	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>		VERSIÓN	02
			FECHA	03/04/2017
			PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad	

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): VALENTINA

APELLIDOS: DI DONATO AGUILAR

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): FAUSTINO

APELLIDOS: MORENO GAMBOA

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): EVALUACIÓN TÉRMICA DE UN DOSIFICADOR DE TORNILLO SIN FIN CON SUMINISTRO DE CALOR PARA BIOMASA, A PARTIR DE SU DISEÑO Y MODELADO CINÉTICO

### RESUMEN

En la actualidad se busca aprovechar avances tecnológicos que permitan brindarle al país un mejor uso de la biomasa como fuente de energía renovable mediante la obtención de bioaceites de manera eficiente y limpia que permita reducir el daño ambiental y el uso de combustibles fósiles, destacándose dentro del escenario nacional el trabajo realizado por Energética 2030, buscando aprovechar residuos agroindustriales para mejorar la sostenibilidad del sistema energético identificando las variables que afectan el rendimiento y la calidad de los productos que se obtienen, mediante un proceso de pirólisis rápida a la biomasa del departamento de Norte de Santander, entre las cuales predomina la cascarilla de arroz, el cuesco de palma de aceite y el cisco de café. Se planteó como objetivo principal evaluar el comportamiento térmico a partir del diseño y modelado cinético de una máquina dosificadora mediante tornillo sin fin con suministro de calor que permita el transporte y secado para un flujo másico de 2kg/h previo a un proceso de pirólisis rápida. Se llegó a la conclusión de que luego de realizar un estudio de los diferentes sistemas de dosificación helicoidal, quedo determinado que el sistema horizontal de tornillo sin fin estándar es el óptimo.

PALABRAS CLAVE: Evaluación térmica, dosificador, tornillo sin fin, biomasa, modelado cinético.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 163 PLANOS: \_0\_ ILUSTRACIONES: \_\_66\_\_ CD ROOM: \_1\_

\*\*Copia No Controlada\*\*

EVALUACIÓN TÉRMICA DE UN DOSIFICADOR DE TORNILLO SIN FIN CON  
SUMINISTRO DE CALOR PARA BIOMASA, A PARTIR DE SU DISEÑO Y MODELADO  
CINÉTICO

VALENTINA DI DONATO AGUILAR

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

2022

EVALUACIÓN TÉRMICA DE UN DOSIFICADOR DE TORNILLO SIN FIN CON  
SUMINISTRO DE CALOR PARA BIOMASA, A PARTIR DE SU DISEÑO Y MODELADO  
CINÉTICO

VALENTINA DI DONATO AGUILAR

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero mecánico

DIRECTOR:

Ph.D. FAUSTINO MORENO GAMBOA

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

2022

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: CÚCUTA, 25 DE ABRIL 2022  
HORA: 11:00 a.m.  
LUGAR: LABORATORIO DE FLUTER (FU306)  
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA


TÍTULO: "EVALUACIÓN TÉRMICA DE UN DOSIFICADOR DE TORNILLO SIN FIN CON SUMINISTRO DE CALOR PARA BIOMASA, A PARTIR DE SU DISEÑO Y MODELADO CINÉTICO."


Jurados: ING. JOSÉ RAFAEL EUGENIO LÓPEZ  
ING. LUIS DANIEL MENDOZA PEREZ

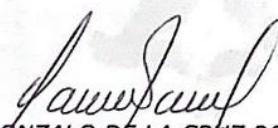
Director: ING. FAUSTINO MORENO GAMBOA

Nombre del estudiante	Código	Calificación	
		Letra	Número
VALENTINA DI DONATO AGUILAR	1121687	Cuatro, Nueve	4.9

### MERITORIA

  
ING. JOSÉ RAFAEL EUGENIO LÓPEZ

  
ING. LUIS DANIEL MENDOZA PEREZ

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

## **Dedicatoria**

A Franco Di Donato, mi padre, por apoyarme incondicionalmente en todas mis decisiones a lo largo de este camino, y por enseñarme que los grandes logros conllevan sacrificios y trabajo duro. A mi madre Beatriz Aguilar, por escucharme y alentarme en todo momento, darme su amor y nunca dejar de creer en mí. Y, por último, a Pierina Di Donato, mi hermana, por ser mi más grande fuente de inspiración y motor de vida.

