

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN		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): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): KEVEN STEVENS APELLIDOS: PÉREZ CARRASCAL

FACULTAD: CIENCIAS BÁSICAS

PLAN DE ESTUDIOS: MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): PEDRO JULIÁN APELLIDOS: GARCÍA GUARÍN

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): DETECCIÓN DE FUGA DE AGUA EN TUBERÍAS DE DOS RAMAS MEDIANTE COMPROBACIÓN ZAHORÍ Y EL TEOREMA DE TRANSPORTE DE REYNOLDS

Pérdidas ambientales y económicas son los principales problemas que ocasionan las fugas de agua. Posiblemente algunas tuberías del sistema de uso frecuente deben estar desperdiciando este recurso hídrico, y aunque no se pueda evitar que una tubería colapse, si se puede corregir de forma inmediata este problema. Aquí es donde recae la importancia de los detectores de fugas; una herramienta que permita al sistema de agua potable conocer si hay una fuga, es eficiente; pero lo es aún más, si ésta misma entrega la ubicación en donde apareció. El presente trabajo investigativo pone a consideración un sistema sencillo de dos tuberías en paralelo en donde una de ellas contiene fuga de agua, con el fin de analizarlo mediante un modelo matemático fundamentado en el Teorema de Transporte de Reynolds y apoyado en simulación computacional de fluidos. Igualmente se propone un modelo de detección de fugas basado inicialmente en la técnica de radiestesia. Para este problema específico la ecuación que determinó la ubicación de la fuga arrojó un error porcentual del 3.3% para un orificio de fuga ubicado a 3 metros, y el ensayo con radiestesia demostró ser un instrumento aplicable para conocer la presencia de agua.

PALABRAS CLAVES: Volumen de control; Tubería; Fugas; Perfil de velocidad; Ecuación de continuidad

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 134 PLANOS: ILUSTRACIONES: CD ROOM:

Copia No Controlada

DETECCIÓN DE FUGA DE AGUA EN TUBERÍAS DE DOS RAMAS MEDIANTE
COMPROBACIÓN ZAHORÍ Y EL TEOREMA DE TRANSPORTE DE REYNOLDS

KEVEN STEVENS PÉREZ CARRASCAL

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE EDUCACIÓN, ARTES Y HUMANIDADES
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

DETECCIÓN DE FUGA DE AGUA EN TUBERÍAS DE DOS RAMAS MEDIANTE
COMPROBACIÓN ZAHORÍ Y EL TEOREMA DE TRANSPORTE DE REYNOLDS

KEVEN STEVENS PÉREZ CARRASCAL

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO

DE:

MAGÍSTER EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA

DIRECTOR

PEDRO JULIÁN GARCÍA GUARÍN

MS. Ing. Mecánica, PhD. Ing. Eléctrica

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE EDUCACIÓN, ARTES Y HUMANIDADES

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 02 de julio de 2022.

HORA: 4:00 p.m.

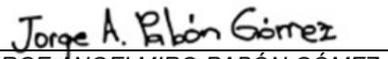
LUGAR: Oficina 404 Edificio Fundadores

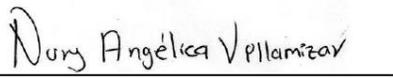
TÍTULO: DETECCIÓN DE FUGA DE AGUA EN TUBERÍAS DE DOS RAMAS MEDIANTE COMPROBACIÓN ZAHORÍ Y EL TEOREMA DE TRANSPORTE DE REYNOLDS.

KEVEN STEVENS PÉREZ CARRASCAL	2390224	Cuantitativa	Cualitativa
NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CÓDIGO	4.4	APROBADA
		CALIFICACIÓN	

JURADOS:


YANNETTE DÍAZ UMAÑA


JORGE ANGELMIRO PABÓN GÓMEZ


NURY ANGELICA VILLAMIZAR PINZON

DIRECTOR (A):


PEDRO JULIAN GARCÍA GUARÍN


MAWENCY VERGEL ORTEGA
Directora Programa Maestría en Educación

Resumen

Pérdidas ambientales y económicas son los principales problemas que ocasionan las fugas de agua. Posiblemente algunas tuberías del sistema de uso frecuente deben estar desperdiciando este recurso hídrico, y aunque no se pueda evitar que una tubería colapse, si se puede corregir de forma inmediata este problema. Aquí es donde recae la importancia de los detectores de fugas; una herramienta que permita al sistema de agua potable conocer si hay una fuga, es eficiente; pero lo es aún más, si ésta misma entrega la ubicación en donde apareció. El presente trabajo investigativo pone a consideración un sistema sencillo de dos tuberías en paralelo en donde una de ellas contiene fuga de agua, con el fin de analizarlo mediante un modelo matemático fundamentado en el Teorema de Transporte de Reynolds y apoyado en simulación computacional de fluidos. Igualmente se propone un modelo de detección de fugas basado inicialmente en la técnica de radiestesia. Para este problema específico la ecuación que determinó la ubicación de la fuga arrojó un error porcentual del 3.3% para un orificio de fuga ubicado a 3 metros, y el ensayo con radiestesia demostró ser un instrumento aplicable para conocer la presencia de agua.

