1.4 Estructura organizacional	8
2. METODOLOGÍA	10
2.1 Identificación del estado actual y necesidades del laboratorio de Materiales Cerámicos	10
2.2 Diagnostico sobre el desarrollo de la industria cerámica santandereana	10
2.3 Elaboración de la propuesta de inversión para la adecuación y dotación del laboratorio	12
2.4 Diseño del manual de practicas de laboratorio en el área de los materiales cerámicos	14
3. ANALISIS DIAGNOSTICO DEL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA CERÁMICA EN COLOMBIA	15
3.1 Industria cerámica colombiana	15
3.2 Industria cerámica santandereana	18
3.2.1 Extracción de la materia prima	19
3..2.2 Procesos productivos	20
3.3 Formato de encuesta aplicado a la industria cerámica de la región santandereana	37
3.4 Análisis y resultados de la encuesta	46
3.5 Necesidades y deficiencias de la industria cerámica santandereana	66
4. PROPUESTA DE CREACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS	70

	Pág.	
4.1	Importancia académica de creación del laboratorio	70
4.2	Infraestructura del aula 220 del edificio JBV	72
4.3	Necesidades de adecuación y dotación del laboratorio	82
4.4	Experiencias realizadas en el laboratorio desde su creación.	92
4.5.	Propuesta de inversión	94
4.5.1	Cotización de equipos y materiales de laboratorio	94
4.6	Propuesta dirigida a la oficina de planeación UIS	102
4.6.1	Fichas EBI	102
4.6.2	Formatos proyectos Tipo A	109
5.	PROPUESTA DEL MANUAL DE LABORATORIO PARA LAS ASIGNATURAS DE MATERIALES CERÁMICOS Y MATERIALES REFRACTARIOS, DEL PLAN DE ESTUDIOS DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA METALÚRGICA	122
5.1	Reglamento del laboratorio	122
5.2	Prácticas de laboratorio	126
	CONCLUSIONES	172
	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES	174
	BIBLIOGRAFÍA	175

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura organizacional de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales.	9
Figura 2. Frentes de explotación de material arcilloso	20
Figura 3. Fotografías de un chircal artesanal	21
Figura 4. Diagrama del proceso de fabricación de tejas y ladrillos en un chircal artesanal (Región santandereana)	21
Figura 5. Pilas de preparación de pastas	22
Figura 6. Forma de retirar la pasta de la pila	22
Figura 7. Arcilla lista para ser conformada	22
Figura 8. Conformado manual de una teja	23
Figura 9. Secado de piezas en verde	23
Figura 10. Horno de llama vertical	24
Figura 11. Contaminación generada por la cocción de productos cerámicos	24
Figura 12. Chircal mecanizado	26
Figura 13. Diagrama del proceso de fabricación de tejas y ladrillos en un chircal Mecanizado (Región santandereana)	26
Figura 14. Extracción en chircal mecanizado	27
Figura 15. Trituradora y Mezcladora	27
Figura 16. Extrusora	27
Figura 17. Patio de secado	27
Figura 18. Buldócer	28
Figura 19. Horno tipo colmena	28
Figura 20. Diagrama del proceso de fabricación de tejas y ladrillos en una pequeña industria (Región santandereana)	29
Figura 21. Mediana Industria	30
Figura 22. Diagrama del proceso de fabricación de ladrillos y tubos en una Mediana industria (Región santandereana)	31
Figura 23. Banda transportadora con material arcilloso	31
Figura 24. Transporte del material arcilloso	32
Figura 25. Algunas etapas de producción en Ladrillos y Tubos	32

(Bucaramanga)

Figura 26.	Diagrama del proceso de fabricación de ladrillos y tubos en una gran industria (Región santandereana)	33
Figura 27.	Extracción y almacenamiento de arcillas	34
Figura 28.	Mezcla y homogenización del material arcilloso	35
Figura 29.	Extrusión y corte de las pastas cerámicas	35
Figura 30.	Secado y transporte de las piezas para ser llevadas al horno	36
Figura 31.	Resultados pregunta 1 de la encuesta realizada	46
Figura 32.	Resultados pregunta 2 de la encuesta realizada	47
Figura 33.	Resultados pregunta 5 de la encuesta realizada	48
Figura 34.	Resultados pregunta 6 de la encuesta realizada	48
Figura 35.	Resultados pregunta 7 de la encuesta realizada	49
Figura 36.	Resultados pregunta 8 de la encuesta realizada	49
Figura 37.	Resultados pregunta 9 de la encuesta realizada	50
Figura 38.	Resultados pregunta 11 de la encuesta realizada	50
Figura 39.	Resultados pregunta 12 de la encuesta realizada	51
Figura 40.	Resultados pregunta 13 de la encuesta realizada	52
Figura 41.	Resultados pregunta 14 de la encuesta realizada	52
Figura 42.	Resultados pregunta 15 y 16 de la encuesta realizada	53
Figura 43.	Resultados pregunta 17 de la encuesta realizada	53
Figura 44.	Resultados pregunta 18 de la encuesta realizada	54
Figura 45.	Resultados pregunta 19 de la encuesta realizada	54
Figura 46.	Resultados pregunta 20 de la encuesta realizada	55
Figura 47.	Resultados pregunta 21 de la encuesta realizada	55
Figura 48.	Resultados pregunta 22 de la encuesta realizada	56
Figura 49.	Resultados pregunta 23 de la encuesta realizada	56
Figura 50.	Resultados pregunta 24 de la encuesta realizada	57
Figura 51.	Resultados pregunta 25 de la encuesta realizada	57
Figura 52.	Resultados pregunta 26 de la encuesta realizada	58
Figura 53.	Resultados pregunta 29 de la encuesta realizada	59
Figura 54.	Resultados pregunta 30 de la encuesta realizada	60
Figura 55.	Resultados pregunta 31 de la encuesta realizada	61
Figura 56.	Resultados pregunta 32 de la encuesta realizada	61
Figura 57.	Resultados pregunta 33 de la encuesta realizada	62
Figura 58.	Resultados pregunta 34 de la encuesta realizada	62

	Pág.
Figura 59. Resultados pregunta 36 de la encuesta realizada	63
Figura 60. Resultados pregunta 37 de la encuesta realizada	64
Figura 61. Resultados pregunta 38 de la encuesta realizada	64
Figura 62. Resultados pregunta 39 de la encuesta realizada	65
Figura 63. Resultados pregunta 40 de la encuesta realizada	65
Figura 64. Resultados pregunta 41 de la encuesta realizada	66
Figura 65. Infraestructura inicial del Laboratorio de Materiales Cerámicos	73
Figura 66. Plano inicial del laboratorio de Materiales Cerámicos	74
Figura 67. Redes eléctricas del aula 220 Ed. JBV (Año 2007)	75
Figura 68. Tubería de desagüe en un mesón de trabajo	75
Figura 69. Plano arquitectónico actual del Laboratorio de Materiales Cerámicos	77
Figura 70. Estado del laboratorio luego de su remodelación	78
Figura 71. Estado actual de la red eléctrica en el laboratorio	78
Figura 72. Plano de las redes y puntos eléctricos en el Laboratorio	79
Figura 73. Plano de los puntos de agua, desagüe, teléfono, internet y de aire existentes en el laboratorio	80
Figura 74. Muebles e instalaciones del laboratorio	81
Figura 75. Plano de la distribución de equipos propuesta en el laboratorio	86
Figura 76. Difracción de rayos X por un preparado de polvo registrado en una placa plana	127
Figura 77. Diagrama de difracción de rayos X	128
Figura 78. Aparato Casagrande y gráfico de ensayo	133
Figura 79. Prueba del límite plástico	134
Figura 80. Diagrama de plasticidad de Casagrande	135
Figura 81. Grafico de ensayo de Casagrande, % de humedad contra número de golpes	139
Figura 82. Picnómetro	141
Figura 83. Esquema de fotosedimentador LUMOSSED	146

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Descripción de los laboratorios ubicados en la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales	8
Tabla 2. Razón social y ubicación de las empresas seleccionadas para la aplicación de la encuesta.	12
Tabla 3. Resumen de las principales características de la industria cerámica santandereana	37
Tabla 4. Resultados de la pregunta 27 de la encuesta realizada	58
Tabla 5. Principales necesidades de la industria cerámica santandereana	68
Tabla 6. Condicionantes de iluminación en las zonas de trabajo	82
Tabla 7. Riesgos presentes en un laboratorio de investigación	83
Tabla 8. Listado de equipos que requiere el Laboratorio de Materiales Cerámicos	87
Tabla 9. Listado de elementos que requiere el Laboratorio de Materiales Cerámicos	89
Tabla 10. Listado de elementos de seguridad que requiere el Laboratorio de Materiales Cerámicos	90
Tabla 11. Tesis de maestría	92
Tabla 12. Trabajos de grado	93
Tabla 13. Relación de equipos cotizados para realizar la propuesta de inversión	95
Tabla 14. Relación de elementos de laboratorio cotizados para realizar la propuesta de inversión	96
Tabla 15. Relación de elementos de seguridad en el laboratorio cotizados para realizar la propuesta de inversión	100
Tabla 16. Valor total del costo del proyecto	101
Tabla 17. Diagrama de consistencia de suelos finos de Atterberg	132
Tabla 18. Determinación de la densidad real de una muestra de arcilla	144

RESUMEN

TITULO: PROPUESTA DE CREACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.*

AUTORES: LEIDDY BRIYIDTH RIVEROS PATIÑO
JULIÁN ALBERTO MORÓN AVENDAÑO**

PALABRAS CLAVE: Cerámicos, Laboratorio, Manual, Industria, Diagnostico, Docencia, Investigación, Extensión.

RESUMEN: En el presente proyecto se realizaron una serie de actividades estadísticas y de gestión, como parte del estudio que tiene como fin la dotación y adecuación del Laboratorio de Materiales Cerámicos en la UIS, que permite el desarrollo intelectual e investigativo del personal académico de la universidad en sus actividades de docencia, investigación y extensión.

El proyecto se desarrolló a través de un diagnóstico técnico, científico y de producción aplicado a la industria cerámica santandereana, la cual dio a conocer su estado actual en la forma como se debe atender a sus necesidades de mejoramiento, en los aspectos técnicos, humanos y ambientales, para la elaboración de sus productos en base arcilla.

Se generó una propuesta de dotación y adecuación del espacio físico, adquisición y montaje de equipos y materiales según normas técnicas estandarizadas y en cumplimiento con el conducto regular institucional de la elaboración de los formatos establecidos por planeación (fichas EBI y proyectos tipo A), vigentes en la Universidad.

Se elaboró una propuesta de un manual de laboratorio, el cual contiene las experiencias más representativas para el estudio teórico-práctico de las asignaturas de Materiales Refractarios y Materiales Cerámicos, producto de la acreditación del programa de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Industrial de Santander en el año 2001, en conjunto al aporte que puede ofrecer en la investigación de los proyectos de pregrado y posgrado de la Escuela

* TRABAJO DE GRADO; MODALIDAD PRÁCTICA EMPRESARIAL

** Facultad de Ingenierías Físico Químicas, Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales.
Director: Ph.D. ELCY MARÍA CÓRDOBA TUTA

ABSTRACT

TITLE: PROPOSAL FOR THE CREATION OF CERAMIC MATERIALS LABORATORY SCHOOL METALLURGICAL ENGINEERING AND MATERIALS SCIENCE IN THE INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER.*

AUTHORS: LEIDDY BRIYIDTH RIVEROS PATIÑO
JULIÁN ALBERTO MORÓN AVENDAÑO**

KEYWORDS: Ceramics, Laboratory, Manual, Industry, Diagnostics, Teaching, Research, Extension.

ABSTRACT: This project conducted a series of statistical and management, as part of the study, which is to the strength and adequacy of the Laboratory of Ceramic Materials in the UIS, which allows the development of intellectual and research university of academic staff in their activities teaching, research and extension.

The project was developed through a diagnosis of technical, scientific and production applied to the ceramic industry of Santander, which announced its current state the way it should meet their needs for improvement in the technical, human and environmental and developing their products based on clay.

Generated a proposal for allocation and adequacy of physical space, acquisition and installation of equipment and materials according to standardized technical standards and in compliance with the regulation through the institutional development of the formats established by planning (EBI tab and project type A), force in college.

Produced a proposal for a laboratory manual, which contains the most representative for the study of theoretical and practical subjects of Ceramic Materials and Refractory Materials, product of the accreditation program of Metallurgical Engineering of the Industrial University of Santander in the year 2001, as a whole that can provide input into research projects and graduate of the School.

* GRADE WORK, BUSINESS PRACTICE MODE.

** Faculty of Physical and Chemical Engineering, School of Metallurgical Engineering and Materials Science.
Director: Ph.D. ELCY MARÍA CÓRDOBA TUTA

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha producido un desarrollo explosivo en la ciencia y en la tecnología de los nuevos materiales, particularmente en los países más avanzados, impulsado por la necesidad del mercado de contar con materiales con características y prestaciones superiores a las de los materiales existentes. Como ejemplo puede citarse el caso de los materiales cerámicos, con un mercado mundial en 1992 del orden de 150 millones de dólares^{1,2,3} y un crecimiento anual del 7.5%.

Este desarrollo tecnológico, sin lugar a dudas, ha sido catalizado por los avances investigativos en el área de los materiales. En el plano internacional, los principales temas de investigación en dicha área son: obtención de nuevos materiales, mejora de los métodos de procesamiento tradicionales, y puesta a punto de nuevos procesos industriales⁴.

En Colombia, la investigación en materiales y especialmente en cerámicos es bastante reducida, aunque en la actualidad se muestra cada vez más la necesidad de empezar a obtener nuevos tipos de soluciones a problemas o carencias específicos de las empresas, para promover su desarrollo^{5,6}.

¹ REVISTA DINERO. Vidrio, loza y cemento todo por el mercado externo. Junio 23 de 2000 [en línea], [consultado el 9 de Septiembre de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.dinero.com/noticias-caratula/vidrio-loza-cementotodo-mercado-externo/8174.aspx>

² *Ibíd.*, Arcilla y cerámica. Disponible en Internet: <http://www.dinero.com/noticias-caratula/arcilla-ceramica/34811.aspx>

³ *Ibíd.*, Las 5000 empresas. Disponible en Internet: <http://www.dinero.com/noticias-caratula/5000-empresas/34822.aspx>

⁴ *Ibíd.*, Las 5000 empresas. Disponible en Internet: <http://www.dinero.com/noticias-caratula/5000-empresas/34822.aspx>

⁵ Información de radicación, registro calificado de programas de maestría y doctorado: Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales: Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2006.

⁶ Reseña histórica Universidad Industrial de Santander. [en línea]. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2006. [consultado el 07 de Enero de 2008]. Disponible en internet: https://www.uis.edu.co/portal/nuestra_uis/historia/historia.html

Consientes de la necesidad de fortalecer el desarrollo técnico y científico de los materiales en el plano regional, así como en el nacional; los docentes de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales de la UIS, llevaron a cabo una reforma académica en el año 2006, a través de la cual se incluyeron nuevas asignaturas dentro del plan de estudios del programa de pregrado, relacionadas estas con los nuevos materiales. Entre tales asignaturas hay que destacar “Materiales Refractarios” y “Materiales Cerámicos”, siendo la primera obligatoria y la segunda una electiva profesional.

En este mismo sentido, el programa académico de posgrado “Maestría en Ingeniería Metalúrgica” se transformó a “Maestría en Ingeniería de Materiales” (aprobada según la resolución No. 5307 del 10 de septiembre de 2007). De forma tal, que se ampliará el área de conocimiento desde los metales hasta el de los materiales avanzados. Por tal motivo se incluyeron asignaturas tales como “Materiales Refractarios” y “Materiales Cerámicos”, los cuales servirían de base conceptual para el desarrollo de investigaciones en el área de los cerámicos.

Adicionalmente, teniendo en cuenta la política de la universidad de crecimiento vertical de los programas académicos; en la actualidad se está trabajando en la creación del programa de “doctorado en Ingeniería de Materiales”⁷. Con dicho programa de posgrado se pretende llevar la investigación en nuevos materiales al más alto nivel. Sin embargo, para que tales propósitos de fortalecimiento académico e investigativo puedan ser una realidad, la Escuela debe contar con la infraestructura adecuada para desarrollar tales actividades.

Teniendo en cuenta lo anterior, con el presente proyecto se pretendió demostrar la necesidad de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica de contar con un espacio adecuado para la docencia e investigación en el área de los materiales cerámicos,

⁷ Propuesta doctorado en Ingeniería de Materiales: Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2008.

así como elaborar una propuesta de inversión que incluya la adecuación física del laboratorio de Materiales Cerámicos, la adquisición de equipos y materiales. Finalmente, se diseñó un manual de prácticas de laboratorio, el cual se espera sirva de guía para los estudiantes de las asignaturas de Materiales Refractarios y Materiales Cerámicos.

El contenido de esta propuesta, también está soportado por la necesidad que presentan algunas de las empresas más representativas del sector cerámico de la región santandereana, que espera que la creación del Laboratorio de Materiales Cerámicos de la Universidad Industrial de Santander, sirva de apoyo para el desarrollo de sus empresas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio sobre la necesidad de la creación de un laboratorio de Materiales Cerámicos para la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales en la Universidad Industrial de Santander.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar un diagnóstico concerniente al desarrollo técnico, científico y económico de la industria cerámica santandereana que permita identificar sus necesidades.
2. Desarrollar la propuesta de inversión para la creación del Laboratorio de Materiales Cerámicos para presentarla a la Oficina de Planeación de la Universidad Industrial de Santander.
3. Elaborar un manual de laboratorio para las asignaturas Materiales Refractarios y Materiales Cerámicos, del plan de estudios del programa de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales.

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.1 NOMBRE DE LA EMPRESA

ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES,
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

1.2 FUNCIONES DE LA EMPRESA

Misión de la empresa: “La Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales de la Universidad Industrial de Santander, tiene como propósito fundamental la formación de personas integrales comprometidas con el mejoramiento del nivel de vida de la sociedad y respetuosos del medio ambiente. Ingenieros metalúrgicos reinterpretores de su cultura, gestores de la investigación y el desarrollo de la Metalurgia y Ciencia de Materiales mediante la reflexión crítica, la interdisciplinariedad y el respeto por las individualidades”⁸.

El compromiso de la Escuela, es la formación de Ingenieros autónomos, solidarios, con ética sólida, gracias a la alta calidad pedagógica de su cuerpo docente quienes posibilitan en sus estudiantes la investigación continua, la reflexión crítica y la tolerancia como esencia de su proyecto de vida para que durante su vida profesional puedan asimilar los cambios tecnológicos y de conocimiento⁸.

Una de las estrategias del Proyecto Institucional establece la institucionalización de la cultura de la investigación, donde se pretende formar el espíritu científico de los universitarios, ampliando los espacios académicos para investigar, instaurando

⁸ Reforma Curricular Programa de Ingeniería Metalúrgica. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2004.

la figura del docente en funciones de profesor e investigador que propicie en sus estudiantes la construcción de mentalidades autónomas y creadoras, que contribuyan al avance de la ciencia y el conocimiento⁹ y¹⁰.

En coherencia con la misión y el Proyecto Institucional⁹, la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales ha consolidado las siguientes funciones:

Función Docencia: La Escuela permite replantear el proceso de Enseñanza–Aprendizaje desarrollando la capacidad de autoaprendizaje, convirtiendo un proceso centrado en la enseñanza en un proceso centrado en el aprendizaje, al facilitar, guiar, motivar y ayudar a los estudiantes durante su proceso de formación, conduciendo permanentemente el curso hacia los objetivos propuestos en la misión.

Función investigación: la Escuela incorpora, apropia y asimila los conocimientos científicos y tecnológicos apoyados por los Grupos de Investigación actualmente consolidados.

Función Extensión: Se ha estructurado un Programa de Apoyo Técnico a la Industria, que tiene como finalidad principal facilitar el acercamiento con el sector productivo y estrechar cada vez más los vínculos academia–industria. El centro de las actividades de los Programas de pre y postgrado es el asesoramiento a problemas técnicos tanto de orden inmediato como de larga duración.

Estas funciones abarcan la labor institucional y académica de la Escuela, su preocupación por el saber y el desarrollo científico-tecnológico de su personal

⁹ Proyecto Institucional: Acuerdo 115 de Abril 11 de 2000 del Consejo Superior Universidad Industrial de Santander [en línea]. Bucaramanga, 2000. [Consultado el 4 de Octubre de 2007]. Disponible en Internet:

https://www.uis.edu.co/portal/cdocentell_2008/documentos/proyectoinstitutional.pdf

¹⁰ Propuesta Doctorado en Ingeniería de Materiales, Op. cit.

docente e investigativo, en pro de una cultura apta para la puesta en marcha y mejoramiento del sector industrial.

1.3. PLANTA FÍSICA ACTUAL

La Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales dispone actualmente de instalaciones físicas para el desarrollo de sus actividades curriculares, como lo son: salones de clase en pregrado y postrado, oficinas administrativas y de profesores de planta y cátedra, sala de computo o simulación, centro de estudios y laboratorios en los edificios Jorge Bautista y Álvaro Quiroga (planta de aceros), ubicados dentro de la Universidad Industrial de Santander, sede principal.

La distribución de los laboratorios se da de la siguiente manera: los laboratorios de Materiales Cerámicos, Biomateriales, Corrosión, Caracterización de Materiales, Tribología, Metalurgia Mecánica, Tratamientos Térmicos e Informática, se encuentran ubicados en el sótano y segundo piso del Edificio Jorge Bautista Vesga. Los laboratorios de Fundición, Beneficio de Minerales, Fenómenos de Transporte, hidrometalurgia, Pirometalurgia y Arenas de Moldeo, en el Edificio Álvaro Quiroga (Planta de aceros).¹¹

Existen dos laboratorios especializados vinculados a la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y directamente ligados a dos grupos de investigación, que son; laboratorio de Biohidrometalurgia y laboratorio de corrosión, de los grupos GIMBA (Grupo de Investigación en Minerales, Biohidrometalurgia y Ambiente) y GIC (Grupo de Investigación en Corrosión), respectivamente, los cuales se encuentran ubicados en la sede Guatiguará

¹¹ Propuesta Doctorado en Ingeniería de Materiales, Op. cit.

Las aulas utilizadas para el funcionamiento de los laboratorios de investigación y docencia de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales se describen en la tabla 1, que se presenta a continuación.

Tabla 1. Descripción de los laboratorios ubicados en la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales.

UBICACIÓN DE LABORATORIOS DE INGENIERÍA METALÚRGICA		
EDIFICIO	NOMBRE	OFICINA No.
Jorge Bautista Vesga No. 31	Laboratorio de Tribología	06
	Laboratorio de materiales I (Preparación de muestras para Metalografía)	09
	Laboratorio de materiales II (Metalografía)	10
	Laboratorio de materiales III (Caracterización de Pruebas No Destructivas)	11
	Laboratorio de Fotografía	12
	Laboratorio Pruebas No Destructivas	015
	Sala de Informática	007
	Laboratorio de Materiales Cerámicos (puertas posteriores 251-252)	220
	Laboratorio de Biomateriales	225
Álvaro Quiroga (Planta de aceros) No. 30	Laboratorio de Procesamiento y Beneficio de Minerales	Sótano
	Laboratorio de Fenómenos de Transporte	Sótano
	Laboratorio de Procesos de Moldeo y Fundición	Sótano y primer piso
	Laboratorio de Pirometalurgia	Segundo piso
	Laboratorio de Hidro y Electrometalurgia	Segundo piso

*Fuente: Programa de Doctorado en Ingeniería de Materiales.

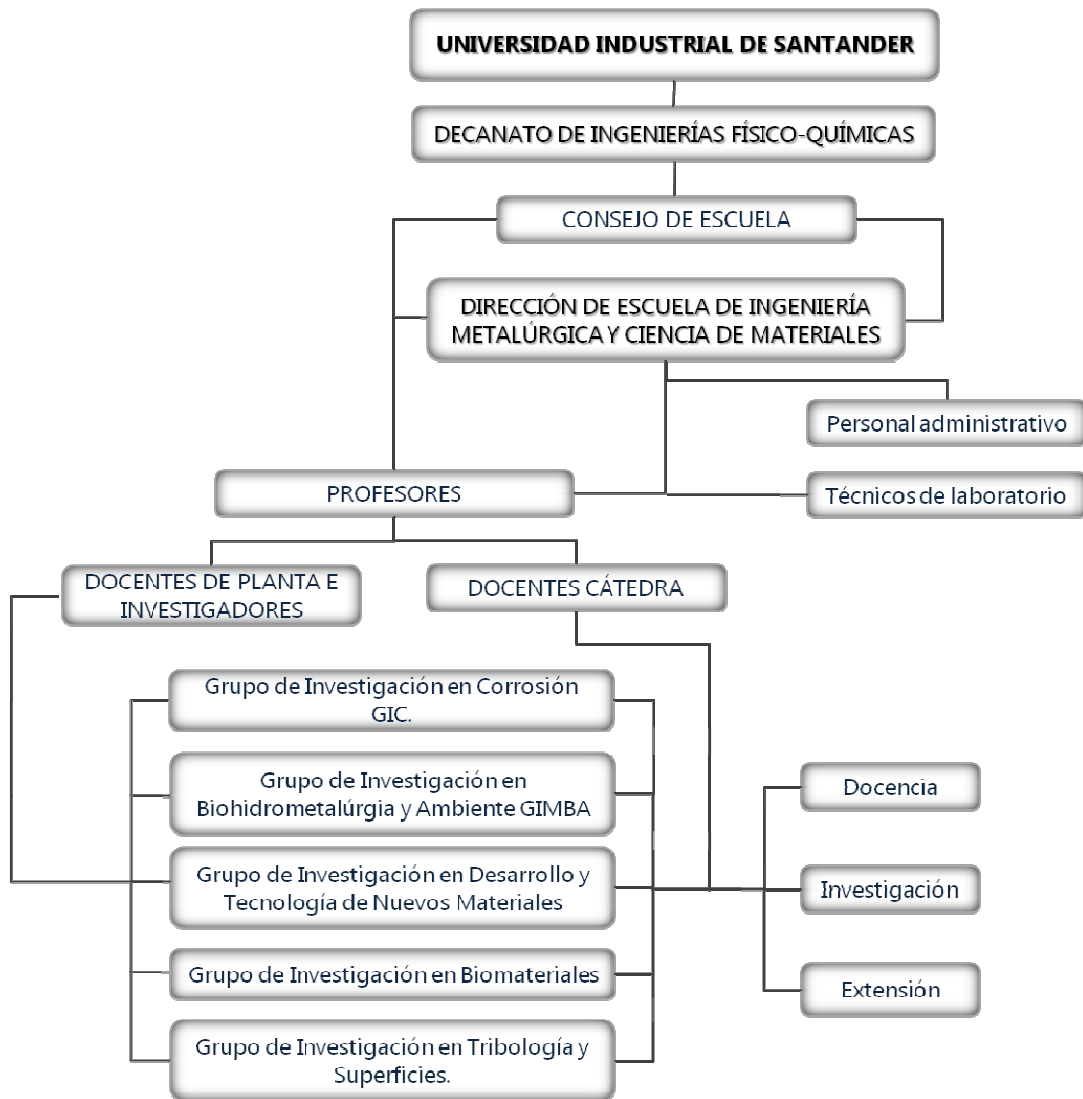
1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL ¹²

La Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales, se encuentra ubicada bajo la estructura interna de la Universidad Industrial de Santander, de la facultad de Ingenierías Físico-químicas y con una organización encabezada por la dirección de Escuela y el Consejo de Escuela, integrado por profesores de planta vinculados directamente a la Escuela de Ingeniería Metalúrgica.

¹² Reforma Curricular Programa de Ingeniería Metalúrgica, Op. cit.

Dentro de la estructura organizacional, también se encuentra el personal administrativo, los docentes de cátedra y los técnicos o auxiliares de laboratorio, que en algunos casos corresponden a estudiantes de pre y/o postgrado. En la figura 1, se presenta el organigrama de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales.

Figura 1. Estructura organizacional de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica



2. METODOLOGÍA

El proyecto se desarrolló en cuatro etapas, las cuales se describen a continuación:

2.1 IDENTIFICACIÓN DEL ESTADO ACTUAL Y NECESIDADES DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS

En primera instancia, se estableció la necesidad de crear un laboratorio de Materiales Cerámicos en la Escuela de Ingeniería Metalúrgica de la UIS, que satisficiera las necesidades de docencia e investigación en el área de dichos materiales, con el fin de formar profesionales idóneos, conocedores del tema y capaces de proveer sus conocimientos a la industria cerámica en general^{13,14 y 15}.

En esta primera etapa se hizo un reconocimiento de la planta física del laboratorio, así como de las actividades académicas e investigativas allí realizadas. Igualmente se hizo un inventario de los equipos con los que cuenta el laboratorio actualmente. Con dicha información se establecieron las necesidades del laboratorio.

2.2 DIAGNOSTICO SOBRE EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA CERÁMICA SANTANDEREANA.

Una vez afirmada la necesidad académica de creación del laboratorio, se procedió a identificar las falencias y necesidades actuales de la industria cerámica, tomando como referencia de estudio a la región santandereana. Con esta etapa de diagnóstico también se determinó el grado de interés que la creación del

¹³ Reforma Curricular Programa de Ingeniería Metalúrgica, Op. cit.

¹⁴ Información de radicación, registro calificado de programas de maestría y doctorado: Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales, Op. cit.

¹⁵ Propuesta Doctorado en Ingeniería de Materiales, Op. cit.

laboratorio en Materiales Cerámicos despierta entre los industriales y artesanos de la industria cerámica.

El desarrollo de esta etapa se inició con la elaboración de una encuesta que se pudiese aplicar a pequeñas, medianas y grandes empresas del sector cerámico en Santander, de tal forma que se lograra obtener la información requerida. Con esta encuesta también se quiso crear inquietud entre las empresas encuestadas para trabajar de la mano con la universidad en aspectos técnico-científicos, con el fin de satisfacer las falencias de la industria cerámica santandereana.

En esta encuesta se quiso incluir diversos aspectos, tales como: comerciales y de mercadeo, de recurso humano, etapas de producción, análisis de calidad en la producción, normatividad y certificación, equipos de operación, aspectos ambientales y por último, aspectos relacionados con la creación del laboratorio de Materiales Cerámicos, como por ejemplo considerar el interés por parte de los encuestados, para una interacción técnico-científica con el laboratorio y la universidad.

Posteriormente, se procedió a realizar la selección de las empresas a las cuales se aplicaría la encuesta, para esto se tomó de forma aleatoria veintiuna empresas cerámicas de Santander, ubicadas en los municipios de Girón, Floridablanca, Bucaramanga, San Gil, Curití y catorce chircales de la Asociación Guayabal de Barichara. Las empresas seleccionadas se referencian en la tabla 2.^{*16}

La aplicación de la encuesta se realizó de manera personal, mediante la visita a cada una de las empresas mencionadas anteriormente, con apoyo y colaboración

* La lista de empresas fue elaborada con base en información de la Cámara de Comercio de Bucaramanga y de páginas web relacionadas con el tema, como es el caso de la página de la revista portafolio y otras citadas en la bibliografía.

de un trabajador de la empresa, experto en el procesamiento de los productos cerámicos que allí se elaboran.

Tabla 2. Razón social y ubicación de las empresas seleccionadas para la aplicación de la encuesta.

RAZÓN SOCIAL	UBICACIÓN	RAZÓN SOCIAL	UBICACIÓN
1. ARTESANÍAS ROSALES	FLORIDA BLANCA	12. LADRILLERA MENESES	GIRÓN
2. LADRILLERA RAMOS	GIRÓN	13. LADRILLERA PÉREZ	GIRÓN
3. LADRILLERA PEPE	GIRÓN	14. TEJAR EL TEJADITO	GIRÓN
4. LA CASTALIA	GIRÓN	15. COOSAMIR	GIRÓN
5. LADRILLERA LA GIRONESA	GIRÓN	16. LADRILLERA MEJÍA	GIRÓN
6. TEJAS MANOLO	GIRÓN	17. LADRILLOS Y TUBOS	B/MANGA
7. LADRILLERA ESPAÑA	GIRÓN	18. LADRILLOS Y ACABADOS LTDA.	SAN GIL
8. LADRILLERA NIÑO	GIRÓN	19. LADRILLERA VILLAGRES LTDA.	SAN GIL
9. TEJAS Y LADRILLOS	GIRÓN	20. LADRILLERA CURITÍ	SAN GIL
10. LADRILLERA SANTANDER	GIRÓN	21. LADRILLERA VERSALLES	CURITÍ
11. LADRILLERA SAN JOSÉ	GIRÓN	22. ASOQUAYABAL ¹⁷	BARICHARA

Una vez obtenida la información de la encuesta, se procedió a realizar un análisis estadístico del comportamiento de la industria cerámica en Santander, haciendo énfasis en sus necesidades básicas e interés por la creación del Laboratorio de Materiales Cerámicos de la UIS.

2.3 ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVERSIÓN PARA LA ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO.

En primer lugar se seleccionaron los equipos, materiales y elementos de seguridad necesarios para dotar el laboratorio. Esto se hizo con base en la información obtenida de las dos etapas anteriores. Es decir, teniendo en cuenta

¹⁷ Las 14 empresas artesanales encuestadas en la vereda Guayabal del municipio de Barichara fueron descritas como una sola, pues su proceso de fabricación, conocimiento, necesidades y desarrollo del sector cerámico es bastante similar por parte de todos los socios. Para cuestiones estadísticas si se tuvo en cuenta cada una de ellas.

las necesidades académicas e investigativas de la Escuela, así como las de la industria cerámica regional.

Luego de cotizar y recibir las especificaciones técnicas de los equipos se elaboró una propuesta de adecuación y distribución de espacios y equipos en el laboratorio, para lo cual se tuvo en cuenta el estatuto de seguridad industrial de SURATEP¹⁸ y algunas notas técnicas de prevención^{19,20,21,22 y 23} relacionadas con la disposición de seguridad, edificación y puestos de trabajo en un laboratorio de investigación.

Dicha propuesta, se realizó diseñando planos, en los cuales se especificara cada uno de los requerimientos de espacio y energía para cada equipo, así como también los cambios arquitectónicos, de redes eléctricas, hídricas, y de líneas sanitarias del laboratorio.

Una vez establecidos los costos de remodelación y dotación del laboratorio, se procedió a elaborar una propuesta de inversión para ser presentada ante la oficina de planeación de la Universidad Industrial de Santander, para su financiación.

¹⁸ CENTRO DE INFORMACIÓN DE SEGURIDAD SOBRE PRODUCTOS QUÍMICOS (CISPROQUIM). Estatuto de seguridad industrial. Resolución Número 02400 de 1979 (Mayo 22) [en línea]. Colombia, 2006. [Consultado el 22 de junio de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.cisproquim.org.co/legislacion/res2400-1979.pdf>

¹⁹ MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Real Decreto 2177/1996, de 4.10. (M. Fom., BBOOE 29.10., rect.13.11.1996). Norma Básica de la Edificación "NBE-CPI-96: Condiciones de protección contra incendios de los edificios". España, 1997.

²⁰ *Ibíd.*, Disponible en Internet:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_551.pdf

²¹ *Ibíd.*, Disponible en Internet:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_471.pdf

²² DIRECCIÓN GENERAL DE LABORATORIOS. Informe de Gestión Periodo Administrativo Universidad Santiago de Cali Departamento de Laboratorios. Santiago de Cali. (2004 – 2006).

²³ Notas técnicas de prevención: Iluminación de los centros de trabajo. NTP 211, Op. cit., Disponible en Internet:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_211.pdf

Dicha propuesta se realizó con base en los formatos establecidos por la Universidad Industrial de Santander para la ejecución de proyectos tipo A^{*24}, siguiendo cada uno de sus requerimientos y estableciendo las características que debe tener este laboratorio a nivel institucional.

2.4 DISEÑO DEL MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN EL ÁREA DE LOS MATERIALES CERÁMICOS.

El manual se elaboró teniendo en cuenta el programa teórico dispuesto para las asignaturas de Materiales Cerámicos y Materiales Refractarios del Plan de estudios del Programa de Ingeniería Metalúrgica.

Dado que se deseaba que el manual se pudiese poner en uso de forma inmediata, cada una de las prácticas fue diseñada teniendo en cuenta los equipos y materiales disponibles en la actualidad.

^{*24} Proyectos Tipo A, Son los proyectos que están relacionados con la prestación de bienes y servicios, que hacen parte del banco de programas y proyectos de inversión de la oficina de Planeación de la Universidad Industrial de Santander.

Los proyectos Tipo A, hacen parte de la categoría de proyectos Mayores y su monto supera los 180 salarios mínimos legales vigentes.

3. ANALISIS DIAGNÓSTICO DEL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA CERÁMICA

3.1. INDUSTRIA CERÁMICA COLOMBIANA

La industria cerámica colombiana nace aproximadamente en los años de 1920, por la necesidad de obtener un material con el cual se pudiese dar inicio a la construcción de casas para las familias de estratos más altos. Los productos de arcilla fabricados en esta época, ya eran conocidos por los indígenas de las civilizaciones prehispánicas, solamente se mejoró la técnica, principalmente en la fabricación de tejas y ladrillos de adobe secados al sol, haciendo de este arte el surgimiento de una nueva industria en el país^{25 y 26}.

Una de las primeras y más importantes empresas fundadas en Colombia, fue la fábrica de ladrillos Moore S.A. en la ciudad de Bogotá en el año de 1927, elaborando productos tales como; ladrillos y tejas cocidos, para las construcciones de la época²⁷.

Iniciando la década de los 50, comenzaron a formarse empresas más organizadas y estructuradas, algunas de ellas con equipos y capital extranjeros, en las cuales se comenzó a ampliar la gama de productos derivados de la arcilla. La ciudad de Bogotá, fue uno de los epicentros para la creación de estas empresas, pues la materia prima encontrada en los alrededores de la ciudad, fue catalogada como de

²⁵ CAMACOL, CENAC, COLCIENCIAS, DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN DISTRITAL. Diagnostico del estado económico y tecnológico de la industrial ladrillera en el país. Bogotá D.C.: Enero de 2008.

²⁶ CALDERÓN ARTEAGA, Christian. Producción y comercialización del ladrillo en Colombia. [en línea], [consultado el 22 de enero de 2008]. Disponible en Internet:

<http://www.monografias.com/trabajos14/ladrillocolomb/ladrillocolomb.shtml>

²⁷ LADRILLOS, TEJAS Y PISOS MOORE S.A. Link “quiénes somos” [en línea], [consultado el 15 de octubre de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.moorebrick.com/quienes.htm>

excelente calidad, principalmente para la fabricación de productos para la construcción, como tejas, ladrillos, tubos, tableta para piso y gres, entre otros ^{28,29}.

