

**CARACTERIZACIÓN DE TABLEROS AGLOMERADOS CON CASCARILLA DE
ARROZ BAJO LA NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 2261**



DIEGO ALFONSO PAEZ PENAGOS

JHONATTAN ALEXANDER ROMERO MARROQUIN

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

PROYECTO CURRICULAR DE INGENIERIA MECÁNICA

BOGOTÁ D.C.

2013

**CARACTERIZACIÓN DE TABLEROS AGLOMERADOS CON
CASCARILLA DE ARROZ BAJO LA NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC
2261**

DIEGO ALFONSO PAEZ PENAGOS

JHONATTAN ALEXANDER ROMERO MARROQUIN

Propuesta de proyecto para optar por el título de Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA MECÁNICA

BOGOTÁ D.C.

2013

**UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS” - FACULTAD TECNOLÓGICA
PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA
FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO**

Nº DE RADICACIÓN: _____

INFORMACIÓN EJECUTORES

Ejecutor 1

Nombre (s):	Diego Alfonso
Apellido (s):	Páez Penagos
Código:	20122375088
E-mail:	diegoapp103@hotmail.com
Teléfono fijo:	2658328
Celular:	3132948982



Ejecutor 2

Nombre (s):	Jhonattan Alexander
Apellido (s):	Romero Marroquín
Código:	20122375049
E-mail:	tatanyamn@hotmail.com
Teléfono fijo:	4659859
Celular:	3132948982



INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Título del Proyecto:	CARACTERIZACIÓN DE TABLEROS AGLOMERADOS CON CASCARILLA DE ARROZ BAJO LA NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 2261.	
Duración (estimada):		
Tipo de Proyecto: (Marqué con una “x”)	Innovación y Desarrollo Tecnológico	x
	Prestación y Servicios Tecnológicos	
	Otro	
Modalidad del Trabajo de Grado:	Investigación	
Línea de Investigación de la Facultad*:	Desarrollo tecnológico local e institucional.	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:	Materiales y procesos de manufactura.	
Grupo de Investigación:		
Proyecto de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:	Ciencia e Ingeniería de Materiales (CIM).	

INFORMACIÓN PASANTÍA

Nombre de la empresa:	
Dirección:	
Teléfonos:	
Correo electrónico:	
Página Web:	

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Director: (Vo. Bo.)	Luis Ernesto Alférez Rivas
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo.Bo.)	Luis Ernesto Alférez Rivas

TABLA DE CONTENIDO

1. IDENTIFICACIÓN	6
1.1. TÍTULO.....	6
1.2. INTRODUCCIÓN.....	6
2. ASPECTO CIENTIFICO-TECNICO	7
2.1. EL PROBLEMA Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	7
2.2. ANTECEDENTES Y REVISION DEL CONOCIMIENTO DISPONIBLE	8
3. JUSTIFICACION	10
4. TIPO DE INVESTIGACIÓN	11
5. OBJETIVOS	11
5.1. OBJETIVO GENERAL.....	11
5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	11
6. METODOLOGÍA GENERAL	12
7. MARCO TEORICO	13
7.1. AGREGADOS LIVIANOS.....	13
7.2. CASCARILLA DE ARROZ	13
7.3. AGLUTINANTE.....	15
7.4. AGLUTINAMIENTO	15
7.5. PRENSADO	15
7.6. TABLEROS AGLOMERADOS	15
7.7. CLASIFICACION DE TABLEROS	15
7.7.1. De acuerdo a la densidad	15
7.7.2. De acuerdo al proceso de prensado	16
7.7.3. De acuerdo con la distribución de las partículas	16
8. CONCEPTOS Y VARIABLES	16
9. HIPOTESIS	17

10. INDICACION DEL UNIVERSO Y MUESTRA CON LOS CUALES SE TRABAJARA.....	18
11. PROCEDIMIENTOS Y TECNICAS PARA LA RECOLECCION DE LA INFORMACION.....	18
12. ASPECTOS DE LA ADMINISTRACION Y EL CONTROL.....	19
12.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	19
12.2. PRESUPUESTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
13. ASPECTOS INFORMATIVOS SOBRE LA INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE 21	
13.1. HOJA DE VIDA DEL ASESOR	21
13.2. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LA INSTITUCIÓN O EMPRESA DONDE SE REALIZARA LA INVESTIGACIÓN	21
14. BIBLIOGRAFÍA	22
14.1. BIBLIOGRAFÍA REFERENCIADA.....	22
14.2. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	22

1. IDENTIFICACIÓN

1.1. TÍTULO

CARACTERIZACIÓN DE TABLEROS AGLOMERADOS CON CASCARILLA DE ARROZ BAJO LA NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 2261

1.2. INTRODUCCIÓN

Actualmente la cascarilla de arroz se ha convertido en una problemática para las arroceras colombianas debido a la proporción masiva de planta que ocupa y al manejo que hay que darle al mismo. Es un elemento orgánico, debido a ello, es utilizado favorablemente y frecuentemente como abono en el sector agrícola y como tendido de galpones en el sector avícola (en mínimas cantidades con respecto al resultado de producción); pero inadecuadamente como combustible en ladrilleras y un gran porcentaje desechado en los cantos de los ríos o incinerado incontrolablemente a cielo abierto (la mayor proporción).

