



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER**  
**BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS**



**RESUMEN – TESIS DE GRADO**

AUTORES: IVAN HERNANDO RAMIREZ MENDOZA  
SAILY ANTONIA TORRES ROSADO

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA CIVIL

DIRECTOR: MEIMER PEÑARANDA CARRILLO

TITULO DE LA TESIS: MODELO TRIDIMENSIONAL DEL FLUJO DE AGUA EN PILAS DE PUENTE POR SIMULACIÓN NUMÉRICA

RESUMEN:

El propósito del siguiente trabajo es modelar el flujo de agua en los tipos geométricos comunes de pila, como lo son; rectangular, circular y en punta de diamante empleando ANSYS 10.0, efectuando el análisis de la actuación hidráulica del cauce en el entorno de las pilas y estimando la magnitud de la socavación local en cada geometría estudiada, extendiendo el trabajo al proponer una sección con forma hidrodinámica que perturbe en menor grado los parámetros hidráulicos del flujo en el cauce

CARACTERÍSTICAS

PAGINAS: 141      PLANOS:      ILUSTRACIONES:      CD – ROM: 1

MODELO TRIDIMENSIONAL DEL FLUJO DE AGUA EN PILAS DE PUENTES  
POR SIMULACIÓN NUMÉRICA

IVAN HERNANDO RAMIREZ MENDOZA  
SAILY ANTONIA TORRES ROSADO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2008

MODELO TRIDIMENSIONAL DEL FLUJO DE AGUA EN PILAS DE PUENTES  
POR SIMULACIÓN NUMÉRICA

IVAN HERNANDO RAMIREZ MENDOZA  
SAILY ANTONIA TORRES ROSADO

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

Director  
MEIMER PEÑARANDA CARRILLO  
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2008



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 29 DE SEPTIEMBRE DE 2008 HORA: 6:30 p. m.

LUGAR: EDIFICIO EL LABERINTO - QUINTA ORIENTAL

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

TITULO DE LA TESIS: "MODELO TRIDIMENSIONAL DE FLUJO DE AGUA EN PILAS DE PUENTES POR SIMULACION NUMERICA".

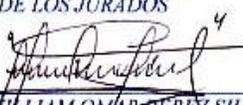
JURADOS : ING. WILLIAM OMAR PEREZ SILVA  
ING. CARLOS HUMBERTO FLOREZ GONGORA

DIRECTOR : INGENIERO MEIMER PEÑARANDA CARRILLO.

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
IVAN HERNANDO RAMIREZ MENDOZA	0113431	4,4	CUATRO, CUATRO
SAILY ANTONIA TORRES ROSADO	0114235	4,4	CUATRO, CUATRO

APROBADA

FIRMA DE LOS JURADOS

  
WILLIAM OMAR PEREZ SILVA

  
CARLOS HUMBERTO FLOREZ GONGORA

Vo.Bo.   
CARLOS HUMBERTO FLOREZ GONGORA  
Coordinador (E) Comité Curricular

Betty M.

*A mi madre Nhora Esmeralda Mendoza Sanchez por sus oraciones y pensamientos desde la distancia, dándome el calor de madre que aunque no era físico posee la misma intensidad, a mi madre doy gracias por ser el eje fundamental de mi vida.*

*A mi padre Pedro Ivan Ramirez Jaimes por enseñarme afrontar los problemas con tranquilidad, igualmente expreso un voluminoso agradecimiento a cada integrante de mi familia y amistades, que colaboraron con mi noble causa en el transcurso de mi carrera.*

**Ivan**

*A Mariluz Rosado Mendoza porque nunca me ha fallado como madre y padre a la vez; ya que ese papel lo ha sabido cumplir muy bien, brindándome todo el amor, cariño, comprensión del mundo y motivación de seguir adelante.*

**Saily**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores del trabajo expresan sus agradecimientos a:

Al semillero de investigación ACUA, en el cual surgió la idea de centrar nuestra investigación, proporcionando buenas bases para comenzar la aplicación de software en el estudio hidráulico de las pila de puente.