Gracias al desarrollo y crecimiento industrial, económico y de la construcción en el país, para la época de los años 60 a 80, también se fundaron algunas de las empresas más sólidas y reconocidas del sector cerámico, forjadoras de éste mercado como fuente de gran ampliación y soporte de la economía colombiana. Debido a su trayectoria, avance tecnológico y preocupación por la extensión del mercado cerámico hacia otros países, se hace mención a las siguientes empresas:

Ladrillera Santafé, que incursiona en el mercado con la puesta en marcha de su primera planta en 1953, ubicada a las afueras de la ciudad de Bogotá; en 1963, Ladrillos Sur Ltda.; en 1970 Tejar Santa Teresa en la ciudad de Cúcuta; Ladrillera Casablanca en 1978, también, ubicada en la Ciudad de Cúcuta; Ladrillera Santander fundada en 1980, en Bogotá, sin dejar de lado a la empresa Corona, que inicia su mercado con la producción de loza y vidrio, en Caldas, Antioquia, en el año de 1881, y que con el paso del tiempo amplió su mercado a productos tales como; revestimientos, fabricación de porcelana, baldosas, artefactos sanitarios e introdujo al mercado colombiano la electro porcelana en 1960.^{30,31,30, 31, 32,33 y 34}

²⁸ LADRILLERA SANTAFÉ. Link "santafé" [en línea], [consultado el 15 de octubre de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.santafe.com.co/>

²⁹ LADRILLOS, TEJAS Y PISOS MOORE S.A., Op. cit., Disponible en Internet: <http://www.moorebrick.com/quienes.htm>

³⁰ LADRILLERA SANTANDER. Link "quiénes somos" [en línea], [consultado el 15 de octubre de 2008]. Disponible en Internet: http://www.ladrillerasantander.com/quienes_somos.html

³¹ LADRILLOS SUR LTDA. Link "quienes somos" [en línea], [consultado el 15 de octubre de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.ladrillosur.com/historia.htm>

³² ARCILLA SANTA TERESA LTDA. [en línea], [consultado el 15 de octubre de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.arcillasantateresa.com/home.htm>

³³ LADRILLERA CASABLANCA. Link "quienes somos" [en línea], [consultado el 15 de octubre de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.ladrilleracasablanca.com/quienes.html>

³⁴ CORONA S.A. Link "Nuestra Historia" [en línea], [consultado el 15 de octubre de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.corona.com.co/Corona/ViewContent.aspx?Content=10>

Desde los años 80 hacia delante se han creado empresas de gran envergadura, en el sector del gres y la cerámica sanitaria; como es el caso de Tejar de Pescadero, Cerámica Italia, Ladrillos Cortes, Cerámica Andina, Ladrillera Curití, entre otros. Los cuales también han impulsado el desarrollo del sector cerámico industrial, en el mercado de exportación a países como Venezuela, Ecuador, Chile, el Caribe, Centroamérica y Estados Unidos, en especial al sur de la Florida, con productos para la construcción y porcelanas sanitarias, así como lozas y vajillas^{35 y 36}.

No obstante la producción generada por la gran cantidad de empresas cerámicas existentes en el país, permite saber que más del 80% de la producción pertenece a cuatro empresas: Colcerámica S.A. (Grupo Corona), Cerámica Italia (10% del mercado de pisos en el país), Alfagrés S.A. (nacional) y Eurocerámica (nacional)^{37,38 y 39}.

Aparte de éste gran mercado que favorece considerablemente la economía del país, también es de gran importancia mencionar a otro sector que hace parte de la industria cerámica colombiana, los chircales artesanales, los cuales suministran sus productos, básicamente a personas naturales, debido a su menor producción. Estos chircales están ubicados en casi todo el territorio colombiano, con mayor extensión en regiones provistas de terrenos arcillosos, como es el caso de Cundinamarca, Santander, Boyacá, Antioquia, Norte de Santander, entre otras.

³⁵ REVISTA DINERO. Arcilla y cerámica. Op. cit., Disponible en Internet: <http://www.dinero.com/noticias-caratula/arcilla-ceramica/34811.aspx>

³⁶ REVISTA DINERO. 5 mil empresas, Cinco años de cambios productivos. Junio 6 de 2008. [en línea], [Consultado el 3 de noviembre de 2008]. Disponible en Internet: http://www.dinero.com/wf_InfoArticulo.aspx?IdArt=48749

³⁷ REVISTA DINERO. Vidrio, loza y cemento todo por el mercado externo. Op. cit., Disponible en Internet: <http://www.dinero.com/noticias-caratula/vidrio-loza-cementotodo-mercado-externo/8174.aspx>

³⁸ Reseña histórica Universidad Industrial de Santander. Op. cit., Disponible en internet: https://www.uis.edu.co/portal/nuestra_uis/historia/historia.html

³⁹ DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. [en línea], [consultado el 22 de noviembre de 2008]. Disponible en Internet: http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DDE_Desarrollo_Emp_Industria/Ceramica.pdf

Los chircales son un tipo de industria artesanal, bastante arraigada a grupos familiares, con técnicas ancestrales. En ellos la extracción de la materia prima se realiza manualmente (pico y pala), y solo en algunas ocasiones mediante maquinaria (buldócer o retroexcavadora). En buena parte de los chircales la cocción de las piezas se lleva a cabo en hornos artesanales, utilizando leña como combustible. Generalmente, el producto final es el ladrillo tolete y en algunos casos bloque, teja y tableta de piso.

El mayor problema que presentan estos chircales, es el grave impacto ambiental que genera su producción, este se manifiesta en la mala extracción de las arcillas y la tala de bosques para proveer la leña requerida como combustible para los hornos, que en ciertos casos se han modificado para reemplazar la leña el combustible por carbón y así disminuir un poco el impacto ambiental⁴⁰.

Cabe resaltar que el Ministerio del Medio Ambiente, por medio de las gobernaciones, ha propuesto alternativas para mejorar las condiciones ambientales de este sector industrial, como es el caso, del Plan de manejo ambiental, que actualmente se adelanta casi en todos los chircales del país⁴¹.

En general, la industria cerámica colombiana, actualmente atraviesa por un buen momento, esto gracias a la gran demanda de sus productos no solo a nivel nacional sino internacional.

3.2. INDUSTRIA CERÁMICA SANTANDEREANA

Para obtener información más amplia, clara y precisa de los procesos y condición actual de la industria cerámica santandereana, que la encontrada por medio de

⁴⁰ CORPORACIÓN SUNA HISCA. GEOMORFOLOGÍA: Componente biofísico, Tomo I. Parque ecológico distrital de montaña Entrenubes. [en línea], [consultado el 22 de Diciembre de 2008]. Disponible en Internet: http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/pdf_entrenubes/a4.pdf

⁴¹ FONSECA, J. J. Industria cerámica. Planes de acción para mejoramiento ambiental. Manual para empresarios de la PYME. 1999.

artículos informativos y fuentes teóricas, tales como libros y revistas, se realizó una visita a diferentes empresas cerámicas y chircales, ubicados en diversos lugares del departamento de Santander, entre los cuales se encuentran: Barichara, San Gil, Curití, Floridablanca, Girón y Bucaramanga.

De lo observado durante la visita a los diferentes chircales y ladrilleras, se puede concluir que la industria cerámica santandereana está conformada por algunas empresas tecnificadas y en su gran mayoría por chircales artesanales, que en conjunto satisfacen las necesidades de la región de productos tales como tejas, ladrillos toletes, tabletas de piso, guarda escobas, gres, entre otros productos cerámicos, y en algunos casos alfarería y artesanías decorativas.

Gracias a la información obtenida a través de las visitas a las fábricas de productos cerámicos, se ha realizado una clasificación de la industria cerámica santandereana, describiendo los aspectos más representativos y el proceso de fabricación de los productos que se elaboran en cada una de ellas. En primera instancia, se hace referencia a la etapa extractiva, a nivel general, es decir involucrando a todas las empresas; posteriormente, se describen los procesos de producción de los diferentes tipos de empresas.

3.2.1. Extracción de la materia prima. El proceso de extracción en los chircales más pequeños, generalmente es realizado por medios manuales, utilizando accesorios tales como; picas y palas, mientras que en chircales mecanizados o empresas de mayor producción, se lleva a cabo por medio de retroexcavadoras.

En ciertos casos, los frentes de explotación no son uniformes, pues la materia prima es tomada por los fabricantes según la conveniencia, necesidad y aspecto geográfico del terreno, causando graves problemas de erosión. En la figura 2, se pueden observar algunos frentes de explotación de material arcilloso, ubicados en algunas de las fábricas visitadas.

Figura 2. Frentes de explotación de material arcilloso: Ladrillera Mejía Girón, (b) Finca La Sabana Barichara (c) Ladrillera San José (d) Ladrillos y tubos Bucaramanga



3.2.2. Procesos productivos. A continuación se detallan las técnicas y métodos de producción de acuerdo al tamaño de las empresas.

■ **Chircales artesanales.** Los chircales artesanales hacen parte de una tradición familiar pasada de generación a generación, en los cuales ha prevalecido el trabajo manual y la pequeña producción.

En la figura 3 se muestran dos fotografías de un chircal, en las cuales se pueden observar algunos de los implementos usados para la elaboración de sus productos, tales como; la carretilla para el transporte del material arcilloso y el horno, para la cocción de las piezas cerámicas.

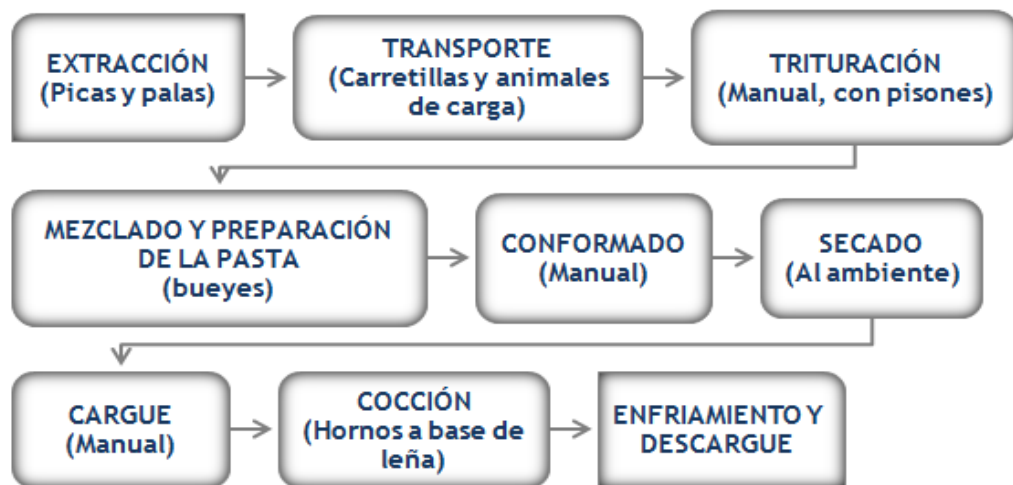
Figura 3. Fotografías de un chircal artesanal



En la figura 4, se presenta un diagrama de flujo que describe paso a paso el proceso de fabricación de ladrillos y tejas, usado por los artesanos de la región santandereana.

El proceso de fabricación de productos cerámicos, inicia con la etapa de extracción, la cual se describió anteriormente y es similar en casi todos los casos. Una vez la arcilla es extraída de las canteras, ubicadas generalmente en cercanía de los chircales, es transportada a las pilas circulares de mezclado, por medio de carretillas y animales de carga.

Figura 4. Diagrama del proceso de fabricación de tejas y ladrillos en un chircal artesanal (Región santandereana)



A medida que la arcilla se va depositando en las pilas es triturada de forma manual, utilizando herramientas como pisones y porras. Posteriormente se procede a la preparación y mezclado de las pastas, esta etapa del proceso se realiza en las mismas pilas, adicionando la cantidad de agua requerida para obtener una pasta óptima (la cantidad de agua es determinada empíricamente), a medida que se tritura el material con ayuda de bueyes, como se observa en la fotografía de la figura 5.⁴²

Figura 5. Pilas de preparación de pastas



Una vez se consigue que la pasta posea textura homogénea, es retirada de la pila de forma manual (Figura 6), formando una pequeña montaña (Figura 7), la cual se cubre con un plástico para evitar la pérdida de humedad y se procede a conformar manualmente las piezas, ya sean tejas o ladrillos tipo tolete, como se muestra en la figura 8.

Figura 6. Forma de retirar la pasta de la pila



Figura 7. Arcilla lista para ser conformada



⁴² CÁRDENAS, M. Industria minera de los materiales de construcción: Su sustentabilidad en América del Sur. Naciones Unidas Comisión Económica para América Latina y el Caribe. División de Recursos Naturales e Infraestructura, United Nations Publications, 2004.

Figura 8. Conformado manual de una teja



Posteriormente, las piezas son sometidas a secado al ambiente, aproximadamente durante 15 días (Figura 9), aunque este tiempo puede variar según las condiciones ambientales, generalmente el tiempo de secado es el mismo para todas las piezas, ya sean; tejas, ladrillos y/o tableta de piso.

Figura 9. Secado de piezas en verde



Cuando las piezas están secas, se llevan a los hornos, que generalmente son de tipo cerrado, intermitente, esférico y que consumen en promedio 14 metros cúbicos de leña por horneada (el consumo de leña varía de acuerdo con el tamaño del horno).

En la figura 10, se puede observar un horno típico de los chircales artesanales de Santander, usado para la cocción de tejas y ladrillos a nivel artesanal, se trata de un horno denominado “de llama vertical”, cuya capacidad de producción es igual o por debajo de 110 ton/mes, que equivalen a cerca de 2300 ladrillos toletes o 3500 tejas. Este horno es uno de los más perjudiciales para el ambiente, por su gran descarga de hollín (figura 11) y elevado consumo de leña.⁴³

Una vez cocidos los productos cerámicos, éstos son dejados en el horno por cerca de tres días, hasta que su temperatura descienda a la del ambiente. Posteriormente, las piezas son retiradas del horno, eliminando las que presentan grietas o ruptura y aplicando a las demás métodos empíricos para el control de la calidad.

Figura 10. Horno de llama vertical



Figura 11. Contaminación generada por la cocción de productos cerámicos



Entre tales métodos de control, se tiene el de golpear la pieza con un trozo de otra pieza del mismo material y escuchar el sonido que ellos emiten, dependiendo de lo agudo del sonido, el artesano sabe si las piezas están bien cocidas o no. Otros métodos de control son la resistencia o no de las piezas al peso de una persona y la coloración que presenten las piezas cocidas. Las piezas que son rechazadas generalmente se utilizan como material de relleno para las carreteras de sectores aledaños al chircal y en algunas ocasiones, para cubrir los vacíos producidos por la extracción de las arcillas en las canteras.

⁴³ CINSET, Programa de sensibilización sanitario ambiental para la pyme del área de jurisdicción de la C.A.R. Guía Ambiental 2 “Pequeñas Ladrilleras”. Vega, 2005.

Vale la pena señalar que a pesar que los propietarios de chircales artesanales no aplican sistemas de gestión de calidad en sus procesos, actualmente tratan de implementar el Plan de Manejo Ambiental, propuesto por la Gobernación de Santander. Con ello se pretende, inicialmente cambiar el combustible de los hornos de leña a carbón, para disminuir el impacto ambiental generado por la cocción de los productos derivados de la arcilla⁴⁴.

■ **Chircales mecanizados.** Los chircales mecanizados, cuentan con infraestructura y equipos mecanizados (pueden ser propios o en alquiler), tales como; retroexcavadoras para la extracción de la materia prima, una mezcladora para la preparación de las pastas y una extrusora para el conformado de los productos cerámicos.

Con relación a los hornos encontrados en estos chircales, se puede decir que son de mayor tamaño que los de los chircales artesanales, además la mayoría de ellos funcionan a base de carbón, aunque algunos lo hacen con leña (como en los chircales artesanales).

Gracias al mecanizado de las diferentes etapas del proceso, se consigue elaborar mayor número de piezas en menor tiempo, así como mayor calidad de los productos con relación a la obtención en los chircales artesanales⁴⁵. La figura 12, muestra dos fotografías de un chircal mecanizado, en el cual se fabrica únicamente ladrillo tolete, en la fotografía de la izquierda se muestra la planta de producción del chircal y la fotografía de la derecha corresponde al horno tipo colmena, a base de carbón usado en el chircal.

⁴⁴ FONSECA, Op. cit., p. 42

⁴⁵ GEOMORFOLOGÍA: Componente biofísico, Tomo I. Op. cit., Disponible en Internet: http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/pdf_entrenubes/a4.pdf

Figura 12. Chircal mecanizado



En la figura 13 se presenta un diagrama de flujo que representa el proceso de producción en un chircal mecanizado. Este diagrama describe las etapas de fabricación de piezas cerámicas, a una escala de producción un poco más avanzada que la realizada en los chircales artesanales, la diferencia más importante, se observa en el proceso de extracción (figura 14), donde generalmente se alquila un buldócer para tal fin, en la tritución y preparación de la pasta, se utiliza una mezcladora fabricada por los mismos artesanos, como se puede observar en la figura 15.

Figura 13. Diagrama del proceso de fabricación de tejas y ladrillos en un chircal Mecanizado (Región santandereana)

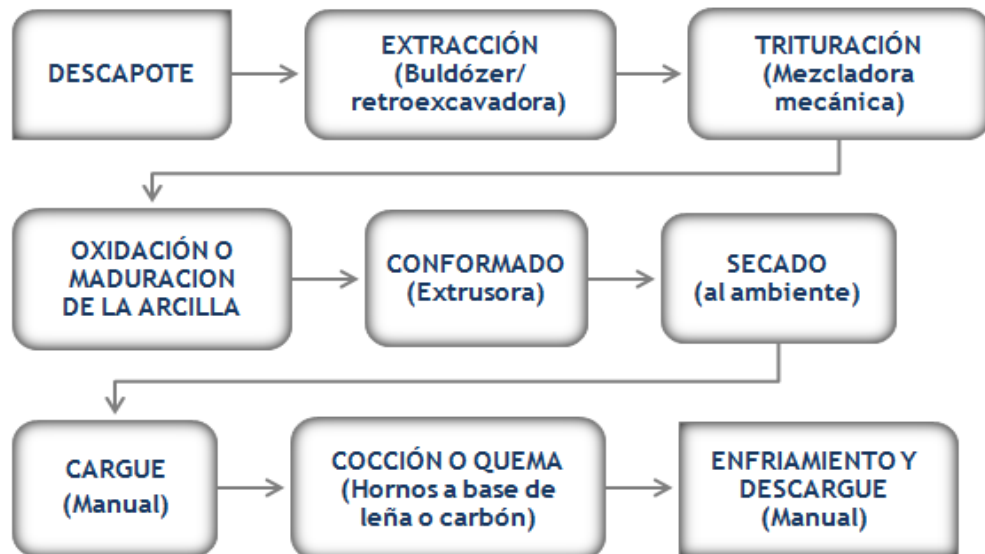


Figura 14. Extracción en chircal mecanizado



Figura 15. Trituradora y Mezcladora



En la etapa de conformado, se utiliza una extrusora, también de fabricación artesanal, que funciona con aceite quemado, como se observa en la fotografía de la figura 16. La etapa de secado, se realiza de igual forma que la de un chircal artesanal, pero a diferencia de estos, la cantidad de productos es mayor (figura17)^{46 y 47}.

Figura 16. Extrusora



Figura 17. Patio de secado



■ **Pequeña Industria.** Este tipo de industria, está mucho más tecnificada que la de los chircales y mecanizados. La extracción se realiza en forma mecanizada, pero a una mayor escala (buldócer o retroexcavadora, figura 18), incorporando criterios de selección y calidad de las materias primas, la extrusión se realiza al

⁴⁶ HERMELIN, Miguel. Entorno natural de 17 ciudades de Colombia. Medellín: Fondo editorial Universidad Eafit, 2007

⁴⁷ CÁRDENAS, Op. cit., p. 38.

vacío para eliminar aire y agua de las piezas, principalmente del bloque y utilizan hornos tipo colmena, como se observa en la figura 19^{48 y 49}.

Figura 18. Buldócer



Figura 19. Horno tipo colmena



Éste tipo de industria involucra un mayor nivel de tecnificación y su conformación es “de una empresa”, pero desafortunadamente, también tiene un alto impacto a nivel ambiental ya que por una parte, la explotación de las canteras es desorganizada, siendo común ver deslizamientos y caídas de rocas en sus frentes de explotación, además sus hornos producen una gran cantidad de hollín durante la cocción.

Los productos fabricados por este tipo de industria son principalmente; ladrillo tolete, bloque y tubería^{49 y 50}. En la figura 20 se describe el proceso de fabricación de estos productos, paso a paso.

Como se observa en el diagrama de la figura 20, el proceso fundamental de fabricación de productos cerámicos no varía con respecto al de los chircales artesanal y mecanizado, la diferencia más importante radica en una mayor tecnificación, lo que lleva a una mayor producción en menor tiempo.

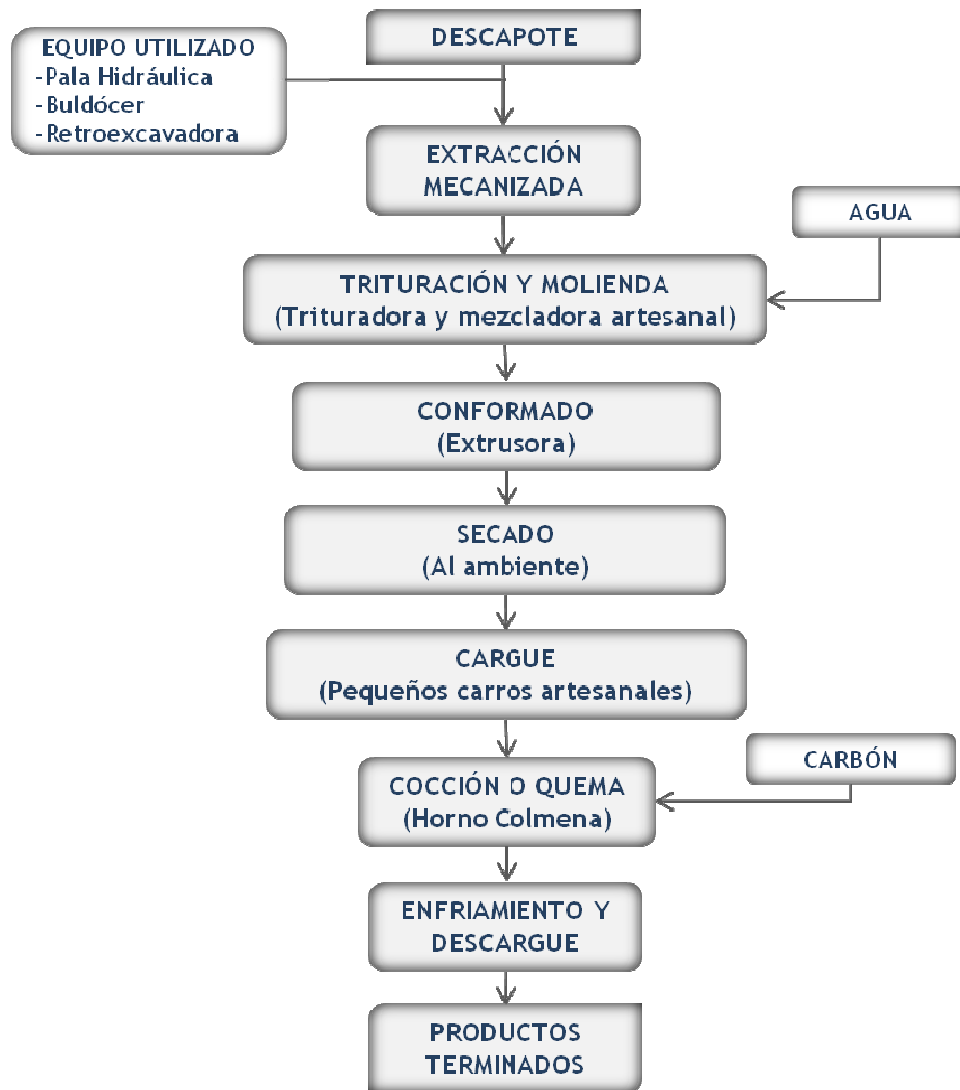
⁴⁸ GEOMORFOLOGÍA: Componente biofísico, Tomo I. Op. cit., Disponible en Internet: http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/pdf_entrenubes/a4.pdf

⁴⁹ CÁRDENAS, Op. cit., p. 40.

⁵⁰ Ibít., Op. cit., Disponible en Internet:

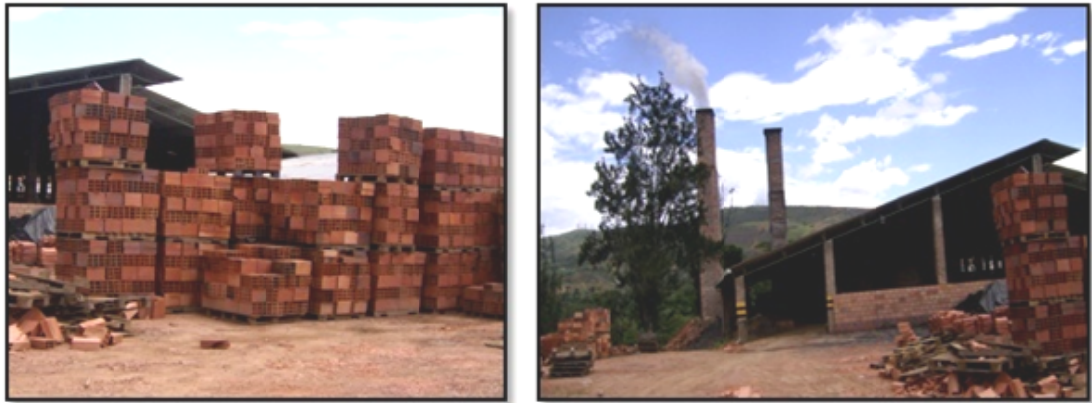
http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/pdf_entrenubes/a4.pdf

Figura 20. Diagrama del proceso de fabricación de tejas y ladrillos en una pequeña industria (Región santandereana)



► **Mediana Industria.** En la mediana industria ya se puede encontrar algún tipo de automatización en sus procesos de producción, por ejemplo secadores artificiales tipo túnel. En cuanto a las etapas de extracción, molienda y homogenización son muy parecidas a la pequeña industria. En la figura 21, se pueden observar dos fotografías que hacen referencia a una ladrillera (Ladrillos y acabados) del municipio de San Gil, catalogada dentro de la mediana industria.

Figura 21. Mediana Industria



La mano de obra utilizada es calificada y aunque se presenta una planificación y adecuación de terrenos en la etapa de extracción, ésta sigue siendo insuficiente, pues los terrenos siguen produciendo deslizamientos y erosión, lo cual continúa afectando el medio ambiente.

La cocción de los materiales es continua y se realiza generalmente en hornos tipo colmena de gran amplitud. Los productos finales son bloque, baldosa y teja. En la figura 22, se presenta un diagrama, en el cual se refleja el proceso de elaboración de productos cerámicos en una mediana industria.

Como se indica en el diagrama, el proceso de producción realizado por la mediana industria incluye algunas etapas de automatización y recirculación de la materia prima, como en el caso de la molienda y preparación de las pastas cerámicas, con el flujo de agua, al igual que el cargue del carbón que se realiza por medio de bandas transportadoras (figura 23).

Figura 22. Diagrama del proceso de fabricación de ladrillos y tubos en una Mediana industria (Región santandereana)

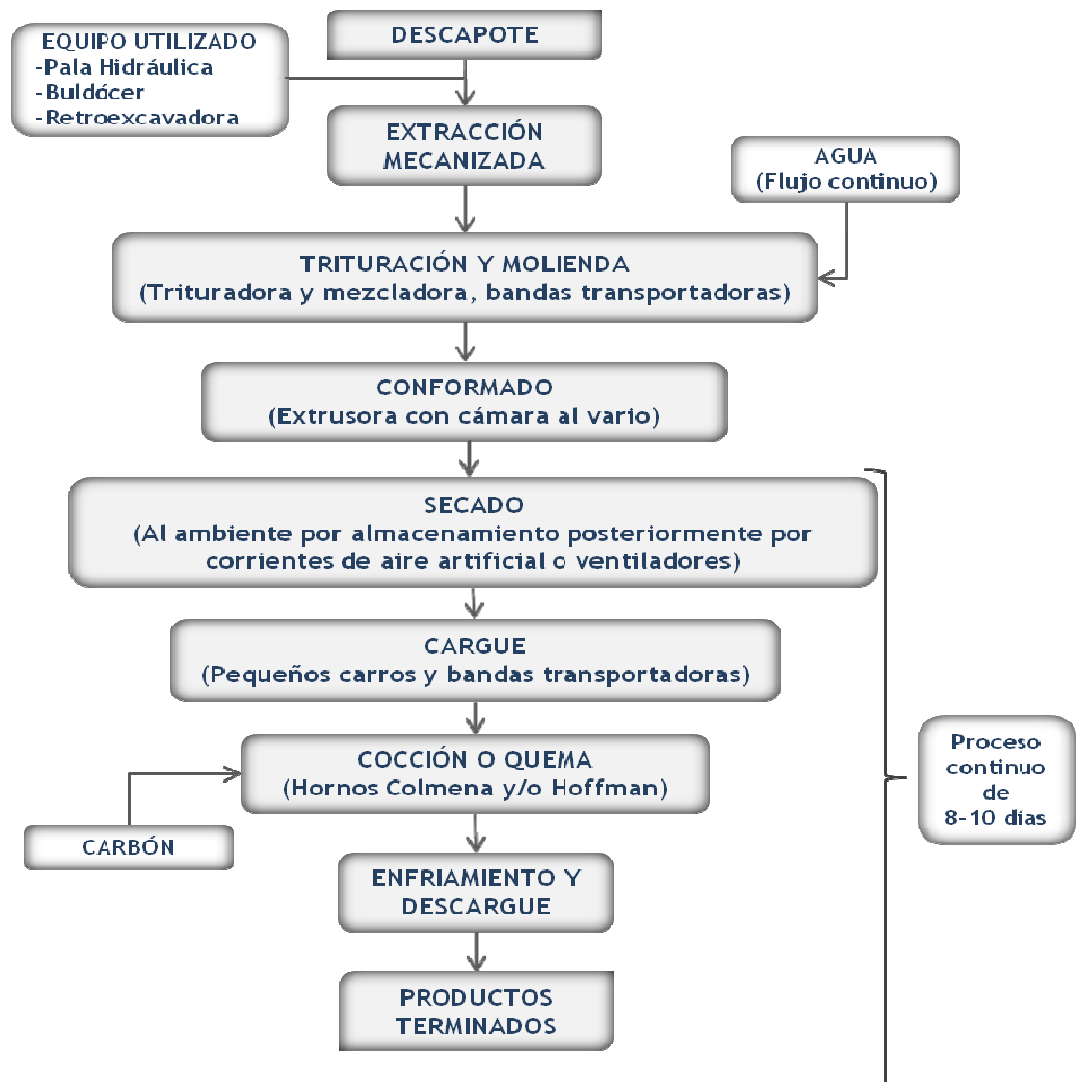


Figura 23. Banda transportadora con material arcilloso



De igual forma, en este proceso productivo, también; se denota una tecnificación considerable, desde la etapa de transporte (por medio de volquetas, ver figura 24) de las arcillas al lugar de almacenamiento, hasta la etapa de enfriamiento, descargue y distribución, pues en estas etapas intervienen; bandas transportadoras (figura 23), hornos para secado, entre otros equipos (figura 25), que permiten realizar procesos programados, con mayor calidad de sus productos.

Figura 24. Transporte del material arcilloso



Figura 25. Algunas etapas de producción en Ladrillos y Tubos (B/manga): (a) Corte, (b) Extrusión, (c) Transporte de productos terminados



Por otra parte, las empresas cerámicas ubicadas dentro del rango de mediana empresa en la región santandereana, son relativamente pocas y básicamente se encuentran ubicadas en los municipios de San Gil y Bucaramanga.

► **Gran Industria.** La gran industria se caracteriza porque cada una de las etapas del proceso son planeadas y programadas técnicamente. Además cuenta con personal técnico calificado, el cual, por ejemplo se ocupa de la extracción de arcillas incluyendo técnicas y programas de recuperación de la capa vegetal removida, que le dan un buen grado de estabilidad a las áreas implicadas.

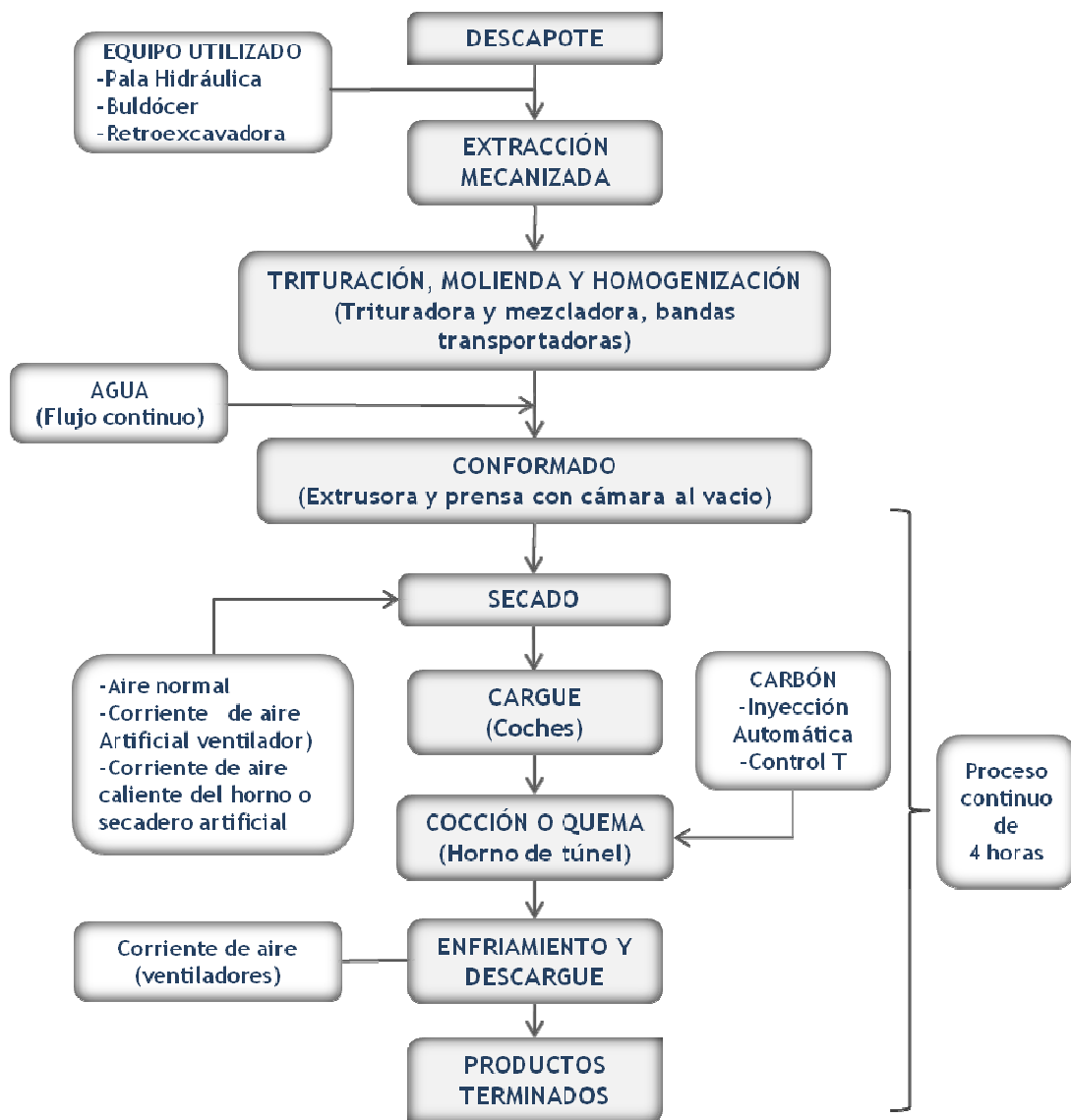
En la figura 26 se puede observar el diagrama que describe el proceso productivo de materiales cerámicos en la gran industria.

En la figura 27, se enseñan dos fotografías de la extracción del material arcilloso por medio de retroexcavadora y su posterior almacenamiento en pilas en una empresa de gran escala.

Figura 27. Extracción y almacenamiento de arcillas



Figura 26. Diagrama del proceso de fabricación de ladrillos y tubos en una gran industria (Región santandereana)



La preparación de la arcilla consiste en su descompactación y trituración hasta obtener una granulometría inferior a 3mm. Lo cual se realiza en equipos de trituración, mezcla y homogenización, como se muestra en las fotografías de la

figura 28. Las arcillas se amasan añadiendo el agua necesaria, de manera que se obtenga un alto grado de plasticidad y homogeneidad de la mezcla.

Figura 28. Mezcla y homogenización del material arcilloso



La pasta entra en la extrusora, se somete al vacío y a la presión, hasta obtener una compactación que permita su salida continua en forma de lámina (de diferentes espesores), como se muestra en las fotografías de la figura 29, a través de la boquilla, con una configuración preestablecida.

Dicha lámina o barra se corta, de con las dimensiones necesarias, hasta obtener la configuración final del modelo de la pieza deseado (figura 29).

Figura 29. Extrusión y corte de las pastas cerámicas



La fase de secado, que tiene una duración de varias horas o días, se realiza inicialmente al ambiente por cuestiones de almacenamiento y posteriormente, las piezas son sometidas a secado artificial por medio de ventiladores. Posteriormente, las piezas se conducen en carros de carga hasta la línea de espera del horno (figura 30).

Figura 30. Secado y transporte de las piezas para ser llevadas al horno



La cocción de los materiales en la gran industria, es permanente y se realiza en hornos tipo Hoffman, de colmena y de rodillos, con dispositivos de control y simulación digital. Los productos finales son ladrillos estandarizados, bloques, tubos, tabletas y tejas de gran calidad.

La región santandereana, posee solamente dos empresas cerámicas ubicadas dentro del rango de grandes industrias, pues, aunque la demanda de piezas cocidas es alta, no hay más empresas con capital disponible para ampliar sus plantas y adquirir equipos de producción a esta escala.

Por medio de la tabla 3, se presenta un resumen de los aspectos más relevantes de la industria cerámica santandereana, teniendo en cuenta la clasificación realizada a través de este apartado.

Tabla 3. Resumen de las principales características de la industria cerámica santandereana

TIPO DE INDUSTRIA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	TIPO DE HORNO	PRODUCTOS FINALES	GRADO DE PRODUCCIÓN	IMPACTO AMBIENTAL
Chircal artesanal	Veredas y municipios de la región santandereana	De llama vertical	Ladrillo tolete, tablón de piso y tejas	Ocasional y no mayor a una quema por mes	Alto: problemas de erosión por tala de bosques y contaminación por expulsión de gases en la cocción
Chircal mecanizado	Veredas y municipios de la región santandereana	Colmena	Ladrillo, bloque y baldosa	Intermitente, por pedidos	Alta: problemas de erosión por la extracción en las canteras
Pequeña	San Gil, Curití y Bucaramanga	Colmena	Ladrillo, bloque, tubos y tejas	Continuo a baja escala	Alta: caídas de roca , erosión acelerada y deslizamientos
Mediana	San Gil, Bucaramanga, Girón,	Colmena de gran magnitud	Ladrillo, bloque, tejas, tubos.	Continuo	Medio-controlado: adecuación de terrenos planificada
Grande	San Gil y Bucaramanga	Hoffman, túnel.	Ladrillos estandarizados, bloques, tubos, tabletas y tejas	Continuo a gran escala	Medio-controlado: programas de recuperación y elaboración de taludes, medianamente estables.

3.3.FORMATO DE ENCUESTA APLICADO A LA INDUSTRIA CERÁMICA DE LA REGIÓN SANTANDEREANA

El formato presentado a continuación contiene las preguntas elaboradas para el estudio del proceso productivo de los cerámicos en Santander.

**DIAGNÓSTICO DEL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA CERÁMICA REGIONAL UTILIZADO
COMO GUÍA PARA LA CREACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN
LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**



La realización de la presente encuesta corresponde a una de las principales actividades metodológicas del proyecto titulado “CREACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER”

OBJETIVO. Identificar las necesidades técnico-científicas que presenta la industria cerámica de Santander, así como determinar el interés que despierta en los empresarios la creación de un laboratorio de materiales cerámicos que impulse el desarrollo de su empresa en este importante sector industrial.

RESPONSABLES:

DIRECTOR DEL PROYECTO: Ph.D. Elcy María Córdoba Tuta

ESTUDIANTES EN PRÁCTICA: Briyidth Riveros Patiño
Julián Alberto Morón Avendaño

NOTA. La información suministrada por la empresa se considerará confidencial y se tratará con absoluta discreción. Por tanto, le agradecemos que responda esta encuesta con total sinceridad.