Hace ya algunos años, se ha despertado interés por darle un enfoque más adecuado respecto a la utilización de este tipo de desechos. Es el caso de la elaboración de aglutinamientos con diversos tipos de fibras vegetales, y de la misma manera con polímeros artificiales; pero no se ha logrado identificar la utilidad de dichas investigaciones, muy seguramente porque actualmente se cuenta con poca información relacionada al estudio, la aplicación y las condiciones de manejo ideales de los mismos.

Con respecto a la cascarilla de arroz, son relativamente pocos los artículos, las tesis y aun mas las ponencias o congresos relacionados con la importancia de la aplicación de nuevos productos desarrollados a partir de este material orgánico, en cambio, se resalta en gran manera sus cualidades de tipo aislante, impermeable y producción en grandes magnitudes.

Esta investigación parte del supuesto de que al aglomerar la cascarilla de arroz bajo procesos eficientes, ecológicos y sustentables; conservará la potencialidad de sus propiedades fisicoquímicas, y presenta una capacidad aislante competitiva frente a la de los materiales como lo son: la espuma de poliuretano, conocida por ser un material aislante de muy buen rendimiento, tiene múltiples aplicaciones como aislante térmico tanto en construcción como en sectores industriales y se destaca en toda la cadena del frío por su alta eficiencia energética. El poliestireno expandido (EPS), un aislante derivado del petróleo y del gas natural, de los que se obtiene el polímero plástico estireno en forma de gránulos, usado para construir laminas o bloques donde se destaca su capacidad de aislamiento acústico y amortiguación de impactos. Por otro lado, la fibra de vidrio, un buen aislante térmico debido a su alto índice de área superficial en relación al peso, sin embargo, un área superficial incrementada la hace mucho más vulnerable al

ataque químico; los bloques de fibra de vidrio atrapan aire entre ellos, haciendo que la fibra de vidrio sea un buen aislante térmico, con conductividad térmica del orden de $0.05 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

La gran ventaja de trabajar con la cascarilla de arroz es sin lugar a duda sus diferentes aplicaciones, pues como se desarrolló en una primer etapa del proceso, bajo en nombre de "PROCESO Y CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL AGLOMERADO CON CASCARILLA DE ARROZ" los resultados son considerablemente importantes; pues las materias primas, los medios de producción y las características obtenidas son muy competitivas con respecto a los aglomerados de madera comercializados actualmente en el mundo, además de la obtención de un producto 100% ecológico, sin dejar de lado el vacío que creo el hecho de no saber el proceso para poder aglomerarlo además de ser cuidadosos al momento de elegir un aglutinante que genere un mínimo impacto ambiental, que a la final es lo que se logró. Es por esta razón que se requiere analizar muy bien la información obtenida y por obtener bajo la Norma Técnica Colombiana NTC 2261 para así poder darle el mejor enfoque al producto o productos obtenidos y las capacidades productivas de los mismos.

2. ASPECTO CIENTIFICO-TECNICO

2.1. EL PROBLEMA Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

Actualmente en la industria, la cascarilla de arroz tiene relevancia en el sector avícola, agrícola y en ladrilleras, debido a su generación en masa, su alta concentración de silicio y su amplio rango de estabilidad térmica; aunque estas propiedades son apreciadas en la industria, no son las únicas que posee.

Por otro lado, la cascarilla de arroz es difícil de manejar, ya que se dispersa fácilmente, dada su densidad y tamaño, lo que le da cierta capacidad de fluir, pero sus aplicaciones en estas condiciones son limitadas; en tal sentido se ha procedido a su aglomeración.

En las investigaciones realizadas se pudo encontrar información relacionada con la aplicabilidad que se le pudiera dar a esta materia orgánica aglomerada, como en el sector textil por medio de la generación de piedras para dar un acabado de desgaste en los jeans; sin embargo, sale a flote un eje polémico en las arroceras del país debido a que no se está haciendo un manejo adecuado del mismo, ya que los porcentajes destinados para ello son mínimos en relación a la cantidad total de cascarilla de arroz que anualmente se deshecha. Por ello, se ha decidido proponer una alternativa de producción de aglomerados con la cascarilla y un aglutinante ya seleccionado previamente (ecológico), y la parte de investigación y análisis de este producto bajo la NTC 2261; para de esta manera, poder buscar

beneficios que hagan un futuro más amigable a la industria con el medio ambiente y buscar procesos que sean más sostenibles, además de una posibilidad efectiva de competencia y comercialización del mismo.