Al M.Sc. Gustavo Adolfo Carrillo por enfocarnos en el tema específico de nuestro trabajo de grado, brindándonos información y asesorías adecuada en la realización de la investigación, inculcándonos que la ingeniería civil es un medio de continuo aprendizaje.

Al Ingeniero Mecánico Meimer Peñaranda Carrillo por sus sugerencias brindadas para el desarrollo de este trabajo.

Al PhD Carlos Acevedo por asignarnos el espacio en la sala del grupo investigación GIDIMA donde se realizo nuestro proyecto de grado .

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	25
1. ANTECEDENTES	26
2. FUNDAMENTOS HIDRAULICOS	30
2.1 FLUJO TRIDIMENSIONAL	30
2.2 PROPIEDADES DEL FLUJO	31
2.2.1 Velocidad	31
2.3 PROPIEDADES DEL FLUIDO	31
2.3.1 Densidad	31
2.3.2 Viscosidad dinámica	31
2.4 TIPOS DE FLUJO	31
2.4.1 Flujo libre	31
2.4.2 Flujo variado permanente	32

2.5 RÉGIMEN DEL FLUJO	32
2.5.1 Flujo con régimen turbulento	32
2.5.2 Flujo incompresible	33
2.6 FUNDAMENTOS DE VISUALIZACIÓN DEL FLUJO	33
2.6.1 Punto de estancamiento	33
2.6.2 Equilibrio	33
2.6.3 Líneas de corriente	34
2.6.4 Graficas de contornos	34
2.7 VORTICIDAD Y ROTACIONALIDAD	35
2.8 FUERZA DE ARRASTRE (DRAG)	36
3. PROCEDIMIENTO GENERAL PARA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS CFD TRIDIMENSIONAL EN ANSYS	41
3.1 GENERACIÓN DE LA MALLA ESTRUCTURADA	42
3.2 CONDICIONES DE FRONTERA	42
3.3 CONDICIONES DE FRONTERA EN LA SUPERFICIE SÓLIDA (PILA)	42
3.4 CONDICIONES DE FRONTERA DE FLUJO DE ENTRADA O FLUJO DE SALIDA	43

4. PUENTE	44
4.1 PILAS	45
4.2 SOCAVACIÓN LOCAL EN PILAS	47
5. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	50
5.1 DOMINIO DEL PROBLEMA	56
5.2 DISCRETIZACIÓN	57
6. METODOLOGÍA PARA LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE (ANSYS) EN LA MODELACIÓN	58
6.1 PILA RECTANGULAR MACIZA	58
6.1.1 Construcción de la geometría de la pila	61
6.1.2 Discretización	67
6.1.3 Condiciones de frontera del flujo de entrada	69
6.1.4 Condición de frontera del flujo de salida	71
6.1.5 Condición de frontera en la superficie solida (pila)	71
6.1.6 Solución	73
6.1.7 Postproceso	75

6.2 PILA CIRCULAR APORTICADA	81
6.2.1 Construcción de la geometría de la pila	83
6.2.2 Discretización	91
6.2.3 Condiciones de frontera del flujo de entrada	93
6.2.4 Condición de frontera del flujo de salida	94
6.2.5 Condición de frontera en la superficie solida (pila)	94
6.2.6 Solución	95
6.2.7 Postproceso	96
6.3 PILA EN PUNTA DE DIAMANTE	101
6.3.1 Construcción de la geometría de la pila	103
6.3.2 Discretización	109
6.3.3 Condiciones de frontera del flujo de entrada	111
6.3.4 Condición de frontera de flujo de salida	112
6.3.5 Condición de frontera en la superficie solida (pila)	112
6.3.6 Solución	114

6.3.7 Postproceso	115
7. ANALISIS DE RESULTADOS	119
8. GEOMETRIA PROPUESTA PARA OPTIMIZACIÓN HIDRÁULICA DE PILARES DE PUENTE	126
9. CONCLUSIONES	133
10. RECOMENDACIONES	134
BIBLIOGRAFÍA	135
ANEXOS	138