Marque con una X el o los ítem(s) que considere como respuesta válida para cada pregunta y complete los espacios que han sido asignados con la información solicitada.

NOMBRE DE LA EMPRESA: _____

DIRECCIÓN: _____ **CIUDAD:** _____

GERENTE: _____

ENCARGADO DE RESPONDER LA ENCUESTA: _____

CARGO: _____

I. ASPECTOS COMERCIALES Y DE MERCADEO

1. Qué productos fabrica la empresa?

Tableta no Esmaltada	_____	Tableta esmaltada	_____
Bloque	_____	Artesanías	_____
Teja	_____	Lozas	_____
Ladrillo	_____	Vidrios	_____
Tubos	_____	Cerámicas especiales	_____
Otros:	_____		

2. Qué mercado abarca su empresa en el ámbito nacional y/o internacional?

Mercado regional	_____	Personas jurídicas	_____
Mercado nacional	_____	Pequeñas empresas	_____
Mercado internacional	_____	Medianas empresas	_____
Personas naturales	_____	Grandes empresas	_____

3. Qué productos exporta y en qué porcentaje (%)? (responder sólo si cubre mercado internacional)

Tableta no Esmaltada	_____ (____%)	Tableta esmaltada	_____ (____%)
Bloque	_____ (____%)	Artesanías	_____ (____%)
Teja	_____ (____%)	Lozas	_____ (____%)
Ladrillo	_____ (____%)	Vidrios	_____ (____%)
Tubos	_____ (____%)	Cerámicas especiales	_____ (____%)
Otros:	_____ (____%)		

4. Cuáles son los principales países destino de las exportaciones realizadas? (responder sólo si cubre mercado internacional, del numeral 2.)

II. RECURSO HUMANO

5. Cuántos empleados laboran en su empresa?

1 - 4 _____

5 - 20 _____

21 - 100 _____

Más de 100 _____

6. Qué nivel de educación tienen sus empleados?

Primaria _____

Técnica _____

Ninguna _____

Secundaria _____

Universitaria _____

Otra _____

7. La empresa ofrece programas de capacitación para los empleados?

Sí _____

No _____

Cuáles? _____

III. ETAPAS DE PRODUCCIÓN

8. Qué materias primas y combustibles utiliza?

9. De dónde los obtiene?

Mina propia _____

Mina en alquiler _____

Proveedores _____

Otras, cuáles? _____

10. En qué lugar se encuentra(n) ubicada(s) la(s) mina(s) de la(s) cual(es) se extraen las materias primas naturales?

11. Qué forma de proceso utiliza para desarrollar las etapas de fabricación de sus productos?

Manual _____

Mecanizado _____

Manual-mecanizado _____

12. Cuáles de las siguientes etapas se llevan a cabo durante la fabricación de los productos que ofrece la empresa?

Extracción _____	Secado al aire _____	Decorado _____
Dosificación _____	Cocción _____	Selección _____
Mezclado _____	Secado en el horno _____	Empacado _____
Moldeo _____	Esmaltado _____	
Otras _____		

IV. ANÁLISIS DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN

13. Por qué técnicas o ensayos controlan la calidad del producto y materia prima en su empresa?

Físicos _____	Químicos _____	Térmicos _____
Cuáles? _____		

14. Con qué frecuencia se realizan las pruebas citadas anteriormente?

Diaria _____	Semestral _____
Semanal _____	Por lotes de producción _____
Mensual _____	No se realizan _____
Trimestral _____	

15. En qué laboratorios se realizan los análisis mencionados en las anteriores preguntas? *(responder sólo si se realizan dichos estudios).

Propio de la empresa _____	De universidades internacionales _____
De otras empresas _____	Particulares nacionales _____
De universidades colombianas _____	Particulares internacionales _____

16. Mencione el nombre de los laboratorios en los cuales se efectúan las pruebas antes mencionadas. *(responder sólo si se refiere a laboratorios externos a la empresa).

_____	_____
_____	_____

17. La empresa cuenta con personal idóneo para interpretar los resultados de dichos estudios?

Sí _____

No _____

18. Qué tipo de capacitación tiene éste personal?

19. Si la empresa no realiza el adecuado control de calidad, indique las razones por las cuales no lo hace:

Falta de conocimiento _____ Falta de un Laboratorio de planta _____

Poca importancia a la calidad _____ Falta de personal calificado _____

Falta de una entidad en la región que preste servicios técnicos de pruebas y ensayos _____

Poca disponibilidad de recursos económicos asignado a la calidad _____

Otra: _____

V. *NORMATIVIDAD Y CERTIFICACIÓN*

20. Qué norma(s) técnica(s) de calidad aplica en los procesos de fabricación de sus productos?

ISO _____ ICONTEC _____ DIN _____ ASTM _____ NINGUNA _____

Otras, cuáles? _____

21. Su empresa posee certificación de calidad?

Sí _____

No _____

Cuál(es)? _____

22. Cuáles son sus principales competidores?

23. En qué nivel de competencia cree que se ubica su empresa frente al mercado cerámico regional (en relación a la calidad y precio de los productos)?

Alto _____ Medio _____ Bajo _____
Porqué? _____

24. Su empresa presta servicios o asesorías a otras empresas?

Si _____ No _____
Cuáles? _____

VI. EQUIPOS DE OPERACIÓN

25. Considera que su empresa cuenta con los equipos adecuados para fabricación y caracterización de sus productos?

Sí _____ No _____

26. Los equipos que posee la empresa para la fabricación de sus productos son:

Propios _____ En alquiler _____

27. Cuáles son los equipos más importantes que posee la empresa?

28. Qué equipos considera le hacen falta a su empresa?

29.Cuál es la capacidad usual de producción de su empresa? (escoja las unidades de tiempo que mejor se acomoden a la producción de su empresa: días, meses o años)

_____ unidades/día	_____ toneladas/día
_____ unidades/mes	_____ toneladas/mes
_____ unidades/año	_____ toneladas/año

30. De acuerdo a la capacidad de producción de los equipos, que porcentaje de ésta es utilizada?

31. Desea ampliar la línea de productos que ofrece la empresa?

Si _____ No _____

Cuáles? _____

32. De acuerdo a la demanda actual de sus productos, ha considerado aumentar la producción de los mismos?

Si _____ No _____

Por qué? _____

33. De acuerdo a su producción, en que porcentaje los artículos elaborados en un lote no satisfacen las expectativas deseadas?

0 - 10% _____ 11 - 20% _____ 21 - 30% _____ Más de 31% _____

VII. *ASPECTO AMBIENTAL*

34. La empresa toma medidas para prevenir un posible daño ambiental en el momento de la extracción y cocción de los materiales cerámicos?

Si _____ No _____

Cuáles? _____

35. De qué forma la empresa corrige el impacto ambiental negativo del entorno en sus minas y planta de producción?

36. Qué normas ambientales conoce que sean aplicables al sector cerámico?

ISO _____ ICONTEC _____ NTC _____

GTC _____ PMA (PLAN DE MANEJO AMBIENTAL) _____ Ninguna _____

Cuál de ellas aplica en su empresa? _____

37. Dónde arrojan los desechos o reactivos sobrantes del proceso de producción?

Reciclaje _____ Depósitos _____

Se utilizan como relleno para vías en sectores aledaños _____

VIII. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA CREACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

38. Tienen algún convenio o acuerdo con centros o grupos de investigación de materiales cerámicos o afines?

Sí _____ No _____

Cuáles? _____

39. Cree que el futuro Laboratorio de Materiales Cerámicos de la UIS podría contribuir al desarrollo y fortalecimiento de su empresa, al brindarle apoyo para la optimización del control de calidad en su producción?

Sí _____ No _____

porqué? _____

40. Considera de interés llegar a tener un convenio de interacción e intercambio científico/tecnológico con el Laboratorio de Materiales Cerámicos de la UIS?

Sí _____ No _____

Por qué? _____

41. En un futuro estaría dispuesto a solicitar los servicios técnicos y científicos ofrecidos por el Laboratorio de Materiales Cerámicos de la Universidad Industrial de Santander?

Sí _____ No _____

Por qué? _____

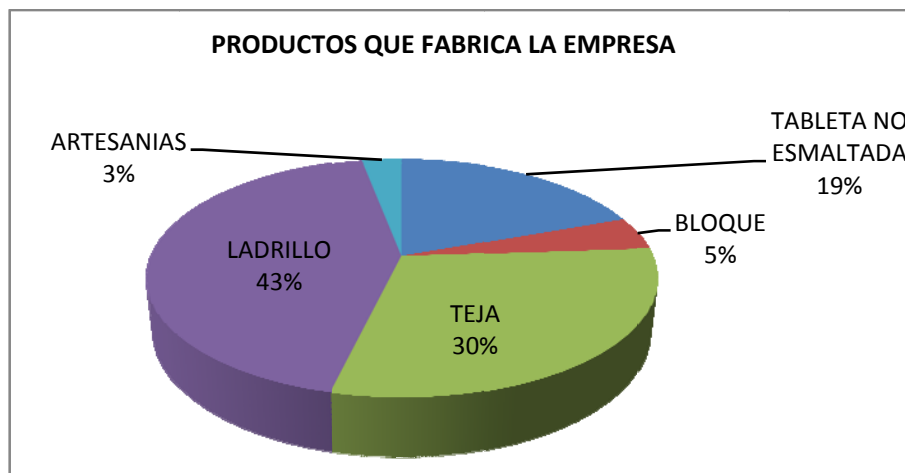
¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

3.4. ANALISIS Y RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Como se mencionó en la metodología, la encuesta se aplicó en 35 empresas, situadas en Bucaramanga, Floridablanca, Girón, San Gil, Curití y Barichara. Los resultados obtenidos, a través del análisis estadístico aplicado a la encuesta, se presentan a continuación mediante gráficos de tortas y barras.

Pregunta 1. Los resultados de la Figura 31 arrojan datos contundentes sobre el desarrollo de la industria cerámica Santandereana y su alta producción en teja, ladrillo y tableta no esmaltada. La mayor concentración de estos productos con relación a empresas unifamiliares se presenta en municipios como Barichara y Girón, y con relación a empresas de mayor extensión en Bucaramanga y San Gil.

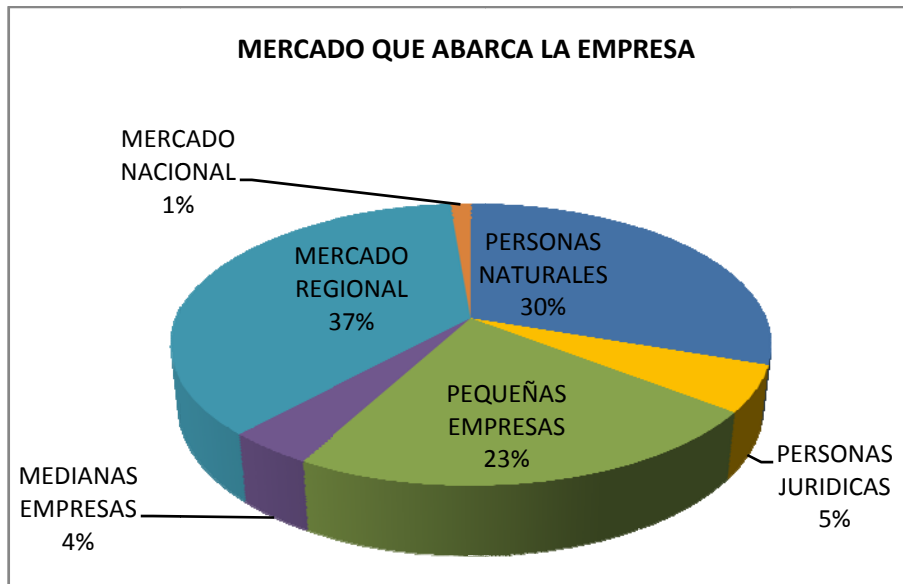
Figura 31. Resultados pregunta 1 de la encuesta realizada



Pregunta 2. De acuerdo al figura 32, la mayor parte de los productos fabricados por las empresas encuestadas se distribuye en la región santandereana, así como a personas naturales que buscan buen precio y calidad en el producto. Solo en pocos casos y tratándose de las empresas más reconocidas del departamento, se

realizan ventas a grandes contribuyentes y medianas empresas, siendo su más grande aliado el sector de la construcción.

Figura 32. Resultados pregunta 2 de la encuesta realizada

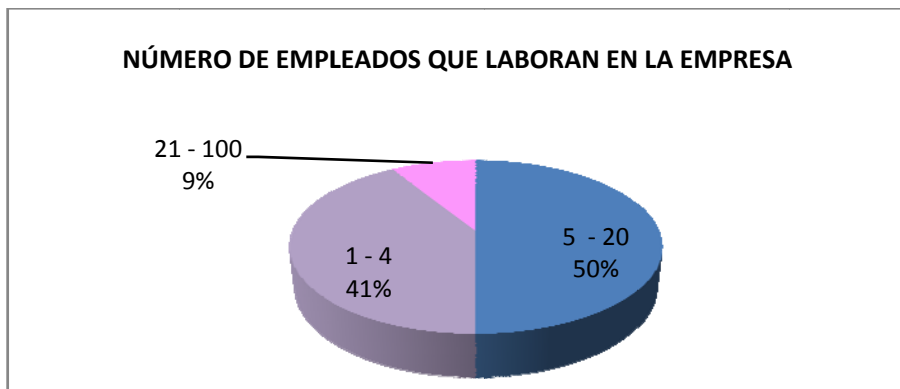


Los resultados de las **preguntas 3 y 4**, no fueron descritos por medio gráfico, porque ninguna de las empresas encuestadas posee negocios de exportación.

Pregunta 5. La mayor parte de empresas encuestadas cuentan con un número de empleados inferior a 20 (figura 33), de tal forma que se resalta su carácter unifamiliar y de tradición en el tratamiento de productos derivados de la arcilla.

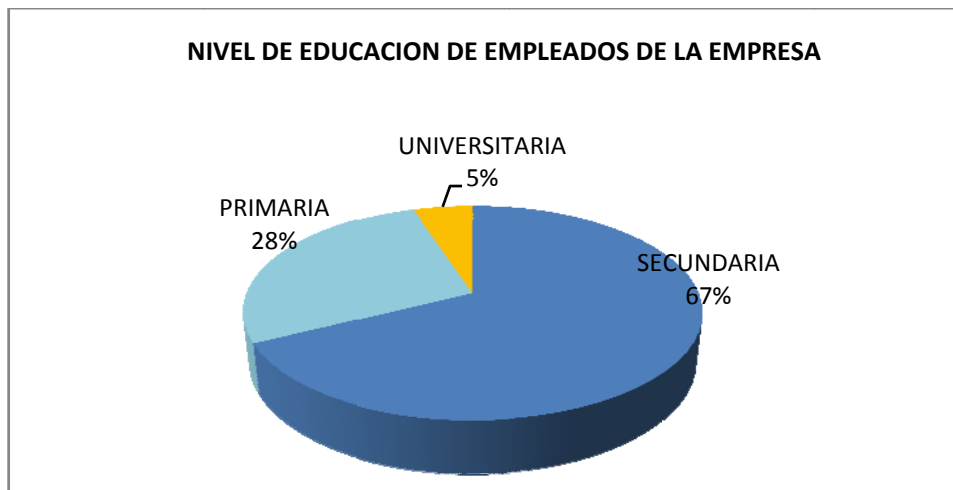
Tan solo las empresas de mayor producción poseen un número de empleados entre 21 y 100, reflejando una mejor organización y estructura interna que demuestra mayor eficiencia en la ejecución de sus procesos.

Figura 33. Resultados pregunta 5 de la encuesta realizada



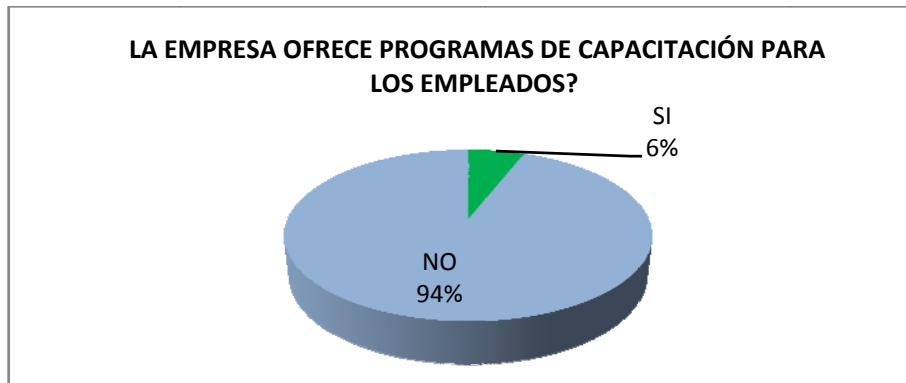
Pregunta 6. El nivel de educación de los empleados de este sector empresarial (figura 34), se focaliza en la básica secundaria (67%) mientras que las empresas con trabajadores que tienen educación universitaria corresponden solo al 5%. Lo cual resalta la falta de capacitación técnica en las empresas.

Figura 34. Resultados pregunta 6 de la encuesta realizada



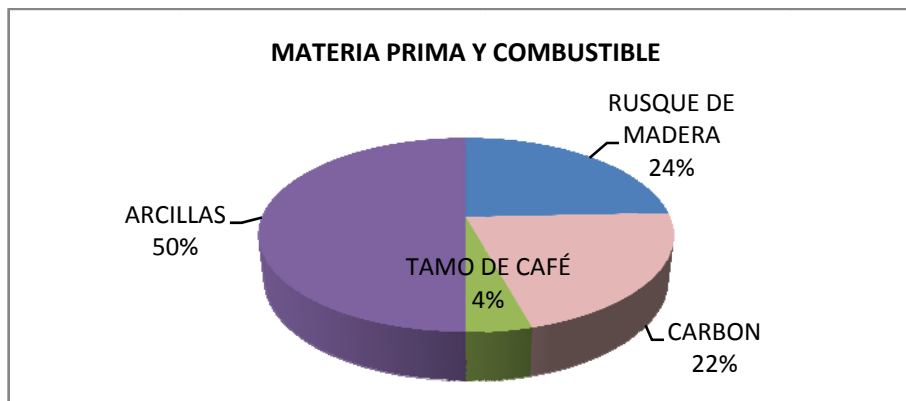
Pregunta 7. La inmensa mayoría de empresas a las que se les aplico la encuesta (94%) no ofrecen capacitación a sus empleados (figura 35), el conocimiento lo adquieren básicamente por tradición familiar.

Figura 35. Resultados pregunta 7 de la encuesta realizada



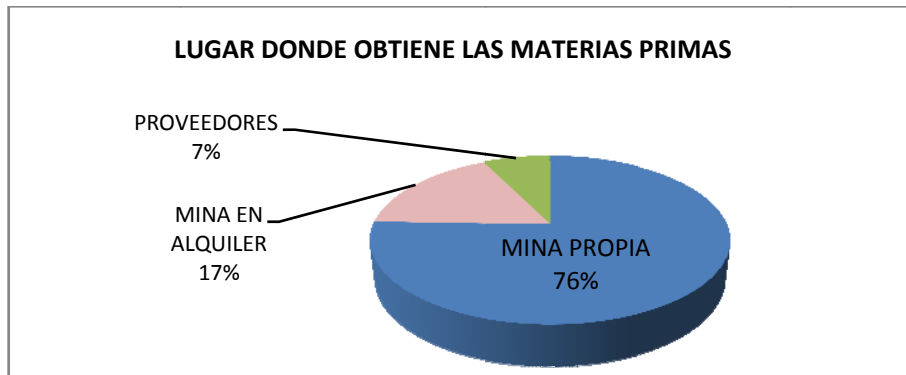
Pregunta 8. Como era de esperarse (figura 36), la principal materia prima de este sector industrial es la arcilla, seguida por la madera y carbón, utilizados como combustibles en los hornos de cocción.

Figura 36. Resultados pregunta 8 de la encuesta realizada



Pregunta 9. De acuerdo con la figura 37, la mayoría de empresas (76%) cuenta con su mina propia, ya sea solamente de arcilla o carbón y en algunos casos también cuentan con bosques, para la tala de maderas. El 17% de los encuestados recurren al alquiler de minas, primordialmente de arcilla, y el 7% restante cuenta con proveedores, esencialmente de carbón.

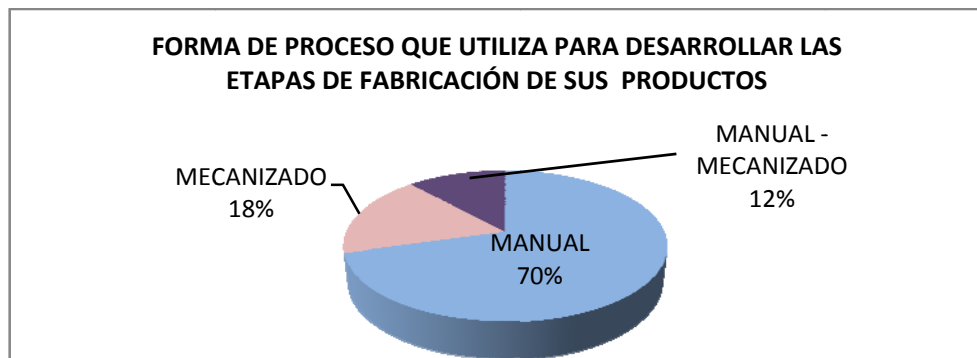
Figura 37. Resultados pregunta 9 de la encuesta realizada



Con relación a la **pregunta 10**, las minas se encuentran generalmente cerca de las fábricas de productos cerámicos, aun en las pequeñas empresas, como lo son las ladrilleras de la Asociación de artesanos de la vereda Guayabal, del municipio de Barichara, quienes en un 90% son propietarios de las minas de arcilla que están ubicadas dentro de sus fincas, de igual forma ocurre con algunos chircales de Girón.

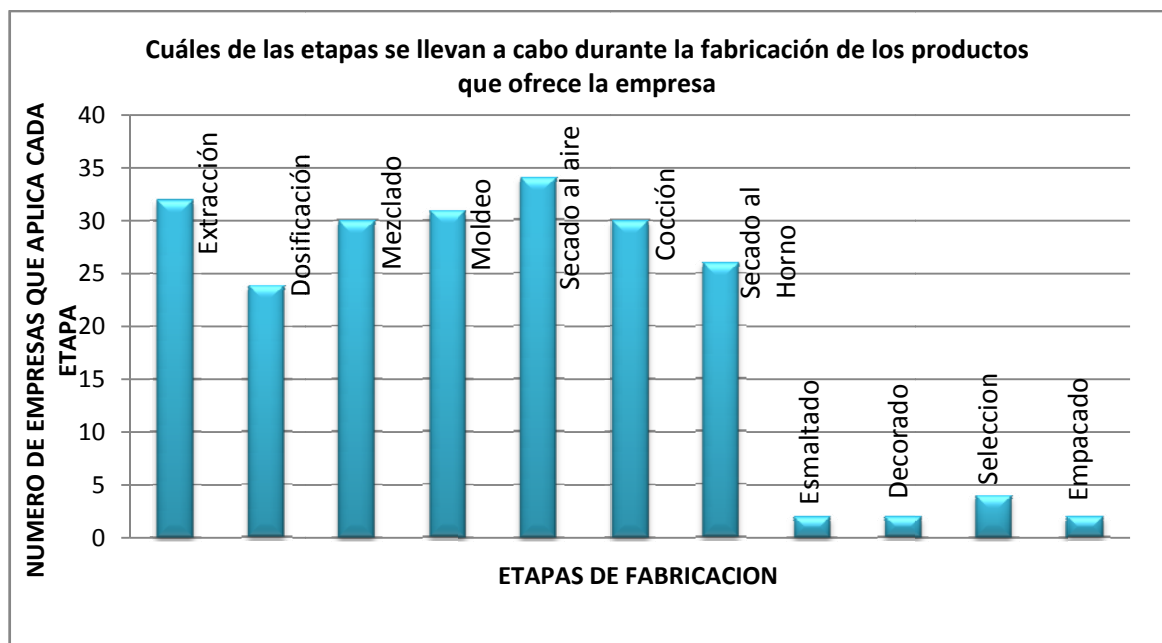
Pregunta 11. El 70% de la producción de materiales cerámicos de la región santandereana se realiza por medios manuales (figura 38), destacándose la labor artesanal en toda su extensión. El 12% realiza sus procesos por medios manuales y mecanizados y el 18% solo por medios mecanizados.

Figura 38. Resultados pregunta 11 de la encuesta realizada



Pregunta 12. De acuerdo con la figura 39, se puede observar que en su gran mayoría, las empresas coinciden con el proceso básico de fabricación de los artículos derivados de la arcilla, como es el caso de la extracción, dosificación, mezclado, moldeo, secado al aire, secado al horno y cocción, resaltando que cada empresa efectúa dichos procesos con las herramientas que posee, siendo éstas artesanales o mecanizadas.

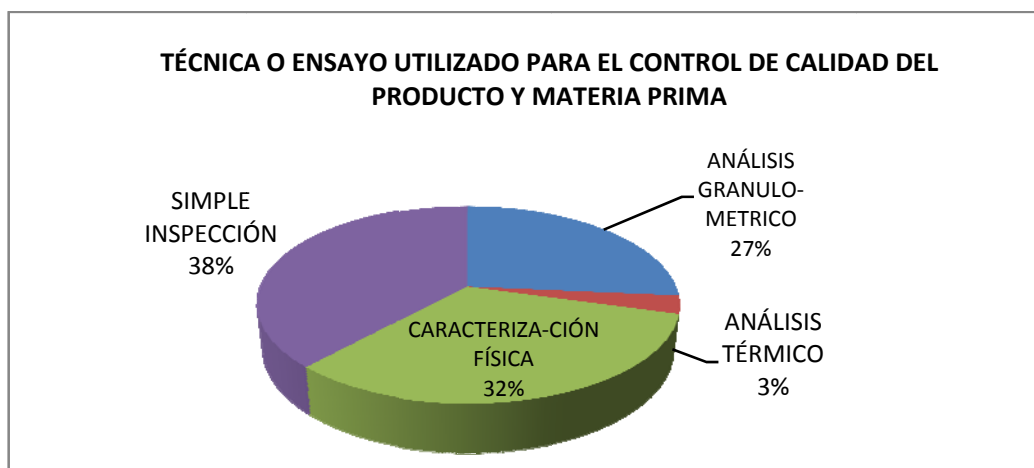
Figura 39. Resultados pregunta 12 de la encuesta realizada



Pregunta 13. De acuerdo con la figura 40, el 38% de la población encuestada realiza sus pruebas de calidad tan solo por simple inspección, pues en este resultado se denota que su aprendizaje es por tradición y desde el principio ha resultado satisfactoria para el desarrollo de su empresa.

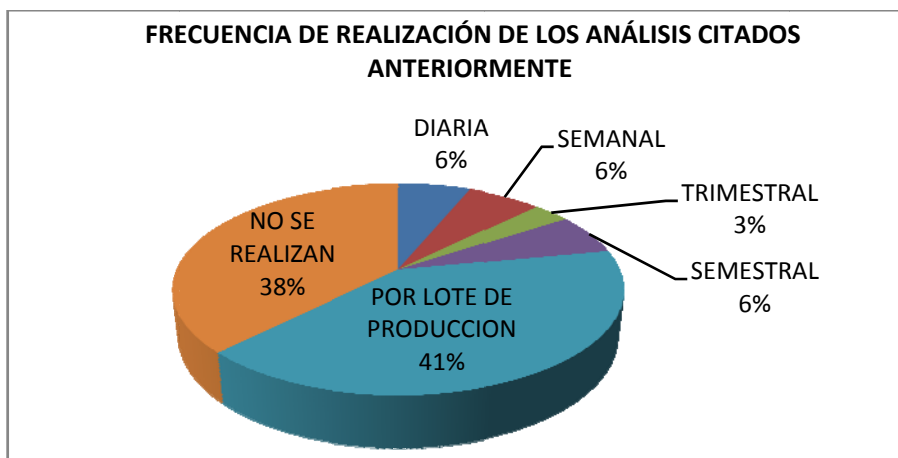
El 32% de las empresas realiza análisis de caracterización física como la prueba de la botella, mediciones de textura y color, pruebas de presión a la resistencia y de permeabilidad. Por su parte el 27% de la población aplica ensayos granulométricos y tan solo el 3% realizan análisis térmicos.

Figura 40. Resultados pregunta 13 de la encuesta realizada



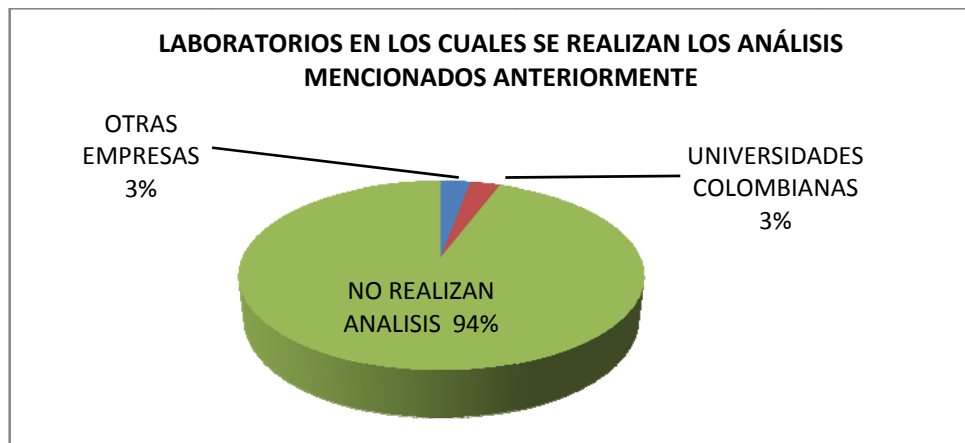
Pregunta 14. El 41% de los encuestados respondió que realizan los respectivos ensayos por lote de producción (figura 41), mientras el 38% no los realiza. En el 21% restante de las empresas dichos análisis se efectúan diaria, semestral, trimestral y semanalmente.

Figura 41. Resultados pregunta 14 de la encuesta realizada



Preguntas 15 Y 16*. El 3% de los encuestados solicitan algunos estudios a empresas como Cementos Argos, y otro 3% a la Universidad Industrial de Santander. El 94% no realizan el análisis (figura 42).

Figura 42. Resultados pregunta 15 y 16 de la encuesta realizada



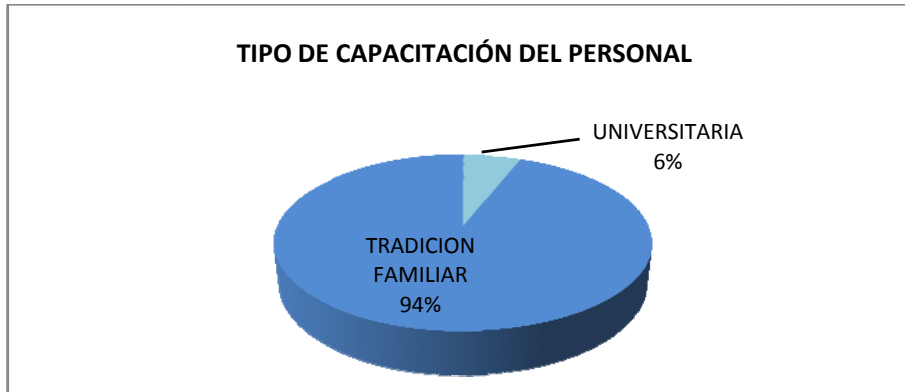
Pregunta 17. Las pocas empresas que realizan análisis especializados a la materia prima y a los productos, no cuentan con el personal apto para interpretar los resultados obtenidos (figura 43), tan solo el 9% lo tiene y se trata de las empresas mejor estructuradas.

Figura 43. Resultados pregunta 17 de la encuesta realizada



Pregunta 18. Tan solo el 6% de las empresas cuenta con personal universitario capacitado en el tema de producción cerámica (figura 44). La gran mayoría de empleados (94%) no cuentan con capacitación técnica alguna.

Figura 44. Resultados pregunta 18 de la encuesta realizada



Pregunta 19. La figura 45 señala que la totalidad de las empresas (35) encuestadas cree que no realiza el adecuado control de calidad por la falta de una entidad especializada en la región, la cual preste servicios de asesoría y soluciones a la problemática del sector cerámico.

Figura 45. Resultados pregunta 19 de la encuesta realizada



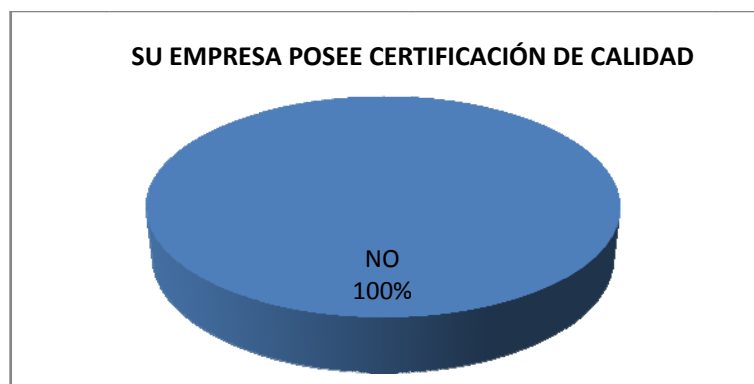
Pregunta 20. El 100% de las empresas encuestadas no aplica norma técnica alguna para la fabricación de productos cerámicos (figura 46). Este problema se debe a la falta de información y asesoría por parte de agentes externos y propios de cada fabricante.

Figura 46. Resultados pregunta 20 de la encuesta realizada



Pregunta 21. Por las mismas razones anteriormente descritas, ninguna empresa cuenta con certificación de calidad para la fabricación de sus productos (figura 47).

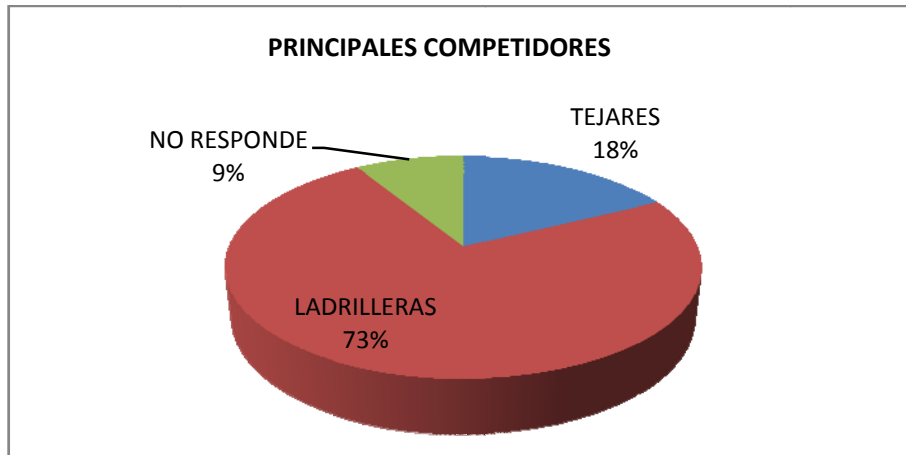
Figura 47. Resultados pregunta 21 de la encuesta realizada



Pregunta 22. Los principales competidores de las empresas pequeñas son las grandes ladrilleras ubicadas en la región santandereana (figura 48), pues gracias a su amplio nivel de producción y adquisición de nuevas tecnologías, han obtenido

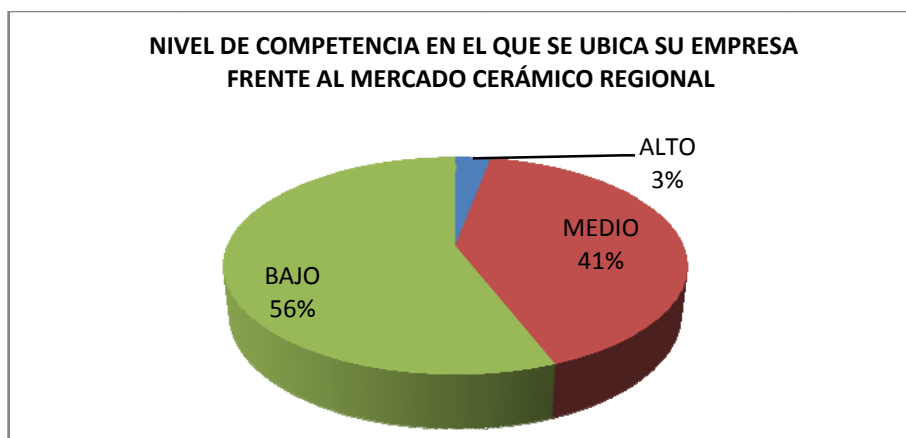
un alto nivel de competitividad en costos y calidad de sus productos. A este sector le siguen los tejares con el 18% y el 9% no respondió a la pregunta.

Figura 48. Resultados pregunta 22 de la encuesta realizada



Pregunta 23. El 56% de las empresas encuestadas creen ubicarse en un bajo nivel de competencia frente a otras empresas (figura 49), por no contar con los recursos de inversión en maquinaria y mano de obra.

Figura 49. Resultados pregunta 23 de la encuesta realizada



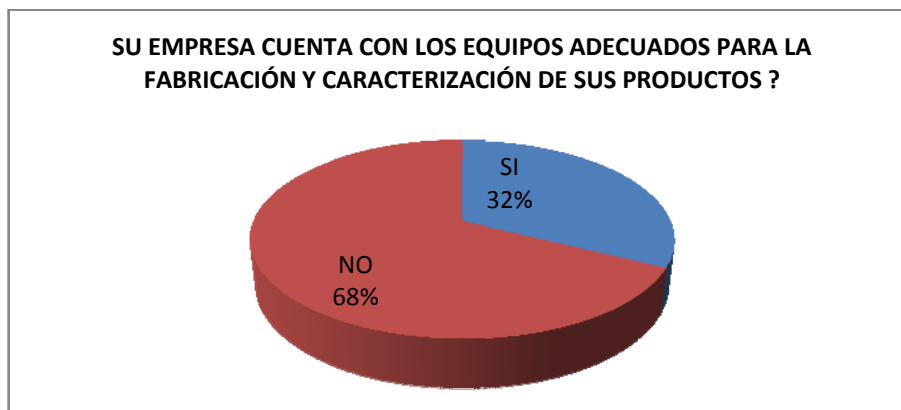
Pregunta 24. El 100% de las empresas encuestadas no presta servicios ni asesoría a otras empresas (figura 50).

Figura 50. Resultados pregunta 24 de la encuesta realizada



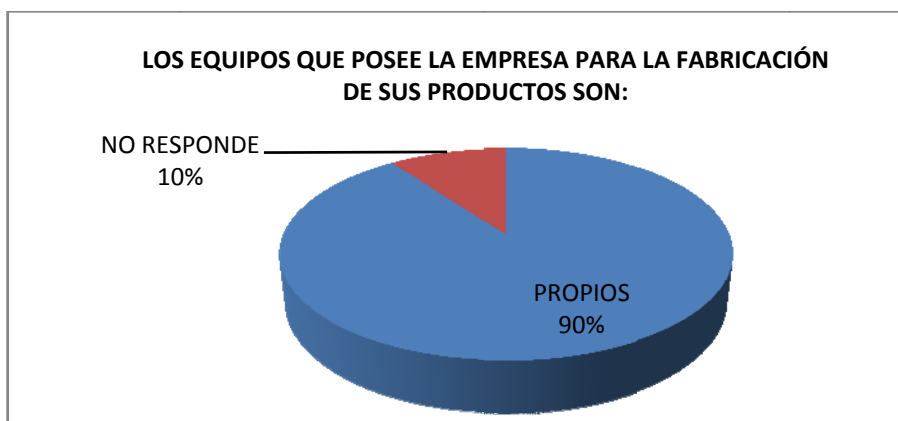
Pregunta 25. A pesar de no contar con todos los equipos aptos para la fabricación de productos derivados de la arcilla, el 32% de los encuestados respondió que si posee los equipos necesarios para desarrollar su actividad empresarial, mientras el 68%, dice requerir de más herramientas para fortalecer a su empresa (figura 51).

