

	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		
<b>ELABORÓ</b>		<b>REVISÓ</b>		<b>APROBÓ</b>	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad		Líder de Calidad	

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): EDWIN ALEXIS APELLIDOS: FERNANDEZ GALVIS

NOMBRE(S): JESÚS MIGUEL APELLIDOS: MOLINA MENDOZA

FACULTAD: INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): GUSTAVO ADOLFO APELLIDOS: CARRILLO SOTO

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): ANÁLISIS EXPERIMENTAL DEL FENÓMENO DE EVAPOTRANSPIRACION MEDIANTE UN MONTAJE TIPO LISIMETRO

El proyecto consiste en la elaboración y operación de un montaje tipo lisímetro de bajo costo, para estimar la tasa de evapotranspiración frente a las condiciones climatológicas del municipio de los patios, Norte de Santander. Se contrasta con las tasas observadas en unos recipientes de suelo desnudo y un recipiente de agua; además de esto, se compara los datos observados de evapotranspiración por el montaje y a los datos arrojados por el modelo de Thornthwaite para conocer la diferencia entre estos y de la misma forma se consigue un valor de ajuste para el modelo. Finalmente se recolecta información relacionada con el montaje de lisímetros y se crea una tabla como base de datos, para utilidad de nuevas investigaciones relacionadas con el tema de estudio.

Palabras clave: Evapotranspiración, Lisímetro, Thorthwaite, Evaporación.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 197 PLANOS: 0 ILUSTRACIONES: 0 CD ROOM: 0

ANÁLISIS EXPERIMENTAL DEL FENÓMENO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN  
MEDIANTE UN MONTAJE TIPO LISÍMETRO

EDWIN ALEXIS FERNÁNDEZ GALVIS

JESÚS MIGUEL MOLINA MENDOZA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
CÚCUTA, COLOMBIA  
2021

ANÁLISIS EXPERIMENTAL DEL FENÓMENO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN  
MEDIANTE UN MONTAJE TIPO LISÍMETRO

EDWIN ALEXIS FERNÁNDEZ GALVIS

JESÚS MIGUEL MOLINA MENDOZA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Director:

GUSTAVO ADOLFO CARRILLO SOTO

Ingeniero Civil, PhD. en Hidrología

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
CÚCUTA, COLOMBIA  
2021

## ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO

**FECHA:** 16 DE DICIEMBRE DE 2021 **HORA:** 10:00 a. m.

**LUGAR:** VIDEO CONFERENCIA GOOGLE MEET

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERIA CIVIL

**TITULO DE LA TESIS:** "ANALISIS EXPERIMENTAL DEL FENOMENO DE EVAPOTRANSPIRACION MEDIANTE UN MONTAJE TIPO LISIMETRO".

**JURADOS:** ING. EDGAR VILLEGAS PALLARES  
ING. JAIRO MARTIN RODRIGUEZ TENJO

**DIRECTOR:** PhD. GUSTAVO ADOLFO CARRILLO SOTO

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
EDWIN ALEXIS FERNANDEZ GALVIS	1112281	4,5	CUATRO, CINCO
JESUS MIGUEL MOLINA MENDOZA	1112325	4,5	CUATRO, CINCO

# MERITORIA

  
ING. EDGAR VILLEGAS PALLARES

  
ING. JAIRO MARTIN RODRIGUEZ TENJO

Vo. Bo.   
JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ  
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

## **Dedicatoria**

Esta tesis se la dedico con todo mi corazón a mi madre, quien adoro desde lo más profundo de mi alma, pues sin ella no hubiese logrado nada, por estar siempre a mi lado brindándome apoyo y que con sus consejos me dieron impulso para salir adelante. También va dedicada a María Fernanda Vera Omaña, por brindarme cariño cuando más lo necesitaba, apoyándome en cada decisión que tomara, por tu paciencia para conmigo, por ayudarme hasta donde te fue posible, incluso más, por eso te dedico y agradezco con este trabajo. Finalmente, esta tesis está va dedicada de manera muy especial a la Memoria de Doris Omaña Labrador, por ser ejemplo en vida de amor, honradez, solidaridad, por ser una gran persona, una gran amiga y representar el verdadero significado de altruismo, por eso te doy este trabajo en ofrenda por todas las personas que ayudaste durante tu vida. Las amo mucho.