2.2. ANTECEDENTES Y REVISION DEL CONOCIMIENTO DISPONIBLE

Ante la necesidad de desarrollar alternativas tecnológicas que permitan la utilización de elementos desechados en procesos productivos para aprovechar su potencial y contribuir a la disminución del impacto ambiental que puedan generar por una inadecuada disposición, surge la oportunidad de aprovechar productos vegetales de desecho que permitan la innovación en el área de los materiales de ingeniería, campo en el cual la cascarilla de arroz se perfila como un aislante térmico de alta efectividad, competitividad y de fácil obtención, lo cual contribuye al reemplazo de productos derivados del petróleo.¹

Un estudio que busca mostrar los resultados obtenidos de la elaboración y observación de cuatro tipos diferentes de aglomerados a partir de la cascarilla de arroz con fibras y sustancias vegetales, productos naturales derivados de actividades económicas propias de las regiones tropicales; se identificó que el aprovechamiento de estos recursos naturales permitirá disminuir el impacto ambiental originado al no utilizarlos; al tiempo que posibilita la sustitución a mediano plazo de materiales tóxicos como la Ureaformaldeida y como el poliestireno expandido que repercuten negativamente en el equilibrio ecológico². En tal sentido, esta investigación logra ser una base eficiente para el desarrollo de este proyecto, ya que hace uso y análisis de materias primas similares a las que nosotros usamos en la primera etapa del proceso y donde se hacen análisis de conductividad termina para el material. A su vez, significa un crecimiento no sólo tecnológico sino económico para el país ante la demanda generada en mano de obra, tanto especializada como no calificada, para el desarrollo de tecnologías propias.

Siguiendo la misma tendencia al uso de desechos orgánicos, en especial la cascarilla de arroz se realiza un estudio en 2011 y se enfoca en la conservación y buen manejo de los recursos naturales, permitiendo que el desarrollo sostenible sea una realidad con la presentación de soluciones alcanzables para los problemas de contaminación ambiental, salud, ecológicos, y en general todos aquellos originados en la agroindustria, como es el caso de los desechos

¹ Carolina Giovanna Cadena y Antonio José Bula Silvera, ESTUDIO DE LA VARIACIÓN EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE LA CASCARILLA DE ARROZ AGLOMERADA CON FIBRAS VEGETALES, Barranquilla, Colombia. Ingeniería Mecánica, Universidad del Norte. 2002. referencia 12: 8-9, páginas 1 a 3.

² *Ibíd.*, Cadena y Bula, páginas 4 y 5.

producidos en la industria del arroz. De esta investigación se resalta el aprovechamiento de la cascarilla como matriz directa en la fabricación de probetas para determinar si era o no posible aglomerar dicho residuo orgánico.

Esta investigación busca brindar una alternativa eficiente para su aprovechamiento, convirtiendo la cascarilla de arroz en materia prima para la producción de aglomerados orgánicos junto con aglutinantes ecológicos; quizás buscando obtener un producto competente por su calidad y modo de producción en relación a los ya existentes.

En la parte preliminar se hizo la selección de dos definitivos aglutinantes para dicha prueba: el pegante HIDROPUL 400 HTR como primera opción, y es un pegante de poliuretano base agua que ha sido formulado para el proceso de laminación en prensa de membrana haciendo uso también del vulcanizante AQ 212 que es un polisocianato de gran actividad que al ser mezclado con el HIDROPUL provee altas resistencias a la temperatura y la humedad. También es un promotor de adherencia. Tiene una viscosidad apropiada para ser mezclado por medios mecánicos o baja velocidad (70 a 90 rpm) o de forma manual con el HIDROPUL; y como segunda esta el pegante AQUAPREN 323 MADERA que es un cemento de contacto base agua diseñado para procesos en la industria de la madera.

Teniendo esto ya definido se iniciaron las pruebas de aglomeración con cascarilla sin procesar y procesada, realizando los diferentes mezclas con los ingredientes en proporciones definidas experimentalmente y haciendo uso de un sin numero de herramientas que facilitaron tanto la mezcla correcta como la fabricación de la probeta aglomerada. Una de las desventajas más relevantes durante el proceso de aglomeración fue la herramienta con la cual pudieran dar compactación y elevaran la temperatura de la mezcla (ya que trabajaron con reactivos térmico) para obtener resultados óptimos. Se desarrollo y fabrico un maquina denominada prensa térmica con la cual fue posible la elaboración de probetas aglomeradas a base de cascarilla de arroz.

El aglomerado de cascarilla de arroz fue un éxito debido a que no solamente se logró compactar tal desecho, sino también, el hecho de poder realizar este proceso con aglutinantes ecológicos, lo que le brinda al producto ser competitivo en cuanto a problemáticas ambientales se refiere.

El proceso de aglomeración en húmedo resulto inadecuado debido a que la reactivación del aglutinante fue nula, es decir, las partículas presentaron poca cohesión unas con otras a pesar de contar con uno de los parámetros más relevantes como lo es la temperatura para la reactivación del mismo. Al momento de realizar el proceso en seco, entendiendo este, como la impregnación del material con el aglutinante a usar y posterior secado, tanto la cascarilla molida como la que se encontraba en su estado natural presentaron compactación inmediata a la reactivación térmica (80°C).

Con relación a la apariencia de las probetas se pudo observar que al momento de usar HIDROPUL 400-HTR con cascarilla sin procesar, esta mantiene su color natural; caso contrario ocurre con el AQUAPREN 323, el cual hace más oscura la tonalidad característica de dicho desecho. Al utilizar la cascarilla procesada se puede notar que si se usa el primer aglutinante ya mencionado, este hace que el color de la cascarilla sea más oscuro; en cambio sí se usa el aglutinante alterno también mencionado anteriormente, el material mantiene su tono característico.