Figura 51. Resultados pregunta 25 de la encuesta realizada



Pregunta 26. El 90% de los encuestados son propietarios de los equipos y herramientas con los cuales desarrollan su actividad, mientras que el 10% restante no responde o se asume que recurren al alquiler de algunos de ellos para alcanzar el término de sus productos (figura 52).

Figura 52. Resultados pregunta 26 de la encuesta realizada



Pregunta 27. De acuerdo con la tabla 4, todas las empresas cuentan con horno propio y en su gran mayoría con trituradora (21). Las empresas encuestadas poseen los equipos y herramientas aptas para el procesamiento de sus materias primas.

Tabla 4. Resultados de la pregunta 27 de la encuesta realizada

EQUIPO	No DE EMPRESAS QUE LO POSEEN
Horno	35
Retroexcavadora	2
Prensa	7
Extrusora	7
Laminadora	4
Trituradora	21
Tolvas	3
Mezcladora	4
Bandas transportadoras	2
Manos	16
Cortadora	2

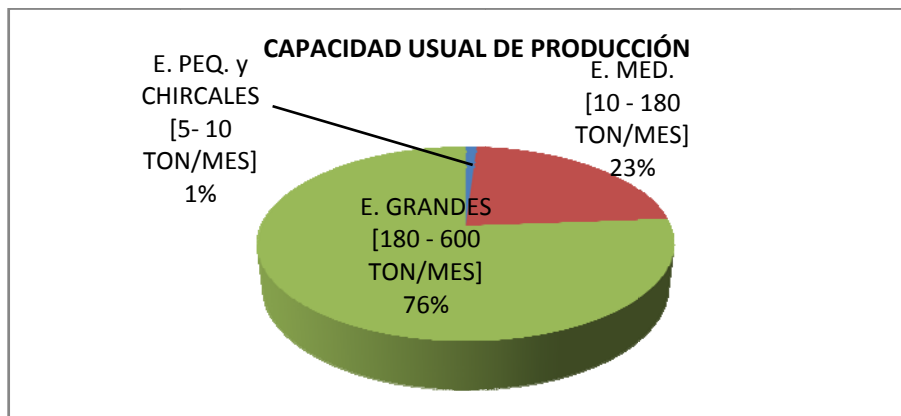
La **pregunta 28**, hace referencia a la necesidad de equipos que presenta la empresa, en este ítem se obtuvieron los siguientes resultados:

- ✓ Equipos de laboratorio, para estudio de la calidad del producto y el control de temperatura de cocción (termocupla), entre otras.

- ✓ Moldeadores de ladrillos según referencia y dimensionamiento.
- ✓ Retroexcavadora
- ✓ Cajón alimentador
- ✓ Laminador
- ✓ Hornos para secado
- ✓ Hornos para quema
- ✓ Bandas transportadoras
- ✓ Herramientas de mantenimiento
- ✓ Cortadora para bloque
- ✓ Cargador
- ✓ Planta eléctrica

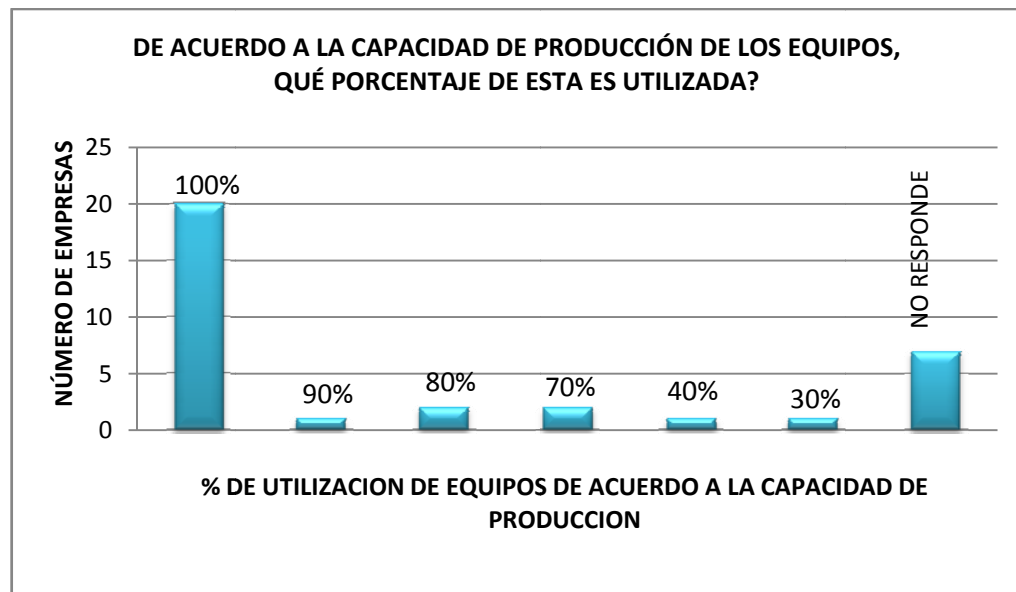
Pregunta 29. La capacidad de producción de las empresas es proporcional al tamaño de las mismas (figura 53), de acuerdo a la cantidad de equipos y condiciones de producción de cada empresa se ve reflejada la cantidad de elementos fabricados en un mes de trabajo. Las cifras que manejan las empresas grandes satisfacen un rango de 180 a 600 toneladas por mes de productos cerámicos, correspondientes al 76% de las empresas encuestadas.

Figura 53. Resultados pregunta 29 de la encuesta realizada



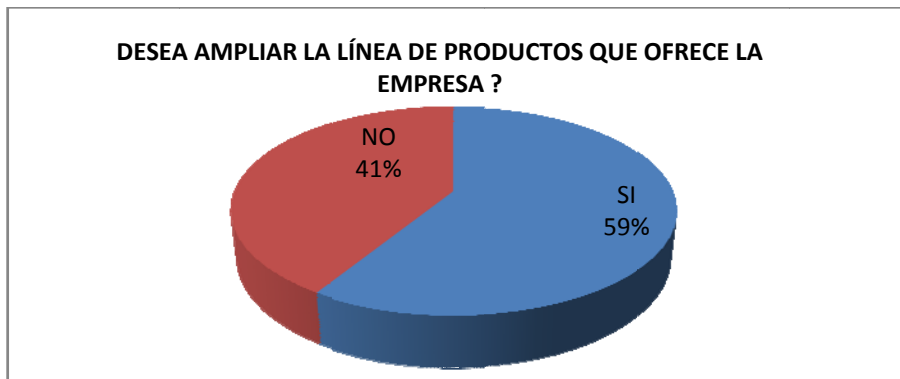
Pregunta 30. De acuerdo con la figura 54, 20 de las 34 empresas encuestadas utilizan el 100% de los equipos para suplir la producción de cerámicos. Ya en menos porcentaje, en un rango entre 90% y 30% las empresas sustentan la no utilización de sus equipos al no ser necesarios para suplir con la demanda, la cual puede disminuir intencionalmente dependiendo de la solicitud de los productos en el mercado. También, se debe omitir la contratación de mano de obra para obtener mayores dividendos económicos.

Figura 54. Resultados pregunta 30 de la encuesta realizada



Pregunta 31. Un 59% de la población encuestada desea ampliar la línea de productos que fabrica, pues buscan extender el mercado y aumentar sus ingresos (figura 55). El 41% restante prefiere seguir con los productos actuales y no aventurar en un mercado desconocido.

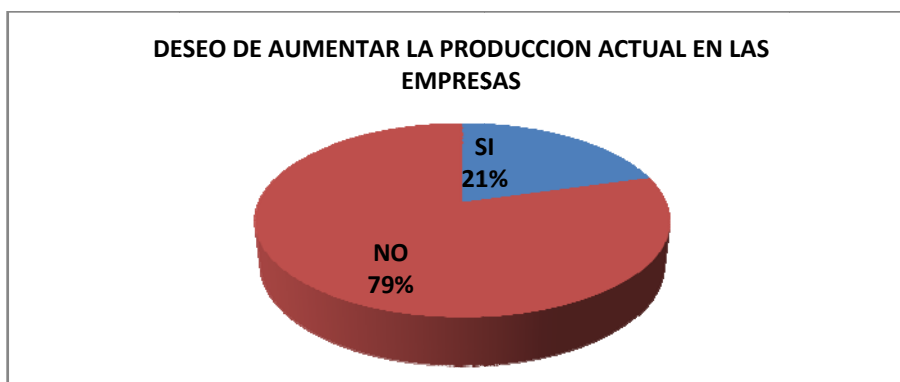
Figura 55. Resultados pregunta 31 de la encuesta realizada



Pregunta 32. De acuerdo con los resultados (figura 56), el 79% de los encuestados no desean aumentar su producción, pues temen que la situación del país no satisfaga sus expectativas y por el contrario genere grandes pérdidas.

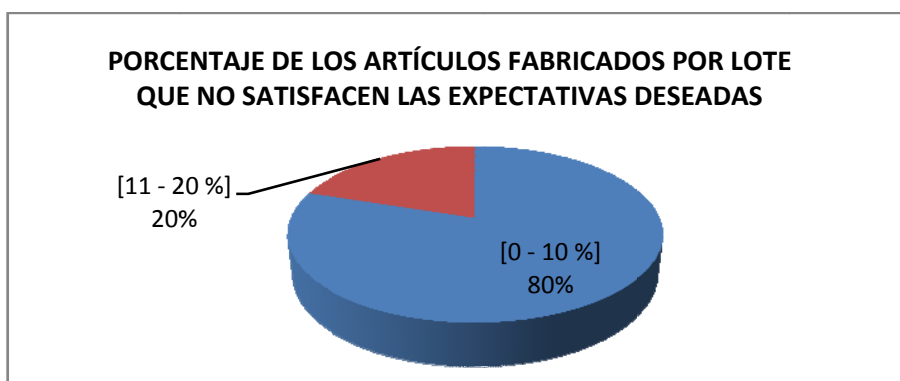
El 21% restante de empresas que sí desean ampliar su producción corresponde a las más grandes, de mayor capacidad de producción y mayor nivel tecnológico las cuales esperan iniciar proyectos de exportación.

Figura 56. Resultados pregunta 32 de la encuesta realizada



Pregunta 33. Por cada lote de producción, el 80% de las empresas pierde entre el 0 y 10% de sus artículos fabricados, se puede decir que el porcentaje es bajo (figura 57), solo para algunas empresas es representativa la pérdida de la producción cerámica por la inversión de capital que se hace en los procesos.

Figura 57. Resultados pregunta 33 de la encuesta realizada



Pregunta 34. El 71% de la población encuestada no toma ninguna prevención ambiental (figura 58), por desconocimiento y en algunos casos por falta de recursos económicos. Dichas empresas pertenecen a Bucaramanga y los municipios aledaños como Floridablanca y Girón.

Las empresas que si tienen algún tipo de prevención lo hacen protegiendo los taludes, utilizando un sistema de corte por terrazas para evitar derrumbes y erosiones en la mina, también realizan rellenos y reforestación de las zonas afectadas por sus actividades productivas.

Figura 58. Resultados pregunta 34 de la encuesta realizada

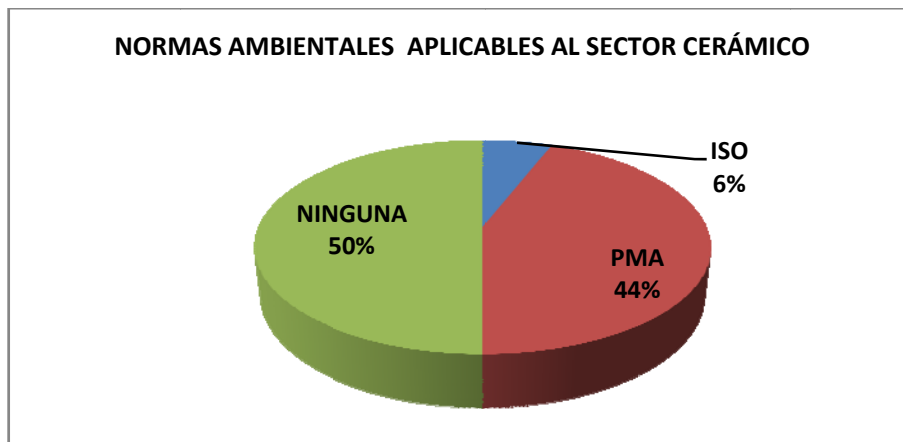


Las empresas atenúan el impacto ambiental (**pregunta 35**) de la siguiente forma:

- ✓ Reforestación
- ✓ Siembra de árboles, control máximo de las emisiones de hornos
- ✓ Horno continuo libre de contaminación
- ✓ Siguiendo el plan de manejo ambiental y optimizando combustión en hornos

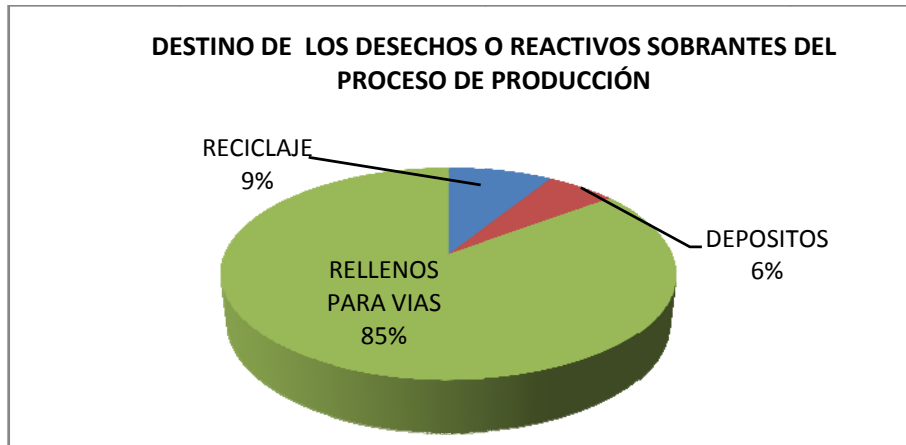
Pregunta 36. Tan solo el 6% de las empresas encuestadas, conoce un sistema de gestión de calidad como lo es la certificación de ISO (figura 59). Sin embargo el 44% de la población intenta implementar el plan de manejo ambiental, debido a la sanción impuesta por la gobernación de Santander por la contaminación que generan los hornos en el proceso de cocción de los productos derivados de la arcilla, así como por la tala de bosques.

Figura 59. Resultados pregunta 36 de la encuesta realizada



Pregunta 37. Gran parte de los desechos (85%) se utiliza para relleno de vías, y el resto se divide en algunos depósitos y reciclaje (figura 60). Sólo una minoría acumula los residuos sin darle ningún uso o beneficio.

Figura 60. Resultados pregunta 37 de la encuesta realizada



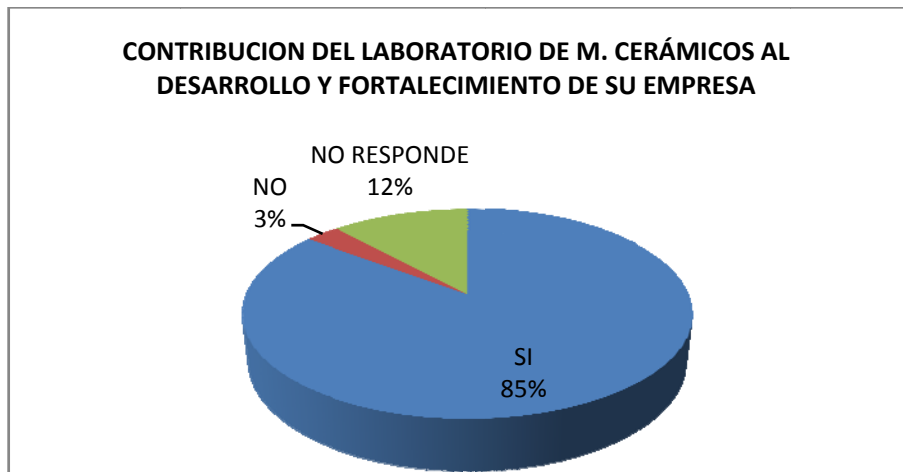
Pregunta 38. De acuerdo a lo manifestado por los empresarios encuestados, no tienen ningún convenio o acuerdo con entidades académicas especializadas, pues no tienen conocimiento de su existencia en la región.(figura 61)

Figura 61. Resultados pregunta 38 de la encuesta realizada



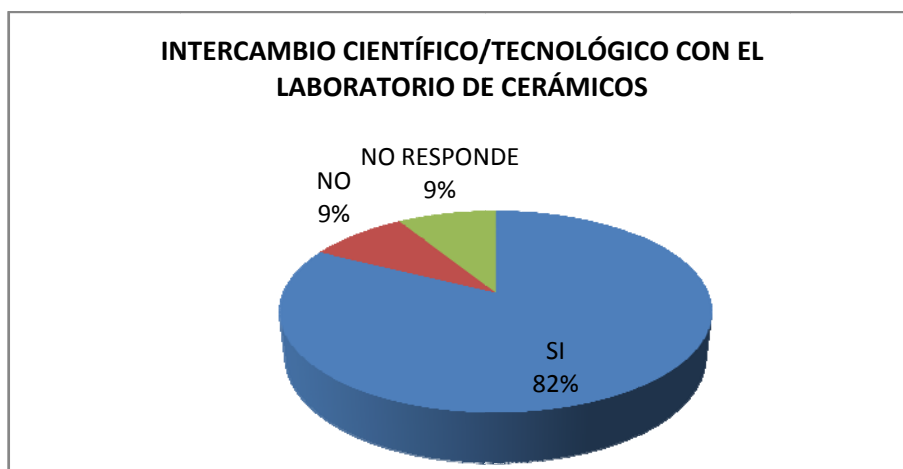
Pregunta 39. La gran mayoría (85%) de la población encuestada considera que la creación del laboratorio de materiales cerámicos de la Universidad Industrial de Santander podría impulsar el desarrollo del sector cerámico de la región (figura 62).

Figura 62. Resultados pregunta 39 de la encuesta realizada



Pregunta 40. El 82% de los encuestados (figura 63) desearía tener asesoría, así como un intercambio científico/tecnológico con el laboratorio de materiales cerámicos.

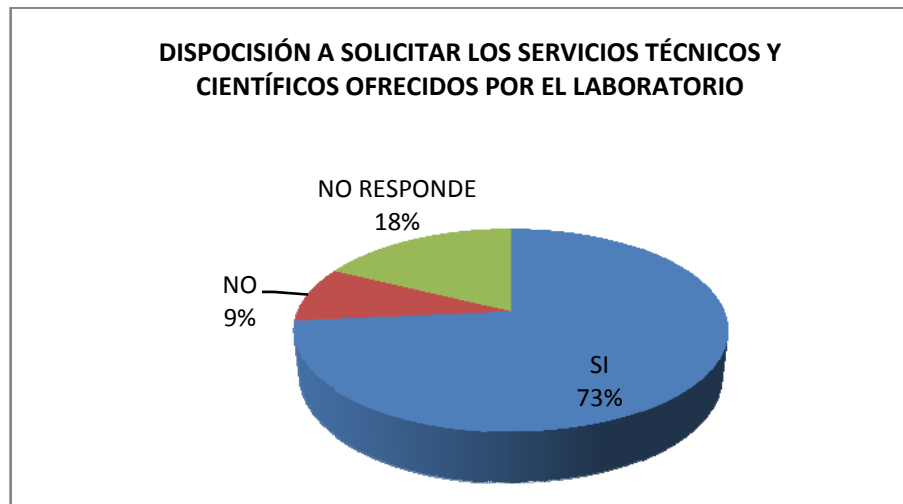
Figura 63. Resultados pregunta 40 de la encuesta realizada



Pregunta 41. En gran porcentaje (71%), las empresas del sector cerámico están dispuestas a solicitar los servicios del laboratorio de materiales cerámicos (figura

64), y de esa forma buscar asesoría para mejorar la calidad de sus productos y la eficiencia de sus procesos.

Figura 64. Resultados pregunta 41 de la encuesta realizada



3.5. NECESIDADES Y DEFICIENCIAS DE LA INDUSTRIA CERÁMICA SANTANDEREANA

Gracias a la visita y la encuesta aplicada a las empresas cerámicas se han logrado establecer las fortalezas, deficiencias y necesidades que presenta esta industria. A continuación se hace un resumen de ellas:

La industria cerámica en Santander, es un sector que puede alcanzar amplia difusión a nivel nacional e internacional, gracias a la cantidad de materias primas encontradas en el departamento^{51,52}. Pero, es necesario tener en cuenta que actualmente un setenta por ciento (70%) de las fábricas de materiales cerámicos para construcción, pertenece a chircales artesanales, que no poseen capacidad

⁵¹ CAMACOL, CENAC, COLCIENCIAS, DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN DISTRITAL, Op. cit.

⁵² FONSECA, Op. cit.

tecnológica, ni recursos para producir la demanda de nuevas oportunidades de negocio.

Con relación al recurso humano, también se presenta gran número de falencias, pues no se cuenta con el personal capacitado en el procesamiento de productos cerámicos, salvo unas pocas excepciones (mediana y gran industria), lo cual impide el crecimiento de este sector, en cuanto a la mejora de la calidad y elaboración de nuevos productos.

A pesar de que hay conformidad de los empresarios en cuanto a la calidad de sus productos, una mayor tecnificación de las pequeñas empresas y chircales les llevaría a ser más competitivos en el mercado. Dado que podrían aumentar su capacidad de producción, y ofrecer productos más baratos y de mayor calidad, así como desarrollar nuevos productos.

También es importante mencionar las debilidades que existen en el tema ambiental, pues en el caso de los chircales artesanales, no se presenta ningún conocimiento a cerca de normas ambientales, lo cual implica la indiferencia y bajo sentido de conservación hacia el ambiente por parte de los artesanos.

En los chircales mecanizados y pequeña industria hay que resaltar que se intenta mejorar un poco la erosión causada por la etapa de extracción, así como disminuir los gases provenientes de la etapa de cocción mediante el uso de carbón en los hornos.

La mediana y gran industria, presentan programas de recuperación de las canteras y adecuación de los frentes de extracción, con lo cual logran evitar los deslizamientos y la erosión.

Es importante resaltar, que la industria cerámica santandereana se ha quedado atrás, frente a la de otros departamentos, con relación al avance tecnológico y de comercialización que se ha visto incrementada en los últimos años, aun cuando existen los recursos naturales y materiales para ampliar su desarrollo.

En la tabla 5, se resumen las necesidades más importantes de la industria cerámica en Santander.

Tabla 5. Principales necesidades de la industria cerámica santandereana

NECESIDADES	EMPRESAS DE LA REGIÓN SANTANDEREANA				
	CHIRCAL ARTESANAL	CHIRCAL MECANIZADO	PEQUEÑA INDUSTRIA	MEDIANA INDUSTRIA	GRAN INDUSTRIA
Personal capacitado	X	X	X		
Infraestructura	X	X	X	X	
Equipos y tecnología	X	X	X	X	
Asesoría en el proceso de producción	X	X	X	X	X
Asesoría y capacitación al personal	X	X	X	X	
Asesoría comercial y de mercadeo	X	X	X	X	X
Análisis y caracterización de materias primas	X	X	X	X	
Análisis de productos terminados	X	X	X	X	
Asesoría en aspectos ambientales ISO14000	X	X	X	X	
Asesoría en normas técnicas de calidad NTC, ISO 9001:2008.	X	X	X		

Del anterior estudio sobre la industria cerámica santandereana, se concluye que una de las principales necesidades de los artesanos y empresarios es la de contar con asesoría por parte de una entidad seria y responsable, especializada en el área de los materiales cerámicos que cuente con tecnología y personal adecuado

para darles apoyo tecno-científico. Dicho apoyo estaría relacionado con el mejoramiento de los procesos de producción, y desarrollo de nuevos productos, elaborados con técnicas actualizadas, capaces de competir en el mercado internacional.

4. PROPUESTA DE CREACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS

A continuación se presenta una propuesta de creación del laboratorio de materiales cerámicos, en la cual se incluye un plan de inversión correspondiente al equipamiento y adecuación de infraestructura para la puesta en marcha de los equipos requeridos para el laboratorio, así mismo se presentan diligenciados los formatos establecidos por la oficina de Planeación de la UIS, para ser entregados al banco de proyectos de la universidad.

4.1 IMPORTANCIA ACADÉMICA DE CREACIÓN DEL LABORATORIO

La Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales, cuenta con laboratorios constituidos paso a paso desde su fundación, con aportes nacionales e internacionales así como propios de la universidad, que han permitido el desarrollo de una buena ingeniería, pero con el paso de los años y el avance tecnológico, acrecienta la necesidad de nuevos espacios de formación, con equipos modernos y actualizados, que estén acorde a la demanda ingenieril, científica e industrial de una sociedad en evolución constante.

De igual forma y dado el importante renglón que ocupa la industria cerámica en la economía local y nacional⁵³ y ⁵⁴ y principalmente, teniendo en cuenta las recomendaciones producto de la acreditación del programa de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Industrial de Santander en el año 2001, se

⁵³ UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER. Estándar No. 5, Formación Investigativa. Centro de Investigación en Materiales Cerámicos [en línea]. Cúcuta, 2003. [Consultado el 4 de marzo de 2007]. Disponible en Internet:

<http://www.ufps.edu.co/registro/industri/htdocs/formaci2.htm>

⁵⁴ MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Notas técnicas de prevención: Prevención de riesgos en el laboratorio, ubicación y distribución. NTP 550 [en línea]. España, 1994. [Consultado el 14 de febrero de 2008]. Disponible en Internet: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_550.pdf

introdujeron las asignaturas de Materiales Refractarios y Materiales Cerámicos, dentro del nuevo plan de estudios de la carrera, la primera en calidad de obligatoria y la segunda como asignatura electiva.

Estas modificaciones del plan de estudios hacia otros materiales, crea la necesidad de tener espacios donde llevar a cabo las actividades académicas respectivas. En particular, resulta imprescindible la implementación del laboratorio de Materiales Cerámicos, para dar apoyo a las asignaturas de pregrado: Materiales Refractarios y Materiales Cerámicos, al igual que a las asignaturas de Maestría: Estructura y Propiedades de los Materiales Cerámicos y comportamiento de los materiales cerámicos, además de dar soporte a la propuesta de creación del programa de doctorado en ingeniería de materiales, no solo en el área de investigación, sino también de docencia⁵⁵.

Actualmente en la Escuela se está realizando una serie de trabajos de grado, encaminados a dar solución a los problemas de la industria cerámica santandereana, lo cual ha dejado de manifiesto la problemática antes mencionada. Dicha interacción con la industria ha evidenciado su necesidad de apoyo técnico-científico por parte de la Universidad; de forma particular, el laboratorio de Materiales Cerámicos estaría en la capacidad de liderar trabajos relacionados con la optimización de procesos, desarrollo de nuevos productos, disminución del impacto ambiental, caracterización de materias primas y capacitación del recurso humano⁵⁶.

Este nuevo laboratorio además de apoyar las actividades académicas de la Escuela, también fortalecerá los otros dos pilares misionales de la universidad, como lo son la investigación y la extensión. Dado que al disponerse del espacio y

⁵⁵ Nuevo Currículo del Programa de Ingeniería Metalúrgica. Escuela de Ingeniería Metalúrgica Y Ciencia de Materiales. Universidad Industrial de Santander. Reforma Curricular Programa De Ingeniería Metalúrgica. Bucaramanga, 2004

⁵⁶ Reforma Curricular Programa de Ingeniería Metalúrgica, Op.cit., p.31.

equipos adecuados y modernos se podrán adelantar, sin mayor dificultad, investigaciones científicas que den solución a problemáticas de la industria nacional y que generen nuevos conocimientos.

4.2. INFRAESTRUCTURA DEL AULA 220 DEL EDIFICIO JORGE BAUTISTA VESGA

El aula 220, cuenta con un área de $(6,56 \times 12,65)\text{m}^2$ y de 2,91m de altura, ubicado en el segundo piso del edificio JBV, el cual ha sido remodelado recientemente, tomando como referencia la propuesta realizada a través del presente proyecto de grado.

Actualmente, el espacio se encuentra distribuido en dos sectores: uno utilizado como área de almacenamiento de datos e información y otro dispuesto para el trabajo práctico de ensayos; esta área se encuentra conformada por cuatro mesones de trabajo, en los cuales están ubicados algunos equipos dispuestos para el desarrollo de diversas investigaciones en el área de los cerámicos.

A continuación, se hará la descripción de los cambios ocurridos desde la asignación del espacio (año 2007), para el funcionamiento del laboratorio de Materiales Cerámicos, hasta la actualidad, tiempo en el cual se ha puesto en marcha el laboratorio para actividades académicas y de investigación.

Condición inicial. El aula 220, fue recibida en condiciones no aptas para el desarrollo de labores docentes y menos aun de trabajos de investigación; como se puede observar en las fotografías de la figura 65 en donde se señalan las tuberías de agua y electricidad, las cuales se encontraban externas a los muros y mesones, lo cual va en contra de las normas de seguridad establecidas para

trabajo en un laboratorio y que pone en juego la seguridad directa de los usuarios del laboratorio^{57,58}.

La figura 65, también deja ver, que la infraestructura general del laboratorio, se encontraba en alto grado de deterioro, además existía un muro (figura 66), que atravesaba el laboratorio dividiéndolo en dos sectores, lo cual impedía la correcta visualización y aireación del aula^{59, 60}.

Figura 65. Infraestructura inicial del Laboratorio de Materiales Cerámicos



Por otra parte, las redes y sistemas eléctricos del laboratorio eran deplorables, no solo porque imposibilitaba la conexión de equipos nuevos, sino porque el cableado eléctrico en general, no cumplía con las mínimas normas de seguridad^{61,62,63}, además existía carencia de tomas eléctricas.

⁵⁷ ROJAS, Javier y URECHE, Carlos. Normalización del laboratorio de metalurgia extractiva. Trabajo de grado en Ingeniería Metalúrgica. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías Físicoquímicas. 1999.

⁵⁸ NTP: Prevención de riesgos en el laboratorio, ubicación y distribución. Op. cit., Disponible en Internet: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_550.pdf

⁵⁹ NTP: Prevención de riesgos en el laboratorio, la importancia del diseño. NTP 551 [en línea]. España, 1997. [Consultado el 14 de febrero de 2008]. Disponible en Internet:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_551.pdf

⁶⁰ NTP 471: La vigilancia de la salud en la normativa de prevención de riesgos laborales. Op. cit., Disponible en Internet:

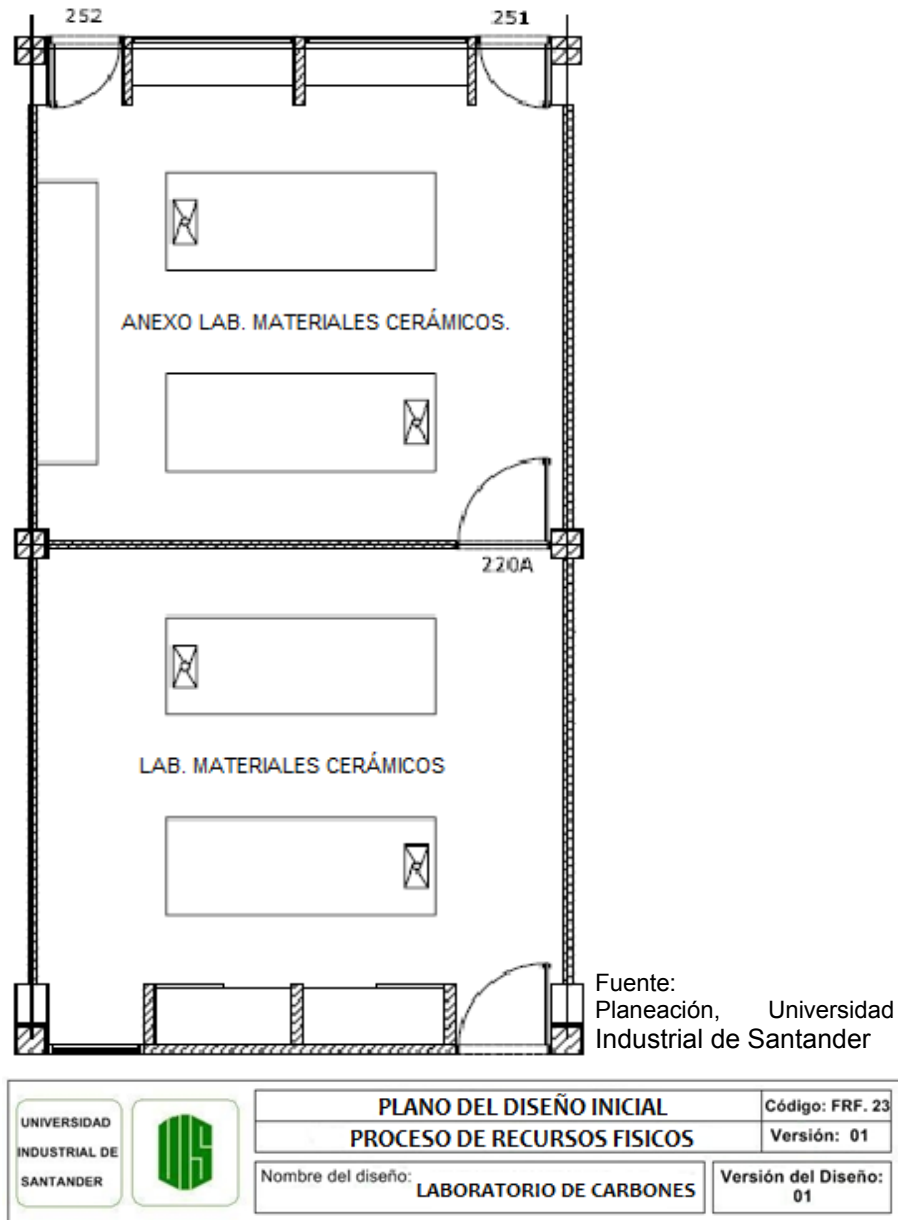
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_471.pdf.

⁶¹ MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Notas técnicas de prevención: Prevención de riesgos en el laboratorio, elementos de actuación y protección en casos de emergencia. (NTP 500) Seguridad y condiciones de trabajo en el laboratorio INSHT, [en línea]. Barcelona, 1992. [Consultado el 16 de mayo de 2007]. Disponible en Internet:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_500.pdf

⁶² MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Notas técnicas de prevención: Prevención de riesgos en el laboratorio, la importancia del diseño.

Figura 66. Plano inicial del laboratorio de Materiales Cerámicos



Un ejemplo de esto es la caja de distribución de electricidad independiente para el laboratorio (figura 67), que en ningún caso cumplía con el Código Eléctrico

(NTP 551) Ubicación, distribución y diseño de los laboratorios. Técnicas de laboratorio, [en línea]. España, 1994. [Consultado el 16 de mayo de 2007]. Disponible en Internet: http://www2.uca.es/serv/prevencion/higiene/normas_generales_seguridad_y_salud/NTP_551.PDF

⁶³ MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Real Decreto 2177/1996, de 4.10. (M. Fom., BBOOE 29.10., rect.13.11.1996). Norma Básica de la Edificación "NBE-CPI-96: Condiciones de protección contra incendios de los edificios". España, 1997.

Colombiano, norma NTC 2050, ni con Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE^{64,65}, los cuales hacen mención a la protección y cobertura de las conexiones eléctricas, principalmente en espacios donde se contempla la manipulación de reactivos inflamables^{61, 62}.

Figura 67. Redes eléctricas del aula 220 Ed. JBV (Año 2007)



Algo parecido ocurría con las redes hídricas, las tuberías de desagüe estaban rotas (figura 68) y esto ocasionaba continua molestia en el uso de los mesones y lugares de trabajo.

Figura 68. Tubería de desagüe en un mesón de trabajo



⁶⁴ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE). Bogotá. 2004.

⁶⁵ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, ICONTEC. Código Eléctrico Colombiano (CEC). NTC 2050. Bogotá. 2002.

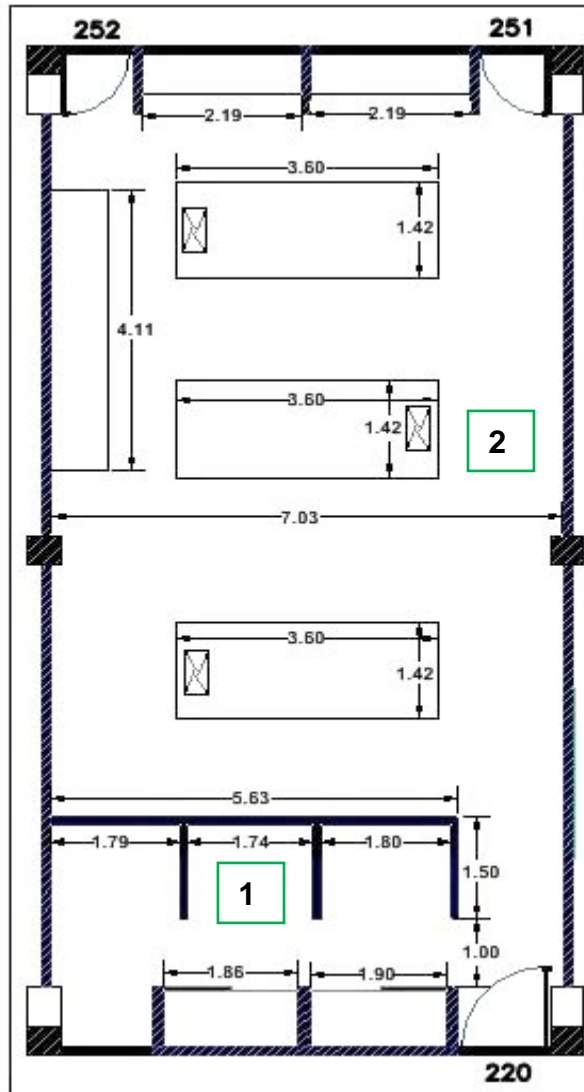
Por otra parte el laboratorio no contaba con la iluminación adecuada, no poseía una campana extractora de gases y mucho menos señalización; tampoco se tenía elementos mínimos de seguridad como son un botiquín de primeros auxilios y extintores. En general, y como se puede observar en las fotografías de las figuras 65, 67 y 68, el laboratorio recibido no contaba con la más mínima norma de seguridad.

Condición actual. Gracias a las gestiones realizadas por la profesora coordinadora del laboratorio y del apoyo recibido de la Dirección de la Escuela, de la Decanatura de la Facultad y de la Vicerrectoría Administrativa de la Universidad, se ha conseguido la remodelación del laboratorio.

El nuevo plano arquitectónico se presenta en la figura 69. En este plano, se ubican dos zonas, la primera corresponde al área de almacenamiento, datos e información y la segunda al área de trabajo experimental, que concierne al lugar en donde se llevan a cabo todos los experimentos de investigación.

En la figura 70, se enseñan dos fotografías de la condición actual del laboratorio, en ellas se pueden observar; el cambio absoluto de su condición física, iniciando por la demolición del muro central que dividía el salón en dos áreas. Así como también, la remodelación en los mesones, que ahora poseen gabinetes con chapas para el almacenamiento y seguridad de equipos y materiales. La iluminación es otro aspecto que se resalta en estas fotografías.

Figura 69. Plano arquitectónico actual del Laboratorio de Materiales Cerámicos



1. Área de almacenamiento, datos e información.
2. Área de trabajo práctico.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		PLANO DEL DISEÑO		Código: FRF. 23
		PROCESO DE RECURSOS FISICOS		Versión: 01
		Nombre del diseño: ADECUACIONES LAB. DE MATERIALES CERAMICOS		Versión del Diseño: 01

Figura 70. Estado del laboratorio luego de su remodelación.



La remodelación del espacio físico, se realizó con base en normas y parámetros de construcción y distribución, tanto de espacios para laboratorio, como distribuciones eléctricas e hídricas^{66,67,68,69}. En la figura 71, se muestra una fotografía de la remodelación y reconstrucción de las redes eléctricas y la caja de distribución eléctrica independiente, reacondicionada según el Código Eléctrico Colombiano, norma NTC 2050 y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE^{70, 71}.

