



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



DEPARTAMENTO DE
COMUNICACIONES

Arquitectura de un Sistema de Geo-Visualización Espaciotemporal de actividad delictiva,
basada en el análisis masivo de datos, aplicada a Sistemas de Información de Comando y
Control (C2IS)

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación

Departamento de Comunicaciones

Universitat Politècnica de València

Tesis presentada para la obtención del grado de

Doctora en Telecomunicación por la Universitat Politècnica de València

Valencia, noviembre de 2022

Autora:

Mayra Liliana Salcedo González

Director:

Dr. Manuel Esteve Domingo

ÍNDICE

RESUMEN	3
RESUM.....	5
ABSTRACT	7
AGRADECIMIENTOS	9
ÍNDICE.....	10
ÍNDICE DE FIGURAS	14
1.CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	18
1.1 <i>Introducción</i>	18
1.2 <i>Objetivos</i>	23
2.CAPÍTULO II: ARQUITECTURA DE LOS SISTEMAS DE COMANDO Y CONTROL (C2S) Y DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN DE COMANDO Y CONTROL (C2IS) DE LA POLICÍA NACIONAL COLOMBIANA (PONAL)	25
3.CAPÍTULO III: EL GEO-VISUALIZADOR ESPACIOTEMPORAL DINÁMICO	30
3.1 <i>Estado del Arte</i>	31

3.2 Desarrollo del Geo-Visualizador Espaciotemporal Dinámico 35

3.2.1 Fase final de Construcción 44

4. CAPÍTULO IV: EL GEO-VISUALIZADOR ESPACIOTEMPORAL PREDICTIVO

..... 50

4.1 Estado del Arte..... 51

4.2 Desarrollo del Geo-Visualizador Espaciotemporal Predictivo..... 54

4.2.1 Agrupación espacial geográfica del área de observación para su correlación.....55

4.2.2 Agrupación temporal de los eventos delictivos del área de observación para su correlación.....58

4.2.3 El Pronóstico de los datos y su Geo-visualización Espaciotemporal.....62

4.2.3.1 El Modelo de Referencia.....73

Generalidades acerca de los resultados de los modelos y las pruebas realizadas:.....75

4.2.3.2 Modelos clásicos para el pronóstico de Series Temporales Multivariantes 76

Modelos VARMA (Vector Autorregresivo de Medias Móviles) y VMA (Vector de Medias Móviles):..... 77

Modelos VAR (Vector Autorregresivo):..... 77

Modelos Clásicos para Series Temporales Multivariantes tipo SPARSE (dispersas):..... 79

4.2.3.3 <u>Modelos de Machine Learning para el pronóstico de Series Temporales Multivariantes</u>	79
4.2.3.4 <u>Modelos de Deep Learning para el pronóstico de Series Temporales Multivariantes</u> 80	
<u>Modelos de Red Neuronal MLP (Multilayer Perceptron):</u>	81
<u>Modelos CNN-1D (Convolutional Neural Network-1D):</u>	83
<u>Modelos LSTM (Long Short-Term Memory):</u>	86
<u>5.CAPÍTULO V: GEO-CODIFICACIÓN SOBRE EL SISTEMA DE GEO-VISUALIZACIÓN ESPACIOTEMPORAL</u>	97
<u>6.CAPÍTULO VI: ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE GEO-VISUALIZACIÓN ESPACIOTEMPORAL, INTEGRADA A LA ARQUITECTURA DE LOS SISTEMAS DE COMANDO Y CONTROL DE LA PONAL</u>	99
<u>6.1 Hardware y Software de la Arquitectura del Sistema de Geo-Visualización Espaciotemporal</u>	100
<u>6.2 Implementaciones de la Arquitectura del Sistema de Geo-Visualización Espaciotemporal integrada a C2S de la PONAL</u>	102
<u>Sistema de información para el Seguimiento y Control de Casos (SECAD):</u>	105
<u>7.CAPÍTULO VII: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</u>	107
<u>Productos de Investigación de esta Tesis Doctoral:</u>	111

<u>8.</u> <u>CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO</u>	117
<u>8.1</u> <u>Conclusiones</u>	117
<u>8.2</u> <u>Trabajo Futuro</u>	120
<u>REFERENCIAS</u>	121

