

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS	Código	FO-SB- 12/v0
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN	Página	1/1

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): PEDRO ANDRÉS APELLIDOS: BELTRÁN ORTEGA

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): DINAEI APELLIDOS: GUEVARA IBARRA

NOMBRE(S): JOSÉ LUIS APELLIDOS: MENDOZA GARCÍA

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): VISUALIZACIÓN DE LOS NIVELES DE RADIACIÓN NO IONIZANTE EN UN MAPA DIGITAL DE LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA.

RESUMEN

Este proyecto de investigación presenta el desarrollo de una aplicación web que predice el nivel de contaminación electromagnética basado en medidas utilizando la plataforma de Google Maps. El avance tecnológico en comunicaciones inalámbricas, el internet de las cosas y el incremento en el número de antenas de telefonía móvil celular en la ciudad ha despertado preocupación de los ciudadanos debido al riesgo inminente de contaminación electromagnética que se pueden generar. Con el propósito de conocer los niveles de campo electromagnéticos existentes, se realizó una campaña de medidas de radiación del campo electromagnético, donde los resultados se visualizan en una aplicación web que contiene un mapa de calor geográfico de Google maps. Permitiendo a la comunidad acceder y verificar que el entorno donde habitan cumple con las recomendaciones para los límites máximos permisibles de contaminación electromagnética, ya que la exposición a esta contaminación en niveles superiores a los permisibles puede producir efectos perjudiciales a la salud. La aplicación permite, a los usuarios el acceso libre a los valores de radiación electromagnética medidos o predecir estos valores utilizando el método de interpolación distancia inversa ponderada, en donde no se tienen medidas

PALABRAS CLAVE: Radiación no Ionizante, interpolación distancia inversa ponderada, mapa de radiación, exposición electromagnética.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 175 PLANOS: ILUSTRACIONES: CD ROOM: 1

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

COPIA NO CONTROLADA

VISUALIZACIÓN DE LOS NIVELES DE RADIACIÓN NO IONIZANTE EN UN MAPA
DIGITAL DE LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA.

PEDRO ANDRÉS BELTRÁN ORTEGA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2018

VISUALIZACIÓN DE LOS NIVELES DE RADIACIÓN NO IONIZANTE EN UN MAPA
DIGITAL DE LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA.

PEDRO ANDRÉS BELTRÁN ORTEGA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de:

Ingeniero Electrónico

Director:

DINAEL GUEVARA IBARRA

Ph.D en Ingeniería

Codirector:

Ing. JOSÉ LUIS MENDOZA GARCÍA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2018

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO


Fecha: CÚCUTA, 21 DE NOVIEMBRE DE 2018
Hora: 08:00
Lugar: EDIFICIO CREAD, SALA 3
Plan de Estudios: INGENIERÍA ELECTRÓNICA
Título de la Tesis: "VISUALIZACIÓN DE LOS NIVELES DE RADIACIÓN NO IONIZANTE EN UN MAPA DIGITAL DE LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA."
Jurados: IE MSc. KARLA CECILIA PUERTO LÓPEZ
IE MSc. BYRON MEDINA DELGADO
Director: IE PhD. DINAEL GUEVARA IBARRA
Codirector: IE. JOSE LUIS MENDOZA GARCÍA

Nombre del Estudiante	Código	Calificación
PEDRO ANDRÉS BELTRÁN ORTEGA	1160978	CINCO, CERO (5,0)

LAUREADA


KARLA CECILIA PUERTO LÓPEZ


BYRON MEDINA DELGADO


Vo.Bo. DINAEL GUEVARA IBARRA, IE PhD
Coordinador (e) Comité Curricular
Ingeniería Electrónica

Dedicatoria

A Dios por estar conmigo en cada momento de mi vida, por haberme permitido llegar hasta este punto de mi formación profesional, por iluminarme y darme sabiduría para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A Toda mi familia en especial a mi mamá Ana Teresa Ortega, mi tía Carmen Alicia Ortega, mi hermana Eliana Marcella Rodríguez y mi novia Angela Leal, quienes son los motores de mi vida, gracias a ellas, por todo su amor, motivación y su apoyo incondicional.

A mi abuela Alicia Contreras, mi abuelo Pedro Ortega y mi tío Elias Ortega, que, desde el cielo, siempre me han cuidado y han estado conmigo en cada día de mi vida.

A todos mis compañeros de estudio durante mi formación profesional, por su apoyo, motivación y colaboración, en especial a Gerson Florez, Jhonatan Montoya, Marlon Lizarazo y Yorman Mendoza.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

Agradecimientos

El autor expresa sus agradecimientos a:

Al doctor Dinael Guevara Ibarra, por su confianza, enseñanza, colaboración, motivación, y apoyo durante mi proceso de formación profesional y aprendizaje.

A todos los compañeros que hicieron parte de este proceso de aprendizaje y a los miembros del grupo de investigación y desarrollo en telecomunicaciones GIDET.

A mi madre, mi tía y mi hermana que siempre me apoyaron y creyeron en mí a ellas infinitas gracias.