Figura 71. Estado actual de la red eléctrica en el laboratorio



⁶⁶ Estatuto de seguridad industrial. Op. cit., Disponible en Internet:

<http://www.cisproquim.org.co/legislacion/res2400-1979.pdf>

⁶⁷ Notas técnicas de prevención: (NTP 500). Op. cit., Disponible en Internet:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_500.pdf

⁶⁸ Notas técnicas de prevención: (NTP 551). Op. cit., Disponible en Internet:

http://www2.uca.es/serv/prevencion/higiene/normas_generales_seguridad_y_salud/NTP_551.PDF

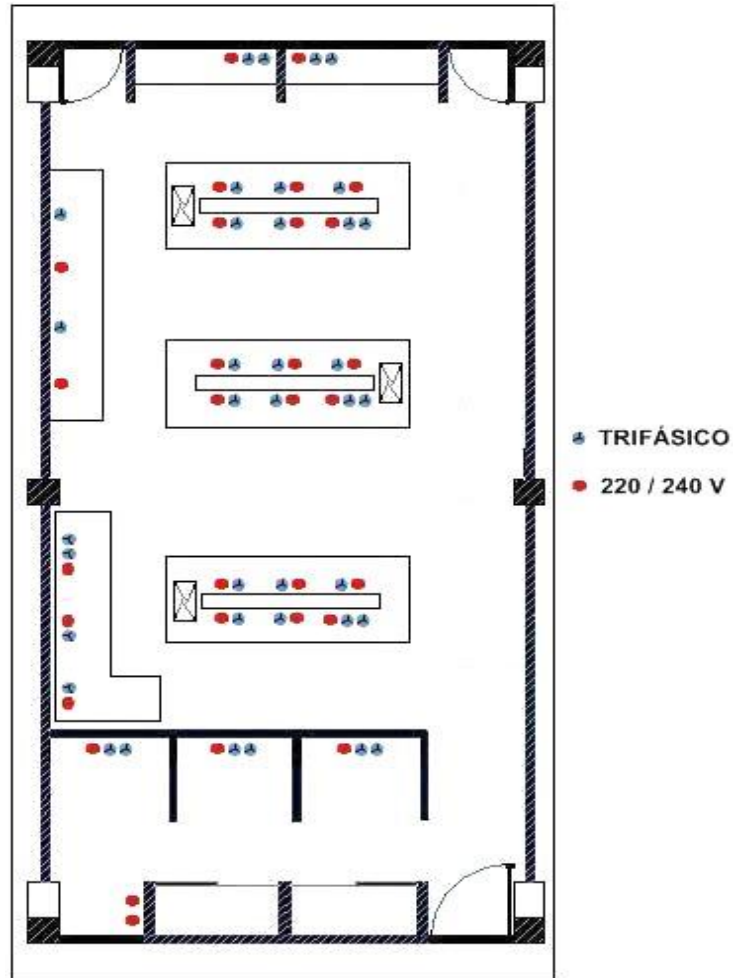
⁶⁹ Informe de Gestión Período Administrativo. Op. cit.

⁷⁰ Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE).Op. cit.

⁷¹ Código Eléctrico Colombiano (CEC). NTC 2050. Op. cit.

La figura 72, hace referencia al plano de las redes y puntos eléctricos situados en todo el laboratorio, estos puntos incluyen; tomas eléctricas bifásicas y trifásicas de 220V, para la conexión de los equipos requeridos en los trabajos de investigación del laboratorio. Cabe resaltar que este plano se elaboró con base en las normas NTC 2050 y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE^{72,73}.

Figura 72. Plano de las redes y puntos eléctricos en el Laboratorio.



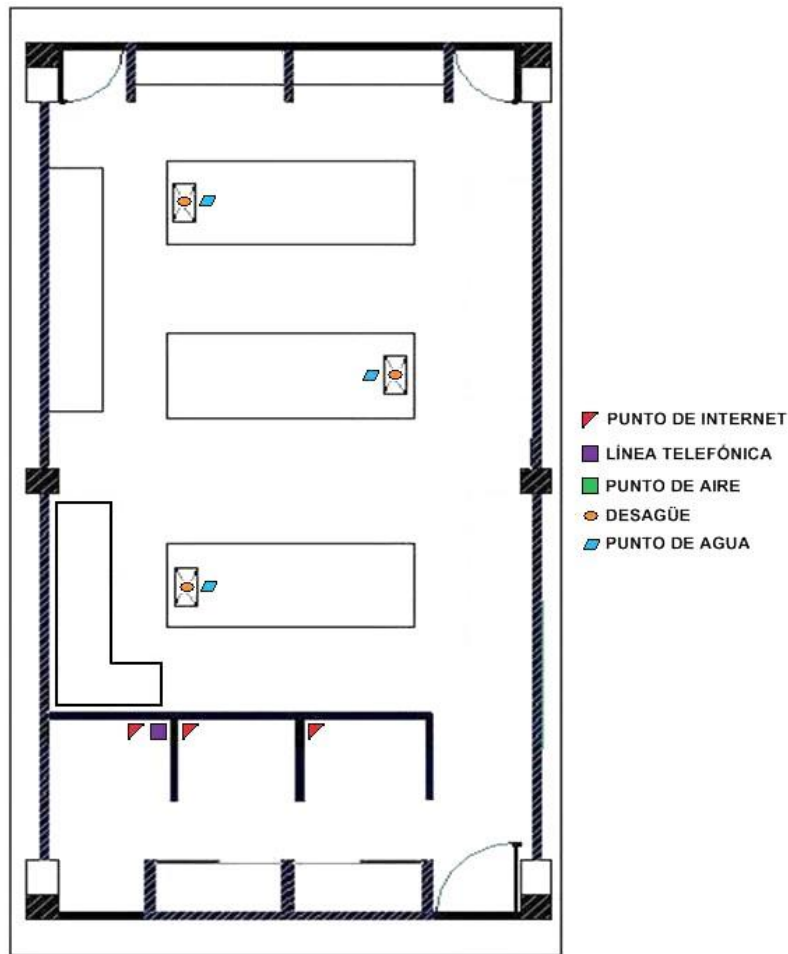
	PLANO DEL DISEÑO		Código: FRF. 23
	PROCESO DE RECURSOS FISICOS		Versión: 01
	Nombre del diseño: ADECUACIONES LAB. DE MATERIALES CERAMICOS		Versión del Diseño: 01

⁷² Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE). Op. cit.

⁷³ Código Eléctrico Colombiano (CEC). NTC 2050. Op. cit

De igual forma que para la parte eléctrica, se realizó el plano de las demás redes usadas en el laboratorio, como se puede observar en la figura 73, la cual corresponde al plano de ubicación de los puntos de agua y desagüe, aire, teléfono e internet existentes en el laboratorio.

Figura 73. Plano de los puntos de agua, desagüe, teléfono, internet y de aire existentes en el laboratorio.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		PLANO DEL DISEÑO	Código: FRF. 23
		PROCESO DE RECURSOS FISICOS	Versión: 01
		Nombre del diseño: ADECUACIONES LAB. DE MATERIALES CERAMICOS	Versión del Diseño: 01

En la figura 74, se muestran tres fotografías del laboratorio, en las cuales se pueden observar los dos sectores: Área de almacenamiento, datos e información y Área de trabajo práctico, en la primera se observan los cubículos o divisiones para el trabajo individual y el armario para almacenamiento y biblioteca.

Figura 74. Muebles e instalaciones del laboratorio.



Iluminación. La iluminación, del laboratorio de Materiales Cerámicos se implementó, teniendo en cuenta las recomendaciones que se citan a continuación, para el correcto desempeño de los ensayos experimentales que allí se realizan.

- El nivel de iluminación debe permitir distinguir las formas, los colores, los objetos en movimiento y la apreciación de los relieves, sin producir ningún tipo de fatiga, es decir, se asegura el confort visual permanentemente, como se recomienda a través de la norma NTP 211⁷⁴.
- Existen ciertas condiciones de iluminación que se deben tener en cuenta para las zonas y puestos de trabajo, de manera que se pueda cumplir con confort

⁷⁴NTP 211: Iluminación de los centros de trabajo. Op. cit., Disponible en Internet: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_211.pdf

visual mencionado anteriormente, estas condiciones se describen a continuación mediante la tabla 6.

Tabla 6. Condicionantes de iluminación en las zonas de trabajo.

CONDICIONANTE	DESCRIPCIÓN DEL CONDICIONANTE
Observador	Dentro de este factor se analizan la capacidad visual y la edad. Donde la capacidad visual de una persona viene determinada por las facultades más importantes del ojo, como lo es la agudeza visual, la sensibilidad al contraste y la rapidez de percepción.
Entorno	Dentro de los condicionantes del entorno se analizan las dimensiones, los colores, la forma, la función y la textura.
Tarea	Aquí se tienen en cuenta para una correcta iluminación las dimensiones de los objetos a observar o manipular, el contraste y la duración de la tarea en cuanto a su duración y velocidad de respuesta.
Estructura	Se analizan en este apartado los condicionantes inherentes a la estructura en función de la posición de los puntos de luz, la distribución lumínica (dispersa, concentrada), la tipología y diseño de los puntos de luz, el significado cultural del tipo de luz y la relación luz natural - luz artificial.

En concordancia con las condiciones antes descritas, se debe asegurar el confort visual teniendo en cuenta tres puntos claves, que situados por orden de importancia son los siguientes:

- ✓ Nivel de iluminación.
- ✓ Deslumbramientos.
- ✓ Equilibrio de las luminancias.

4.3. NECESIDADES DE ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO⁷⁵

No obstante la remodelación del laboratorio, existen aun algunas necesidades de adecuación en el mismo, las cuales se mencionan a continuación.

Es importante iniciar la adecuación de un laboratorio, teniendo en cuenta los aspectos referentes a los riesgos que en él se pueden encontrar, pues el

⁷⁵ NTP 550: Prevención de riesgos en el laboratorio, ubicación y distribución. Op. cit., Disponible en Internet: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_550.pdf

laboratorio es generalmente, un lugar que presenta un mayor nivel de riesgo en relación a los espacios o áreas adyacentes.

Una distribución adecuada del mismo, sectorizándolo convenientemente en función de los diferentes riesgos, permite controlar y reducir el riesgo, tanto para la salud como para el medio ambiente.

Considerando las zonas de mayor riesgo, debe procurarse que en caso de incendio u otro tipo de incidente (fugas, emanaciones, derrames), sea difícil la propagación del fuego, de los humos o de la posible contaminación generada allí. Los aspectos más importantes a contemplar en este tipo de incidentes, con relación a los riesgos existentes, se referencian a través de la tabla 7.

Tabla 7. Riesgos presentes en un laboratorio de investigación

RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO
intrínseco	Función de los materiales, los productos, los procesos en que se utilicen y la superficie del laboratorio.
Ventilación general del laboratorio	El sistema de ventilación debe ser independiente del resto del edificio, de manera que permita la adecuada ventilación del laboratorio e impida la difusión del aire contaminado a otras áreas (ver NTP 373.95)
Almacén de productos	La presencia o no de un almacén de productos en el laboratorio, condiciona la carga de fuego del mismo y en consecuencia su riesgo intrínseco
Específicos	El trabajo con productos cancerígenos o mutágenos, agentes biológicos o radiaciones ionizantes está regulado por legislaciones específicas, que, entre otras muchas cosas, exigen determinadas medidas de protección, como la disponibilidad de áreas separadas y convenientemente señalizadas.

Otro aspecto importante a tener en cuenta, es el almacenamiento de los productos químicos, el cual se debe hacer de forma separada y aislada de otros elementos que puedan producir una reacción, que ponga en peligro la integridad de las personas que accedan al laboratorio. Dicho almacenamiento se debe hacer en sitios como armarios y vitrinas, que tengan un mínimo de seguridad industrial y de salubridad, además, se debe contar con el personal idóneo que esté al tanto del buen manejo de los reactivos y los materiales utilizados en el laboratorio.

Por tanto, es indispensable que en el laboratorio se disponga de una campana extractora de gases para la manipulación de reactivos y en algunos casos almacenamiento de estas sustancias. Este equipo es un sistema de descontaminación, que permite que el movimiento del aire sea en un solo sentido (hacia arriba y hacia afuera del laboratorio) y su finalidad es evitar la contaminación del ambiente en el laboratorio^{76, 77}.

La ubicación de la campana extractora se propone en la zona de mayor ventilación del laboratorio (zona posterior), donde existen dos puertas de accesos alternos y dos ventanales por los cuales circula el suficiente aire, teniendo en cuenta este aspecto de ventilación, se debe atender que la temperatura y la humedad del laboratorio no sufra modificaciones bruscas (ver figura 75). La temperatura debe estar comprendida entre 20 y 25°C, la cual puede ser controlada al contar con un equipo de aire acondicionado, y la humedad próxima al 50%^{76, 77}.

Teniendo en cuenta el sistema adoptado para renovar el ambiente del laboratorio, el aire extraído se debe retirar del laboratorio, lo cual exige una adecuada distribución de las tomas de aire y de las salidas. Estas tomas se encuentran en las fachadas del edificio JBV (interna y externa). Es importante precisar que “El aire del laboratorio no debe ser nunca recirculado”, excepto en casos muy especiales, y solo si se cuenta con un previo tratamiento.

Equipamiento del laboratorio. El laboratorio de Materiales Cerámicos debe contar con los conceptos técnicos, especificaciones de los equipos requeridos y la infraestructura necesaria, para el buen cumplimiento de los objetivos de cada uno

⁷⁶ NTP 550: Prevención de riesgos en el laboratorio, ubicación y distribución. Op. cit., Disponible en Internet: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_550.pdf

⁷⁷ MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Notas técnicas de prevención: La ventilación general en el laboratorio. NTP 373 [en línea]. España, 1995. [Consultado el 16 de mayo de 2007]. Disponible en Internet: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_373.pdf

de los proyectos, procedimientos y ensayos que se realizan en los puestos de trabajo. Además, de la capacidad que se tiene para la obtención de resultados precisos y confiables, que dan soporte al buen desarrollo y termino de los trabajos de grado que se ejecutan allí.

De acuerdo a lo anterior, cada equipo posee requisitos técnicos y necesidades específicas para su funcionamiento, como puede ser el tipo de voltaje al cual debe estar conectado, el aislamiento de zonas de trabajo que presenten turbulencia y afecte la calibración de estos u otros, el tipo de almacenamiento, etc.

A partir de esto, se definen aspectos como la ubicación y ambiente en el cual se deben situar los equipos, satisfaciendo las necesidades y requerimientos para su adecuada operación (ver figura 75).

La figura 75 representa el plano del laboratorio con la distribución más acertada para la ubicación de cada uno de los equipos con los que el laboratorio debe contar y de los cuales ya existen algunos, esta distribución se realizó con base en las normas técnicas de prevención NTP y el estatuto de seguridad industrial de SUPARTEP^{78,79,80}.

Equipos. En este apartado, se dan a conocer los equipos y elementos, con los cuales, el laboratorio de Materiales Cerámicos debe contar para su funcionamiento, sin dejar a un lado la implementación de los elementos de seguridad como lo son las señalizaciones y una serie de equipos que contribuyen al cuidado de la salud del personal, tanto individual como grupal, que trabaja en el laboratorio.

⁷⁸ NTP 550: Prevención de riesgos en el laboratorio, ubicación y distribución. Op. cit., Disponible en Internet: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_550.pdf

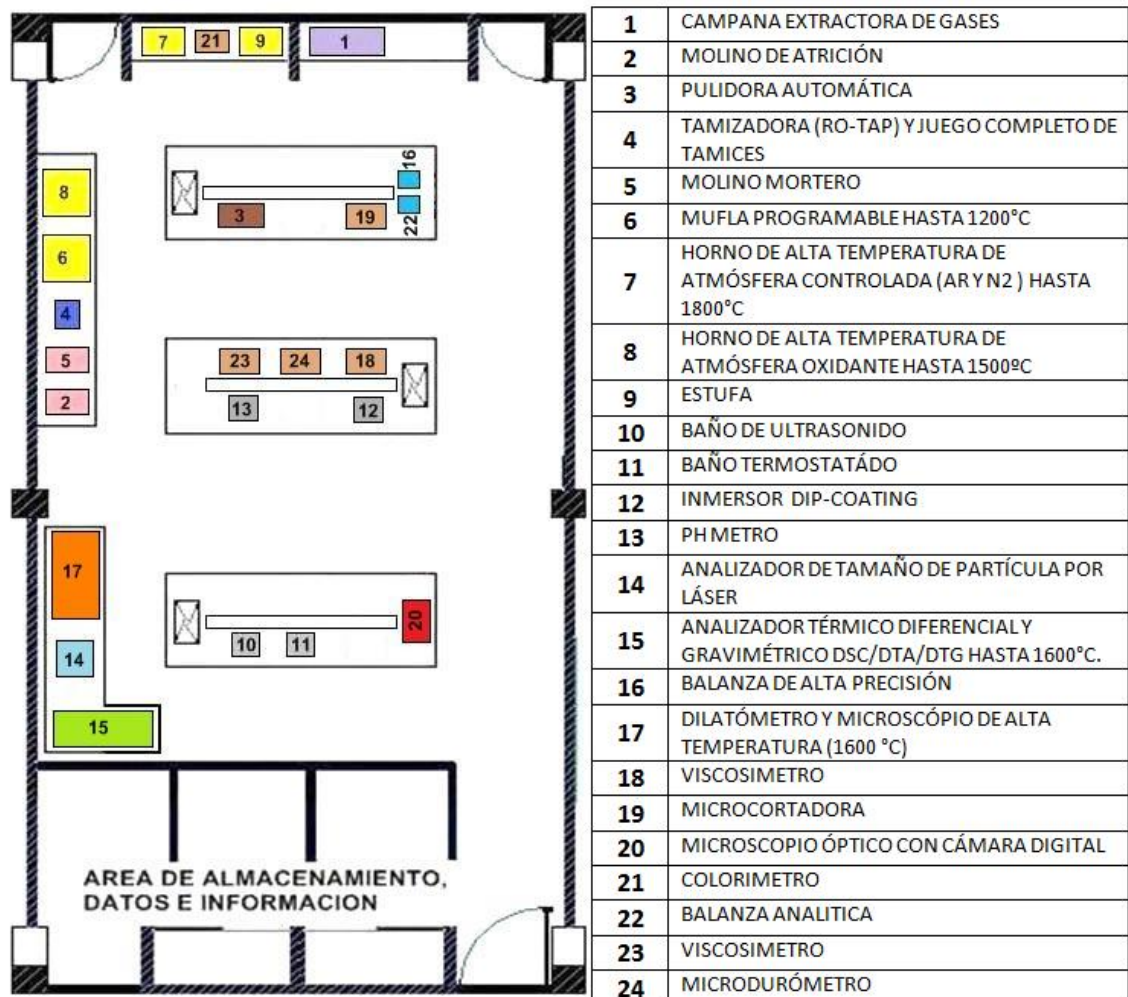
⁷⁹ NTP: Op. cit., Disponible en Internet:

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600>

⁸⁰ DIRECCIÓN GENERAL DE LABORATORIOS. Informe De Gestión Periodo Administrativo Universidad Santiago de Cali Departamento de Laboratorios. Santiago de Cali. (2004 – 2006).

En función de los equipos, estos se distribuyen de acuerdo a los requerimientos de fabricación de cada uno, así como la comodidad del personal que los vaya a manipular, como se describe y acuerda en el Estatuto de Seguridad Industrial, Res. Número 02400 de SURATEP.⁸¹

Figura 75. Plano de la distribución de equipos propuesta en el laboratorio.



		PLANO DEL DISEÑO		Código: FRF. 23
		PROCESO DE RECURSOS FISICOS		Versión: 01
		Nombre del diseño: ADECUACIONES LAB. DE MATERIALES CERAMICOS	Versión del Diseño: 01	

⁸¹ Estatuto de seguridad industrial. Resolución Número 02400 de 1979 (Mayo 22). Op. cit., Disponible en Internet: <http://www.cisproquim.org.co/legislacion/res2400-1979.pdf>

En la tabla 8 se da a conocer la lista de equipos y su respectiva función, que el laboratorio de Materiales Cerámicos requiere para la realización de sus experiencias y dan soporte a las actividades de docencia, investigación y extensión en la universidad.

Tabla 8. Listado de equipos que requiere el Laboratorio de Materiales Cerámicos

EQUIPOS	FUNCIÓN
ANALIZADOR DE TAMAÑO DE PARTÍCULA POR LÁSER	Determina la distribución del tamaño de partícula de suspensiones, emulsiones y polvo mediante la difracción láser
ANALIZADOR TÉRMICO, DIFERENCIAL Y GRAVIMÉTRICO DSC/DTA/DTG	Permite identificar las transformaciones químicas en un material (fusión, cambios de fase, etc.) durante su calentamiento.
BALANZA DE ALTA PRECISIÓN	Sirve para medir la masa. Posee muy poca incertidumbre, lo que la hace ideal para utilizarse en mediciones muy precisas. Se puede mostrar la masa de una sustancia en gramos, con una incertidumbre de 0.0001g. (0,01 mg)
BAÑO DE ULTRASONIDO	Limpia vidrios de laboratorio, metales, componentes electrónicos, desgasificación de líquidos a determinadas concentraciones, aceleración de procesos de suspensión de células y en general para limpiar y desinfecta al mismo tiempo.
BAÑO TERMOSTATADO	Indicado especialmente para usos en estudios de suelo, trabajos de inactivación, serología, Kahn, coagulación, entre otros.
CAMPANA EXTRACTORA DE GASES	Equipo de ventilación donde los materiales químicos peligrosos pueden ser manejados con seguridad. Retiene los contaminantes, generalmente en forma de gases o vapores tóxicos, para prevenir que se escapen al laboratorio minimizando su inhalación y contacto.
DILATÓMETRO Y MICROSCÓPIO DE ALTA TEMPERATURA (1600 °C)	Registra las variaciones dimensionales de un material durante su calentamiento.
ESTUFA (HORNO MEMMERT T° HASTA 150°C)	Se utiliza para procesos de secado simple o eliminación de agua libre o solventes que contiene un material.
HORNO DE ALTA TEMPERATURA DE ATMÓSFERA CONTROLADA (Ar Y N ₂) HASTA 1500°C	Usado para la sinterización de materiales cerámicos en condiciones no oxidantes.
HORNO DE ALTA TEMPERATURA DE ATMÓSFERA OXIDANTE HASTA 1500°C	Se utiliza para la sinterización de materiales cerámicos en condiciones oxidantes.
MUFLAS (TEMP. 1200°C) PROGRAMABLES	Horno mufla para la sinterización y/o tratamiento térmico de cerámicos a bajas temperaturas (máximo 1200°C).
HORNO DE ALTA TEMPERATURA DE	*Se sugiere las mismas funciones del horno a 1500°C, con la salvedad de uso de temperatura hasta 1800°C.

EQUIPOS	FUNCIÓN
ATMÓSFERA OXIDANTE HASTA 1800°C	Útil para el desarrollo de materiales altamente refractarios.
MAQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS MECÁNICOS	Permite determinar las características de resistencia mecánica de los materiales.
MICROCORTADORA	Permite cortar probetas cerámicas con gran precisión.
MICROSCOPIO ÓPTICO CON CÁMARA DIGITAL	Permite la observación de microestructuras de los cerámicos (morfología y distribución de fases)
MOLINO DE ATRICIÓN	Suministra alta energía en el proceso de molienda consiguiendo mayores reducciones de tamaño de partícula. Permite obtener polvos cerámicos con tamaño de partícula submicrónico.
PULIDORA AUTOMÁTICA	Está diseñada para ahorrar tiempo, cuando se pide la preparación de cierto número de muestras ceramográficas simultáneamente. Utiliza una presión individual o presión central de acuerdo al tamaño de la muestra. Tiene la posibilidad de programar una velocidad fija o variable dependiendo del tipo de muestra.
TAMIZADORA (RO-TAP) Y JUEGO COMPLETO DE TAMICES	Selecciona y clasifica los minerales para medir el índice de finura obtenida durante la molienda, separa por diferencia de tamaño los materiales útiles de las gangas, es necesario utilizar telas o laminas perforadas (tamices, cribas).
AGITADORES MAGNÉTICOS	Agita de forma más eficiente que de manera manual (varilla de vidrio) soluciones o suspensiones. Se puede tener control de la velocidad de agitación, además, de contar con una plancha de calentamiento también graduable.
PH METRO THERMO	Mide el pH de una disolución. Aunque el diseño y la sensibilidad de los pHmetros es variable, sus componentes esenciales son un electrodo de vidrio, un electrodo de referencia y un voltímetro calibrado para poder leer directamente en unidades de pH.
COLORÍMETRO	Posee una fuente de emisión de radiación infra-roja que incide sobre la superficie de la muestra, donde se absorbe cierta cantidad de luz y la radiación reflejada es cuantificada por el instrumento, en una escala relativa, definida por elementos de referencia.
INMERSOR DIP - COATING	Se obtienen películas cerámicas delgadas sobre un substrato adecuado, al introducirlo en una solución con composición química controlada, se usa en conjunto con el proceso sol-gel.
BALANZA ANALÍTICA	Realiza mediciones de un gran rango de pesaje y precisión en la obtención de resultados, posee un programa de ajuste que como su nombre lo indica, la balanza digital, ajusta la precisión mediante pesos que son opcionales en su empleo.
VISCOSÍMETRO	Mide viscosidad de líquidos, pastas y suspensiones.
MOLINO MORTERO DE ÁGATA	Útil para la molienda rápida de muestras para análisis químico.
MICRODURÓMETRO	Permite medir la dureza de las fases presentes en un material cerámico.
CAMPANA EXTRACTORA	Captura, contiene y expulsa las emisiones generadas por sustancias químicas peligrosas..

Elementos y materiales de laboratorio. Los elementos enunciados en la Tabla 9 son los requeridos para el trabajo experimental en el laboratorio de Materiales Cerámicos.

Tabla 9. Listado de elementos que requiere el Laboratorio de Materiales Cerámicos

Bandejas refractarias de alúmina, en distintos tamaños	Resinas para montaje de muestras
Crisoles de platino	Paños y pasta de diamante para pulir
Morteros con pistón de ágata	Moldes para montaje de muestras
Desecadores de varios tamaños	Frascos lavadores
Vasos de precipitado de diferentes tamaños	Matraces aforados de diferentes tamaños
Vidrio reloj de diferentes tamaños	Pipetas volumétricas de diferentes tamaños
Juego de escobillones para limpieza de material de vidrio	Peras para succión de soluciones
Soportes universal	Espátulas de acero inoxidable en diferentes presentaciones
Buretas	Pinzas para crisoles
Agitadores	Crisoles cerámicos
Termómetro	Dispensador y repuestos de papel para limpieza de material de laboratorio
Conos pirométricos	Moldes en varias formas y tamaños para el prensado de probetas

Elementos de seguridad. Un factor muy importante es la adquisición de equipos y elementos de seguridad, los cuales son indispensables en cualquier laboratorio o zona de trabajo, donde se realizan actividades que involucran la manipulación de productos químicos, reactivos y el uso de altas temperaturas. La tabla 10 enlista los elementos de seguridad, con los cuales debe contar el laboratorio de materiales cerámicos, con el objetivo de evitar accidentes o minimizar los daños en caso tal que se produzcan.

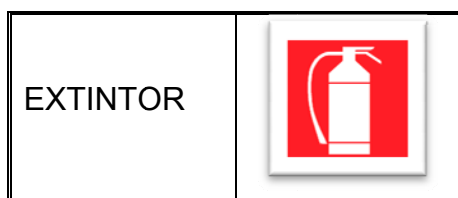
Tabla 10. Listado de elementos de seguridad que requiere el Laboratorio de Materiales Cerámicos

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:
PROTECCIÓN DE MANOS <ul style="list-style-type: none"> ▶ Guantes para manipulación de sustancias corrosivas, irritantes, de elevada toxicidad o de elevado poder de penetración a través de la piel. ▶ Guantes para manipulación de elementos calientes o fríos. ▶ Guantes para manipulación de vidrio cuando hay peligro de rotura.
PROTECCIÓN DE OJOS <ul style="list-style-type: none"> ▶ Gafas de protección.
PROTECCIÓN RESPIRATORIA <ul style="list-style-type: none"> ▶ Mascaras de protección para gases y vapores
EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA:
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Extintores ▶ Campaña extractora ▶ Lavaojos ▶ Botiquín de primeros auxilios

Señalización de seguridad en el laboratorio. Todas las personas que trabajen en el laboratorio deben ser conscientes de los peligros a los que están expuestos, así como las obligaciones que tienen dentro del laboratorio para evitar accidentes. Así mismo, en caso de emergencia deben saber la ubicación de los implementos de seguridad. Toda esta información debe estar consignada en letreros o señales visuales en las diferentes áreas de trabajo.

A continuación, se dan a conocer los tipos de señales más importantes, que debe tener el laboratorio de Materiales Cerámicos, atendiendo a los equipos, elementos y materiales indispensables en las áreas de trabajo del laboratorio:




Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios:







Señales de advertencia:

MATERIAS INFLAMABLES		RIESGO ELÉCTRICO	
MATERIAS TOXICAS		RADIACIONES LASER	
MATERIAS CORROSIVAS		MATERIAS COMBURENTES	

Señales de prohibición:



PROHIBIDO FUMAR		PROHIBIDO FUMAR Y ENCENDER FUEGO	
NO TOCAR			

Señales de obligación:

PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA VISTA		PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS MANOS	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS VIAS RESPIRATORIAS		PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA CARA	

PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS PIES	
--	---

Señales de salvamento y socorro

PRIMEROS AUXILIOS		LAVADO DE OJOS	
-------------------	---	----------------	---

4.4 EXPERIENCIAS REALIZADAS EN EL LABORATORIO DESDE SU CREACIÓN

Desde el surgimiento del laboratorio (año 2007), se han venido desarrollando diversos trabajos de grado y tesis de maestría (ver tablas 11 y 12), las cuales han sido financiadas con recursos provenientes de la Vicerrectoría de investigación y extensión de la universidad, así como, con recursos propios de las personas involucradas en los mismos.

Tabla 11. Tesis de maestría

NOMBRE DEL PROYECTO	AUTOR(ES)	PROGRAMA ACADÉMICO
Remoción de cobre desde soluciones cianuradas mediante electrólisis fotoasistida usando TiO_2 soportado sobre vidrio conductor (ITO)	Nancy Esmeralda Díaz Padilla	Maestría en Ingeniería Química
Producción de hidrógeno mediante electrólisis fotoasistida del agua utilizando películas semiconductoras de Bi_2MNbO_7 (M= Al, In, Ga)	Kevin Leandro Rosas Barrera	Maestría en Ingeniería Química

Tabla 12. Trabajos de Grado

NOMBRE DEL PROYECTO	AUTOR(ES)	PROGRAMA ACADÉMICO
Propuesta de creación del laboratorio de cerámicos de la escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales en la Universidad Industrial de Santander	Leiddy Briyidth Riveros Patiño Julián Alberto Morón Avendaño	Ingeniería Metalúrgica
Estudio de mejoramiento del proceso de fabricación de tejas y ladrillos con las arcillas de la vereda Guayabal del municipio de Barichara	Pedro Yesid Malagón Villafrades José Darío Santos Amado (Concluido)	Ingeniería Metalúrgica
Desarrollo de cerámicos refractarios sílico-aluminosos a partir de arcillas caoliníticas de Barichara (Santander)	Greysi Zulay Pérez Ayala Yuli Carolina Vargas Rodríguez (Concluido)	Ingeniería Metalúrgica
Desarrollo de refractarios aislantes de mullita a partir de arcillas caoliníticas usando la tecnología adaptada del concreto aireado	Janeth Acelas Salazar Jairo Andrés Gómez Peña	Ingeniería Metalúrgica
Obtención de un cerámico abrasivo Al ₂ O ₃ – SiC por reducción carbotérmica de una arcilla caolinítica	Alexander Gelves Sánchez Diego Fernando Hernández Pardo	Ingeniería Metalúrgica
Desarrollo de recubrimientos de hidroxiapatita/TiO ₂ por sol-gel sobre acero inoxidable quirúrgico 316L para aplicaciones biomédicas	Diana Carolina Cárdenas Guerrero	Ingeniería Metalúrgica
Desarrollo de películas de TiO ₂ dopadas con Mo y W sobre vidrio conductor de ITO por el medio sol-gel para su uso como fotoánodo en celdas fotoelectroquímicas	Álvaro Andrés Ramírez Santos	Ingeniería Química
Síntesis y caracterización de fotoánodos de TiO ₂ sobre vidrio conductor por el método de dip-coating para la remoción fotoelectroquímica de cobre en soluciones acuosas cianuradas	Bibiana Marcela Vesga Parra Edna Marlene Alvarado Jaramillo (Concluido)	Ingeniería Química

NOMBRE DEL PROYECTO	AUTOR(ES)	PROGRAMA ACADÉMICO
Evaluación de la relación anatasa / rutilo en fotoánodos de TiO ₂ sobre su actividad en la fotoelectrólisis de cobre en soluciones cianuradas	Erika Milena Lizcano Beltrán Yeimmy Yolima Peralta Ruiz (Concluido)	Ingeniería Química
Diseño, construcción y evaluación de una celda fotoelectroquímica para la producción de hidrógeno	José Luis Hernández Nathalia Gómez Cobos (Concluido)	Ingeniería Química

Los proyectos mencionados anteriormente se realizan con el apoyo de dos grupos de investigación vinculados a la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales de la UIS: Grupo de Investigación en Minerales, Biohidrometalurgia y Ambiente y Grupo de Investigación en Desarrollo y Tecnología de Nuevos Materiales.

4.5 PROPUESTA DE INVERSIÓN

La presente propuesta, es de acción técnico-económica y está encaminada a resolver la necesidad de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales de contar con un laboratorio apto para realizar las actividades de docencia e investigación en el área de los materiales cerámicos.

4.5.1 COTIZACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO

La primera etapa de la propuesta de inversión consiste en determinar los equipos y materiales necesarios para dotar el Laboratorio de Materiales Cerámicos y solicitar la cotización de cada uno de ellos a las diferentes casas distribuidoras.

La tabla 13 enlista los equipos de laboratorio necesarios para la realización de ensayos acordes con el estudio de los materiales cerámicos. Estos

equipos han sido cotizados en empresas con un renombre historial de distribución de productos de calidad y garantía, que dan fiabilidad en el momento de la obtención de resultados experimentales precisos.

Tabla 13. Relación de equipos cotizados para realizar la propuesta de inversión

CATEGORÍA	DETALLE	CANT.	VLR PARCIAL (MILES DE PESOS)**	OBSERV.
EQUIPOS DE LABORATORIO	ANALIZADOR DE TAMAÑO DE PARTÍCULA POR LÁSER	1	130 000	IMPORTECNICAL
	ANALIZADOR TÉRMICO DIFERENCIAL Y GRAVIMÉTRICO DSC/DTA/DTG HASTA 1700°C.	1	415 200	ANDITECNICA LTDA
	VISCOSÍMETRO	1	9 400	IMPORTECNICAL
	BALANZA ANALÍTICA	1	6 960	IMPORTECNICAL
	CAMPANA EXTRACTORA DE GASES	1	15 000	PC Química y Cía Ltda.
	DILATÓMETRO DE ALTA TEMPERATURA (1600 °C)	1	300 000	ANALYTICA LTDA
	HORNO DE ALTA TEMPERATURA DE ATMÓSFERA OXIDANTE HASTA 1500°C	1	40 000	PC Química y Cía Ltda.
	HORNO DE ALTA TEMPERATURA DE ATMÓSFERA OXIDANTE HASTA 1800°C	1	75 318	CECOLTEC LTDA
	JUEGO COMPLETO DE TAMICES	1	30 780	ANDITECNICA LTDA
	MAQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS MECÁNICOS	1	44 080	IMPORTECNICAL
	MICROCORTADORA	1	26 857	SANITAS LTDA
	MICRODURÓMETRO	1	90 000	SANITAS LTDA
	MICROSCOPIO ÓPTICO CON CÁMARA DIGITAL Y PANTALLA ACOPLADAS PARA EL PROCESADO Y ANÁLISIS DE IMÁGENES	1	15 000	LANZETTA RENGIFO & CIA LTDA, COLE PARMER
	MOLINO / MORTERO	1	23 331	ANDITECNICA LTDA

CATEGORÍA	DETALLE	CANT.	VLR PARCIAL (MILES DE PESOS)**	OBSERV.
	PULIDORA AUTOMÁTICA	1	53 250	SANITAS LTDA
	TAMIZADORA (RO-TAP)	1	6 558	PC Química y Cía Ltda.
	ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA PARA LA PUESTA EN MARCHA DE LOS EQUIPOS EN EL LABORATORIO		30 000	FICHAS EBI Y FORMATOS TIPO A
TOTAL		16	1 311 734	
			209 878	
			1 521 612	

**Los valores no incluyen IVA

***Cambio de moneda extranjera:

Dólar: 3000 pesos M/L

Euro: 4000 pesos M/L

Libra esterlina: 6000 pesos M/L

A continuación se presenta el listado de materiales de laboratorio con los precios cotizados (Tabla 14).

Tabla 14. Relación de elementos de laboratorio cotizados para realizar la propuesta de inversión **Los valores no incluyen IVA.

