



RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): Jenny Ruby APELLIDOS: Delgado López

NOMBRE(S): Andrea Julieth APELLIDOS: Zambrano Zambrano

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

FACULTAD: Ingeniería

PLAN DE ESTUDIOS: Ingeniería Civil

DIRECTOR:

NOMBRE(S): Gustavo Adolfo APELLIDOS: Carrillo Soto

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): “Análisis de sensibilidad en la determinación de los coeficientes de almacenamiento y transmisibilidad de acuíferos – estudios de caso en el casco urbano de la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander”

RESUMEN

El presente estudio nace como interés en conocer alternativas de abastecimiento de agua potable en san José de Cúcuta, siendo el agua subterránea una fuente de abastecimiento viable y en algunos lugares del mundo, la única fuente posible de extracción del preciado líquido y agregado a esto el agua subterránea supera en gran proporción la cantidad y calidad de agua superficial en el planeta por lo cual se establece la necesidad de evaluar nuestro recurso ya que no se tienen antecedentes que cuantifiquen o describan sus características en nuestra localidad.

PALABRAS CLAVE: Abatimiento, Acuífero, Análisis de sensibilidad, Coeficiente de almacenamiento, Transmisibilidad.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 163 PLANOS: _____ ILUSTRACIONES: _____ CD ROOM: _____

Elaboró		Revisó		Aprobó	
Equipo Operativo del Proceso		Comité de Calidad		Comité de Calidad	
Fecha	24/10/2014	Fecha	05/12/2014	Fecha	05/12/2014

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD EN LA DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE
ALMACENAMIENTO Y TRANSMISIBILIDAD DE ACUÍFEROS – ESTUDIOS DE CASO
EN EL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER.

JENNY RUBY DELGADO LÓPEZ

ANDREA JULIETH ZAMBRANO ZAMBRANO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2016

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD EN LA DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE
ALMACENAMIENTO Y TRANSMISIBILIDAD DE ACUÍFEROS – ESTUDIOS DE CASO
EN EL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER.

JENNY RUBY DELGADO LÓPEZ

ANDREA JULIETH ZAMBRANO ZAMBRANO

Tesis de grado presentado como requisito para optar el título de
Ingeniero Civil

Director:

GUSTAVO ADOLFO CARRILLO SOTO

Ph.D., M.Sc., Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2016



ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 29 DE AGOSTO DE 2016 HORA: 4:30 p. m.

LUGAR: SALA 3 – TERCER PISO EDIFICIO CREAD - UFPS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

TITULO DE LA TESIS: “ANALISIS DE SENSIBILIDAD EN DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DE ALMACENAMIENTO Y TRANSMISIBILIDAD DE ACUIFEROS – ESTUDIOS DE CASO EN EL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE SAN JOSE DE CUCUTA, NORTE DE SANTANDER”.

JURADOS: ING. NELSON JAVIER CELY CALIXTO
ING. EDGAR VILLEGAS PALLARES

DIRECTOR: Ph.D. GUSTAVO ADOLFO CARRILLO SOTO

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
JENNY RUBY DELGADO LOPEZ	1111513	4,6	CUATRO, SEIS
ANDREA JULIETH ZAMBRANO ZAMBRANO	1111141	4,6	CUATRO, SEIS

MERITORIA

FIRMA DE LOS JURADOS


ING. NELSON JAVIER CELY CALIXTO


ING. EDGAR VILLEGAS PALLARES

Vo. Bo.


JAVIER ANDRES ZAMBRANO GALVIS
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

Agradecimientos

A nuestro director de tesis Gustavo Adolfo Carrillo Soto, Ph.D., M.Sc., Ingeniero Civil. Agradecemos profundamente su paciencia y dedicación como profesional y como tutor para con este proyecto. Además por ser inspiración y modelo a seguir para continuar formándonos como profesionales integrales y por despertar desde las aulas de clases el amor por la carrera exaltando nuestro valor como ingenieros y abriendo nuestra mente a las muchas posibilidades con las que nos enfrentaremos en un futuro no muy lejano.

Al laboratorio de hidráulica de la universidad Francisco de Paula Santander, por su cooperación con el préstamo del equipo necesario para la medición de las velocidades necesario para las pruebas de campo.

