

# Tabla de Contenido

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Marco Teórico y Estado del Arte</b>	<b>3</b>
2.1. Marco Teórico . . . . .	3
2.1.1. Machine Learning . . . . .	3
2.1.1.1. Redes Neuronales Convolucionales . . . . .	3
2.1.1.2. Redes Neuronales Residuales . . . . .	6
2.1.2. Red Neuronal UNet . . . . .	7
2.1.3. <i>Wildfires</i> y emisiones . . . . .	9
2.2. Estado del Arte . . . . .	9
2.2.1. <i>Fire Radiative Power</i> . . . . .	9
2.2.2. Área Quemada . . . . .	11
<b>3. Adquisición de Datos</b>	<b>12</b>
3.1. Imágenes Satelitales . . . . .	12
3.2. Datos de Vegetación . . . . .	15
<b>4. Metodología</b>	<b>18</b>
4.1. Estimación de Área Quemada . . . . .	18
4.1.1. Pre-Procesamiento . . . . .	18
4.1.2. Estimación del Modelo de Machine Learning . . . . .	19
4.2. Cálculo de Emisiones . . . . .	21
4.3. Registro Temporal de Emisiones . . . . .	22
4.3.1. Generación de Máscaras de Área Quemada . . . . .	23
4.3.2. Datos tabulares del Área Quemada . . . . .	23
4.3.3. Pre-procesamiento de Mapa de Uso de Suelo . . . . .	24
4.3.3.1. Proyección de coordenadas . . . . .	24
4.3.3.2. Transformación a Formato Tabular . . . . .	25
4.3.4. Asignación de Tipo de Uso de Suelo . . . . .	25
4.3.5. Cálculo de Emisiones . . . . .	26
4.4. Generación de Interfaz de Usuario . . . . .	27
4.4.1. Estimación de Área Quemada a Partir de Imagen Proporcionada por el Usuario . . . . .	27
4.4.2. Registro Temporal de Emisiones y Área Quemada . . . . .	28
<b>5. Resultados Obtenidos</b>	<b>29</b>
5.1. Estimación de Área Quemada . . . . .	29
5.1.1. Ejemplos de Desempeño . . . . .	29

5.1.1.1.	Falsos Positivos . . . . .	29
5.1.1.2.	Falsos Negativos . . . . .	32
5.1.1.3.	Verdaderos Positivos . . . . .	33
5.1.1.4.	Verdaderos negativos . . . . .	35
5.2.	Registro Temporal . . . . .	37
5.2.1.	Datos Tabulares de Área Quemada . . . . .	38
5.2.2.	Datos Tabulares de Tipo de Uso de Suelo . . . . .	38
5.2.3.	Registro temporal de emisiones . . . . .	39
5.3.	Interfaz de Usuario . . . . .	40
5.3.1.	Estimación de Emisiones por Imagen Ingresada . . . . .	41
5.3.2.	Registro temporal . . . . .	43
<b>6.</b>	<b>Discusión</b>	<b>47</b>
6.1.	Modelo de Estimación de Emisiones . . . . .	47
6.2.	Registro Temporal de Emisiones . . . . .	48
6.3.	Interfaz de Usuario . . . . .	52
<b>7.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>54</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>56</b>
	<b>Anexos</b>	<b>58</b>
	<b>Anexo A. Satélites</b>	<b>58</b>
A.1.	Sentinel . . . . .	58
A.2.	MODIS . . . . .	59
	<b>Anexo B. Gases y Partículas</b>	<b>60</b>
B.1.	Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) . . . . .	60
B.2.	Monóxido de Carbono (CO) . . . . .	60
B.3.	Metano (CH <sub>4</sub> ) . . . . .	60
B.4.	Dihidrógeno (H <sub>2</sub> ) . . . . .	61
B.5.	Gases Reactivos que Contienen Nitrógeno y Oxígeno (NO <sub>x</sub> ) . . . . .	61
B.6.	Dióxido de Nitrógeno(NO <sub>2</sub> ) . . . . .	61
B.7.	Compuestos Orgánicos No Metánicos (NMOC) . . . . .	61
B.8.	Hidrocarburos sin Metano (NMHC) . . . . .	62
B.9.	Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) . . . . .	62
B.10.	Amoníaco (NH <sub>3</sub> ) . . . . .	62
B.11.	Partículas Finas (PM2.5) . . . . .	62
B.12.	Materia Particulada Total (TPM) . . . . .	63
B.13.	Carbono Orgánico (OC) . . . . .	63
B.14.	Carbono Negro (BC) . . . . .	63
	<b>Anexo C. Sistemas de Coordenadas Geográficas</b>	<b>64</b>
C.1.	Latitud y Longitud en Grados . . . . .	64
C.1.1.	Latitud . . . . .	64
C.1.2.	Longitud . . . . .	65
C.2.	Universal Transverse Mercator . . . . .	65

<b>Anexo D. Funciones Utilizadas</b>	<b>66</b>
D.1. Pre-procesamiento . . . . .	66
D.1.1. Añadir Margen . . . . .	66
D.1.2. Dividir Imagen . . . . .	66
D.2. Procesamiento . . . . .	67
D.3. Post-procesamiento . . . . .	67
D.3.1. Reconstrucción de la Imagen . . . . .	67
D.3.2. Sistema de Umbrales . . . . .	68