Hay que resaltar que la mejor apariencia física fue la presentada por las probetas realizadas con la cascarilla de arroz procesada, que a pesar de ser más pesadas en comparación con las de cascarilla sin procesar, superficialmente no presenta porosidades y su compactación fue mucho más notable; lo que no ocurrió con la cascarilla sin procesar, presento bastantes poros en su superficie y a pesar de que se logró compactar, no se obtuvo un aglomerado de la calidad estructural y apariencia esperada. Ya determinando que las probetas con cascarilla molida son en definitiva más favorables, pudimos concluir que la que podría llegar a ser competitiva en el mercado, pensando a nivel productivo, sería la realizada con HIDROPUL 400-HTR; ya que brinda las características necesarias para ser producida y comercializada como aglomerado orgánico.

3. JUSTIFICACION

El motivo por el cual se pretende hacer la investigación sobre el proceso de aglutinamiento de cascarilla de arroz es principalmente por las propiedades físicas que presenta la materia prima (cascarilla de arroz), seguido del análisis de que las arroceras colombianas producen anualmente 400 000 toneladas de este desecho, del cual solo el 15% es aprovechado como combustible y otro tanto es de uso en el sector avícola-agrícola, pero aun así, el porcentaje restante es en todos los casos incinerado de manera inoficiosa o arrojado en los cursos de agua lo cual produce impactos negativos en el ecosistema.

Desarrollar este tipo de aglomerados, abrirá de manera directa las puertas a la identificación de las propiedades físicas de dicho producto, dentro de las cuales se pueden llegar a destacar los aislamientos de tipo térmico y acústico. Esto a su vez, nos permitirá innovar y/o reemplazar materiales que posean características similares a los aglomerados de cascarilla de arroz, principalmente aglomerados de madera.

Por ello, cabe resaltar que el impacto ambiental que podríamos llegar a tener al momento de desarrollar estos aglomerados es muy bajo o nulo, debido a que tanto la cascarilla de arroz como el aglomerante orgánico no generan índices de contaminación en su proceso; y tomaríamos partido en la utilización de ese porcentaje restante de cascarilla de arroz empleado inadecuadamente, para darle un enfoque en cuanto a cubrir una necesidad se refiere.

4. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El propósito de este proyecto es realizar un proceso para elaboración de aglomerados compuestos por cascarilla de arroz y un aglomerante (previamente definido según estudios realizados referentes al tema), y así posteriormente determinar el procedimiento ideal de elaboración del producto, adjuntando características principales de la materia prima (cascarilla de arroz), entonces así, el tipo de investigación adecuado para el desarrollo del trabajo es por medio descriptivo, ya que al realizarse tableros aglomerados, análisis, selección de materia prima y determinación de propiedades finales para un producto ideal, se manejarán una serie de pasos que mediante los diferentes procesos asignados, permitirán llegar al alcance de una solución óptima para el fin o problema especificado.

Los tableros aglomerados tendrán unas limitaciones según la relación de composición cascarilla-aglutinante y el aglutinante a usar, según proyecto: PROCESO Y CARACTERIZACION DE MATERIAL AGLOMERADO CON CASCARILLA DE ARROZ³, en el cual se exponen los respectivos resultados.

El análisis será realizado dentro de las instalaciones de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Facultad Tecnológica en el laboratorio de resistencia de materiales, utilizando las deferentes máquinas de ensayos para nuestro caso.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

- Caracterizar los tableros ecológicos aglomerados a base de cascarilla de arroz por medio de la Norma Técnica Colombiana NTC 2261.

5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Estudiar la situación e importancia de los materiales compuestos a partir de desechos orgánicos.
- Analizar las variables que a nivel experimental puedan influir en la selección del proceso para obtener un producto de calidad.
- Evaluar el comportamiento mecánico de tableros aglomerados elaborados con cascarilla de arroz.

³ Diego Alfonso Páez Penagos y Jhonattan Alexander Romero Marroquin, PROCESO Y CARACTERIZACION DE MATERIAL AGLOMERADO CON CASCARILLA DE ARROZ, Bogotá, Colombia. Tecnología Mecánica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2011. Documento general.

- Determinar la influencia de las condiciones de procesado (temperatura, humedad, presión y tiempo).
- Evaluar la densidad y contenido de humedad que presentan los tableros aglomerados de cascarilla de arroz.
- Desarrollar las pruebas de calidad establecidas por las normas técnicas 2261 (ICONTEC) para tableros aglomerados.

6. METODOLOGÍA GENERAL

Principalmente debemos realizar la investigación y adquisición del material orgánico (cascarilla de arroz y aglomerante termoestable). Esto dirigiendo nuestro enfoque a las zonas arroceras del país, para adquirir la matriz a un precio favorable para elaboración y producción; al adquirir el producto se analizan las características físicas (porcentaje de humedad, tamaño de partícula y capacidad de absorción) con las que viene material, para identificar si existe o no la necesidad de realizar un tratamiento previo antes de su utilización.