A cada uno de los propietarios de los pozos estudiados, quienes depositaron su confianza en nosotras e hicieron este estudio posible.

A Kevin David Blanco Silva, ingeniero civil. Gracias por su compañía, su incondicional apoyo y por prestarnos su asesoría, acompañamiento y colaboración durante todo este proceso.

Dedicatoria

Dedicatoria de Jenny Ruby Delgado López

En primer lugar quiero dedicar esta finalización de mi formación profesional a Dios, quien me dio esperanza y fortaleza para creer que este sueño era posible de alcanzar y en quien puse toda mi entera confianza para que su voluntad me condujera por el camino del éxito. Hoy tengo la certeza de saber que no existen imposibles si la fe te alimenta cada mañana.

A mis padres, Doris Cecilia López y José Ángel Delgado, gracias por ser mi ejemplo, por creer en mí y mis capacidades, por la confianza, porque a pesar de mis derrotas, de mis debilidades e inseguridades, no dudaron de mi ni un solo instante y han sido mi motivo de orgullo todo este tiempo pues puedo presumir de tener un hogar con mis padres juntos con toda la moral y buenas costumbres que hoy son tan escasas; hoy la felicidad me embarga por saber que mi meta alcanzada es un motivo de orgullo para ustedes porque es lo mínimo que como hija puedo hacer para retribuir tanto que me dieron, me dan y me darán.

A mi hermanita, Erika Johanna Delgado López, gracias por ser mi apoyo, por tu nobleza y por siempre perdonar mis errores, por creer en mí y levantarme la mirada a la cima cuando la tengo en el suelo. Espero que la vida que me espera de aquí en adelante esté estrechamente ligada a ti y podamos cumplir nuestros sueños pero juntas hasta el final de nuestros días porque eres mi escudera, mi Sancho Panza de la vida.

Finalmente, a todos mis amigos y amigas, a todas las personas que formaron parte de este camino, algunos desde el principio desde el primer día, otros que vinieron y se fueron, otros que

estuvieron sólo pequeños instantes; unos cuantos desde antes de iniciar y otros finalizando pero cada uno parte importante de mi vida que significó para mi crecimiento personal y espiritual.

Gracias infinitas a cada uno.

Dedicatoria de Andrea Julieth Zambrano

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaron.

A mis padres Oscar Eduardo Zambrano Corzo y Rocío Zambrano Bautista, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, inculcándome así que la mejor enseñanza que se le puede dejar a un hijo son los valores, ética, principios, que hicieron de mí la persona que soy en la actualidad.

A mi abuelita Teresa, mi segunda madre, con su sabiduría, madurez y experiencias me motivo a dar todo de mí, a levantarme cada que cayera, a ver siempre la luz en la oscuridad.

A mis hermanos Oscar Andrés y Silvana por estar siempre presentes, acompañándome en todo este tiempo, con un simple gesto brindándome todo su apoyo para nunca darme por vencida.

A mi mejor amiga Andrea Ortiz, más que un apoyo incondicional, ha estado a mi lado en los buenos momentos y en los malos, ha sido una persona fundamental en este proceso de formación, ya que juntas comenzamos desde el primer día de clases este sueño, juntas dimos todo por realizarlo.

A mi novio Kevin Blanco, por la ayuda y consejos que me ha brindado pues ha sido sumamente indispensable, siempre dándome palabras de aliento, apoyándome en cada paso que daba para lograr con éxito este sueño.

A mi amiga y compañera de tesis Jenny Delgado, por demostrarme que de un buen consejo nace una gran amistad incondicional, fuerte y verdadera, sin ella terminar este trabajo no se habría logrado.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	26
1. Problema	27
1.1 Título	27
1.2 Planteamiento del Problema	27
1.3 Formulación del Problema	28
1.4 Justificación	29
1.5 Objetivos	30
1.5.1 Objetivo General	30
1.5.2 Objetivos Específicos	30
1.6 Delimitaciones	31
1.6.1 Delimitación Espacial	31
1.6.2 Delimitación Temporal	31
1.7 Alcances y Limitaciones	31
1.7.1 Alcances	31
1.7.2 Limitaciones	32
2. Marco Referencial	33
2.1 Antecedentes	33
2.2 Marco Contextual	35
2.3 Marco Teórico	36
2.4 Marco Conceptual	66
2.4.1 Simbología y Abreviaturas	74