**Jesús Miguel Molina Mendoza**

## **Agradecimientos**

Nuestros Agradecimientos van dirigidos en primer lugar a Dios por darnos la vida, a nuestras familias por la confianza y apoyo durante toda nuestra carrera, a nuestros amigos por las experiencias y los buenos momentos vividos durante la formación, a los profesores por compartirnos todos sus conocimientos y aporta a nuestra formación como ingenieros y en especial al Ingeniero Gustavo Adolfo Carrillo Soto por llevarnos en este lindo proceso de investigación y por sus aportes de conocimiento en este trabajo.

## Tabla de contenido

Introducción	16
1. Problema.	18
1.1. Título	18
1.2. Planteamiento del Problema	18
1.3. Formulación del Problema	20
1.4. Objetivos	20
1.4.1. Objetivo General.	20
1.4.2. Objetivos Específicos.	20
1.5. Justificación.	21
1.6. Alcances y Limitaciones	22
1.6.1. Alcances.	22
1.6.2. Limitaciones	22
1.7. Delimitaciones.	23
1.7.1. Delimitación Espacial	23
1.7.2. Delimitación Temporal	24
1.7.3. Delimitación Conceptual	24
2. Marco Referencial	26
2.1. Antecedentes y Estado del Arte	26
2.1.1. Antecedentes Empíricos.	26
2.1.2. Antecedentes Bibliográficos	26
2.1.2.1. Antecedentes Internacionales	26
2.1.2.2. Antecedentes Nacionales	29
2.2. Marco Teórico	30
2.3. Marco Conceptual	41
2.4. Marco Contextual.	43
2.5. Marco Legal	44
3. Diseño Metodológico	46

3.1.	Tipo de Investigación	46
3.2.	Población y Muestra.	47
3.2.1.	Población	47
3.2.2.	Muestra	47
3.3.	Instrumentos para la Recolección De Muestras	48
3.3.1.	Instrumentos	48
3.3.1.1.	Montaje Tipo Lisímetro	48
3.3.1.2.	Balanza Digital	48
3.3.1.3.	Termohigrómetro PCE-HT 71N	48
3.4.	Fuentes de Información	48
3.4.1.	Fuentes Primarias.	48
3.4.2.	Fuentes Secundarias	49
3.5.	Técnicas De Análisis Y Procesamiento De Datos	49
3.6.	Fases y Actividades Específicas del Proyecto	49
3.6.1.	Fase 1: Consolidación de Información	49
3.6.2.	Fase 2: Aplicación y desarrollo.	49
3.6.3.	Fase 3: Análisis y Resultados	49
4.	Revisión del Estado del Arte Relacionado al Montaje Y Operación De Lisímetros.	50
4.1.	Estado del Arte a Nivel Nacional	50
4.2.	Estado del Arte a Nivel Latinoamericano	55
4.3.	Estado del Arte a Nivel Mundial	71
5.	Desarrollo del Proyecto	84
5.1.	Materiales y Métodos	84
5.1.1.	Descripción del Área Experimental	84
5.1.2.	Condiciones Iniciales del Terreno	85
5.1.3.	Adecuaciones del Terreno.	85
5.1.3.1.	Limpieza y Nivelación del Terreno	85
5.1.3.2.	Cercado del Área Experimental.	86
5.1.3.3.	Perforaciones del terreno	87
5.1.3.4.	Instalación de Material Vegetal en el Terreno	88
5.1.3.5.	Instalación de material granular Como Base Para Recipientes	89



5.1.3.6.	Distribución de los recipientes	90
5.1.3.7.	Ubicación de los lisímetros y Equipos de Medida	91
5.1.4.	Sistema de Toma de Datos.	92
5.1.4.1.	Báscula Krömbi KD-OWS78	92
5.1.4.2.	Termohigrómetro PCE-HT 71N	93
5.1.5.	Metodología Para la Toma de Mediciones	94
6.	Análisis y Resultados.	95
6.1.	Selección del Método de Estimación	95
6.2.	Origen de los Datos	95
6.3.	Mediciones de Campo.	97
6.4.	Contraste de la Evapotranspiración y la Evaporación de un Cuerpo de Agua.	111
6.5.	Contraste de la Evapotranspiración y la Evaporación de un Suelo Desnudo.	114
6.6.	Cálculo de La ETP Mediante Método de Thornthwaite	117
6.7.	Calculo de la diferencia Entre Los Datos Observados y Los Modelados	119
6.7.1.	Diferencia Entre los datos de Evaporación Agua y Modelo Thornthwaite.	119
6.7.2.	Diferencia Entre los Datos de Suelo y Modelo Thornthwaite.	122
6.7.3.	Diferencia Entre los Datos de Vegetación y Thornthwaite	130
	Conclusiones.	137
	Recomendaciones	139
	Bibliografía	140
	Anexos	144