Por otro lado, el aglutinante se define mediante el estudio previo teniendo en cuenta las propiedades innatas del mismo (viscosidad, tiempo de trabajo, tiempo de almacenamiento, compatibilidad con otras sustancias, disponibilidad), las propiedades que resulten de la aglomeración, las condiciones ambientales en que se debe aplicar, la naturaleza y usos del producto, los costos y la disponibilidad del aglutinante⁴. Esto con el fin de garantizar la selección de materias primas más óptimas, para así mismo, desarrollar el posterior análisis de tableros aglomerados e identificar las aplicaciones recomendadas y eficientes según su composición.

Además, como ya se definieron las proporciones adecuadas para la elaboración de los aglomerados, se realizara el aglutinamiento de los componentes y nos dirigiremos a realizar las pruebas exigidas por la Norma Técnica Colombiana NTC 2261. Procederemos a tomar los datos obtenidos durante la investigación y así poder recopilar información para la caracterización del producto. Finalmente, se promediara el costo que puede llegar a tener la elaboración del aglomerado, no solo por unidad sino a gran escala.

⁴ Op. Cit. Alferez y Serrato, pagina 13.

7. MARCO TEORICO

7.1. AGREGADOS LIVIANOS

La mayor parte de los agregados livianos son costosos y escasos, excepto los de origen vegetal. Entre los agregados de origen orgánico, tal vez la cascarilla de arroz, por su ligereza, condiciones menos perjudiciales para la hidratación y su apreciable contenido de Sílice, es lo más apropiado y cumple con las condiciones de un buen agregado. Otra ventaja del agregado cascarilla de arroz es su bajo costo y disponibilidad.

La cascarilla de arroz se ha considerado hasta ahora como desperdicio, y muchas veces los molinos donde se procesa el grano debe pagar para retirarla a sitios donde generalmente sirve como combustible o en ocasiones ser lanzadas a basureros y ríos, originando esto uno de los problemas más contaminantes para el medio ambiente.

En vista de los grandes perjuicios causados por la cascarilla de arroz, el ministerio de medio ambiente encargado de su preservación, coloca clausulas para el manejo de dicho desperdicio. Los dueños de los molinos en busca de soluciones para dicho problema, se agruparon y compraron un extenso terreno para ser utilizado como basurero.⁵

7.2. CASCARILLA DE ARROZ

La cascarilla de arroz es un tejido vegetal constituido por Celulosa y Sílice, lo que genera un buen rendimiento como combustible. El uso de la cascarilla como combustible representa un aporte significativo a la preservación de los recursos naturales y un avance en el desarrollo de tecnologías limpias y económicas⁶.

La cascarilla de arroz se encuentra disponible en los molinos y plantas procesadoras de arroz ocasionalmente sin valor comercial o por un valor mínimo. La cascarilla es de color amarillo y aspecto áspero-fibroso, es el residuo natural del arroz. Por su bajo valor nutritivo y su alto porcentaje de Sílice (tabla 3), el cual es irritante para el aparato digestivo y respiratorio de los animales, por ende es utilizada como desecho o como actuante húmedo por su gran capacidad higroscópica⁷.

Es una fibra corta que recubre naturalmente el grano para protegerlo del ambiente. Su longitud varía entre 5 y 11 mm según la especie considerada, es de estructura ondulada y apariencia superficial irregular. Tiene propiedades

⁵ Op. Cit. Alférez y Serrato, páginas 1 y 2.

⁶ Agustín Valverde G., Bienvenido Sarria I. y José p. Monteagudo Y., ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA CASCARILLA DE ARROZ, Pereira, Colombia. Ingeniería Mecánica, Universidad Tecnológica de Pereira. 2007. referencia ISSN 0122-1701, páginas 1 y 2.

⁷ Op. Cit. Alférez y Serrato, pagina 9.

altamente abrasivas, 6 en la escala Mohs en estado natural⁸. Su estructura presenta un volumen poroso del 54%, cavidades que permanecerán cerradas en tanto no se someta a un proceso de combustión. Posee una capacidad aislante muy buena, por ello se utiliza parcialmente en la industria de la construcción como material de aislamiento (tabla 1).

Material	K (W/m*k)
Lana mineral	0.0303
Poliestireno expandido	0.0330
<i>Cascarilla de arroz</i>	0.0360
Fibra de vidrio	0.0380
Corcho aglomerado	0.0450

Tabla 1: Comparación de la conductividad térmica de la cascarilla de arroz y algunos aislantes comerciales⁹

La cascarilla solo se diferencia de otras biomásas como la madera por el mayor contenido de minerales.

MATERIAL	PORCENTAJE
Proteínas	1.9– 6.2
Grasas	0.4 – 1.5
Fibras	34.3 – 41.6
Celulosa	37.2- 43.4
Hemicelulosa	17.2 – 22.2
Minerales	14.2 – 24.6
Azúcar	0.2 – 0,4

Tabla 2: Composición de la cascarilla de arroz

MATERIAL	PORCENTAJE
Silicio	94.60%
Oxido de calcio	0.85%
Oxido de Mg	0.23%
Oxido de Sodio 1	1.51%
Oxido de Sodio 2	0.75%
Oxido fosfórico	0.83%
Sulfatos	1.23%

Tabla 3: Composición Mineral¹⁰

⁸ Op. Cit. Cadena y Bula, páginas 1 y 2.