2.5 Marco Legal	75
2.5.1 Ley 57 de 1887 – Código Civil	75
2.5.2 Ley 113 de 1928	75
2.5.3 Decreto 1382 de 1940	75
2.5.4 Decreto 2811 de 1974	76
2.5.5 Decreto 1541 de 1978	76
2.5.6 Ley 09 de 1979	77
2.5.7 Ley 1594 de 1984	77
2.5.8 Constitución Política de Colombia de 1991	77
2.5.9 Ley 99 de 1993	78
2.5.10 Decreto 1865 de 1994	78
2.5.11 Decreto 1768 de 1994	79
2.5.12 Ley 373 de 1997	79
2.5.13 Decreto 048 de 2001	79
2.5.14 Decreto 1729 de 2002	80
2.5.15 Decreto 1323 de 2007	80
2.5.16 Decreto 1575 de 2007	80
2.5.17 Resolución 2115 de 2007	81
3. Diseño Metodológico	82
3.1 Tipo de Investigación	82
3.2 Población y Muestra	82
3.2.1 Población	82
3.2.2. Muestra	82

3.3 Recolección de la Información	83
3.3.1 Fuentes Primarias	83
3.3.2 Fuentes Secundarias	83
3.4 Análisis y Procesamiento de Datos	83
3.4.1 Recolección de Información	83
3.4.2 Cálculo de S (coeficiente de almac.) y T (transmisibilidad) Método de Theis.	95
3.4.2.1 Cálculo de S (coeficiente de almacenamiento) y T (transmisibilidad) Método de Theis para pozo de agua subterránea con datos de extracción de prueba de bombeo.	95
3.4.2.2 Cálculo de S (coeficiente de almacenamiento) y T (transmisibilidad) Método de Theis para pozo de agua subterránea con datos de extracción de prueba de bombeo y datos de recuperación del nivel estático.	100
3.4.2.3 Comprobación de Resultados.	103
3.4.3 Análisis de Sensibilidad Unidimensional.	103
3.4.3.1 Análisis de Sensibilidad Unidimensional para variación de S (coeficiente de almacenamiento).	103
3.4.3.2 Análisis de Sensibilidad Unidimensional para variación de T (transmisibilidad).	105
3.4.4 Análisis de Sensibilidad Bidimensional.	107
4. Presentación y Análisis de Resultados	109
4.1 Resumen de Resultados	109
4.1.1 Coeficientes de S (almacenamiento) y T (transmisibilidad) método de Theis.	109
4.1.1.1 Deprimido de la redoma del puente Arnulfo Briceño.	109
4.1.2 Análisis de Sensibilidad Unidimensional.	117

4.1.2.1 Deprimido de la redoma del puente Arnulfo Briceño.	117
4.1.3 Análisis de Sensibilidad Bidimensional.	129
4.1.3.1 Deprimido de la redoma del puente Arnulfo Briceño.	130
4.2 Recopilación de Resultados	140
4.2.1 Valores de T (transmisibilidad) y S (coeficiente de almacenamiento) calculados con método de Theis para los casos de bombeo y recuperación de los pozos medidos.	140
4.2.2 Valores de T (transmisibilidad) y S (coeficiente de almacenamiento) simulados vs función objetivo para análisis de sensibilidad unidimensional de los pozos estudiados.	142
4.2.2.1 Valores de T (transmisibilidad) y S (coeficiente de almacenamiento) vs MSE (error medio cuadrático).	142
4.2.2.2 Valores de T (transmisibilidad) y S (coeficiente de almacenamiento) vs correlación r.	144
4.2.2.3 Valores de T (transmisibilidad) y S (coeficiente de almacenamiento) vs NSE (Eficiencia De Nash-Sutcliffe).	146
4.2.2.4 Resumen de Valores óptimos según el análisis de sensibilidad unidimensional para las 3 funciones objetivo.	148
4.2.3 Valores de T (transmisibilidad) y S (coeficiente de almacenamiento) simulados y función objetivo para análisis de sensibilidad Bidimensional de los pozos estudiados.	148
4.2.3.1 Resumen de Valores óptimos según el análisis de sensibilidad bidimensional para las 3 funciones objetivo.	148
Conclusiones	149
Recomendaciones	153
Bibliografía	155