Palabras claves: Volumen de control; Tubería; Fugas; Perfil de velocidad; Ecuación de continuidad.

Abstract

Environmental and economic losses are the main problems caused by water leaks. Possibly some frequently used pipes in the system must be wasting this water resource, and although it cannot be avoided that a pipe collapses, this problem can be corrected immediately. This is where the importance of leak detectors lies; a tool that allows the drinking water system to know if there is a leak, is efficient; but it is even more so if it provides the location where it appeared. The present

investigative work puts into consideration a simple system of two pipes in parallel where one of them contains a water leak, in order to analyze it through a mathematical model based on the Reynolds Transport Theorem and supported by computational simulation of fluids. Likewise, a leak detection model based initially on the dowsing technique is proposed. For this specific problem, the equation that determined the location of the leak gave a percentage error of 3.3% for a leak hole located at 3 meters, and the dowsing test proved to be an applicable instrument to determine the presence of water.

Keywords: Control volume; Piping; Leakage; Velocity profile; Continuity equation.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	16
1. Descripción del problema	19
1.1 Planteamiento del problema	19
1.2 Objetivos	21
1.2.1 Objetivo general.	21
1.2.2 Objetivos específicos.	21
1.3 Formulación del problema	22
1.4 Justificación	24
1.5 Delimitaciones	25
1.5.1 Operativa	25
1.5.2 Conceptual	25
1.5.3 Temporal	26
2. Marco referencial	26
2.1 Marco Teórico	26
2.1.1 Agua y Radiestesia.	26
2.1.2 Fugas de agua.	27
2.1.3 Clases de fugas de agua.	27
2.1.4 Red de distribución de agua.	28
2.1.5 Componentes de una red.	28
2.1.6 Formas de distribución en una red.	29
2.1.7 Materiales de tuberías.	29

2.1.8	Propiedades del agua.	31
2.1.9	Número de Reynolds.	31
2.1.10	Perfil de velocidad.	32
2.1.11	Ecuación de continuidad de Reynolds.	32
2.1.12	Ecuación de Darcy.	33
2.1.13	Ecuación de los factores de fricción.	34
2.1.14	Factores de rugosidad.	34
2.1.15	Diagrama de Moody.	35
2.1.16	Perdidas menores.	35
2.1.17	Teorema de Transporte de Reynolds (RTT).	36
2.2	Marco Conceptual	37
2.2.1	Teorema.	37
2.2.2	Modelo matemático.	37
2.2.3	Fluido Newtoniano.	37
2.2.4	Flujo Incompresible.	37
2.2.5	Flujo Laminar.	38
2.2.6	Flujo Turbulento.	38
2.2.7	Enmallado.	38
2.2.8	Case.	39
2.2.9	Diccionario.	39
2.2.10	Instrumento Virtual.	39
2.3	Marco Histórico	39
2.4	Marco Contextual	41

3.	Diseño metodológico	44
3.1	Tipo de investigación	44
3.1.1	Etapas del proyecto.	44
3.1.1.1	Fase I. Iniciación y conceptos clave.	45
3.1.1.1.1	Conceptos clave.	45
3.1.1.1.2	Solución de imprevistos.	45
3.1.1.1.3	Definición de variables / formulación.	45
3.1.1.2	Fase II. Construcción del modelo en SolidWorks.	45
3.1.1.2.1	Diseño hidráulico en SolidWorks.	45
3.1.1.2.2	Construcción.	45
3.1.1.2.3	Compatibilidad en la exportación.	46
3.1.1.3	Fase III. Mallado en SALOME.	46
3.1.1.3.1	Ajustes en la esquematización del modelo.	46
3.1.1.3.2	Inicialización con propiedades físicas.	46
3.1.1.3.3	Creación de mallas.	46
3.1.1.3.4	Definición de interface con el Bash de Ubuntu.	46
3.1.1.4	Fase IV. Simulación.	47
3.1.1.4.1	Creación del archivo con extensión “.foam”.	47
3.1.1.4.2	Ejecución del modelo.	47
3.1.1.4.3	Visualización de resultados.	47
3.1.1.5	Fase V. Determinación del modelo matemático.	47
3.1.1.5.1	Verificar el comportamiento físico de la ecuación de Transporte de Reynolds.	47

3.1.1.5.2	Desempeño y definición del volumen de control.	47
3.1.1.5.3	Exactitud de la ecuación del Teorema de Transporte de Reynolds.	48
3.2	Muestreo y población	48
4.	Desarrollo del proyecto por medio de las actividades propuestas	48
4.1	Aclaración de conceptos.	48
4.2	Construcción del modelo en SolidWorks.	50
4.3	Mallado en SALOME	59
4.4	Programación en OpenFOAM.	70
4.5	Simulación en OpenFOAM por medio de Bash.	88
4.6	Post-procesado en ParaView.	95
4.7	Determinación del modelo matemático.	100
5.	Resultados	108
6.	Conclusiones	128
	Referencias	129