⁹ Op. Cit. Cadena y Bula, pagina 3.

¹⁰ Op. Cit. Alférez y Serrato, pagina 12. (Uso racional de Energía molinos de arroz en Colombia)

7.3. AGLUTINANTE

La sustancia que proporciona la cohesión suficiente entre las partículas que forman el aglomerado, usualmente es una resina sintética duroplástica producida con base en el fenol, melanina o urea; actualmente, se encuentran en desarrollo aglutinantes orgánicos.

7.4. AGLUTINAMIENTO

Mezcla proporcional adecuada de la resina a utilizar con la cascarilla de arroz. Esta proporción de la mezcla varía de acuerdo a las características de la cascarilla de arroz. El aglutinamiento es un proceso en el cual se trata de lograr la mezcla, para establecer las fuerzas de cohesión en toda la masa, dando así, la resistencia necesaria al producto final. Para obtener la mezcla ideal es necesario tener en cuenta las características de la cascarilla, porcentaje de humedad, tamaño de la partícula y capacidad de absorción.

7.5. PRENSADO

Operación mediante la cual se realiza la compactación de la mezcla (cascarilla de arroz – aglutinante), con la polimerización del aglutinante mediante, la aplicación de presión y calor, utilizando una prensa con su respectivo molde, la conformación, peso y distribución de las partículas, son características particulares que determinan las condiciones de prensado.¹¹

7.6. TABLEROS AGLOMERADOS

El desarrollo del primer proceso para la producción de tableros aglomerados data de los años 1946 a 1949. Actualmente, la industria de tableros ha adquirido mucha fuerza gracias al desarrollo de otros materiales sintéticos que le aportan concientización de preservar los recursos renovables y disminuir así, la tala de árboles o depredación de extensiones de tierra, que por su autonomía natural poseen una biodiversidad importante.

La definición de tableros aglomerados internacionalmente es: Plancha fabricada a partir de materiales lignocelulósicos (virutas, escamas, astillas, fibra, etc.) compactadas entre sí, mediante un aglutinante orgánico, junto con uno o más de los siguientes agentes: presión, calor, humedad, catalizadores, etc.

7.7. CLASIFICACION DE TABLEROS

Se clasifican de acuerdo con la densidad. El proceso de prensado y la distribución de partículas, según la norma técnica colombiana NTC 2261 (anexo 1).

7.7.1. De acuerdo a la densidad

- ✓ Tableros de baja densidad: 250Kg/m³ a 450 Kg/m³
- ✓ Tableros de media densidad: 451 Kg/m³ a 750 Kg/m³
- ✓ Tableros de alta densidad: mayor a 750 Kg/m³

¹¹ Op. Cit. Alférez y Serrato, páginas 13 a 17.

7.7.2. De acuerdo al proceso de prensado

- ✓ Tableros de prensado plano: aquellos en que la presión de fabricación se aplica perpendicularmente al plano de las caras. La longitud de las partículas se sitúa preferentemente paralela al plano del tablero.
- ✓ Tableros de prensado por extrusión: aquellos que la presión de fabricación se aplica paralelamente al plano de las caras. La longitud de las partículas se sitúa preferentemente paralela al plano del tablero.

7.7.3. De acuerdo con la distribución de las partículas

- ✓ Tableros de una sola capa: aquellos en que la forma y el tamaño de las partículas tienen la misma distribución en todo el espesor del tablero.
- ✓ Tableros de capas múltiples: aquellos en que la forma y el tamaño de las partículas varía por capas homogéneas a través del espesor del tablero.
- ✓ Tableros de distribución continua de partículas: aquellos en que la variación del tamaño y la forma de las partículas es continua y simétrica, a través del espesor del tablero.¹²

8. CONCEPTOS Y VARIABLES

- **Norma Técnica Colombiana NTC 2261:** El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), es el Organismo Nacional de Normalización de Colombia. Entre sus labores se destaca la creación de normas técnicas y la certificación de normas de calidad para empresas y actividades profesionales. ICONTEC es el representante de la organización internacional para la estandarización (ISO), en Colombia.

Específicamente la NTC 2261 es la norma que establece las características que deben cumplir los tableros de partículas aglomeradas de madera u otro material lignocelulosico lijados sin recubrimiento para aplicaciones interiores no estructurales.

- **Cascarilla de arroz:** es un subproducto de los molinos donde se procesa este grano, generalmente a precios accesibles en las zonas donde se produce arroz. No constituye un material verdaderamente inerte (es decir, que no es reactivo) pero posee buena aireación y capacidad de retención de agua¹³.

¹² Op. Cit. Alférez y Serrato, páginas 3 a 5.

¹³ Pizano, Marta, *FLORICULTURA Y MEDIO AMBIENTE*, Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2001. referencia ISBN 92-807-2082-1, página 84.