CATEGORÍA	DETALLE	CANTIDAD	VLR UNIDAD (PESOS)	VLR TOTAL (PESOS) **	OBSERV.
	Desecador vidrio de 300 mm. Borosilicato con botón plástico con llave, con placa en porcelana. Marca boeco.	2	923 750	1 847 500	IMPORTECNICAL
	Vaso de precipitado f.baja vidrio de 25 ml. Marca boeco.	10	5 750	57 500	IMPORTECNICAL
	Vaso de precipitado f.baja vidrio de 50 ml. Marca boeco.	10	5 875	58 750	IMPORTECNICAL

CATEGORÍA	DETALLE	CANTIDAD	VLR UNIDAD (PESOS)	VLR TOTAL (PESOS) **	OBSERV.
	Vaso de precipitado f.baja vidrio de 100 ml. Marca boeco.	10	5 875	58 750	IMPORTECNICAL
	Vaso de precipitado f.baja vidrio de 250 ml. Marca boeco.	10	6 250	62 500	IMPORTECNICAL
	Vaso de precipitado f.baja vidrio de 400 ml. Marca boeco.	10	6 750	67 500	IMPORTECNICAL
	Vaso de precipitado f.baja vidrio de 600 ml. Marca boeco	10	8 500	85 000	IMPORTECNICAL
	Vaso de precipitado f.baja vidrio de 1000 ml. Marca boeco.	5	13 125	65 625	IMPORTECNICAL
	Matraz aforado tapón vidrio clase a c/fca (lote) de 50 ml. Marca glassco.	10	21 250	212 500	IMPORTECNICAL
	Matraz aforado tapón vidrio clase a c/fca (lote) de 100 ml. Marca glassco.	10	21 250	212 500	IMPORTECNICAL
	Matraz aforado tapón vidrio clase a c/fca (lote) de 250 ml. Marca glassco.	10	32 500	325 000	IMPORTECNICAL
	Matraz aforado tapón vidrio clase a c/fca (lote) de 500 ml. Marca glassco.	5	43 500	217 500	IMPORTECNICAL
	Matraz aforado tapón vidrio clase a c/fca (lote) de 1000 ml. Marca glassco.	5	63 750	318 750	IMPORTECNICAL
	Vidrio de reloj 80 mm. Marca boeco.	10	3 375	33 750	IMPORTECNICAL
	Vidrio de reloj 100 mm. Marca boeco.	10	3 875	38 750	IMPORTECNICAL

CATEGORÍA	DETALLE	CANTIDAD	VLR UNIDAD (PESOS)	VLR TOTAL (PESOS) **	OBSERV.
	Vidrio de reloj 150 mm. Marca boeco.	10	8 750	87 500	IMPORTECNICAL
	Frasco lavador plástico lde de 500 ml. Graduado. Marca vitlab.	10	7 125	71 250	IMPORTECNICAL
	Pipeta volumétrica clase a c/fca (lote) de 10 ml. Marca lms.	5	12 375	61 875	IMPORTECNICAL
	Pipeta volumétrica clase a c/fca (lote) de 50 ml. Marca lms.	5	16 250	81 250	IMPORTECNICAL
	Pera pipeteadora universal de 3 vías. Marca kartell.	5	17 500	87 500	IMPORTECNICAL
	Espátula cuchara comb. Acanalada - plana en acero 185 mm de Long. Marca boeco.	5	18 750	93 750	IMPORTECNICAL
	Pinza para crisol acero inoxidable 300 mm longitud. Marca boeco.	5	40 000	200 000	IMPORTECNICAL
	Juego de escobillones surtidos para limpieza de vidriería. Marca qns.	5	37 500	187 500	IMPORTECNICAL
	CRISOL CERÁMICO Coors® high-alumina crucible High form, capacity 20 mL	5	67 000	335 000	ALDRICH
	CRISOL CERÁMICO Coors® high-alumina crucible High form, capacity 100 mL	5	120 000	600 000	ALDRICH
	CRISOL CERÁMICO Coors® high-alumina crucible High form, capacity 50 mL	5	85 000	425 000	ALDRICH

CATEGORÍA	DETALLE	CANTIDAD	VLR UNIDAD (PESOS)	VLR TOTAL (PESOS) **	OBSERV.
	CRISOL CERÁMICO Coors® high alumina combustion boat capacity 10 mL	5	57 000	285 000	ALDRICH
	CRISOL DE PLATINO Engelhard® platinum crucible Standard form, reinforced rim and bottom, capacity 50 mL	5	6 369 000	31 845 000	ALDRICH
	TAPA PARA CRISOL DE PLATINO Engelhard® platinum crucible cover For 50 mL crucible	5	844 000	4 220 000	ALDRICH
	MORTERO Agate mortar and pestle Standard form, O.D. 50 mm	2	326 000	652 000	ALDRICH
	MORTERO Agate mortar and pestle Deep form, O.D. 150 mm	2	2 563 000	5 126 000	ALDRICH
TOTAL			TOTAL	48 020 500	
			IVA	7 683 280	
			TOTAL EN PESOS	55 703 780	

Debido a las características del trabajo que se realiza en el laboratorio se pueden provocar accidentes de diversa consideración, como incendios, explosiones, intoxicaciones y quemaduras. La tabla 15 enlista los elementos de seguridad adecuados para que estos efectos puedan ser controlados.

Tabla 15. Relación de elementos de seguridad en el laboratorio cotizados para realizar la propuesta de inversión

CATEGORÍA	DETALLE	CANTIDAD	VLR UNIDAD (PESOS)	VLR TOTAL (PESOS) **	OBSERV.
	Delantal de carnaza; largo: 60x90; 60x1.20	3	14 900	44 700	SOLDESEG LTDA.
	Mangas de carnaza (par)	3	14 000	42 000	SOLDESEG LTDA.
	Guantes para alta temperatura (Asbesto) hasta 800°C y materiales rugosos. (par)	2	49 000	98 000	SOLDESEG LTDA.
	Guantes HOT-MILL (18 onzas) protección contra calor radiante (par)	2	4 300	8 600	SOLDESEG LTDA.
	Guantes en Keylar resistencia anticalorica al contacto (315-650°C), manipulación de elementos cortantes. (par)	2	75 000	150 000	SOLDESEG LTDA.
	Mascarilla desechable	20	1 400	28 000	SOLDESEG LTDA.
	Mascarilla ultra-filtrante contra partículas y polvos no tóxicos Medio filtrante que no dificulta la respiración normal.	20	570	11 400	SOLDESEG LTDA.
	Respirador AS contra Gases, con doble válvula de exhalación, permite el cambio del elemento filtrante. Para bajas concentraciones de gases, vapores orgánicos y humo	5	7 900	39 500	SOLDESEG LTDA.
	Gafa integrada lente claro fabricada en policarbonato	10	6 300	63 000	SOLDESEG LTDA.

CATEGORÍA	DETALLE	CANTIDAD	VLR UNIDAD (PESOS)	VLR TOTAL (PESOS) **	OBSERV.
	Careta multiusos Elite. Protege los ojos y la cara de la proyección de partículas solidas, líquidas y chispas. Con visor.	5	29 200	146 000	SOLDESEG LTDA.
	Extintor Tipo ABC de 20 libras, para todo tipo de fuegos. Se les conoce como multipropósitos, a base de fosfato de amonio	1	84 000	84 000	SOLDESEG LTDA.
	Gabinetes metálicos diseñados para extintores multipropósito ABC (20 libras)	1	96 000	96 000	SOLDESEG LTDA.
	Botiquín de primeros auxilios	1	250 000	250 000	ALMACENES DE CADENA
TOTAL		75	TOTAL	1 061 200	
			IVA	169 792	
			TOTAL EN PESOS	1 230 992	

En la tabla 16, se relacionan los valores totales y finales del costo del proyecto.

Tabla 16. Valor total del costo del proyecto

CATEGORÍA	CANTIDAD	VALOR TOTAL (PESOS)	OBSERVACIONES
EQUIPOS DE LABORATORIO	16	1 521 612 000	VARIOS PROVEEDORES
ELEMENTOS DE LABORATORIO	211	55 703 780	VARIOS PROVEEDORES
ELEMENTOS DE SEGURIDAD	75	1 230 992	VARIOS PROVEEDORES
TOTAL	302	1 578 546 772	
IVA (Ya está incluido)		-----	
TOTAL EN PESOS		1 578 546 772	

4.6. PROPUESTA DIRIGIDA A LA OFICINA DE PLANEACIÓN UIS

La propuesta de dotación y adecuación del Laboratorio de Materiales Cerámicos, se ha realizado con base en los formatos establecidos por la Universidad Industrial de Santander para la realización de proyectos tipo A¹, siguiendo cada uno de sus requerimientos y estableciendo las características que debe tener este laboratorio a nivel institucional.

En la propuesta presentada a la oficina de Planeación, a través de la ficha EBI, se describe paso a paso la necesidad de dotación de este laboratorio.

4.6.1. FICHAS EBI

FORMATO EBI-01: CLASIFICACIÓN
Nombre del Proyecto: ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.
PERIODO : Periodo 1 de 2009
PROGRAMA: Fondo Común, Modernización Institucional
SUBPROGRAMA: Fondo Común, Modernización Institucional

¹ Proyectos Tipo A, Son los proyectos que están relacionados con la prestación de bienes y servicios, que hacen parte del banco de programas y proyectos de inversión de la oficina de Planeación de la Universidad Industrial de Santander.
Los proyectos Tipo A, hacen parte de la categoría de proyectos Mayores y su monto supera los 180 salarios mínimos legales vigentes.

FORMATO EBI-02: LOCALIZACIONES

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DATACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	UAA
SANTANDER	BUCARAMANGA	ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES

El laboratorio de Materiales Cerámicos está ubicado en salón 220 del edificio Jorge Bautista Vesga de la Universidad Industrial de Santander.

El salón dispone de un área de 180m², del cual el 40% está ocupado por mesones de concreto, un área para el desarrollo de actividades de consulta interactiva y de trabajo informático y un armario en madera dividido en dos módulos para almacenamiento de equipos y elementos del laboratorio.

FORMATO EBI-03: JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

El programa de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Industrial de Santander se crea en el año de 1952, por la necesidad de la región y del país de contar con profesionales capaces de impulsar el desarrollo tecnológico de la nación, a través de la extracción, procesamiento y conformado de los metales y sus aleaciones.

Desde aquel momento la UIS fue líder, entre las universidades colombianas, en la formación de profesionales altamente competitivos en la industria tanto nacional como internacional. Con el paso de los años desde la Escuela se tomó conciencia de que las necesidades de la sociedad en el campo de los materiales estaban cambiando de forma acelerada. Es así que el gran desarrollo tecnológico que tuvieron los países más avanzados en el último medio siglo ha sido debido, en gran medida, al desarrollo de “nuevos materiales”, los cuales abarcan: cerámicos, polímeros, intermetálicos, compuestos y semiconductores.

Estos materiales han permitido crear estructuras y maquinarias con características imposibles de obtener con los metales, como puede ser la combinación de alta resistencia mecánica (como el acero), pero con bajo peso y alta resistencia a la abrasión y al ataque químico, entre muchas otras posibilidades.

Teniendo en cuenta esta realidad, además del interés de la Escuela por seguir siendo líder en el área de los materiales, y teniendo en cuenta las recomendaciones producto de la acreditación del programa de Ingeniería Metalúrgica del año 2001, se llevo a cabo una reforma académica en 2006, con la cual se introdujeron nuevas asignaturas concernientes a los nuevos materiales, destacándose: “Materiales Cerámicos” y “Materiales Refractarios”.

Una reestructuración parecida se llevó a cabo en 2006 para el programa de posgrado de la Escuela, transformándose la “Maestría en Ingeniería Metalúrgica” a “Maestría en Ingeniería de Materiales”. El plan de estudios de esta nueva maestría incluyen las asignaturas “Estructura y Propiedades de los Materiales Cerámicos” y “Comportamiento de los Materiales Cerámicos”.

Adicionalmente, y teniendo en cuenta la política de la Universidad de crecimiento vertical de los programas académicos; en la actualidad se está trabajando en la creación del programa de “Doctorado en Ingeniería de Materiales”. Con dicho programa se pretende llevar la investigación en materiales al más alto nivel.

Para que estos propósitos de fortalecimiento académico e investigativo puedan ser una realidad, la Escuela debe contar con la infraestructura adecuada para desarrollar con excelencia tales actividades. Pero justamente en ese sentido es donde la Escuela presente serias carencias, siendo una de las más importantes la adecuación y dotación del laboratorio de Materiales Cerámicos.

El laboratorio de Materiales Cerámicos fue creado en 2007, contando en aquel momento tan solo con el espacio (sala 220 del edificio Jorge Bautista Vesga) en muy malas condiciones a todo nivel. Gracias a la gestión de la profesora a cargo del mismo y del Director de Escuela de aquel entonces, se consiguió la remodelación del mismo, desde entonces y hasta la fecha, se han desarrollado doce (12) Trabajos de Grado y Tesis de Maestría en el laboratorio.

Dicha producción académica ha sido lograda con los escasos recursos con que cuenta el laboratorio, como so algunos equipos viejos que no estaban en uso en otros laboratorios, así como por la financiación de dos proyectos de investigación a través de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión de la Universidad.

No obstante, el desarrollo de tales proyectos ha dejado de manifiesto las grandes limitaciones que se tienen en la Escuela para llevar a cabo investigaciones de alto nivel científico, específicamente en lo referente a equipos de procesamiento y caracterización de cerámicos.

Por otro lado, buena parte de los trabajos de grado desarrollados en el laboratorio han sido encaminados a dar solución a problemas de la industria cerámica santandereana.; con ellos ha quedado de manifiesto la necesidad de apoyo tecno-científico que tiene este importante sector productivo de Santander.

En este punto, vale la pena resaltar el trabajo de grado titulado **“PROPUESTA DE CREACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER”**, el cual sirvió como base para plantear la presente propuesta. En tal proyecto se incluyó el estudio diagnóstico del desarrollo tecnológico de la industria cerámica de la región. De aquí se concluyó que los empresarios de esta área estarían interesados que desde el laboratorio de Materiales Cerámicos se les apoye en temas tales como: optimización de procesos, desarrollo de nuevos productos y materias primas, así como capacitación de recurso humano.

Resumiendo lo anterior, con la adecuación y dotación del laboratorio de Materiales Cerámicos se fortalecerían los tres pilares misionales de la Universidad: Docencia, Investigación y extensión. Dado que al disponer de un espacio con equipos adecuados y modernos se podrán impartir clases prácticas, a nivel de pregrado y posgrado, que verdaderamente fortalezcan el aprendizaje de los estudiantes, además de poder adelantar investigaciones de gran calidad que, por otro lado, impulsan el desarrollo de la industria cerámica regional y nacional.

FORMATO EBI-04: DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA

(Este formato es generado por el Sistema)

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

Nombre Alternativa:

ADECUACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS, COMPRA DE EQUIPOS ESPECIALIZADOS EN MATERIALES CERÁMICOS.

Descripción alternativa:

Adecuar el laboratorio de Materiales Cerámicos, ubicado en el salón 220 del Edificio Jorge Bautista Vesga.

FORMATO EBI-05: FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA INVERSIÓN DEL PROYECTO

(Este formato es generado por el Sistema)

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

AÑOS AÑOS CALENDARIO	CENTRO DE COSTOS	EJECUTADO	0	1	SALDO	TOTAL
RECURSOS DE INVERSIÓN						
INTERNAS						
Fondo Común						
Estampilla ProUIS	X					
RECURSOS DE FUNCIONAMIENTO						
TOTAL FINANCIACIÓN INVERSIÓN						

FORMATO EBI-06: FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA OPERACIÓN DEL PROYECTO

(Este formato es generado por el Sistema)

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

AÑOS AÑOS CALENDARIO	CENTRO DE COSTOS	EJECUTADO	0	1	2	3	SALDO	TOTAL
RECURSOS DE INVERSIÓN								

INTERNAS								
Fondos Especiales								
TOTAL FINANCIACIÓN OPERACIÓN								

FORMATO EBI-07: IMPACTO DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:
ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

ÁREA DE INFLUENCIA

REGIÓN	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO
CENTRO ORIENTE	SANTANDER	BUCARAMANGA

El proyecto de adecuación y dotación del laboratorio de Materiales Cerámicos impactará positivamente sobre la siguiente población:

1. Estudiantes (pregrado y posgrado) de los programas académicos de Ingeniería Metalúrgica, Maestría en Ingeniería Metalúrgica y en futuro cercano a los de Doctorado en Ingeniería Metalúrgica.

Los estudiantes fortalecerán su aprendizaje en el área de los materiales cerámicos, al desarrollar clases prácticas en el laboratorio, que complementen los conceptos vistos en las aulas.

2. Docentes-investigadores de diferentes escuelas de la Universidad, especialmente de Ingeniería Metalúrgica, Ingeniería Química, Geología, Física y Química.

Específicamente aquellos relacionados con el desarrollo y aplicación de nuevos materiales, ya que podrán contar con equipos especializados y tecnológicamente avanzados para la caracterización de materiales, no solo cerámicos sino también metálicos, poliméricos y compuestos.

3. Empresarios de la industria cerámica santandereana.

Quienes contarán con un laboratorio que les preste servicios de caracterización de sus productos y materias primas, que les ayude a mejorar sus procesos, a desarrollar nuevos productos y, además, que les brinde capacitación a su recurso humano.

FORMATO EBI-08: ESTUDIOS QUE RESPALDAN EL PROYECTO

Nombre del Proyecto:
ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

NOMBRE	FECHA DD MM AA	ENTIDAD AUDITORA	DIRECCIÓN DE CONSULTA
Cotización	12/20/2007	AROTEC COLOMBIANA S.A.	ING. CESAR EDUARDO ESPINOSA cesarespinosa@arotec.net Carrera 16 No. 35-56 Bogotá D.C. 2887799
Cotización	17/10/2007	PC QUÍMICA Y CIA LTDA.	CARLOS PADILLA cpadilla.pcq@cable.net.co Avenida 15 # 124 - 47 Of. 504, Edificio Ágora Plaza-Bogotá, 6125793
Cotización	10/12/2007	ANDINA DE TECNOLOGÍAS LTDA.	MÓNICA MARÍA BUILES VÉLEZ materiales@anditecnica.com (4) 4164040 Medellín – Colombia
Cotización	02/11/2007	CECOLTEC LTDA.	ANA MARÍA RAMÍREZ BUITRAGO amramirez@cecoltec.com 6085111/3361926 Medellín – Colombia
Cotización	26/04/2007	LANZETTA RENGIFO & CIA. LTDA.	MARÍA VICTORIA RENGIFO NARANJO mvrengifo@lanzettarengifo.com.co CRA 14 # 82 - 41 BOGOTÁ D.C. - 6110983
Cotización	05/07/2007	IMPORTECNICAL LTDA.	FERNEY OSPINA FLÓREZ - ventas1@importecnical.com Cra 48 No. 48 sur - 75, Local 148 Centro Múltiple las Vegas, Envigado, Antioquia, Colombia- 3103862590 / 4-4444322
Cotización	10/08/2007	SANITAS LTDA.	LEONARDO OLIVARES ventas@sanitasltda.com 288 01 77, Ext. 113 Bogotá
Cotización	28/10/2007	ANALYTICA LTDA.	ALBA LUZ ARCINIEGAS MEJÍA bucaramanga@analytica.com.co 300 565 29 51 / 644 78 67- Bucaramanga
Cotización	23/10/2007	KAIKA LTDA.	ING. MARIO ALBERTO ANAYA - bucaramanga@kaika.com.co 31388884272 - 3138884256- Bucaramanga
Cotización	15/08/2007	ANALÍTICA Y REDES EQUIPOS PARA LABORATORIO	REINALDO JAIMES - reinaldojaimes@etb.net.co Avenida carrera 40 # 25-52 Ofc 202 300- 2076489 / 3377534
Cotización	02/04/2008	DIVISIÓN DE PLANTA FÍSICA UIS	División de Planta física - UIS
Cotización	20/01/2009	DELL	www.dell.com.co

Cotización	25/02/2009	SOLDESEG LTDA.	Cr 14 # 29-02 Teléfono(s) : (57) (7) 6300600. Bucaramanga
------------	------------	----------------	---

FORMATO EBI-09: DILIGENCIAMIENTO (Este formato lo genera el Sistema)	
Nombre del Proyecto: ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.	
Funcionario:	ELCY MARÍA CÓRDOBA TUTA
Número de Documento de identidad:	63368120
Tipo de Documento de Identidad:	C. C.
Dirección:	CALLE 28 No 9-68 LAGOS 1 F/BLANCA
Teléfono:	6320471 / 6344000, EXT. 1328 (UIS) 6382927 / 316 4717530 (PERSONAL)
Cargo:	PERSONAL DE PLANTA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES

FORMATO EBI-10: OBSERVACIONES DEL PROYECTO DILIGENCIAMIENTO	
Nombre del Proyecto: ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.	
La presente propuesta solo hace referencia a una única alternativa de ejecución, debido a la forma como se especifica su adecuación y dotación de equipos en el laboratorio.	

4.6.2. FORMATOS PROYECTOS TIPO A

FORMATO ID-01 : DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA O NECESIDAD

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

- ▮ Los estudiantes de las asignaturas relacionadas con los cerámicos, solo están recibiendo clases teóricas, por lo que su aprendizaje no es completo.
- ▮ En los trabajos de grado realizados en el tema no se ha podido profundizar en temas tales como la termodinámica de los procesos, dado a que no se cuenta con los equipos adecuados para obtener dicha información.
- ▮ Los estudiantes que realizan sus proyectos en el laboratorio se ven expuestos a contaminación con sustancias químicas (ácidos, bases, etc.), dado a que no se cuenta con una campana extractora.
- ▮ Dadas las limitaciones que se tienen para caracterizar los productos cerámicos (falta de un analizador térmico diferencial y gravimétrico, así como de un dilatómetro), los proyectos de grado quedan inconclusos, por lo cual dificulta la publicación de tales trabajos en revistas técnicas.
- ▮ Se debe adecuar un espacio para almacenamiento y distribución de gases (N_2 , O_2 , Ar, etc.) en el laboratorio, con lo cual se evitarían los peligros de accidente en las áreas de trabajo.
- ▮ La Escuela de Ingeniería Metalúrgica tiene muy baja participación en proyectos de extensión con la comunidad, dado que no cuenta con infraestructura adecuada para prestar los servicios que la industria del área de los materiales requiere como es el caso del sector cerámico.

FORMATO ID-02 : OBJETIVOS DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

OBJETIVO GENERAL:

Adequar y dotar el Laboratorio de Materiales Cerámicos con equipos modernos, capaz de liderar en áreas de docencia, investigación y apoyo técnico-científico a la industria, en la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales de la Universidad Industrial de Santander.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Acondicionar el espacio físico del salón 220, con la distribución y normatividad requerida para un laboratorio de docencia e investigación.
2. Adquirir los equipos adecuados para el desarrollo docente, investigativo y técnico-científico de las líneas de investigación establecidas para el trabajo en el laboratorio.
3. Tomar y ejecutar las sugerencias hechas por los pares académicos durante el proceso de acreditación de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales.
4. Aplicar la respectiva normatividad que rige en los procedimientos de un laboratorio en aspectos de seguridad industrial e impacto ambiental, para el desarrollo de las prácticas preestablecidas para el desarrollo de actividades académicas y de investigación.

FORMATO ID-03: POBLACIÓN AFECTADA Y/O ZONA AFECTADA Y POBLACIÓN OBJETIVO DE DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

Se resalta como población directamente afectada a todos los estudiantes de los programas de pregrado y postgrado de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales, así como la universidad en general y el sector cerámico regional, donde la ausencia de equipos y materiales para la realización de pruebas, ensayos y análisis han impedido brindar un apoyo cognitivo y tecnológico que demanda el desarrollo y avance de los diferentes materiales de dicho sector.

El cuerpo docente carece de los equipo apropiados para la puesta en marcha de actividades académicas e investigativas que sobresalen en los contenidos de las asignaturas que involucran el conocimiento de los materiales cerámicos, al igual que los grupos de investigación, tanto de pregrado como de posgrado, quienes abarcan proyectos relacionados con el área cerámica y no son ajenos al aporte que puedan obtener en lo que respecta al campo de aplicación de estos materiales.

Por otra parte la industria cerámica nacional, especialmente la de Santander, no cuenta con apoyo técnico-científico, que respalde la caracterización de sus materias primas, fabricación de sus productos, control de calidad de estos, asesoría y capacitación de su recurso humano, así como la ampliación de sus líneas de participación en el mercado.

FORMATO ID-04 : DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y SU EVOLUCIÓN

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

Actualmente la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales, cuenta con un espacio asignado para el laboratorio de Materiales Cerámicos, situado en el aula 220 del edificio Jorge Bautista Vesga. Dicho espacio ha sido adecuado en infraestructura arquitectónica, durante la realización de esta propuesta, para que cumpla y supla las necesidades básicas que requiere un laboratorio apto para la docencia, investigación y apoyo técnico-científico.

Una vez realizada la adecuación física del laboratorio, donde se suprimió el muro que dividía en dos espacios el laboratorio, quedaron tres mesones de trabajo con instalaciones hídricas, eléctricas, desagüe y almacenamiento en cumplimiento con las mínimas normas de seguridad vitales para la correcta ejecución de ensayos y prácticas experimentales. Además, se cuenta con un área de almacenamiento de elementos para ensayo, datos e información donde se encuentran una mesa de 6 puestos, dos cubículos con su respectivo escritorio y silla con espacio suficiente para dos personas y los puntos de instalación para internet y una línea telefónica.

El laboratorio está en la capacidad de instalar equipos como muflas y hornos, campana extractora, microscopios y en general equipos tanto livianos y sensibles que generen una fiabilidad en los resultados obtenidos de la manera más precisa durante la realización de las experiencias de docencia e investigación. La condición actual del aula 220, se muestra en las siguientes fotografías, donde se puede constatar el buen estado de las instalaciones.



FORMATO ID-05: DESCRIPCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD O PROBLEMA

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

La Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencias de los Materiales presta gran interés a la aplicación de los conocimientos mediante prácticas de laboratorio que se convierten en el soporte para los docentes de las áreas de Materiales Cerámicos y Materiales Refractarios en pregrado, Estructura y propiedades de los Materiales Cerámicos y Comportamiento de los Materiales Cerámicos en postgrado, apoyando también la investigación por parte de los estudiantes para desarrollar proyectos de grado y postgrado.

Por otra parte, la docencia se ve limitada por la dificultad que se encuentra al momento de obtener resultados experimentales de las investigaciones, debido a la ausencia de herramientas necesarias para validar, refutar o defender sus trabajos científicos y que requieran de este tipo de soporte a la hora de efectuar el análisis de materias cerámicas, debido a la carencia que se presenta en cuanto a materiales, dotación y equipos, colocándolos en desventaja ante otras instituciones de carácter nacional y más aun, internacional.

Es notoria desde toda perspectiva la carencia de equipos y materiales para dotar el Laboratorio de Materiales Cerámicos, más aun cuando el crecimiento de la población estudiantil demanda el aumento significativo de material académico, científico y apoyo docente para el continuo aprendizaje.

FORMATO ID-06: CUANTIFICACIÓN DE LA DEMANDA Y OFERTA DEL PRINCIPAL BIEN Y/O SERVICIO

AÑOS CALENDARIO	Año cero (0): Horizonte de Evaluación: 3 años Nombre del bien o servicio: Servicio de laboratorio Unidad de medida: estudiantes / Semestre		
	DEMANDA	OFERTA	DÉFICIT
2008	Investigación y Trabajos de grado ¹	10	0
	Docencia directa ² (Número de estudiantes)	15	0
	Producción y socialización del conocimiento ³	0	0
	Pruebas de laboratorio ⁴	-----	-----
	Servicios Generales ⁵	-----	-----
2009	Investigación y Trabajos de grado ¹	12	0
	Docencia directa ² (Número de estudiantes)	20	0
	Producción y socialización del conocimiento ³	5	0
	Pruebas de laboratorio ⁴	-----	-----

	Servicios Generales ⁵	-----	-----
2010	Investigación y Trabajos de grado ¹	12	0
	Docencia directa ² (Número de estudiantes)	30	5
	Producción y socialización del conocimiento ³	10	-----
	Pruebas de laboratorio ⁴	2	0
	Servicios Generales ⁵	20	0

¹ Investigación y trabajos de grado: Numero estudiantes en desarrollo de trabajo de grado o maestría.

² Docencia directa: Número de estudiantes a atender en asignaturas y laboratorios de Materiales Cerámicos, Materiales refractarios, Estructura y propiedades de los materiales cerámicos y Comportamiento de los materiales cerámicos.

³ Producción y socialización del conocimiento: Número de artículos o ponencias publicados a nivel nacional o internacional

⁴ Pruebas de laboratorio: Número de servicios de laboratorio a otras entidades o dependencias.

Dirigido a:

1. Estudiantes de las asignaturas de Materiales Refractarios, Materiales Cerámicos, de los planes de pre y postgrado de la Escuela.
2. Investigadores de las Escuelas de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales, Ingeniería Química, Geología, Física y Química.
3. Empresas del sector cerámico de Santander.

⁵ Servicios generales: Número de servicios prestados a otras entidades o dependencias.

Servicios ofrecidos en el portafolio: Pruebas de Laboratorio, asesorías, control de calidad, diseño y desarrollo de proyectos relacionados con procesos de extracción y procesamiento de materiales cerámicos, asesorías para el mejoramiento en la producción, cursos y programas de capacitación y formación de personal.

FORMATO ID-07 : PRINCIPALES ALTERNATIVAS DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

ALTERNATIVA No. __ : 1

Nombre:

ADECUACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS, COMPRA DE EQUIPOS ESPECIALIZADOS EN MATERIALES CERÁMICOS.

FORMATO ID-08 : DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA No:

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

Nombre de la alternativa:

ADECUACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS, COMPRA DE EQUIPOS ESPECIALIZADOS EN MATERIALES CERÁMICOS.

Descripción de la alternativa:

A través de esta propuesta se pretende llevar a cabo la dotación del laboratorio de Materiales Cerámicos de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales, ubicado en el aula 220 del edificio Jorge Bautista Vesga, el cual ya ha sido remodelado para la instalación de equipos dotados por algunas empresas de la región y por otros propuestos para su adquisición como: hornos y muflas con rangos de temperatura entre 600 y 1350°C, molinos para conminución, equipos para clasificación granulométrica, microscopios, pHmetro, campana extractora de gases, equipo de seguridad individual (guantes, gafas de seguridad, mascarar contra gases, etc.) y grupal (extintor, señalización de seguridad, etc.), material e insumos de laboratorio necesarios para el normal desarrollo de las actividades de docencia, extensión e investigación.

FORMATO ID-09 : CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

No.	ETAPA	DURACIÓN ESTIMADA	DURACIÓN REAL	DIFERENCIA
1.	PRE INVERSIÓN	1 mes	1.	
1.1	Formulación	1 mes	1.1	
1.2	Identificación del Problema	2 meses	1.2	
1.3	Identificación de Objetivos	2 meses	1.3	
1.4	Identificación de Alternativas de Solución	3 meses	1.4	
1.5	Preparación de las Alternativas	4 meses	1.5	
1.6	Viabilización	6 meses	1.6	
1.7	Elegibilidad	2 meses	1.7	
2.	INVERSIÓN		2.	
2.1	Diseños Definitivos	6 meses	2.1	

2.2	Preparación de Documentos para Contratación	5 meses	2.2	
2.3	Licitación (Si aplica)	2 meses	2.3	
2.4	Ejecución	1 año	2.4	
3.	OPERACIÓN		3.	
3.1	Evaluación Expost		3.1	
3.2	Administración del Proyecto	1 año	3.2	
3.3	Seguimiento	2 años	3.3	

FORMATO PE-01: DESCRIPCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES BENEFICIOS DEL PROYECTO				
SECCIÓN B : Cuantificación del principal bien o servicio producido				
Nombre del Proyecto: ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.				
Horizonte del Proyecto: 3 años				Año cero: 2008
BIEN O SERVICIO: Servicio de laboratorio UNIDAD DE MEDIDA: Estudiantes e investigadores atendidos /semestre			FACTOR VALOR PRESENTE	VALOR PRESENTE
AÑO DEL PROYECTO	AÑO CALENDARIO	CANTIDAD PRODUCIDA		
0	2008	20	1.0000	20
1	2009	25	0.8929	22.32
2	2010	25	0.7972	19.93
3			0.7118	
4			0.6355	
			TOTAL	62.25

FORMATO PE-02 : PRESUPUESTO DE OBRA DEL PROYECTO				
Sección A: Inversión				
Nombre del Proyecto: ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.				

Alternativa: 1					
COMPONENTE					
CATEGORÍA	DETALLE	UNIDAD	CANT	VLR PARCIAL (miles de pesos)	Observaciones
	ANALIZADOR TÉRMICO DIFERENCIAL Y GRAVIMÉTRICO DSC/DTA/DTG 1600°C.	UNIDAD	1	400 000	
	VISCOSÍMETRO	UNIDAD	1	30 000	
	DILATÓMETRO Y MICROSCOPIO DE ALTA TEMPERATURA (1600°C)	UNIDAD	1	450 000	
	CAMPANA EXTRACTORA DE GASES	UNIDAD	1	15 000	
	SUMINISTRO DE GASES AL LABORATORIO	UNIDAD	1	25 000	
	AIRE ACONDICIONADO	UNIDAD	1	10 000	
	ANALIZADOR DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS	UNIDAD	1	130 000	
	HORNO DE ALTA TEMPERATURA (1800°C)	UNIDAD	1	60 000	
	MICRODURÓMETRO	UNIDAD	1	90 000	
	CRISOLES Y BANDEJAS CERÁMICAS	UNIDAD	1	10 000	
TOTAL				1 220 000	
IVA				195 200	16%
TOTAL EN PESOS				1 415 200	

FORMATO PE-02 : PRESUPUESTO DE OBRA DEL PROYECTO
Sección B: Operación
Nombre del Proyecto: ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.
Alternativa: ADECUACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS, COMPRA DE EQUIPOS ESPECIALIZADOS EN MATERIALES CERÁMICOS.
COMPONENTE

CATEGORÍA	DETALLE	UNIDAD	CANT.	VLR UNIDAD (Miles de pesos)	VLR PARCIAL (miles de pesos)	Observaciones
	Adecuación de infraestructura para la adecuación de equipos en el laboratorio		1		30 000	
TOTAL				TOTAL	30 000	
				IVA	-----	
				TOTAL EN PESOS	30 000	

FORMATO PE-03 : COSTOS DE INVERSIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

Alternativa:

ADECUACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS, COMPRA DE EQUIPOS ESPECIALIZADOS EN MATERIALES CERÁMICOS.

(Este formato es generado por el Sistema)

FORMATO PE-04 : COSTOS DE OPERACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

Alternativa:

ADECUACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS, COMPRA DE EQUIPOS ESPECIALIZADOS EN MATERIALES CERÁMICOS.

(Este formato es generado por el Sistema)

FORMATO PE-05 : CAPACIDAD INSTALADA

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

¿CUAL ES LA CAPACIDAD INSTALADA POR EL PROYECTO?

CANTIDAD:

1 PH METRO THERMO
1 ELECTRODO DE Ag-Cl
1 COLORÍMETRO
1 EQUIPO DIP-COATING CON RESPECTIVA FUENTE
2 AGITADOR MAGNÉTICO
2 FUENTES AGITADORAS
3 MULTÍMETROS
1 PLANCHA DE CALENTAMIENTO Y AGITACIÓN
1 BALANZA DIGITAL
1 BALANZA ANALÍTICA
1 ROTÁMETRO
1 HORNO DIETER DETROIT - VARITEMP
2 AGITADORES CON ASPA DE VIDRIO
1 AGITADOR CON ASPA METÁLICA
1 HORNO VULCAN A-550
1 HORNO TERRIGENO 1200°C
1 ESTUFA MEMMERT
1 MOLINO DE BOLAS SIEMENS
1 BALANZA TORBAL MODEL DH-2
1BAÑO DE CALENTAMIENTO

UNIDAD DE MEDIDA: Número de estudiantes / práctica

OBSERVACIONES:

Es necesario dotar el Laboratorio de Materiales Cerámicos de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica con equipos y materiales especializados en el estudio de los materiales cerámicos, aumentando evidentemente la capacidad instalada de la Escuela, con el ánimo de servir como soporte a estudios realizados por las otras carreras de la facultad de Ingenierías Físicoquímicas y otras ciencias que se estudian en la Universidad, sin dejar de lado el aporte a la industria de la región y del país.

FORMATO PE-06 : RESUMEN DE COSTOS DE LA ALTERNATIVA

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

Alternativa:

ADECUACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS, COMPRA DE EQUIPOS ESPECIALIZADOS EN MATERIALES CERÁMICOS.

(Este formato es generado por el Sistema)

FORMATO PE-07 : EFECTO AMBIENTAL

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

Alternativa:

ADECUACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS, COMPRA DE EQUIPOS ESPECIALIZADOS EN MATERIALES CERÁMICOS.

La dotación y adecuación del Laboratorio de Materiales Cerámicos de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica de La Universidad Industrial de Santander no representa ningún daño para el ambiente, pues los materiales objeto de estudio son de origen natural y los reactivos y desechos generados por los procesos de estudios serán tratados para que no generen inconveniente alguno.

Los equipos que se adquieran mediante compra, serán nuevos y de tecnología de punta de forma que posean controladores de tecnologías limpias, y que permitan mantener la infraestructura en perfectas condiciones ambientales y de salubridad.

Por otra parte se pretende normalizar el laboratorio de manera que se cumplan las más mínimas exigencias de servicio y control requeridas para un laboratorio de investigación y docencia.

En conclusión el proyecto no afecta la fauna, la flora o el aire debido a que los procesos no interactúan con ellos; en términos culturales el efecto es positivo dado que los estudiantes llevaran su aprendizaje de la literatura al dinamismo.

FORMATO PE-08 : SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE MÍNIMO COSTO

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

Alternativa No.: 1

Costo Precio social: (Información generada por el Sistema)

Nombre de la alternativa:

ADECUACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS, COMPRA DE EQUIPOS ESPECIALIZADOS EN MATERIALES CERÁMICOS.

OBSERVACIONES:

En la actual propuesta de adecuación del Laboratorio de Materiales Cerámicos, se presenta una única alternativa, para así cumplir a cabalidad los objetivos propuestos de la siguiente forma: dotación del laboratorio, compra de equipos, materiales y reactivos, para comenzar el desarrollo práctico de las asignaturas de pregrado, postgrado y los proyectos de grado y maestría que se adelantan referentes a Materiales Cerámicos y que se realizan en otros laboratorios en condiciones no aptas para los mismos.

La viabilidad de esta propuesta está sustentada en un número mínimo de requisitos planteados para poner en funcionamiento un laboratorio de materiales cerámicos, que beneficie a la comunidad estudiantil de la Universidad Industrial de Santander, así como la industria regional y nacional.

FORMATO PE-09 : MARCO INSTITUCIONAL

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

El marco de referencia del proyecto lo conforman las políticas, planes y programas derivados de la visión, objetivos y proyecto institucional, como pilar de modernización institucional con la adquisición, montaje, instalación y mantenimiento de equipos y laboratorios; así como la compra de equipos para el mejoramiento de los procesos de aprendizaje, de acuerdo con los requerimientos del desarrollo académico.

En los planes de desarrollo de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales, anterior y vigente, se presenta el interés por crear, modernizar y ampliar los laboratorios de la carrera.

De otra parte, la Institución tiene interés en fortalecer los procesos de acreditación, ya que la carrera de Ingeniería Metalúrgica se enfrenta a un proceso de renovación en el programa de acreditación.

La reforma académica en su proceso de implementación requiere la adecuación y creación de aulas y lugares de práctica acordes a las necesidades que se presenten, para dar cumplimiento a los compromisos adquiridos en el proceso de acreditación.

FORMATO FS-01: FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA INVERSIÓN DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

AÑOS AÑOS CALENDARIO	CENTRO DE COSTOS	EJECUTADO	0	1	SALDO	TOTAL
RECURSOS DE INVERSIÓN						
INTERNAS						
Fondo Común						
Estampilla ProUIS	x					
RECURSOS DE FUNCIONAMIENTO						
TOTAL FINANCIACIÓN INVERSIÓN						

FORMATO FS-02: FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA OPERACIÓN DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

AÑOS AÑOS CALENDARIO	CENTRO DE COSTOS	EJECUTADO	0	1	2	3	SALDO	TOTAL
RECURSOS DE INVERSIÓN	Escuela de Ing. Metalúrgica	-----	----	----	----	----	849 734	849 734
INTERNAS								
Fondos Especiales								
TOTAL FINANCIACIÓN OPERACIÓN	Escuela de Ing. Metalúrgica	-----	----	----	----	----	849 734	849 734

FORMATO FS-03: SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:

ADECUACIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES CERÁMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

Una vez ejecutado el proyecto y puesto en marcha el laboratorio la sostenibilidad del mismo se dará por parte de La universidad Industrial de Santander, la cual cuenta con divisiones de Planta Física, Mantenimiento Tecnológico y División de Servicios de información, quienes trabajan en el mantenimiento general de los laboratorios de la universidad. Por otra parte los equipos adquiridos tienen un periodo de garantía que ofrece el proveedor que se estima entre 1 y 3 años.

El proyecto posee un horizonte de evaluación a corto plazo, lo que implica que se debe hacer seguimiento al funcionamiento de los equipos para evitar el deterioro temprano y prever la renovación a tiempo.

Los recursos generados ya sea por convenios institucionales y/o asesoría a empresas del sector público o privado, permitirán que el laboratorio propicie la inversión en el mismo mediante la compra de nuevos equipos y otros accesorios acordes a las necesidades del laboratorio y su campo de acción.

5. PROPUESTA DEL MANUAL DE LABORATORIO PARA LAS ASIGNATURAS DE MATERIALES CERÁMICOS Y MATERIALES REFRACTARIOS, DEL PLAN DE ESTUDIOS DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA METALÚRGICA

Se espera que este manual del laboratorio de Materiales Cerámicos sirva de soporte práctico o experimental a los conceptos teóricos aprendidos por los estudiantes en las asignaturas de Materiales Refractarios y Materiales Cerámicos de los planes de estudio de pregrado y posgrado, respectivamente, de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales.