Sin ustedes nada de esto sería posible, los amo.

## **Agradecimientos**

A Dios, la Virgen María y el Espíritu Santo, por escucharme y protegerme en todo momento.

Al Ing. Faustino Moreno Gamboa, director de este proyecto, por su apoyo y colaboración que sin duda alguna fueron indispensables para la culminación de este logro.

A la Universidad Francisco de Paula Santander, por la formación brindada como persona y profesional, por darme la posibilidad de desarrollar este proyecto y por facilitarme el uso de las herramientas computacionales MATLAB y SolidWorks a través de sus licencias.

Al Ing. Farid Chejne Janna y todo el grupo que conforma al proyecto P4 de Energética 2030, por creer en mi labor y brindarme su apoyo en el desarrollo de este proyecto.

A todos los Ingenieros del departamento de Diseño Mecánico, Fluidos y Térmicas y demás docentes que formaron parte de mi educación en Pregrado, por la paciencia y la enseñanza.

A la Universidad Nacional Experimental del Táchira, por ser mi primera casa de estudio y por formar al ser humano que soy hoy en día, y a la Universidade Federal de São Carlos, por recibirme con los brazos abiertos durante mi intercambio estudiantil y ayudarme a expandir mis conocimientos.

Por último, a mi familia y amigos, gracias por su amor.

## Resumen

En Colombia hoy día se busca desarrollar tecnologías que brinden un mejor futuro en el marco energético mediante fuentes de energías renovables como la biomasa, la cual es ampliamente usada para disminuir las problemáticas producto de combustibles fósiles, ya que es implementada como biocombustible, después de ser transformada en procesos como el de la pirólisis rápida. Resaltando dentro de esta labor a Energética 2030, una alianza institucional entre 8 Universidades y 3 empresas, liderada por la Universidad Nacional (UNAL) Sede Medellín en el marco de Colombia Científica, que busca la evolución del sector energético colombiano al año 2030 mediante el desarrollo de diferentes proyectos en áreas diversas, entre los que se encuentra el proyecto P4 “Poligeneración: La biomasa, precursor para nuevos productos de valor agregado y oportunidad para garantizar un sistema eléctrico confiable y sustentable”; proyecto que busca aprovechar residuos agroindustriales para mejorar la sostenibilidad del sistema energético identificando las variables que afectan el rendimiento y la calidad de los productos que se obtienen, mediante un proceso de pirolisis rápida a la biomasa del departamento de Norte de Santander. Para ello, fue necesario el desarrollo de un sistema para la transformación de biomásas diferentes del departamento, las cuales requieren de un tratamiento de secado previo, siendo este el motivo del proyecto, con el cual se planteó el diseño de un sistema de transporte y secado que permite el mejoramiento de las condiciones de la biomasa para su correcta transformación dentro del proceso de pirólisis rápida, realizando un análisis de las variaciones de temperatura presentes en el sistema, con base en su diseño.

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción	20
1. Problema	22
1.1 Título	22
1.2 Planteamiento del problema	22
1.3 Formulación del problema	23
1.4 Justificación	23
1.5 Objetivos	25
1.5.1 Objetivo general.	25
1.5.2 Objetivos específicos.	25
1.6 Alcance y delimitaciones	25
1.6.1 Alcance.	25
1.6.2 Limitaciones.	26
1.6.3 Delimitaciones	26
1.6.3.1 Delimitación Temporal.	26
1.6.3.2 Delimitación Local.	26
2. Marco referencial	28
2.1 Antecedentes	28
2.1.1 Internacionales.	28
2.1.2 Nacionales	30
2.1.3 Regionales.	31