- **Aglomerados:** los aglomerados son materiales estables y de consistencia uniforme, tienen superficies totalmente lisas y resultan aptos como bases para enchapados.
- **Aglutinante:** es el material que se utiliza para lograr la unión de los granos abrasivos. La función del aglutinante no es solo unir las partículas abrasivas, sino dar también a la muela un factor de seguridad en el desplazamiento del grano.¹⁴
- **Viscosidad:** es una propiedad distintiva de los fluidos. Está ligada a la resistencia que opone un fluido a deformarse continuamente cuando se le somete a un esfuerzo de corte. Esta propiedad es utilizada para distinguir el comportamiento entre fluidos y sólidos. Además los fluidos pueden ser en general clasificados de acuerdo a la relación que exista entre el esfuerzo de corte aplicado y la velocidad de deformación.¹⁵
- **Densidad:** es una propiedad física característica de cualquier materia. Es la magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo; es decir, es la cantidad de materia (masa) que tiene un cuerpo por unidad de volumen.
- **Acetato de Polivinilo (PVA):** es el polímero de acetato de vinilo y se fabrica a gran escala, sobre todo en emulsión acuosa para “pinturas al agua”. El monómero se obtiene por el proceso “Wacker” por oxidación de una mezcla de etileno y acético con O₂ y un catalizador de Pd²⁺, Cu²⁺.
- **Humedad:** Se denomina humedad a la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Se puede expresar de forma absoluta mediante la humedad absoluta, o de forma relativa mediante la humedad relativa o grado de humedad. La humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a idéntica temperatura.
- **Higroscópico:** Se aplica al cuerpo o compuesto químico que absorbe la humedad del aire.

9. HIPOTESIS

Lo que se proyecta con la realización del tablero aglomerado, es que mediante una caracterización del mismo con ayuda de la norma técnica, se determinen las propiedades entre índices de producción, características físicas y químicas,

¹⁴ Chacón, Leonel, *TECNOLOGÍA MECÁNICA 1: MAQUINAS HERRAMIENTAS*, Editorial Limusa, DF, México, 2004. Página 185.

¹⁵ Fernández, Bonifacio, *INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA DE FLUIDOS*, Editorial Alfa omega, DF, México, 1999. página 75.

costos e impacto ambiental. Así mismo, desarrollando un planteamiento sobre la posibilidad de aplicar dicho producto al entorno social y logrando su máximo provecho. Mediante un análisis previamente estudiado y detallado del proceso de elaboración, se abre espacio para el diseño de un procedimiento guiado óptimo limitado por niveles de proporción, mezcla, presión y temperatura para un producto eficiente y de calidad.

Usando un aglutinante orgánico previamente estudiado, se desarrolla un producto 100% natural que permitirá cumplir las expectativas sociales de generación de nuevos materiales amigables con el ambiente, claramente esto acompañado de un análisis comparativo con respecto a tableros comúnmente producidos en la industria.

10. INDICACION DEL UNIVERSO Y MUESTRA CON LOS CUALES SE TRABAJARA

El universo de trabajo que involucraremos será determinado a nivel de elaboración del tablero, por las áreas de producción de aglomerados con madera; y a nivel de aplicación – análisis, por los medios de construcción que hagan uso de estas placas (interiores), pues durante la elaboración de este proyecto, se hace necesario realizar comparaciones para la identificación de eficiencia y calidad del producto resultante.

11. PROCEDIMIENTOS Y TECNICAS PARA LA RECOLECCION DE LA INFORMACION

La información necesaria para el desarrollo adecuado de este proyecto, se adquirirá mediante investigaciones en medios como: Internet, donde se encuentran publicaciones y actualizaciones referentes a la temática de uso de la cascarilla de arroz y procesos de uso; en bibliotecas y libros, donde se hable de los conceptos que trabajaremos; las normas que adjunten el concepto (en especialidad la NTC 2261); medios de trabajo y producción de aglomerados termoestables; trabajos o proyectos que se hayan desarrollado años atrás que puedan ser de gran utilidad para el proceso planteado, además de tener como pilar de investigación el proyecto titulado: PROCESO Y CARACTERIZACION DE MATERIAL AGLOEMRADO CON CASCARILLA DE ARROZ.

La metodología que se implementara para el desarrollo de esta investigación se basa en la toma de datos paulatinamente, para identificación de mejoras al proceso, haciendo uso de todos los espacios y personal disponible con posibilidad de acceso.

12. ASPECTOS DE LA ADMINISTRACION Y EL CONTROL

12.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Actividades que se realizaran																								
Estudio de los materiales compuestos a partir de desechos orgánicos.																								
Investigación general de las temáticas a tratar																								
Análisis de variables que influyen en la selección del proceso y calidad																								
Ubicación, selección y compra de material																								
Análisis primario del material adquirido																								
Proceso para obtención de material óptimo																								
Análisis secundario del material tratado																								
Busqueda-adquisición de herramientas y equipos																								
Aglomerado de materiales y termofijado																								
Reposo de material aglomerado-termofijado																								
Evaluación de la densidad y contenido de humedad.																								
Estudio comparativo del producto																								
Identificación de características																								
Evaluar el comportamiento mecánico de tableros aglomerados.																								
Desarrollar las pruebas de calidad establecidas por la NTC 2261.																								
Análisis comparativo con respecto a otros aglomerados																								
Determinar la influencia de las condiciones de procesado																								
Desarrollo análisis económico del producto																								
Aplicaciones y aportes (sociales, ambientales, etc)																								
Desarrollo de procedimiento guiado																								