En las experiencias tituladas en esta propuesta, se incluyen ensayos que tienen que ver con la caracterización y selección de materias primas, la fabricación de materiales cerámicos y refractarios, así como también el estudio de sus propiedades físicas y mecánicas inherentes, las cuales permitirán calificar en cuanto a su aplicación y calidad a un producto cerámico y/o refractario.

5.1 REGLAMENTO DEL LABORATORIO

1. Las prácticas de laboratorio se inician máximo 15 minutos después de la hora fijada.
2. La inasistencia a una práctica debe ser justificada, en caso contrario, la calificación es cero en dicha práctica. Los retardos afectan la calificación.
3. En caso de daño de algún elemento o equipo del laboratorio por negligencia, el pago lo hará el estudiante causante de éste. La pérdida de algún elemento del laboratorio se le cobrará al grupo.
4. Los estudiantes deben respetar las normas de seguridad establecidas en el laboratorio.
5. Los estudiantes se dividen por grupos en común acuerdo con el profesor.

6. Al finalizar cada práctica el lugar e implementos de trabajo deben quedar completamente limpios y en orden.
7. Es obligatorio el uso de la bata de laboratorio durante el desarrollo de cada práctica.
8. Es indispensable que cada estudiante utilice un cuaderno o libreta de apuntes, para la anotación de los cálculos, resultados y observaciones en cada práctica.
9. Los informes pueden ser formales o informales, según lo determine el profesor, deben presentarse máximo una semana después de terminada cada practica; el incumplimiento de éste plazo, afectará la calificación. Los informes deberán ser individuales o por grupos según indicación del profesor, escritos a mano o en computador. Si se hace a mano se exige letra legible y con tinta negra.

10. Los informes deben contener:
 - ✓ Portada
 - ✓ Objetivo de la practica
 - ✓ Equipos y materiales utilizados
 - ✓ Resumen teórico (como máximo 2 páginas)
 - ✓ Procedimiento
 - ✓ Resultados
 - ✓ Cálculos, elaboración de graficas, etc.
 - ✓ Análisis de resultados
 - ✓ Respuestas a las preguntas formuladas
 - ✓ Conclusiones y observaciones
 - ✓ Bibliografía
 - ✓ Anexos (datos clave, glosario)

11. Los informes informales deben contener:
 - ✓ Objetivo de la practica

- ✓ Diagrama de flujo del procedimiento seguido para desarrollar la practica
- ✓ Resultados
- ✓ Cálculos, elaboración de tablas y graficas
- ✓ Análisis de resultados
- ✓ Respuestas a las preguntas formuladas
- ✓ Conclusiones y observaciones
- ✓ Bibliografía consultada

12. Para la evaluación del laboratorio y obtener la nota final se tendrá en cuenta:

- ✓ Talleres
- ✓ Informes
- ✓ Quices
- ✓ Examen final
- ✓ Practica libre
- ✓ Puntualidad y trabajo en el laboratorio
- ✓ Autoevaluación

OBSERVACIONES

1. Contribuya a la conservación del laboratorio y los equipos en orden y perfecto estado.
2. Antes de utilizar cualquier equipo cerciórese que esta en buen estado y que su manejo es correcto, de lo contrario pregunte al técnico o profesor.
3. No malgaste los reactivos, use la cantidad necesaria, el resto déjelo de manera que se conserve en buen estado o entréguelo al encargado del laboratorio.
4. Antes de usar cualquier reactivo, infórmese de las precauciones que se deben tener.
5. No olvide la buena presentación de los informes, además su redacción, ortografía y legibilidad.

6. El análisis de los resultados junto con las conclusiones son partes muy importantes dentro de los informes.
7. Trabaje con seriedad e interés; la experiencia adquirida en estas prácticas no solo le servirá en su profesión, también en su vida cotidiana.
8. Para la elaboración de los informes utilice las normas ICONTEC actualizadas para dicho fin.

CONTENIDO DE PRÁCTICAS

1. Caracterización mineralógica de arcillas por la técnica de difracción de rayos x.
2. Determinación de la plasticidad de arcillas (límites de Atterberg), según la norma ASTM D 4318-05
3. Determinación de densidad real de un sólido según la norma ASTM C 329-88 (1999) (Método del picnómetro)
4. Distribución granulométrica. Procedimiento para determinar la granulometría de suelos (Aplicado directamente a arcillas o suelos arcillosos)
5. Fabricación de cerámicos a partir de arcillas.
6. Caracterización física, mecánica y mineralógica de cerámicos. Determinación de absorción de agua, porosidad y gravedad específica aparente, densidad real (ASTM C373 – 88), resistencia a la flexión (ASTM C 674-88) y composición mineralógica por DRX.
7. Fabricación de refractarios silico-aluminosos densos a partir de arcillas caoliníticas.
8. Determinación de la refractariedad de los materiales refractarios (método de conos pirométricos)

5.2 PRÁCTICAS DE LABORATORIO

PRÁCTICA No 1.

CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA DE ARCILLAS POR LA TÉCNICA DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X

OBJETIVO

- ✓ Determinar la composición mineralógica de diferentes de arcillas por medio de la técnica de difracción de rayos x.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La técnica de difracción de rayos X, constituye un método experimental clásico y de amplio uso para la determinación de estructuras, tanto de sólidos cristalinos, como de las especies poliatómicas que puedan contener dichos sólidos.

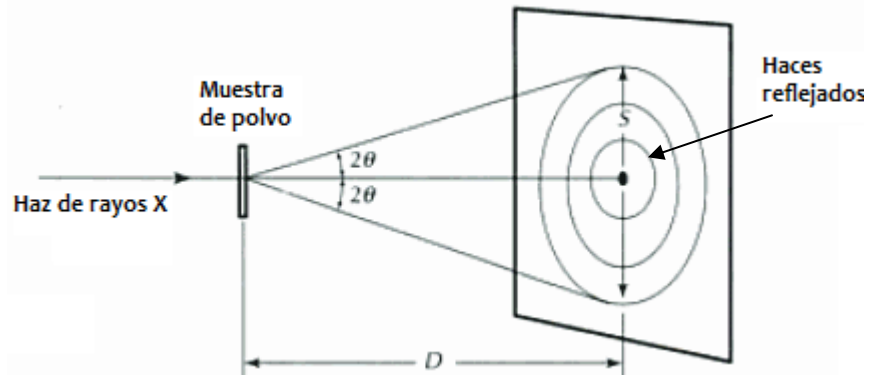
Esta técnica, se identifica, como una poderosa herramienta de trabajo, en distintas disciplinas científicas y tecnológicas, principalmente utilizando el método del polvo cristalino, que es la técnica mas empleada en la identificación de fases cristalinas, tanto en su aspecto cualitativo como cuantitativo. Una de las características más importantes de la técnica, es la sencillez de su práctica, con referencia a sus dispositivos experimentales y a los métodos de preparación de las muestras.

Fundamento de la técnica de difracción de rayos X

La difracción de rayos X, se rige bajo el principio del comportamiento de los rayos X, pues como es sabido, estos rayos, son capaces de atravesar a los sólidos y por tal razón cuando un haz de rayos X atraviesa un cristal, la radiación se dispersa al

interactuar con los electrones de los átomos (Figura 76). Esta dispersión se puede analizar para reconocer los diferentes planos de átomos o iones que se forman como resultado del carácter repetitivo de la estructura del cristal, en este caso, cada capa de átomos reflejará parte del haz de rayos X.

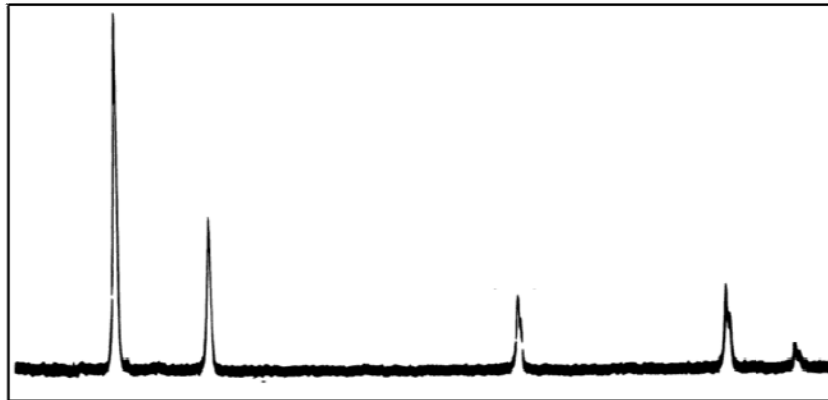
Figura 76. Difracción de rayos X por un preparado de polvo registrado en una placa plana



Como se observa en la figura 76, los haces reflejados en las capas sucesivas de los átomos del cristal pueden presentar ondas que en una determinada dirección estén en oposición con las ondas reflejadas por otras capas. Cuando esto ocurre, las ondas tienden a anularse mutuamente y se dice que se produce una interferencia destructiva. Si los haces reflejados están en concordancia de fase, se produce una interferencia constructiva, y tiene lugar cierta dispersión del haz como resultado de la interacción con los electrones de los átomos o iones del cristal.

Esta información es plasmada en un diagrama de difracción característico (figura 77), el cual arroja datos de la constitución de la muestra expuesta al haz de rayos X y la cantidad de especies que ella posea, es decir; el diagrama manifiesta la suma de los efectos de difracción individuales de cada una de las especies presentes en la muestra, pues este diagrama es considerado "la huella dactilar" de la fase cristalina que lo ha producido, pudiendo ser usado para su inequívoca identificación.

Figura 77. Diagrama de difracción de rayos X



El procedimiento de identificación de las fases, a partir de los diagramas de difracción de rayos X, se basa en que sólo es necesario contrastar los valores de los espacios y de las intensidades de las tres líneas más intensas del diagrama, con el diagrama estándar de la especie más representativa, para diferenciar las sustancias entre sí.

Actualmente, existe en la American Society for Testing Materials (ASTM) un archivo que reúne más de cien mil compuestos y cada sustancia tiene asignada una ficha de datos donde aparecen las tres principales reflexiones, todas ordenadas por espacios de mayor a menor sistema cristalino, grupo espacial, fórmula química, densidad y propiedades ópticas, lo cual favorece la determinación de resultados inequívocos, a pesar de tratarse de una técnica comparativa.

TEMAS DE INVESTIGACIÓN

- ✓ Técnicas o Métodos de difracción de rayos x
- ✓ Ley de Bragg
- ✓ Equipos de difracción de rayos x

EQUIPO Y MATERIALES

Difractómetro de rayos X, para método de polvo marca RIGAKU

Balanza analítica

Mortero de Ágata

Tamiz de 38 micrones

Espátula

PROCEDIMIENTO

1. Tomar cada muestra de arcilla y triturlarla con un mortero de ágata, lo más fino posible, hasta que alcance una granulometría de máximo 38 micrones.
2. Tomar 5g de cada muestra triturada y llevarla a un portamuestra, introduciendo el material de forma lateral hasta que sea cubierto en su totalidad y así mismo compactado dentro del portamuestra.
3. Ubicar el portamuestra en el equipo de difracción de rayos X.
4. Someter la muestra al haz de rayos X.
5. Posteriormente, los resultados son enviados al computador y por medio de un programa de datos, son ordenados en un diagrama o difractograma, en el cual son identificadas las especies presentes en la muestra de forma cuantitativa.
6. Si se desea obtener resultados de forma cualitativa, se agrega a la muestra de 5g, una sustancia estándar (corindón Al_2O_3), hasta que se homogenice y se realiza el montaje como se describe del paso dos en adelante. (El peso del material estándar debe ser del 20% p/p)

PREGUNTAS

1. Haga una comparación de los difractogramas obtenidos.
2. Según los resultados, que cerámicos considera que se pueden fabricar a partir de estas materias primas? y por qué?

3. Qué implicaciones se pueden encontrar en los cerámicos obtenidos a partir de estas materias primas?

BIBLIOGRAFÍA

MARTÍN J. D. SANFELIU T. GÓMEZ D. Mineralogía de arcillas cerámicas: El Permo-trías de Castelló., Universitat Jaume I. 2005.

MOELLER, T. MOELLER C. y BELTRÁN J. Química inorgánica. Tercera edición. Reverté, 1995.

MINGARRO M. Degradación y conservación del patrimonio arquitectónico. Editorial Complutense, 1996.

BARROW G. Química física para las ciencias de la vida. Reverte, 1977.

BROWN F. C. Física de los sólidos. Reverte, 2004.

KLEIN C. HURLBUT C.S. DANA J.D. Manual de mineralogía. Cuarta edición. Reverte, 2006.

PRÁCTICA No 2.

DETERMINACIÓN DE LA PLASTICIDAD DE ARCILLAS (LÍMITES DE ATTERBERG) SEGÚN LA NORMA ASTM D 4318-05.

OBJETIVO

- ✓ Determinar la plasticidad de diversas muestras arcillosas aplicando el método de los límites de Atterberg.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Plasticidad. La plasticidad es la propiedad que presentan las arcillas de dejarse moldear y adoptar una forma estable que perdure a lo largo de todo el proceso cerámico. Depende directamente del grado de humedad de la arcilla y es una propiedad controlable. Otros factores que influyen en la plasticidad de la arcilla son: la granulometría de sus componentes mineralógicos, así como la posible presencia de materia orgánica. La plasticidad de las arcillas comprende propiedades, tales como: cohesión, maleabilidad, poder ligante y viscosidad.

Según su plasticidad, se consideran dos grupos importantes de arcillas:

Arcilla grasa: tipo de arcilla muy plástica y poco consistente. Si hay pérdida de humedad puede llegar a agrietarse fácilmente. Casi siempre es necesario añadirle desengrasante con el fin de aumentar su consistencia.

Arcilla magra: tipo de arcilla poco plástica, cuando pierde humedad experimenta gran reducción de volumen y puede romperse con facilidad. Es necesario mezclarla con arcilla grasa para hacerla mas plástica.

Las arcillas, pueden presentar diversas propiedades en estado sólido, semisólido plástico y semilíquido o viscoso; según su naturaleza y la cantidad de agua que posean. El contenido de humedad que produce el paso de un estado a otro, es distinto para diferentes suelos arcillosos, por lo cual se creó la necesidad de definir límites, a los cuales se denominó; Límites de Atterberg, estos límites permiten separar la consistencia de los terrenos arcillosos en cuatro estados, como se observa en la tabla 17.

Tabla 17. Diagrama de consistencia de suelos finos de Atterberg

Humedad, w, creciente →				
Estados:	sólido	semisólido	plástico	semilíquido
Consistencia:	<i>dura</i>	<i>semidura</i>	<i>plástica</i>	<i>fluida</i>
Límites:		LR	LP	LL

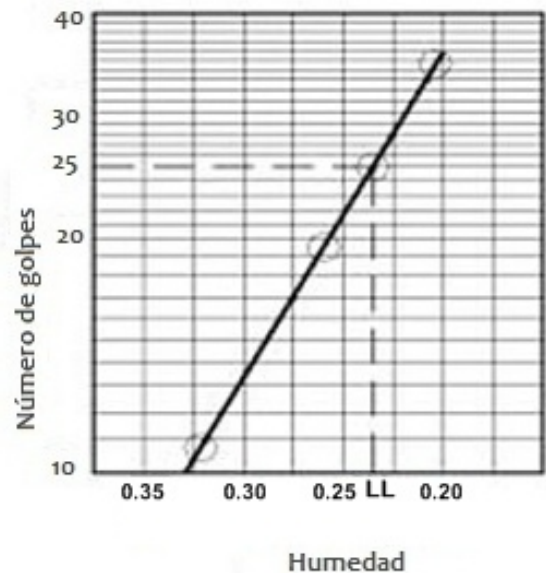
De acuerdo con esto, los límites de Atterberg, son; Limite líquido (LL), Limite plástico (LP), Limite de retracción (LR). La determinación de estos límites se realiza solamente sobre elementos finos que pasan por un tamiz de malla cuadrada de 0,5 mm, según normas internacionales, como la ASTM.

Límites de Atterberg

● Limite Líquido (LL). Contenido de humedad en porcentaje, respecto del peso de la arcilla seca, según el cual se considera que ésta, pasa de la consistencia plástica a la líquida. Experimentalmente, el límite líquido se determina con la ayuda de la cazuela de Casagrande (figura 78) que está compuesta de una cazuela metálica unida a un chasis mediante una excéntrica. Haciendo girar una manivela, la excéntrica levanta la cazuela y la deja caer libremente sobre la bancada desde una altura de un centímetro.

Sobre la mitad de la superficie de la copa se coloca una capa de la muestra que se desea estudiar, haciéndole un surco con la ayuda de un instrumento en V. El límite líquido, se define como la humedad para la cual los dos labios de la fisura se unen en una longitud de un centímetro, cuando se ha sometido a la cazuela a una serie de 25 golpes. La experiencia se realiza con diferentes humedades y numero de impactos, para registrarlo en el diagrama mostrado en la figura 78.

Figura 78. Aparato Casagrande y gráfico de ensayo



▀ Límite plástico (LP). Se define como la humedad para la cual la arcilla se convierte en plástica, es decir, se puede amasar antes de perder toda la coherencia. Experimentalmente, el límite de plasticidad, es la humedad que permite amasar la arcilla en forma de rollo con la palma de la mano sobre una superficie de vidrio (figura 79), sin deshacerse o fracturarse, hasta que el diámetro del cilindro de arcilla sea de 3,2 mm. Se elaboran varios cilindros de arcilla y a continuación se pesa, para así determinar su humedad; el promedio de éste valor se toma como resultado.

Figura 79. Prueba del límite plástico



▀ Límite de retracción o contracción (LR). Es la humedad para la cual la arcilla se fisura y pierde su coherencia por falta de agua. Se le define como la humedad justa y suficiente para llenar los poros de la arcilla cuando esta alcanza su volumen mínimo. Cuando disminuye la humedad de la arcilla, esta se torna de color más claro.

Se suelen relacionar estos límites para cuantificar la plasticidad de las arcillas. Así, los parámetros más utilizados son:

- ✓ Índice de plasticidad: $I_p = LL - LP$
- ✓ Índice de consistencia: $I_c = \frac{LL - W}{I_p}$, W (humedad)
- ✓ Índice de fluidez o liquidez: $I_f = \frac{W - LP}{I_p}$

La consistencia en el estado plástico, se puede considerar pastosa, blanda o firme, según vaya reduciéndose su grado de humedad. Los valores del índice de consistencia y el de fluidez, en esos casos son:

$I_c = 0 \dots 0,5 \dots 0,75 \dots 1$, correspondiendo a: $I_f = 1 \dots 0,75 \dots 0,5 \dots 0$.

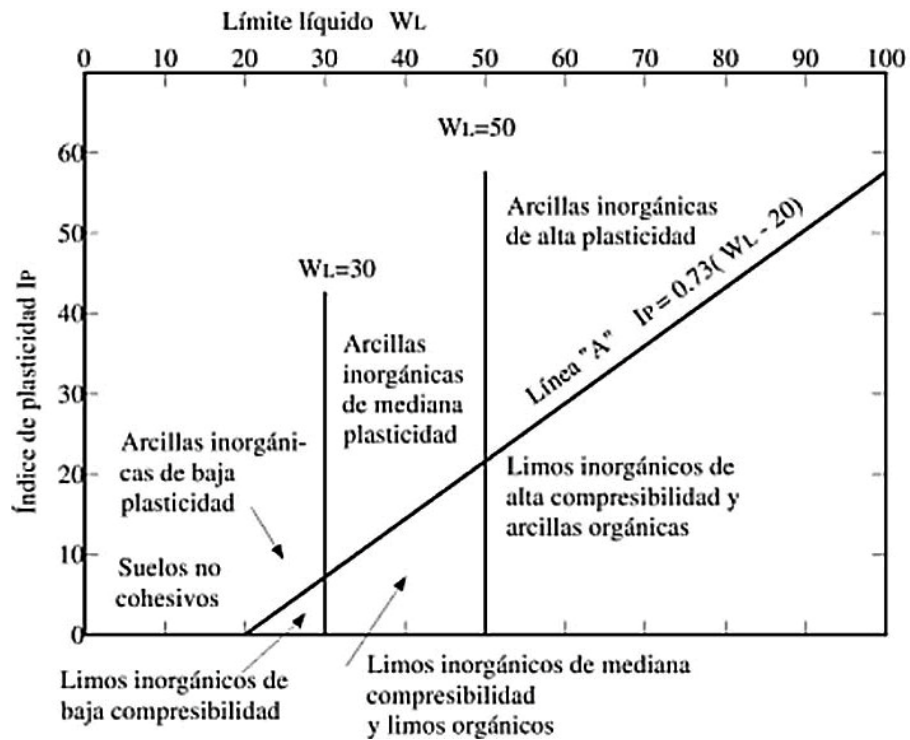
Cuando $I_f = 0$, la humedad (W) tiende a ser igual a LP , entonces $I_c = 1$; cuando $I_f = 1$, la humedad (W) tiende a ser igual a LL , entonces $I_c = 0$.

Muchas de esas relaciones se representan en el grafico de plasticidad de Casagrande, expuesto en la figura 80.

TEMAS DE INVESTIGACIÓN

- ✓ Técnicas para determinar la plasticidad de las arcillas
- ✓ Norma ASTM D 4318. Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

Figura 80. Diagrama de plasticidad de Casagrande



PROCEDIMIENTO

I. DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO (L. L)

1. Pesar entre 150 y 200 g de arcilla, que pase por el tamiz 425 micras (ASTM No 40).
2. Ajuste del aparato Casagrande:
 - a. Verificar que el aparato de Casagrande se encuentre en buen estado, que la cazuela y la base estén limpias y secas.
 - b. Ajustar la altura de la caída de la cazuela, girando la manivela hasta que ésta se eleve a su mayor altura.
 - c. Con ayuda del calibrador de 10mm, verifique que la distancia entre el punto de percusión y la base sea **exactamente** de 10 mm. Si el ajuste es correcto se escuchará un ligero campanileo producido por la leva al golpear el tope de la cazuela; si ésta se levanta sobre el calibre o no se escucha ningún sonido debe realizarse un nuevo ajuste.
3. Mezclar la muestra de arcilla en un plato de evaporación, agregando la cantidad de agua necesaria hasta obtener una mezcla homogénea.
4. Curar la muestra durante el tiempo necesario para que las fases líquidas y sólidas se mezclen homogéneamente.⁸³
5. Al obtener la consistencia requerida, suministrar aproximadamente de 15 a 35 golpes para cerrar la ranura y tomar una porción de la mezcla ligeramente mayor a la cantidad que se someterá al ensayo.
6. Colocar la porción de muestra en la cazuela, ésta debe quedar centrada sobre el punto de apoyo de la cazuela con la base. Comprimir y extender la muestra con la espátula, evitando concentrar burbujas de aire en la mezcla.

⁸³ En suelos de alta plasticidad este plazo no debe ser menor que 24 horas. En suelos de baja plasticidad este plazo debe ser mucho menor y en ciertos casos puede eliminarse.

7. Enrasar y nivelar a 10 mm en el punto de una longitud de surco, medida sobre la superficie nivelada de aproximadamente 63 mm. Reincorporar el material excedente al plato de evaporación o recipiente de mezclado.⁸⁴
8. Dividir la pasta cuidadosamente, pasando el acanalador a lo largo del diámetro que pasa por el eje de simetría de la cazuela, hasta formar una ranura bien delineada y de las dimensiones definidas. La formación de la ranura se debe realizar con el mínimo número de pasadas, limpiando el acanalador después de cada una de ellas.
9. Girar la manivela levantando y dejando caer la cazuela con una frecuencia, aproximadamente de dos golpes por segundo, hasta que las paredes de la ranura entren en contacto en el fondo del surco a lo largo de un tramo de 10 a 13 mm.
10. Retirar el material acumulado en el fondo del surco, colocarlo en un recipiente y determinar su humedad.
11. Repetir el proceso mínimo tres veces.

II. DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO (L.P)

MÉTODO MANUAL:

1. Seleccionar ± 20 g. del material preparado anteriormente para el ensayo de Limite Líquido.⁸⁵
2. Reducir el contenido de humedad amasando con las manos, hasta que se logre formar esferas de arcilla.
3. Tomar una porción de muestra de aproximadamente 1 cm^3 .
4. Amasar la muestra con las manos y luego hacerla rodar con las palmas hasta formar un cilindro que se apoye sobre una superficie preferiblemente de vidrio y

⁸⁴ El nivelado a 10 mm implica un volumen de material de aproximadamente 16 mm^3 y una longitud de surco, medida sobre la superficie nivelada de aproximadamente 63 mm.

⁸⁵ En caso de que solo se requiera determinar el límite plástico, la muestra se debe preparar de igual forma que lo realizado en el ensayo de límite líquido, disminuyendo en una pequeña proporción el contenido de humedad.

apisonarla solo con el peso de la mano; cuando el cilindro alcance un diámetro de aproximadamente 3mm, amasar nuevamente y volver a conformar el cilindro.

5. Repetir la operación hasta que el cilindro se disgregue o forme fisuras al llegar a un diámetro de aproximadamente 3.2 mm.⁸⁶
6. Reunir las fracciones del cilindro disgregado y colocarlas en un recipiente tarado para determinar y registrar su humedad.
7. Repetir las etapas anteriores con dos porciones más de la muestra de ensayo.⁸⁷

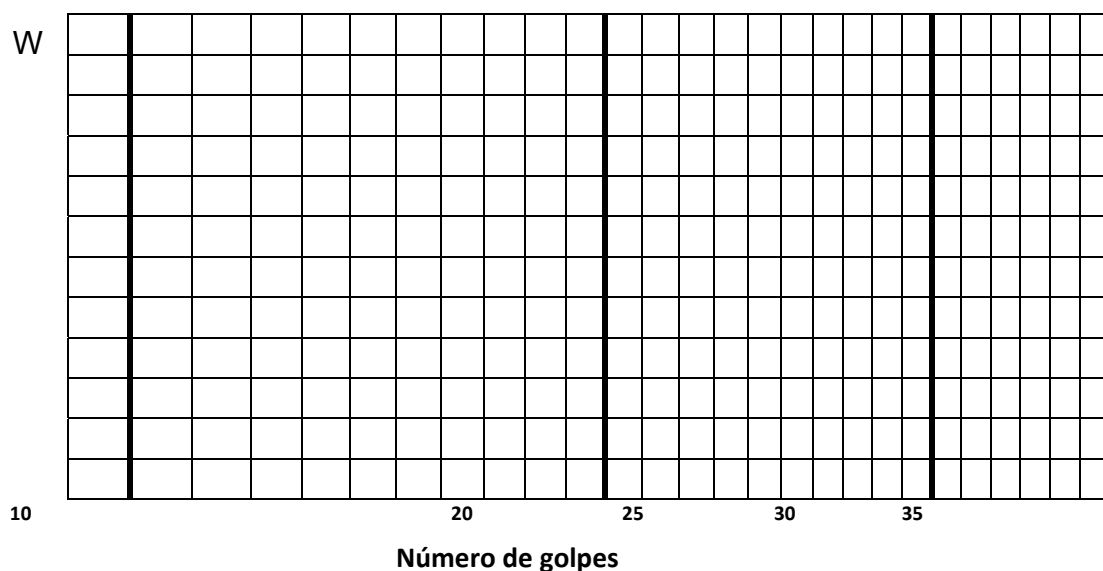
PREGUNTAS

1. Grafique el % de humedad (W) Vs. Log de número de golpes (N) y determine a partir de ello, el límite líquido de las arcillas. (figura 81).
2. Construir la recta o curva de flujo en el diagrama de plasticidad de Casagrande (figura del diagrama), y de acuerdo a éste, determinar la plasticidad de las arcillas estudiadas.
3. De forma matemática, calcule el índice de plasticidad de las arcillas.
4. Existen otros métodos alternativos para la determinación de la plasticidad de arcillas?.
5. Los resultados obtenidos en la determinación del índice de plasticidad de la muestra problema son coherentes con los esperados, teniendo en cuenta la composición mineralógica de las arcillas?. Justifique su respuesta.
6. Que problemas en la obtención de cerámicos conlleva una baja y alta plasticidad de las arcillas?

⁸⁶ Si esta disgregación se produce cuando se alcanza un diámetro mayor a 3 mm, puede considerarse como un punto final satisfactorio, siempre y cuando el material haya podido conformar previamente un cilindro de 3 mm.

⁸⁷ Se recomienda efectuar este ensayo en cámara húmeda. Si no se cuenta con este equipo deben tomarse las precauciones necesarias para reducir la evaporación.

Figura 81. Grafico de ensayo de Casagrande, % de humedad contra número de golpes



BIBLIOGRAFÍA

ASTM D 4318-05. American Society for Testing Materials, Standard Test Methods for Liquid limit, Plastic Limit, and Plasticity index of Soils.

MORALES, Juan. Tecnología de los materiales cerámicos. Ediciones Díaz de Santos, 2006.

MELGAREJO, Joan. Atlas de asociaciones minerales en lámina delgada. Editions Universitat Barcelona, 2003.

DAS, Braja. Fundamentos de ingeniería geotécnica. Cengage Learning Editores, 2001.

Sanz, J. J. Mecánica de suelos. Reunión de ingenieros, Reverte, 1975.

GONZÁLEZ, Matilde. El Terreno. Edition: illustrated. Ediciones UPC, 2001.

PRÁCTICA No 3

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD REAL DE UN SÓLIDO SEGÚN LA NORMA ASTM C329-88 (1999) (MÉTODO DEL PICNÓMETRO)

OBJETIVO

- ✓ Determinar la densidad real de las muestras de arcillas.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Debido a la importancia que tiene la superficie específica para los tamaños de áridos que corresponden a los materiales granulares, y a la relevancia que adquieren los poros accesibles, sobre todo en el aumento de esta superficie específica, se distinguen en ellos lo que se denomina densidad aparente, densidad real y densidad del sólido.

Se denomina densidad real de un sólido, al peso por unidad de volumen de la composición sólida del mismo, sin contener el espacio poroso. Se expresa en g/cm^3 y es independiente del tamaño de las partículas. Su determinación es importante para el cálculo del espacio poroso, la superficie específica y la velocidad de sedimentación en un medio líquido.

Los valores de la densidad real, oscilan entre 2.60 y 2.75 g/cm^3 , ya que los materiales predominantes en la mayoría de los suelos (cuarzo, feldespato y sílice) tienen valores próximos a los mencionados. Valores inferiores indicarían la presencia de porcentajes elevados de materia orgánica, que debido a su escasa densidad, modifica ese promedio.

El conocimiento de las partículas del suelo o densidad real junto con la densidad aparente permiten calcular la porosidad total del sólido; también permiten evaluar la concentración de los sólidos en suspensión y determinar la velocidad de sedimentación en la predicción de pérdida del sólido, en análisis mecánicos, en erosión y conservación del mismo.

La densidad aparente refleja la masa de una unidad de volumen de un sólido seco y no perturbado, para que incluya tanto a la fase sólida como a la gaseosa englobada en ella. Para establecerla debemos tomar un volumen suficiente para que la heterogeneidad del sólido quede suficientemente representada y su efecto atenuado.

La diferencia entre ambas densidades radica en el volumen que se considere. Esto es, la densidad real comprende al volumen de partículas únicamente, mientras que la densidad aparente calculará el volumen de las partículas y el volumen vacío. Es importante hacer mención de las dos densidades, para tener clara la importancia que cada una amerita.

El método experimental más utilizado para medir la densidad de los sólidos o gravedad específica, es el método del picnómetro. Consiste en determinar la masa y el volumen de los sólidos del suelo a través de un frasco de volumen conocido, en este caso el picnómetro (Figura 82).

Figura 82. Picnómetro



Cálculo de la Densidad Real

$$\rho = (M_o * \rho_l) / [M_o + (M_a - M_b)]$$

Donde

ρ : Densidad real del mineral

M_o : Peso de la muestra sólida seca

ρ_l : Densidad del líquido

M_a : Peso del picnómetro lleno de agua

M_b : Peso del picnómetro con agua más muestra

TEMAS DE INVESTIGACIÓN

- ✓ Porosidad en materiales cerámicos
- ✓ Capacidad de absorción de agua

EQUIPO Y MATERIALES

Balanza analítica

Capsula de porcelana

Estufa

Desecador

Espátula

Picnómetro

Capilar

Termómetro

Agua preferiblemente destilada

PROCEDIMIENTO⁸⁸

1. Secar 1 Kg de muestra a una temperatura de $110\pm 5^{\circ}\text{C}$. La granulometría del mineral debe ser $<4.75\text{mm}$.
2. Pesar el picnómetro vacío, M_f , previamente limpio y seco (secar en estufa de laboratorio).
3. Introducir dentro del picnómetro el mineral en estudio (ocupando entre la mitad y las $\frac{3}{4}$ partes del volumen del picnómetro) y pesar.
4. Posteriormente restar la masa del picnómetro vacío (M_f), y así determinar el peso de la muestra seca (M_o) (para muestras con partículas de tamaño máximo de 2mm el peso mínimo de la muestra es de 20g, para tamaños máximos de 4.75mm son 100g).
5. Adicionar líquido para humectar completamente el sólido y sacar todas las burbujas de aire que están presentes. El líquido elegido debe humectar completamente el mineral de tal forma que penetre fácilmente en el interior de los poros y además no presente ninguna reacción con el sólido.
6. Completar con el líquido hasta llenar el picnómetro (tener en cuenta la tapa y el capilar) y pesar, M_b .
7. Vaciar el picnómetro y limpiarlo
8. Llenar el picnómetro con el líquido elegido y pesar, M_a .
9. Introducir el termómetro en el agua y registrar la temperatura, con 0.5°C de precisión.
10. Registrar los datos en la tabla 18, y realizar los cálculos necesarios para la determinación de la densidad real de las arcillas dadas.

⁸⁸ El procedimiento se realiza con base en la tesis de grado "ESTUDIO DEL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS CAOLINES DEL MUNICIPIO de OIBA SANTANDER USANDO FLOTACIÓN COLUMNAR". UIS 2005

Tabla 18. Determinación de la densidad real de una muestra de arcilla

MUESTRA	Mp (g)	Mo (g)	Ma (g)	Mb (g)	DR (g/cm ³)	PROMEDIO	DIFERENCIA

PREGUNTAS

- ✓ Qué importancia tiene la distribución granulométrica de los agregados de arcilla?
- ✓ Mencione que otros factores se deben tener en cuenta en el cálculo de la densidad de las arcillas, explique.
- ✓ Que otros métodos existen, para la determinación de la densidad real en sólidos?

BIBLIOGRAFÍA

MINGARRO M. Degradación y conservación del patrimonio arquitectónico. Editorial Complutense, 1996.

CALA, José, GARCÍA Yezid. Tesis de grado; Estudio del mejoramiento de la calidad de los caolines del municipio de Oiba Santander usando flotación columnar. UIS 2005

ASTM C329-88 (1999). Standard Test Method for Specific Gravity of Fired Ceramic Whiteware Materials).

VALDERRAMA, J.O., Revista de Información Tecnológica. Publicado por Centro de Información Tecnológica, Vol. 6, Chile 1995.

PRACTICA No 4

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE SUELOS (Aplicado directamente a arcillas o suelos arcillosos)

OBJETIVOS

- ✓ Determinar el análisis granulométrico a una muestra de arcilla (suelo arcilloso), a partir de la Norma Colombiana INVE 125 y 126.

- ✓ Familiarizarse y aprender el uso del fotosedimentador Lumosed, para determinar el análisis microgranulométrico de la muestra objeto de estudio.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La determinación de análisis granulométrico en muestras arcillosas, así como no arcillosas se aplica con el objetivo de identificar la distribución y tamaño de los agregados que la componen (arcilla, arena, fase intermedia, lodos, etc.).

Un estudio completo de análisis granulométrico para una muestra de arcilla incluye dos etapas: distribución granulométrica y distribución microgranulométrica, respectivamente.

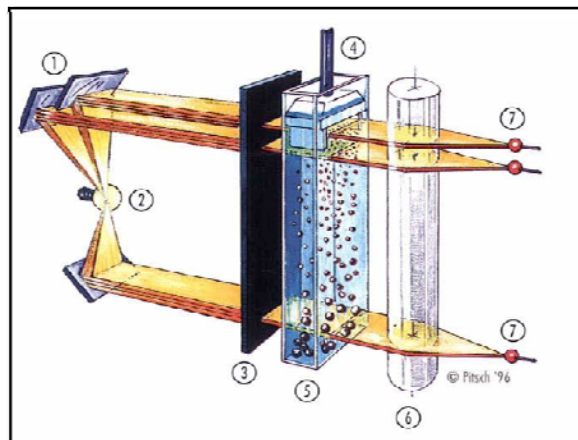
La distribución granulométrica de la arcilla permite determinar el proceso de fabricación del material cerámico, pues esta va a repercutir en etapas como conformado y secado, así como en las propiedades mecánicas de los productos terminados.

Para garantizar los resultados del análisis granulométrico es indispensable someter la muestra a un tratamiento de atrición (disgregación) que permita la formación de sistemas dispersos estables de los sólidos y partículas coloidales. La norma ASTM C117, describe el procedimiento establecido para la determinación de distribución granulométrica.

Para realizar el análisis microgranulométrico de una muestra de material arcilloso es necesario conocer previamente la densidad real de dicha arcilla, la cual puede ser utilizada como propiedad distintiva en leptosoles (suelos naturales, minerales que no están helados de forma permanente y que están limitados por una roca continua a menos de 25 cm de la superficie).

Con la ayuda del fotosedimentador LUMOSSED, y su técnica de fotosedimentación gravitacional, se calcula la distribución de tamaño de partículas en un fluido en dispersión. Donde una muestra de ciento cincuenta mililitros (150 ml), es homogenizada usando un agitador; el líquido se deja en reposo y los coeficientes de sedimentación, correspondientes a una muestra dada, se calculan midiendo el cambio en la concentración de sólidos, en tres niveles diferentes (figura 83).

Figura 83. Esquema de fotosedimentador LUMOSSED



Especificaciones del fotosedimentador LUMOSED

1. Espejos planos
2. Medio luminoso
3. Niveles de medida
4. Barra homogenizadora
5. Recipiente
6. Prisma
7. Sensores

TEMAS DE INVESTIGACIÓN

- ✓ Norma Colombiana INVE 125 y 126.
- ✓ Manual de operación del fotosedimentador Lumosed.
- ✓ Clasificación granulométrica para los productos cerámicos mas representativos.

EQUIPO Y MATERIALES

Muestra de arcilla (300g)	Recipiente de mezclado
Fotosedimentador Lumosed	Agua destilada
Balanza	Bandeja
Aspas de doble hélice	Conjunto de mallas Tyler #60, #100,
Espatula	#140, #200

PROCEDIMIENTO

1. Pesar 300 g de muestra representativa de la arcilla.
2. Preparar una pulpa 10 % p/p.

3. Agregar pirofosfato de sodio⁸⁹, agitar con aspas de doble hélice a 1200 rev/min, durante 15 minutos.
4. Llevar la pulpa al pH necesario para lograr la adecuada dispersión de la arcilla y de ésta forma evitar la aglomeración. Realizar el tamizado en húmedo, utilizando el conjunto de mallas #60, #100, #140, #200 Tyler. Dejar secar cada malla y limpiarla, retirar el material retenido y registrar su peso.
5. El pasante de la malla 200 debe ser recogido y homogenizado para recolectar alrededor de 50 o 100 ml.
6. Llevar la muestra anterior al fotosedimentador lumosed, en donde se realizará la prueba de análisis microgranulométrico.⁹⁰
7. Registrar los resultados y presentarlos gráficamente.

TIPO DE ANALISIS	TAMAÑO DE PARTÍCULA (µm)	% PASANTE	% RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	2000				
	250				
	150				
	106				
	75				
ANÁLISIS MICRO - GRANULOMÉTRICO					

⁸⁹ La cantidad de pirofosfatos estará entre 0.25 y 0.75% p/p, esta cantidad debe ser calculada con base en el análisis de potencial Zeta, de igual forma que el pH. El conjunto de mallas es variable, de acuerdo a la necesidad.