2.2 Marco teórico	32
2.2.1 La Biomasa	32
2.2.1.1 Cascarilla de arroz.	33
2.2.1.2 Cisco de Café.	33
2.2.1.3 Cuesco de Palma de Aceite	34
2.2.2 Tecnologías para la transformación energética de la biomasa.	35
2.2.3 Pirólisis.	36
2.2.3.1 Tecnologías disponibles para pirólisis rápida	37
2.2.4 Pretratamiento a la Biomasa.	39
2.2.4.1 Reducción granulométrica	39
2.2.4.2 Densificación.	40
2.2.4.3 Secado.	40
2.2.5 Modelos Cinéticos.	41
2.2.5.1 Métodos isoconversional no isotérmico.	42
2.2.5.2 Métodos isocinéticos Coats and Redfern.	43
2.2.6 Sistemas Dosificadores.	44
2.2.6.1 Dosificadores de tornillo sin fin	45
2.2.6.2 Componentes que constituyen al dosificador de tornillo sin fin.	46
2.2.6.3 Tipos de Dosificadores.	48
2.2.6.4 Sistemas de secado para dosificadores.	52
2.2.7 Tolva de Almacenamiento.	54
2.2.7.1 Tipos de flujos.	55
2.3 Marco conceptual	58

2.4 Fundamentos legales	60
3. Diseño metodológico	66
3.1 Tipo de investigación	66
3.1.1 Metodología de diseño.	66
3.2 Fuentes de información	68
3.2.1 Fuentes de información primaria.	68
3.2.2 Fuentes de información secundaria	68
3.3 Técnicas y procedimientos para la recolección de información.	68
3.4 Análisis de la información	69
4. Cálculos y dimensionamiento del dosificador	70
4.1 Introducción	70
4.2 Requerimientos funcionales del dosificador	70
4.3 Diseño del dosificador	71
4.3.1 Condiciones iniciales.	71
4.3.1.1 Humedad de la Biomasa.	72
4.3.2 Análisis de las alternativas.	74
4.3.2.1 Alternativa Seleccionada.	76
4.3.3 Dimensionamiento del tornillo sin fin.	76
4.3.3.1 Casos para el análisis de la velocidad de giro.	77
4.4 Análisis de la potencia requerida	82
4.4.1 Potencia mínima requerida.	84
4.4.1.1 Análisis experimental de la potencia requerida	89
4.5 Selección del diametro del eje	91

4.6 Análisis de deflexión	96
4.7 Selección de rodamiento	99
5. Cálculos y dimensionamiento de la tolva de almacenamiento	101
5.1 Introducción	101
5.2 Requerimientos funcionales de la tolva de almacenamiento	101
5.3 Diseño de la tolva de almacenamiento	102
5.3.1 Condiciones iniciales	102
5.3.2 Análisis de la alternativa de diseño.	104
5.3.3 Dimensionamiento de la tolva de almacenamiento	105
5.3.3.1 Longitud de salida de la tolva.	107
5.3.3.2 Longitud de entrada de la tolva	108
5.3.3.3 Espesor de la tolva.	112
5.3.3.4 Metodología para comprobar el espesor de la tolva.	115
5.3.3.5 Dimensiones finales de la tolva de almacenamiento	120
6. Modelo termodinámico de la biomasa durante el proceso de secado	121
6.1 Introducción	121
6.2 Análisis de las resistencias eléctricas	121
6.3 Modelo termodinámico	123
6.4 Resultados	130
6.5 Dimensiones finales	137
7. Análisis de costos	139
7.1 Motorreductor	139
7.1.1 Factor de servicio del motorreductor	140

7.1.1.1 Potencia Necesaria.	140
7.1.1.2 Potencia transmisible por el reductor.	140
7.1.1.3 Potencia entregada por el Motorreductor.	141
7.2 Costo promedio	142
8. Conclusiones	145
9. Recomendaciones	147
10. Referencias bibliográficas	148
Anexos	154