Contenido

	pág.
Introducción	19
1. Problema	21
1.1 Planteamiento	21
1.2 Justificación	22
1.2.1 Beneficios tecnológicos	23
1.2.2 Beneficios sociales	24
1.3 Alcances	24
1.4. Limitaciones y Delimitaciones	24
1.4.1 Limitaciones	24
1.4.2 Delimitaciones	25
1.5 Objetivos	26
1.5.1 Objetivo general	26
1.5.2. Objetivos específicos	26
2. Marco Referencial	28
2.1. Antecedentes	28
2.2 Marco Teórico	33
2.2.1 Campos electromagnéticos	33
2.2.2 Radiación	34
2.2.3 Tasa de absorción específica (SAR)	36
2.2.4 Efecto de los campos electromagnéticos sobre la salud	37
2.2.5 Directrices y normas sobre campos electromagnéticos	39
2.2.5.1 Directrices ICNIRP	39

2.2.5.2 Normas de seguridad del ICES/IEEE	42
2.2.5.3 Normas y directrices UIT	42
2.2.5.4 Recomendación 1999/519/EC	45
2.2.6 Maps JavaScript API	46
2.2.7 lenguajes de programación y herramientas	51
2.3 Marco Legal	53
2.3.1 Decreto 195 de 2005.	53
2.3.2 Resolución 754 de 2016	54
3. Diseño Metodología	56
3.1 Metodología de Medición de la Banda Ancha	56
3.1.1 Sonda de medición.	56
3.1.2 Instrumento de medición.	57
3.1.3 Lugar de medición	59
3.1.4 Obtención automática de las mediciones	60
3.1.5 Protección	61
3.2 Revisar material Bibliográfico	61
3.3 Seleccionar las Herramientas de Software necesarias para el de Desarrollo del Proyecto	62
3.3.1 Elección de entorno de usuario	62
3.3.2 Herramientas básicas de desarrollo	63
3.3.3 Herramientas complementarias de desarrollo	64
3.3.4 Despliegue gráfico de la información a través de mapas	66
3.3.5 Herramientas de despliegue	67
3.4 Crear una base de Datos que Permita el Almacenamiento y Modificación de los Valores Medidos de la Radiación no Ionizante	68

3.4.1	Diseño conceptual de la base de datos	68
3.4.2	Exportación de datos	70
3.4.3	Especificación de datos almacenados	70
3.5	Utilizar un Método de Interpolación que Permita una Predicción entre los Puntos Medidos de Radiación no Ionizante	73
3.5.1	Matriz de comparación de criterios	74
3.5.2	Fórmula Haversine	75
3.5.3	Método de interpolación Ponderada por el inverso de la distancia (IDW)	75
3.5.4	Método de interpolación Kriging	77
3.5.5	Criterios de selección	80
3.6	Visualizar los Valores Medidos de Radiación no Ionizante en un Mapa Digital de la ciudad de San José de Cúcuta	84
3.6.1	Metodología de desarrollo	84
3.6.2	Arquitectura de la aplicación	85
3.6.3	Desarrollo de la aplicación	87
3.6.4	Interfaz Gráfica del sistema	87
3.6.5	Visualización de la información en el mapa	88
3.6.5.1	Inicialización de valores en el mapa	88
3.6.5.2	Carga de los valores medidos al mapa	88
3.6.5.3	Ubicación de marcadores	89
3.6.5.4	Mapa de calor	89
3.7	Evaluar el Funcionamiento del Sistema Mediante pruebas y Corrección de Fallos	89
3.7.1	Pruebas y corrección a fallos en cada iteración	90
3.7.2	Pruebas de rendimiento del sistema	92

4. Resultados	94
4.1 Resultados de las Mediciones	94
4.1.1 Comprensibilidad	94
4.1.2 Accesibilidad	96
4.1.3 Detalles	97
4.1.4 Análisis de resultados	98
4.2 Base de Datos	100
4.2.1 Visualización en mapa	101
4.2.2 Visualización en modo hoja de cálculo	101
4.2.3 Inserción de datos en la base de datos	102
4.2.4 Edición de datos en la base de datos	103
4.2.5 Eliminación de datos en la base de datos	104
4.2.6 Importación de datos por lotes	105
4.2.7 Descarga de la base de datos	106
4.3 Aplicación Web	108
4.3.1 Interfaz gráfica de la aplicación web	108
4.3.2 Acceso a información complementaria y de apoyo desde la aplicación	110
4.3.3 Resultados en gráficos	112
4.3.4 información técnica de las mediciones	112
4.3.5 Inicio de sesión y usuarios autenticados	113
4.3.6 Información institucional	114
4.4 Mapa Digital	115
4.4.1 Escala de colores	115
4.4.2 Mapa calórico	116

4.4.3 Herramientas de visualización sobre mapa	118
4.5 Interpolación de Datos	124
4.5.1 Cálculo de las distancias	124
4.5.2 Interpolación por distancia inversa ponderada	126
4.5.3 Integración gráfica de la interpolación	127
4.6 Pruebas de Software	128
4.6.1 Pruebas de funcionamiento y rendimiento	128
4.6.2 Pruebas de código fuente	131
4.6.3 Pruebas de audiencia	138
4.7 Documentación de la Aplicación	141
4.7.1 Entregable de análisis	142
4.7.2 Entregable de diseño	142
4.7.3 Entregable de desarrollo	142
4.7.4 Integración de resultados	143
5. Conclusiones	145
6. Recomendaciones	147
Referencias Bibliográficas	149
Anexos	155