Tabla 4: Cronograma

12.2. PRESUPUESTO DE LA INVESTIGACIÓN

MANO DE OBRA

	UNIDAD	VALOR UNIDAD	NUMERO UNIDADES	DE	TOTAL
JHONATTAN ALEXANDER ROMERO MARROQUIN	HORA	4000	320		1.280.000
DIEGO ALFONSO PAEZ PENAGOS	HORA	4000	320		1.280.000
PROF. LUIS ERNESTO ALFEREZ RIVAS	HORA	25000	48		1.200.000
			SUBTOTAL		3.740.000

MATERIALES

MATERIAL	UNIDAD	VALOR UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL
CASCARILLA DE ARROZ	KILOGRAMO	100	50	5000
AGLUTINANTE	KILOGRAMO	6000	4	24000
PRESERVANTES	KILOGRAMO	8000	8	64000
CATALIZADORES	KILOGRAMO	9000	2	18000
RECIPIENTES	DETAL	2000	5	10000
AGITADORES	BARRA	5000	4	20000
			SUBTOTAL	141.000

SERVICIOS

SERVICIO	UNIDAD	VALOR UNIDAD	CANT.	TOTAL
INTERNET	HORA	1000	120	120000
TRASPORTE	VIAJE	1500	144	216000
FOTOCOPIAS	PAGINA	50	300	15000
IMPRESIONES	PAGINA	100	200	20000
PRENSA	HORA	45000	8	360000
			SUBTOTAL	731.000

TOTAL= \$ 4.612.000

13. ASPECTOS INFORMATIVOS SOBRE LA INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE

13.1. HOJA DE VIDA DEL ASESOR

En propuesta del asesor para el proyecto, se solicita la asesoría del ingeniero Luis Ernesto Alférez Rivas.

13.2. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LA INSTITUCIÓN O EMPRESA DONDE SE REALIZARA LA INVESTIGACIÓN

La Universidad Distrital "Francisco José de Caldas" es una institución autónoma de educación superior, de carácter público, constituida esencialmente por procesos y relaciones que generan estudiantes y profesores identificados en la búsqueda libre del saber.

La Universidad Francisco José de Caldas se reconoce así misma como la institución de educación superior del Distrito Capital de Bogotá y de la Región Central de la República de Colombia, por consiguiente su visión de futuro está estrechamente ligada a los procesos de su entorno social. El proyecto educativo institucional encuentra sentido en el fortalecimiento estratégico de sus potencialidades académicas y en las posibilidades que ellas ofrecen al desarrollo de la región.

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas deberá hacerse más competitiva ante los pares del mundo académico y universitario. Por ello, con una visión estratégica ha decidido canalizar los esfuerzos y recursos en torno a cinco áreas académicas prioritarias: lo ambiental, la comunicación, la informatización, la educación y la producción.

14. BIBLIOGRAFÍA

14.1. BIBLIOGRAFÍA REFERENCIADA

[1] Diego Alfonso Páez y Jhonattan Alexander Romero; PROCESO Y CARACTERIZACION DE MATERIAL AGLOMERADO CON CASCARILLA DE ARROZ, Bogotá, Colombia. Tecnología Mecánica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2011.

[2] Luis Ernesto Alférez Rivas y Hernán Alfredo Serrato Zuluaga, SELECCIÓN DE UN PROCESO PARA LA PRODUCCION DE TABLEROS AGLOMERADOS CON CASCARILLA DE ARROZ, Bogotá, Colombia. Ingeniera Química, Universidad de América. 1997.

[3] Carolina Giovanna Cadena y Antonio José Bula Silvera, ESTUDIO DE LA VARIACIÓN EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE LA CASCARILLA DE ARROZ AGLOMERADA CON FIBRAS VEGETALES, Barranquilla, Colombia. Ingeniería Mecánica, Universidad del Norte. 2002. referencia 12: 8-9.

[4] Pizano, Marta, *FLORICULTURA Y MEDIO AMBIENTE*, Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2001. referencia ISBN 92-807-2082-1.

[5] Agustín Valverde G., Bienvenido Sarria I. y José p. Monteagudo Y., ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA CASCARILLA DE ARROZ, Pereira, Colombia. Ingeniería Mecánica, Universidad Tecnológica de Pereira. 2007. referencia ISSN 0122-1701.

[6] Chacón, Leonel, *TECNOLOGÍA MECÁNICA 1: MAQUINAS HERRAMIENTAS*, Editorial Limusa, DF, México, 2004.

[7] Fernández, Bonifacio, *INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA DE FLUIDOS*, Editorial Alfa omega, DF, México, 1999.

14.2. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

[1] Askeland, Donald. (2004). *Ciencia e ingeniería de los Materiales*. DF, México: Editorial Thompson.

[2] Martínez de las Marías P, QUÍMICA Y FÍSICA DE LOS ALTOS POLÍMEROS Y MATERIAS PLÁSTICAS. Editorial Alhambra, Madrid, 1972

[3] Ralph Mayer, MATERIALES Y TECNICAS DEL ARTE. Tursen Hermann Blume Ediciones, Madrid, 1993

[4] ICONTEC, NORMA TECNICA COLOMBIANA 2261, 1999