⁹⁰ Teniendo en cuenta que el fotosedimentador registra diámetros de partícula entre 1 y 250 micrómetros, y que el manual del equipo recomienda que el rango de partícula de la muestra a analizar no cubra todo el rango, entonces podemos utilizar las mallas #60, #100, #140, #200 en el punto 4.

PREGUNTAS

1. Haga una comparación entre las normas ASTM C117 y Colombiana INVE 125 y 126.
- 2.Cuál es la clasificación granulométrica establecida para la industria ladrillera?
- 3.Cuál es la influencia de las fases gruesa y fina de una muestra de arcilla en la fabricación de un producto cerámico?
4. De los resultados obtenidos con la muestra de arcilla analizada, determine para qué clase de producto cerámico es apta.
5. Grafique los resultados obtenidos y redacte sus propias conclusiones.

BIBLIOGRAFÍA

Norma Colombiana INVE 125 y 126. Límite líquido, límite plástico e Índice de plasticidad.

ASTM C117. Standard Test Method for Materials Finer than 75- μm (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing

PRACTICA No 5

FABRICACIÓN DE CERÁMICOS A PARTIR DE ARCILLAS

OBJETIVO

- ✓ Desarrollar probetas cerámicas a partir de arcillas bajo diferentes condiciones de conformado, secado y sinterizado.
- ✓ Caracterizar física, mecánica y mineralógicamente los cerámicos obtenidos.

- ✓ Evaluar el efecto sobre la calidad del producto que tienen las diferentes variables de cada etapa de fabricación del cerámico.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Los productos de arcilla forman un grupo de cerámicos tradicionales que se utilizan para la producción de tubos, ladrillos, elementos de cocina y otros productos comunes.

Normalmente los materiales cerámicos tradicionales están constituidos por tres componentes básicos: arcilla, sílice y feldespato. La arcilla junto con el agua sirven como aglutinante inicial para los polvos cerámicos, mientras que el feldespato $[(K, Na)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2]$ sirve como agente fundente (formador de vidrio) durante el tratamiento térmico posterior. Al grupo de cerámicos tradicionales pertenecen ladrillos, baldosas y tejas que se utilizan en la industria de la construcción, así como las porcelanas eléctricas.

Los productos cerámicos más tradicionales y técnicos son manufacturados compactando los polvos en matrices, ya sea por prensado o por extrusión, para posteriormente someterlas a altas temperaturas para enlazar las partículas entre sí (sinterización).

Del cuidado y las condiciones con que se lleven a cabo cada una de las etapas va a depender la calidad del producto final. Las etapas de producción de un cerámico son básicamente cuatro.

1. PREPARACIÓN DE LA PASTA:

- *Ajuste granulométrico:* Dependiendo de la finura de la arcilla, esta tendrá mayor o menor grado de plasticidad. El ajuste se hace por medios mecánicos.

- ▮ *Ajuste por contracción:* Consiste en agregar arena o arcillas no plásticas.
- ▮ *Ajustes por humedad:* Se realiza teniendo en cuenta las especificaciones dadas por los límites de Atterberg.
- ▮ *Mezcla homogénea:* se debe lograr una misma composición en toda la composición ya sea por batido o por otros procesos mecánicos.

2. CONFORMADO

- ✓ *MOLDEO:* Depende del proceso de producción, que se realiza generalmente con equipo de prensado, en donde se utiliza una prensa hidráulica y un molde para dar la forma a la arcilla y generar el producto con la geometría deseada.

El prensado es la compactación simultánea y conformación de un polvo o material granular confinado en una matriz rígida o en un molde flexible. Para las operaciones de prensado industrial, el alimento de polvo está en forma de gránulos de tamaño controlado y deformado. Los gránulos alimentados contienen aditivos y son comúnmente preparados por un secado o granulación en spray.

El prensado, como proceso de conformado, es el más practicado por razones de productividad y se cuenta con la habilidad de producir partes ampliamente referenciadas en tamaño y forma. Los productos producidos por el prensado incluyen una gran variedad de cerámicos magnéticos y dieléctricos, cerámicos de ingeniería, tejas y porcelanas, refractarios de grano grueso, ruedas abrasivas, y productos estructurales de arcilla.

3. SECADO

Durante el proceso de secado se evapora el agua de hidratación, de lo contrario, se pueden producir roturas en el proceso de cocción, donde la evaporación es demasiado rápida que es provocada por el calor de las llamas (método artesanal).

Para evitar los riesgos, es necesario que el secado se haga de forma gradual y progresiva en lugares frescos y aireados, lejos de corrientes fuertes de aire o fuentes de calor.

4. COCCIÓN

La cocción se entiende como la última fase de la producción cerámica, de este depende el éxito o fracaso de todo el trabajo mencionado anteriormente. Es el paso por el cual el objeto conformado y secado se convierte en un cuerpo cerámico sólido y resistente al paso del tiempo. Durante la cocción se produce una sinterización intensa de la arcilla, y una vitrificación adecuada.

El proceso de cocción se deben llevar a cabo manejando una curva de temperaturas de la cual dependerán varias de las características del cerámico, ya que si es mal manejada esta curva pueden haber problemas con el dicho material, por ejemplo la generación de esfuerzos residuales produce agrietamientos.

TEMAS DE INVESTIGACIÓN

- ✓ Preparación de materiales cerámicos
- ✓ Técnicas de conformado
- ✓ Composición química de una mezcla de arcilla apta para la fabricación de un ladrillo.
- ✓ La curva de temperaturas estándar para la fabricación de cuerpos cerámicos.

EQUIPO Y MATERIALES

Muestra de arcilla	Bandejas
Silicona en aerosol	Estufa
Horno o Mufla (1200 °C)	Espátula

Balanza analítica

Pinza

Calibrador

Molde en acero (4cm de ancho, 4cm alto y 8cm de largo)⁹¹

PROCEDIMIENTO

I. SELECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA:

Seleccionar una muestra de arcilla de alta plasticidad, consistencia, homogeneidad y moldeo, según los ensayos realizados en prácticas anteriormente realizadas.

II. PREPARACIÓN DE LA PASTA.

Una vez obtenida la arcilla de granulometría adecuada, agregar agua hasta que la arcilla alcance su estado plástico. La plasticidad de la arcilla será obtenida a partir de la experiencia realizada en la práctica No 2. DETERMINACIÓN DE LA PLASTICIDAD DE ARCILLAS (LÍMITES DE ATTERBERG).

III. CONFORMADO.

1. Agregar silicona sobre las caras internas de los moldes en acero. Con eso se facilita el desmoldeo de la pieza.
2. Introducir la pasta en el molde y con ayuda de la prensa aplicar una presión.
3. Desmoldar la pieza y medir cada una de las probetas, registrar los valores en la siguiente tabla.

⁹¹ Las medidas del molde están sujetas a la norma ICONTEC 451, Para la construcción.

PROBETA No	ALTO	ANCHO	LARGO

4. Repetir el procedimiento anterior variando la presión de conformado.

IV. SECADO

1. Exponer la muestra conformada al ambiente, preferiblemente en una parte seca), a temperatura de 25°C por 24 horas.
2. Registrar las dimensiones de las probetas.

PROBETA No	ALTO	ANCHO	LARGO

V. SINTERIZACIÓN

1. Mediante una mufla que alcance los 1200 °C, realizar el proceso de cocción bajo las siguientes condiciones:
Velocidad de calentamiento: 2°C/min

Temperaturas de cocción: 700, 900 y 1100°C.

Tiempo de residencia: 2 horas.

Dejar enfriar dentro del horno.

2. Sacar las probetas del horno y llevarlas de inmediato al desecador, para someterlas a posteriores ensayos.
3. Registrar las dimensiones de los cerámicos.

PROBETA No	ALTO	ANCHO	LARGO

4. Identificar las diferencias de textura y color entre las diferentes probetas cerámicas.

PREGUNTAS

1. Cuáles son las características macroscópicas de las probetas obtenidas al final de cada etapa de conformado?
2. Graficar la curva de cocción, T (°C) vs. t (horas), de acuerdo con las variables de temperatura utilizadas para la fabricación de la pieza cerámica.
3. Graficar la curva de gresificación, % contracción vs. T (°C). Describa el comportamiento de la curva de acuerdo a los resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

MORALES GÜETO, J. Tecnología de los materiales cerámicos. Ediciones Díaz de Santos, 2005.

Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes
Normas ICONTEC para la construcción (norma 451)

PRACTICA No 6

**CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y MINERALÓGICA DE CERÁMICOS.
DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE AGUA, POROSIDAD Y GRAVEDAD
ESPECÍFICA APARENTE, DENSIDAD REAL (ASTM C 373–88), RESISTENCIA
A LA FLEXIÓN (ASTM C 674-88) Y COMPOSICIÓN MINERALÓGICA POR DRX**

OBJETIVO

- ▀ Caracterizar físico-químicamente las piezas cerámicas obtenidas en la práctica anterior, por medio de la determinación de absorción de agua, densidad, y porosidad aparente, y resistencia a la flexión.
- ▀ Determinar la composición mineralógica de los cerámicos por la técnica de difracción de rayos x.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Las propiedades físicas de absorción de agua, densidad real, porosidad y densidad aparente constituyen unos de los principales parámetros de determinación del grado de densificación (sinterización) de un cerámico.

Durante la sinterización las partículas se unen, reduciendo en forma gradual el volumen de los espacios o poros entre ellas. **El Grado de Sinterización** o densificación de un cerámico depende de factores como la densidad inicial, la temperatura, el tiempo, el mecanismo de sinterización, el tamaño promedio de partícula y la distribución de tamaños de las partículas. La densificación de un cerámico se determina con la siguiente relación:

$$\% \text{ densificación} = [\rho_{\text{aparente}} / \rho_{\text{real}}] * 100$$

Donde:

ρ_{aparente} es la densidad aparente y
 ρ_{real} es la densidad real.

Un parámetro directamente relacionado con la resistencia a la flexión es el modulo de ruptura que indica la tensión máxima que un espécimen de prueba rectangular puede soportar en una prueba de flexión hasta que se rompe, expresado en N/mm² o MPa.

Para su determinación las muestras, ya sean cilíndricas o rectangulares, se apoyan en los soportes dentro de un espacio adecuado y una carga es aplicada en el punto medio entre los apoyos de manera uniforme hasta que la rotura se produce.

Las dimensiones de las probetas rectangulares son aproximadamente 1 pulgada (25,4 mm) por 0,50 pulgadas (12,7 mm) en sección transversal y, por lo menos 4,50 pulgadas (114 mm) de longitud para permitir una pendiente de al menos 0,25 pulg en cada extremo cuando son montadas en los soportes.

TEMAS DE INVESTIGACIÓN

- NORMA ASTM C 373 – 88. Standard Test Method for Water Absorption, Bulk Density, Apparent Porosity, and Apparent Specific Gravity of Fired Whiteware Products.
- NORMA ASTM C 674 – 88 Standard Test Methods for Flexural Properties of .Ceramic Whiteware Materials
- Norma NTC 4205 Unidades Silico - Calcáreas
- ASTM C 20 – 00 (Reaprovada 2005) Standard Test Methods for Apparent Porosity, Water Absorption, Apparent Specific Gravity, and Bulk Density of Burned Refractory Brick and Shapes by Boiling Water

EQUIPO Y MATERIALES

Balanza analítica	Alambre
Estufa	Trozo de lino o algodón
Vasos de precipitados de 500mL	Probetas que presenten pocos defectos y en lo posible no contengan grietas
Agua destilada	
Pinzas	
Placa de calentamiento	

PROCEDIMIENTO⁹²

I. DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE AGUA, DENSIDAD REAL, POROSIDAD Y GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE

1. Secar la probeta en una estufa, a una temperatura de 105 a 150 °C, por un tiempo de tres horas.⁹³

⁹² El procedimiento de realizó con base en el Método estándar para determinar absorción de agua, densidad real, porosidad, gravedad especifica aparente de productos cocidos de arcilla. (ASTM 373-88)

2. Extraer la probeta de la estufa y llevar al desecador hasta que alcance la temperatura ambiente, y posteriormente pesar con una precisión de 0.01 g. registrar este peso como D⁹⁴.
3. Colocar la probeta en un vaso de precipitado evitando que toque el fondo y las paredes del mismo. Verter la suficiente agua destilada, hasta que la probeta sea cubierta totalmente.
4. Hervir por dos (2) horas, teniendo en cuenta que en todo momento el nivel de agua debe cubrir a la probeta.
5. Luego de la ebullición, dejar hundida la probeta durante 24 horas.
6. Sacar la probeta del recipiente y pesarla suspendida en agua, es decir, mida su peso en el agua mediante una rejilla, canasta o un alambre enrollado sobre ella. Tomar este dato como S con una precisión de 0.01 g.
7. Moje una lanilla con agua destilada y exprimirla hasta que quede ligeramente húmeda.
8. Sacar la probeta del agua y envolverla ligeramente en la lanilla húmeda por corto tiempo, de tal forma que no escurra agua. Luego pesarla obteniendo el dato M con una aproximación de 0.01 g.
9. Los resultados se calculan según especificaciones de la norma ASTM C373.

CÁLCULOS

- ✓ Masa seca, D, (g).
- ✓ Masa, S ±0.01g. Después de impregnar la probeta de ensayo.
- ✓ Masa saturada, M, (g).
- ✓ Volumen exterior , V, (cm³):

$$V = M - S$$

⁹³ El peso de la probeta debe ser superior a 50 g.

⁹⁴ Si la probeta presenta indicios de desmoronamiento en cualquiera de las etapas del ensayo. El primer paso debe ser repetido para verificar su peso D.

- ✓ Volumen de poros abiertos V_{op} y porción impenetrable V_{ip} en centímetros cúbicos:

$$V_{op} = M - D$$

$$V_{ip} = D - S$$

- ✓ Porosidad aparente, P , expresada como porcentaje: Es la relación del volumen de los poros abiertos de la probeta con el volumen exterior.

$$P = \left[\frac{M - D}{V} \right] \times 100$$

- ✓ Absorción de agua, A , expresada como porcentaje, entre la masa de agua absorbida y la masa de la probeta seca.

$$A = \left[\frac{M - D}{D} \right] \times 100$$

- ✓ Gravedad aparente específica, T , de la proporción de la probeta de ensayo que es impenetrable al agua.

$$T = \frac{D}{D - S}$$

- ✓ Densidad volumétrica, B , en gramos por centímetro cúbico de una probeta, es el cociente de la masa seca dividida por el volumen exterior, incluyendo poros.

$$B = \frac{D}{V}$$

II. DETERMINACIÓN DEL MODULO DE ROTURA

EQUIPO Y MATERIALES

- ✓ Máquina universal de ensayos mecánicos.

- ✓ Probetas cerámicas rectangulares (25,4 x 12,7 x 4,50) milímetros aprox.
- ✓ Soportes para la geometría de las probetas

PROCEDIMIENTO:

1. Colocar la probeta sobre los soportes, a espacio 4,0 pulgadas (102 mm) entre los centros, dejando un espacio en los extremos de por lo menos 0,25 pulgadas (6,4 mm).
2. Aplicar la carga a un ángulo recto, a 1 pulgada (25,4 mm) de la superficie de la probeta y a la mitad del largo entre los bordes. Romper las muestras en una sola parte.
3. Aplicar la carga de manera uniforme a razón de 1000 ± 150 libras (454 ± 68 kg) / min, hasta la ruptura.
4. Medir el ancho y el espesor en la parte más cercana a la ruptura (0,001 pulgadas [0,0254 mm]).
5. Calcular el módulo de ruptura de cada una de las probetas rectangulares, de la siguiente forma:

$$M = 3PL / 2bd^2$$

donde:

M = módulo de rotura, psi (o MPa);

P = carga de ruptura, lb-f (o N);

L = distancia entre apoyos, cm (o mm);

b = anchura de la muestra, cm (o mm) y

d = espesor de la muestra, cm (o mm).

III. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN MINERALÓGICA DE LOS CERÁMICOS POR DRX.

1. Moler en mortero de ágata un trozo del cerámico.

2. Preparar la muestra y obtener su difractograma siguiendo el procedimiento descrito en la práctica 1.
3. Repetir el procedimiento con los otros cerámicos.

PREGUNTAS

1. Realizar los cálculos respectivos para determinar las propiedades físico-mecánicas de los cerámicos.
2. Cuáles son las especificaciones de absorción de agua y resistencia mecánica para la fabricación de ladrillos, tejas y baldosas de arcilla cocida?. Los cerámicos obtenidos cumplen con dichas condiciones?
3. Registrar los Datos del módulo de rotura calculada para cada muestra, el promedio ajustado da el valor del módulo de ruptura (descartando los valores de las barras que, a la inspección, muestran defectos evidentes).
4. Graficar los resultados en función de las variables del procesamiento cerámico evaluadas.
5. Relacionar los resultados de caracterización físico-mecánica con los difractogramas y concluir.

BIBLIOGRAFÍA

NORMA ASTM C 373 – 88 Standard Test Method for Water Absorption, Bulk Density, Apparent Porosity, and Apparent Specific Gravity of Fired Whiteware Products.

NORMA ASTM C 674 – 88 Standard Test Methods for Flexural Properties of Ceramic Whiteware Materials

PRACTICA No 7

FABRICACIÓN DE REFRACTARIOS SÍLICO-ALUMINOSOS DENSOS A PARTIR DE ARCILLAS CAOLINÍICAS

OBJETIVO

- ✓ Fabricar en el laboratorio un material refractario con todas sus propiedades inherentes.

FUNDAMENTO TEÓRICO

De los elementos encontrados en la corteza terrestre, solamente unos pocos poseen las cualidades de abundancia y capacidad para formar compuestos refractarios estables. Estos elementos son: silicio, aluminio, magnesio, calcio, cromo, circonio y carbono.

Las arcillas utilizadas para la fabricación de refractarios sílico-aluminosos se dividen en magras, semiplásticas, arcillas plásticas y caolín, con las que se obtienen composiciones que oscilan entre 18 y 44 % de Al_2O_3 y del 50 al 80 % de SiO_2 . Un ejemplo son los ladrillos de alta y muy alta refractariedad, los cuales contienen una porción considerable de arcilla refractaria magra y semiplástica, y baja contracción de secado y de cocción, ya que las arcillas magras tienen poca plasticidad.

Los tipos de ladrillos de menor capacidad refractaria son fabricados normalmente de una arcilla refractaria o bien una mezcla de varias arcillas. Por ejemplo los ladrillos para cucharas de fundición están hechos de una sola arcilla plástica de bajo punto de reblandecimiento, y los ladrillos semisilíceos están integrados normalmente por un solo tipo de caolín silíceo.

El refractario de alto contenido de alúmina se fabrica para obtener un mayor rendimiento. El contenido de alúmina puede oscilar entre 50 y 90 %, de tal modo que se necesitan otras materias primas que no sean caolín o arcillas refractarias. La mayoría de los materiales que entran en los refractarios de alto contenido en alúmina se calcinan (chamota) previamente para conseguir una menor contracción en la cocción.

Propiedades. Las propiedades de los refractarios varían demasiado, dependiendo de las arcillas y materiales no plásticos utilizados, de la densidad en verde y de la temperatura de cocción. Las propiedades de mayor importancia son:

- ✓ Refratariedad
- ✓ Fluencia bajo compresión
- ✓ Resistencia al descascarillado o desconchado
- ✓ Resistencia a la escoria
- ✓ Estabilidad frente a gases y vapores
- ✓ Resistencia a la abrasión

Es importante tener en cuenta todas las propiedades indicadas y otras similares a ellas cuando se elija fabricar otro tipo de refractarios.

PROCESO DE FABRICACIÓN DE MATERIALES REFRACTARIOS⁹⁵

Extracción de las materias primas para refractario. Muchas arcillas refractarias se extraen por el método de pozo abierto. Después que es extraída de la cantera se procede a realizarle los siguientes pasos:

1. Trituración y molienda
2. Tamizado

⁹⁵ Con base en la norma ASTM C 326

3. Separación Magnética

4. Flotación

Moldeo. Los refractarios densos se fabrican de una mezcla de arcilla plástica (magra) y arcilla no plástica (chamota), esto se hace con el fin de que la mezcla presente buenas propiedades frente a la cocción. Para el sistema agua-arcilla-chamota el proceso de prensado que se realiza es en seco.

Secado. Las piezas conformadas, en general, deberán someterse a un proceso de secado una vez conseguida su configuración, con el fin de desprenderse del agua aportada o de otras materias líquidas dependientes del proceso de fabricación.

El secado tiene por objeto eliminar el agua libre, no combinada, contenida en la pasta cruda e incorporada durante la preparación de las materias primas. La operación de secado, como fase previa de la cocción, se justifica pues, al objeto de que el material absorba la fuerte contracción térmica inicial, de forma lenta y homogénea, evitando la aparición de fisuras, y obteniendo la mínima porosidad abierta.

Cocción. La cocción es sin duda la etapa más delicada del proceso de fabricación de un refractario ya que condiciona las propiedades más importantes y específicas del producto final. Los parámetros básicos de la cocción son la temperatura, el tiempo de tratamiento y la velocidad de calentamiento y enfriamiento. Los procesos que se desarrollan durante la cocción son complejos y dependen de cada material en particular.

En general, se puede decir que la cocción da lugar a los siguientes efectos:

- a. Transformaciones cristalográficas o cambios de fase en estado sólido, con aparición de especies estables a elevada temperatura que deben mantenerse o hacerse reversibles en lo posible al enfriar el material.
- b. Descomposición térmica de minerales hidratados (hidróxidos, agua de composición, etc), carbonatos, sulfuros, material orgánicas, etc.
- c. Sinterización de los granos cristalinos bien mediante formación de fases vítreas intercristalinas directas o procedentes de la matriz de aglomeración.
- d. La velocidad de enfriamiento debe ser en principio la que permita el comportamiento físico-químico del material ya que interesa retener las fases de alta temperatura en estado metaestable.

Es importante reducir la contracción del material refractario durante la cocción debido a las siguientes razones:

- ✓ Permite la producción de un refractario cocido con dimensiones aproximadas a las que se desean
- ✓ Evita el alabeo del refractario durante la cocción
- ✓ Permite un mayor peso de los ladrillos listos para cocción
- ✓ Hace innecesario el control de la temperatura máxima de cocción

La chamota (arcilla quemada), es indispensable en el estudio de los refractarios; teniendo en cuenta el porcentaje de chamota, la contracción de los productos cerámicos disminuye considerablemente tanto en el secado como en la cocción e interviene en la variación de las propiedades del material.

EQUIPO Y MATERIALES

- | | |
|---------------------------------|---------------------|
| ✓ Arcilla caolinítica - Chamota | ✓ Prensa hidráulica |
| ✓ Balanza | ✓ Bandejas |
| ✓ Molde metálico | ✓ Espátula |

- ✓ Antiadherente para el molde y la mezcla arcillosa ✓ Horno eléctrico 1500°C

PROCEDIMIENTO

I. PREPARACIÓN DE LAS MEZCLAS CHAMOTA-ARCILLA

PREPARACIÓN DE LA CHAMOTA

1. Se calcina la arcilla caolinítica beneficiada a una temperatura 1300°C por un tiempo de permanencia en el horno de 2 horas.
2. Se tritura la chamota y se clasifica dentro del rango de tamaño de 100µm a 2mm.
3. Se prepararan mezclas de chamota - arcilla en la siguiente relación: 60% chamota y 40% arcilla

OBTENCIÓN DE LOS CERÁMICOS

1. Preparar probetas prismáticas rectangulares empleando un molde de acero, cuyas dimensiones mantengan una relación de 1:5 entre el lado más pequeño y el lado más grande, moldeadas bajo presión a 50psi (conformado mecánico) en la prensa hidráulica.
2. Secar las probetas una vez conformadas de dos maneras:
 - a. A temperatura ambiente (20 a 25°C) durante un periodo de 24 horas
 - b. En estufa a temperaturas de 50 y 100°C durante 24 horas.
3. Llevar a cabo la cocción y sinterización de las probetas para la consolidación de los cerámicos en horno eléctrico a tres temperaturas diferentes: 1200, 1300 y 1400 °C.

PREGUNTAS

- ✓ Realizar una clasificación de los materiales refractarios y mencione algunas aplicaciones.
- ✓ De qué manera se caracterizan los materiales refractarios?, explique las propiedades físicas, mecánicas, la refractariedad y la resistencia al choque térmico.
- ✓Cuál es el efecto del Fe sobre la refractariedad?, explicar mediante un diagrama de fases ternario $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - (\text{FeO} \text{ ó } \text{Fe}_2\text{O}_3)$

BIBLIOGRAFÍA

MORALES GÜETO, J. Tecnología de los materiales cerámicos. Ediciones Díaz de Santos, 2005.

HARBINSON; WALKER. Handbook of Refractory Practice.

PRÁCTICA No 8

DETERMINACIÓN DE LA REFRACTARIEDAD DE LOS MATERIALES REFRACTARIOS (MÉTODO DE CONOS PIROMÉTRICOS)

OBJETIVO

- ✓ Determinar la refractariedad de los cerámicos desarrollados por el método comparativo de los conos pirométricos.
- ✓ Determinar el índice de ablandamiento a las probetas calcinadas siguiendo los lineamientos de las Normas ICONTEC 706 y ASTM C24 -04.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La **Refractariedad**, es la propiedad que permite obtener la temperatura en la cual la muestra inicia a fundirse. El punto de ablandamiento, es comúnmente medido con el cono pirométrico equivalente (PCE), que es una medida del contenido de calor expresado por la inclinación del cono durante el ciclo térmico.

Una propiedad relacionada con la anterior, y a menudo más útil, es la temperatura de rotura bajo carga. Los refractarios suelen ceder bajo carga a una temperatura muy inferior a la que les correspondería según su PCE.

Para determinar esta variable, es necesario someter el refractario a una carga conocida y calentar hasta que se pandee o se deforma en general y se anota la temperatura correspondiente. Este valor es de gran importancia, pues sirve para predecir las propiedades mecánicas del refractario durante su uso.

Un fenómeno afín muy observado con materiales refractarios es el desconchado, término con el que se designa la fractura, fragmentación o exfoliación del refractario, que provoca la exposición de la masa interna del material. Normalmente, el desconchado es consecuencia del gradiente de temperatura en el interior del material, la compresión estructural por sobrecarga y la variación del coeficiente de dilatación térmica en el interior del ladrillo.

MATERIAL DE CONSULTA

- ✓ Norma ASTM C24 Pyrometric Cone Equivalent (PCE) of Fireclay and High Alumina Refractory Materials
- ✓ Norma DIN EN 993-12 Banco de prueba para la determinación del equivalente del cono pirométrico (refractariedad) PCE 428 (Equivalente del Cono Pirométrico)

EQUIPO Y MATERIALES

Moldes para fabricación de conos pirométricos

Muestra de refractario a evaluar

Placa de calentamiento estándar

Horno de alta temperatura (1700°C)

PROCEDIMIENTO

1. Las probetas calcinadas se trituran en un mortero de Ágata hasta tamaño de partícula no mayor a 212 μm (pasante de la malla Tyler # 65), recuperar 50g de muestra.
2. La muestra triturada anteriormente se amasa con agua destilada y dextrina en pequeñas proporciones, la dextrina se utiliza como aglomerante, hasta obtener una pasta de consistencia uniforme y moldeable.
3. Una porción de la pasta se coloca en el molde metálico previamente engrasado, con el fin de evitar que la pasta se adhiera al molde, y se engrasa con una espátula.
4. Se moldea el cono y se seca a 105°C ó 110°C.
5. Se colocan los conos de ensayo y los estándar en las placas soporte. Se introduce la placa con los conos dentro del horno.
6. Se procede a precalentar el horno utilizado y se aumenta la temperatura gradualmente con inyección de oxígeno.
7. Se debe inspeccionar regularmente el horno para observar que haya una distribución uniforme de calentamiento.
8. La prueba termina cuando el cono de ensayo se encorva y el valor del índice de ablandamiento se estipula observando el mayor número del cono estándar que presente encorvamiento dando así su valor de temperatura, aunque se pueden dar rango de temperaturas dependiendo si el índice de ablandamiento del cono a ensayar esta entre dos conos estándar.

PREGUNTAS

1. Que otros métodos se aplican para la determinación de la refractariedad.
Explique cada uno de ellos.
2. En qué consiste la temperatura de reblandecimiento en el método de los conos pirométricos.

BIBLIOGRAFÍA

Handbook of Refractory Practice

Norma ASTM C24 Pyrometric Cone Equivalent (PCE) of Fireclay and High Alumina Refractory Materials

Norma DIN EN 993-12 Banco de prueba para la determinación del equivalente del cono pirométrico (refractariedad) PCE 428 (Equivalente del Cono Pirométrico)

CONCLUSIONES

- A partir de la encuesta, elaborada para establecer las condiciones del sector cerámico santandereano, se obtuvieron resultados porcentuales y analíticos de los procesos, desarrollo técnico, científico e investigativo de empresas encuestadas, y de esta forma se determinaron las necesidades básicas en los aspectos comerciales y de mercadeo, de recurso humano, de las etapas de producción, del análisis de calidad en la producción, normatividad y certificación, equipos de operación y principalmente, del interés e inquietud de los encuestados, por la interacción con el Laboratorio de Materiales Cerámicos de la UIS.
- La necesidad y respaldo a la creación de un laboratorio de materiales cerámicos en la región santandereana fue expresada por la mayoría de empresas del sector. Esperando de este apoyo para mejorar sus procesos, desarrollar nuevos productos y capacitación de su recurso humano.
- Se redactó una lista de equipos y materiales por medio de una exhaustiva selección de estos, a los cuales se les solicitó las cotizaciones pertinentes donde se especifican sus características más relevantes, de acuerdo con esta información se aplicaron las normas de distribución y seguridad de acuerdo a las áreas y puestos de trabajo en el laboratorio que contribuyen al buen desempeño de las experiencias de docencia e investigación realizadas en éste.
- Se realizó la propuesta de adecuación, dotación y distribución del laboratorio de Materiales Cerámicos, que involucrara los requerimientos de espacio, energía, almacenamiento, etc., de cada equipo y materiales. Esta propuesta incluyó cambios arquitectónicos, eléctricos, hídricos, de redes de gas, de líneas sanitarias, etc., que se llevó a cabo gracias a la colaboración de

personal especializado de la sección de planta física de la Universidad Industrial de Santander.

- Se redactó una propuesta de inversión para la creación del laboratorio que incluye las cotizaciones de equipos, materiales y adecuación física. Dicha propuesta será presentada ante la oficina de planeación de la Universidad Industrial de Santander para su financiación.

- Se elaboró una propuesta de manual de prácticas y ensayos de laboratorio basadas en el programa teórico dispuesto para las asignaturas de Materiales Cerámicos y Materiales Refractarios del Plan de estudios del Programa de Ingeniería Metalúrgica, cuya puesta en marcha permitirá fortalecer el aprendizaje de los estudiantes en el área de los cerámicos.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

- Durante el desarrollo del presente proyecto, se gestionó la reestructuración física del laboratorio, la cual ya fue concluida.
- Se recomienda a la Universidad, respaldar la adquisición de equipos de laboratorio para fortalecer la demanda de proyectos de investigación en áreas de pregrado y posgrado de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales.
- Se recomienda que una vez el laboratorio esté en marcha, con la inversión y adecuaciones apropiadas, se implemente la norma ISO 1725 para el control y buen funcionamiento del laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA

ARCILLA SANTA TERESA LTDA. [en línea], [consultado el 15 de octubre de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.arcillasantateresa.com/home.htm>

BERNAL, Inés. Industria Cerámica clásica. Departamento de química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. SENA, Regional Norte de Santander.

CALDERÓN ARTEAGA, Christian. Producción y comercialización del ladrillo en Colombia. [en línea], [consultado el 22 de enero de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.monografias.com/trabajos14/ladrillocolomb/ladrillocolomb.shtml>

CAMACOL, CENAC, COLCIENCIAS, DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN DISTRITAL. Diagnostico del estado económico y tecnológico de la industrial ladrillera en el país. Bogotá D.C.: Enero de 2008.

CÁRDENAS, M. Industria minera de los materiales de construcción: Su sustentabilidad en América del Sur. Naciones Unidas Comisión Económica para América Latina y el Caribe. División de Recursos Naturales e Infraestructura, United Nations Publications, 2004.

CENTRO DE INFORMACIÓN DE SEGURIDAD SOBRE PRODUCTOS QUÍMICOS (CISPROQUIM). Estatuto de seguridad industrial. Resolución Número 02400 de 1979 (Mayo 22) [en línea]. Colombia, 2008. [Consultado el 22 de junio de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.cisproquim.org.co/legislacion/res2400-1979.pdf>

CINSET, Programa de sensibilización sanitario ambiental para la pyme del área de jurisdicción de la C.A.R. Guía Ambiental 2 “Pequeñas Ladrilleras”. Vega, 2005.

CORONA S.A. Link “Nuestra Historia” [en línea], [consultado el 15 de octubre de 2008]. Disponible en Internet:

<http://www.corona.com.co/Corona/ViewContent.aspx?Content=10>

CORPORACIÓN SUNA HISCA. GEOMORFOLOGÍA: Componente biofísico, Tomo I. Parque ecológico distrital de montaña Entrenubes. [en línea], [consultado el 22 de Diciembre de 2008]. Disponible en Internet:

http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/pdf_entrenubes/a4.pdf

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. [en línea], [consultado el 22 de noviembre de 2008]. Disponible en Internet:

http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DDE_Desarrollo_Emp_Industria/Ceramica.pdf

DIRECCIÓN GENERAL DE LABORATORIOS. Informe de Gestión Periodo Administrativo Universidad Santiago de Cali Departamento de Laboratorios. Santiago de Cali. (2004 – 2006).

FONSECA, J. J. Industria cerámica. Planes de acción para mejoramiento ambiental. Manual para empresarios de la PYME. 1999.

HERMELIN, Miguel. Entorno natural de 17 ciudades de Colombia. Medellín: Fondo editorial Universidad Eafit. , 2007

IMAI, Masaaki. Gemba Kaizen: Como Implementar el kaizen en el sitio de trabajo (GEMBA). Santa Fe de Bogotá, D.C. McGraw-Hill, 1998.

Información de radicación, registro calificado de programas de maestría y doctorado: Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales: Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2006.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, ICONTEC. Código Eléctrico Colombiano (CEC). NTC 2050. Bogotá. 2002.

LADRILLERA CASABLANCA. Link “quienes somos” [en línea], [consultado el 15 de octubre de 2008]. Disponible en Internet:
<http://www.ladrilleracasablanca.com/quienes.html>

LADRILLERA SANTAFÉ. Link “santafé” [en línea], [consultado el 15 de octubre de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.santafe.com.co/>

LADRILLERA SANTANDER. Link “quiénes somos” [en línea], [consultado el 15 de octubre de 2008]. Disponible en Internet:
http://www.ladrillerasantander.com/quienes_somos.html

LADRILLOS SUR LTDA. Link “quienes somos” [en línea], [consultado el 15 de octubre de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.ladrillozur.com/historia.htm>

LADRILLOS, TEJAS Y PISOS MOORE S.A. Link “quiénes somos” [en línea], [consultado el 15 de octubre de 2008]. Disponible en Internet:
<http://www.moorebrick.com/quienes.htm>

MALAGÓN, Pedro y SANTOS, José. Estudio de mejoramiento del proceso de fabricación de tejas y ladrillos con las arcillas de la vereda guayabal del municipio de Barichara (Santander). Trabajo de grado Ingeniero Metalúrgico. Bucaramanga:

Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, 2009.

MARI, Eduardo. Los materiales cerámicos. Buenos Aires: Liberia y editorial Alsina, 1998.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE). Bogotá. 2004.

MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Notas técnicas de prevención: Prevención de riesgos en el laboratorio, elementos de actuación y protección en casos de emergencia. (NTP 500) Seguridad y condiciones de trabajo en el laboratorio INSHT, [en línea]. Barcelona, 1992. [Consultado el 16 de mayo de 2007]. Disponible en Internet:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_500.pdf

-----, Prevención de riesgos en el laboratorio, ubicación y distribución. (NTP 550). [en línea]. España, 1994. [Consultado el 4 de septiembre de 2007]. Disponible en Internet:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_550.pdf

-----, Prevención de riesgos en el laboratorio, la importancia del diseño. (NTP 551) Ubicación, distribución y diseño de los laboratorios. Técnicas de laboratorio, [en línea]. España, 1994. [Consultado el 16 de mayo de 2007]. Disponible en Internet:

http://www2.uca.es/serv/prevencion/higiene/normas_generales_seguridad_y_salud/NTP_551.PDF

-----, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Real Decreto 2177/1996, de 4.10. (M. Fom., BBOOE 29.10., rect.13.11.1996). Norma Básica de la Edificación "NBE-CPI-96: Condiciones de protección contra incendios de los edificios". España, 1997.

-----, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Notas técnicas de prevención: La ventilación general en el laboratorio. NTP 373 [en línea]. España, 1995. [Consultado el 4 de febrero de 2009]. Disponible en Internet:
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_373.pdf

-----, Notas técnicas de prevención: Prevención de riesgos en el laboratorio, la importancia del diseño. NTP 551 [en línea]. España, 1997. [Consultado el 4 de febrero de 2008]. Disponible en Internet:
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_551.pdf

-----, Notas técnicas de prevención: La vigilancia de la salud en la normativa de prevención de riesgos laborales. NTP 471 [en línea]. España, 1997. [Consultado el 4 de febrero de 2008]. Disponible en Internet:
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_471.pdf.

-----, Notas técnicas de prevención: Iluminación de los centros de trabajo. NTP 211 [en línea]. España, 1997. [Consultado el 4 de febrero de 2009]. Disponible en Internet:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_211.pdf

Nuevo Currículo del Programa de Ingeniería Metalúrgica. Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales. Universidad Industrial de Santander. Reforma Curricular Programa de Ingeniería Metalúrgica. Bucaramanga, 2004

Propuesta doctorado en Ingeniería de Materiales: Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2008.

Reforma Curricular Programa de Ingeniería Metalúrgica. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2004.

Reseña histórica Universidad Industrial de Santander. [en línea]. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2006. [Consultado el 07 de Enero de 2008]. Disponible en internet:

https://www.uis.edu.co/portal/nuestra_uis/historia/historia.html

REVISTA DINERO. Vidrio, loza y cemento todo por el mercado externo. Junio 23 de 2000 [en línea], [consultado el 9 de Septiembre de 2007]. Disponible en Internet:<http://www.dinero.com/noticias-caratula/vidrio-loza-cementotodo-mercado-externo/8174.aspx>

-----, Arcilla y cerámica. Disponible en Internet: <http://www.dinero.com/noticias-caratula/arcilla-ceramica/34811.aspx>

-----, Las 5000 empresas. Disponible en Internet: <http://www.dinero.com/noticias-caratula/5000-empresas/34822.aspx>

-----, Competitividad el gran reto. Disponible en Internet:
<http://www.dinero.com/noticias-caratula/competitividad-gran-reto/39597.aspx>

-----, Cinco mil empresas, Cinco años de cambios productivos. Disponible en Internet: http://www.dinero.com/wf_InfoArticulo.aspx?IdArt=48749

ROJAS, Javier y URECHE, Carlos. Normalización del laboratorio de metalurgia extractiva. Trabajo de grado en Ingeniería Metalúrgica. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías Físicoquímicas. 1999.

SILVA, Emiliano y REY, Shirley. Propuesta para la modernización del laboratorio de pruebas no destructivas de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica. Trabajo de grado en Ingeniería Metalúrgica. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías físicoquímicas. 2002.

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER. Estándar No. 5, Formación Investigativa. Centro de Investigación en Materiales Cerámicos [en línea]. Cúcuta, 2003. [Consultado el 4 de marzo de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.ufps.edu.co/registro/industri/htdocs/formaci2.htm>