



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO GEÓGRAFO Y DEL MEDIO AMBIENTE**

**TEMA: ANÁLISIS DEL SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA DEL
SERVICIO INTEGRADO DE SEGURIDAD ECU 911 EN EL SECTOR
“LA MARISCAL” EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO,
CON EL APOYO DE HERRAMIENTAS GEO-INFORMÁTICAS**

AUTOR: BETANCOURT LEMA, CRISTIAN ANDRÉS

DIRECTOR: ING. PADILLA ALMEIDA, OSWALDO VINICIO PH.D.

SANGOLQUÍ

2020



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, *“ANÁLISIS DEL SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA DEL SERVICIO INTEGRADO DE SEGURIDAD ECU 911 EN EL SECTOR “LA MARISCAL” EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, CON EL APOYO DE HERRAMIENTAS GEO-INFORMÁTICAS”* fue realizado por el señor **CRISTIAN ANDRÉS BETANCOURT LEMA** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar al señor **CRISTIAN ANDRÉS BETANCOURT LEMA** para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 09 de enero del 2020

Una firma manuscrita en tinta azul, que parece ser la del Ing. Padilla Almeida, Oswaldo Vinicio Ph.D. La firma está escrita sobre una línea punteada horizontal.

ING. PADILLA ALMEIDA, OSWALDO VINICIO PH.D.

C.C. 170977665-0



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **CRISTIAN ANDRÉS BETANCOURT LEMA** declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: ***“ANÁLISIS DEL SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA DEL SERVICIO INTEGRADO DE SEGURIDAD ECU 911 EN EL SECTOR “LA MARISCAL” EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, CON EL APOYO DE HERRAMIENTAS GEO-INFORMÁTICAS”*** ha sido desarrollado cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente, declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, 09 de enero del 2020

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir 'Cristian Betancourt'.

.....
CRISTIAN ANDRÉS BETANCOURT LEMA

C.C. 100402089-5



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

AUTORIZACIÓN

Yo, **CRISTIAN ANDRÉS BETANCOURT LEMA** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“ANÁLISIS DEL SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA DEL SERVICIO INTEGRADO DE SEGURIDAD ECU 911 EN EL SECTOR “LA MARISCAL” EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, CON EL APOYO DE HERRAMIENTAS GEO-INFORMÁTICAS”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 09 de enero del 2020

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir 'Cristian Betancourt'.

.....
CRISTIAN ANDRÉS BETANCOURT LEMA

C.C. 100402089-5

DEDICATORIA

A Dios por cuidarme, guiarme y brindarme la fuerza necesaria para culminar con éxitos mi etapa universitaria, ya que el camino no fue fácil, pero con la fe puesta en mi padre celestial pude superar todos los problemas que se me presentaron en la parte académica, familiar y personal.

A mi papá por ser mi ejemplo a seguir, quien me ha demostrado que el amor de un padre no tiene límites, desde niño me inculcó que debo cumplir mis sueños y jamás darme por vencido, así como el lo hizo, que sin importar todas las adversidades que tuvo desde muy pequeño, luchó día a día para que a sus hijos jamás les falte educación, alimentos y amor, por eso y mucho más le estaré eternamente agradecido.

A mi mamá, la mujer que me inculcó la honestidad, solidaridad, responsabilidad, entre otros valores que han forjado mi actitud para ser una persona que luche por sus ideales, el camino no ha sido fácil entre nosotros dos, pero siempre ha tenido una palabra de aliento, amor y cariño, lo cual me hace pensar que no hay cosa más grande en el mundo que el amor de mi madre, por ello me siento muy afortunado y agradezco a Dios por tenerla.

A mi hermana que a pesar de las peleas, corajes y molestias que hemos tenido a lo largo del tiempo, jamás dejó de cuidarme y siempre ha estado preocupada por su hermano menor, ella es para mí un gran ejemplo de superación y excelencia, por tal motivo, me gustaría seguir sus pasos, para ser en un futuro un gran profesional y una gran persona, así como es ella.

Cristian Andrés Betancourt Lema

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por brindarme su apoyo incondicional, especialmente a mi tío Alfredo y mi tía Mariana.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, especialmente a la carrera de Ing. Geográfica y del Medio Ambiente

A mi tutor de tesis del Ing. Oswaldo Padilla, quien me ayudó desinteresadamente en la realización de este proyecto de investigación.

Al SIS ECU 911, entidad que me abrió las puertas para la realización del proyecto.

Al Ing. Francisco León, Subdirector Técnico de Tecnología e Innovación del SIS ECU 911, quién fue partícipe clave para que el ECU 911 me permita realizar la tesis en sus instalaciones, además de ser profesional con una excelente calidad humana.

A la Ing. Andrea Aguirre Directora Nacional de Análisis de Datos y a la Ing. Mayra Correa Analista Geoestadística del SIS ECU 911, profesionales que me guiaron y ayudaron desinteresadamente en la realización de la tesis

Al Ing. Santiago Rojas quien supo orientarme no solo durante el desarrollo de este proyecto sino también, en las aulas y siempre con el mejor agrado de ayudarme.

A mis mejores amigos de la universidad, Alexandra Albán, Saida Nicole, Bryan Morales, y Camilo Bolaños que han sido como mis hermanos, porque me han apoyado en los momentos que más he necesitado desde el inicio de mi vida universitaria.

A mis mejores amigos de la ciudad de Otavalo, Andrés Andrade y Andrés Banda, quienes son mis hermanos, por cuestiones de la vida hemos tomando caminos diferentes, pero la amistad y el cariño sigue intacto.

A mi mejor de la ciudad de Ibarra, Bily Jason Defaz Guevara, o como siempre le he dicho “caracol”, mi primer mejor amigo con el cual compartí tantos bellos momentos en lo académico y deportivo, hemos pasado tantas cosas juntos y nuestra amistad con el pasar de los años jamás ha decrecido más bien sigue más fuerte que nunca.

A lo largo de mi paso por la universidad encontré a buenos amigos a los cuales debo agradecerles porque con ellos pasé muy buenos momentos: Abigail García, Valeria Hernández, David Carrillo, Sebastian Bucheli, Dasiel Romo, Andrea Castro, María Fernanda Lucero, Alex Chauca, Pablo Pedraza, David Enríquez, Bryan Moscu, José Pillajo, Juan Calderón, Kristhian Flores, Karol Obando.

Cristian Andrés Betancourt Lema

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Resumen.....	1
1.2. Antecedentes	1
1.3. Planteamiento del Problema.....	2
1.4. Justificación e Importancia.....	3
1.5. Objetivos y Metas.....	4
1.5.1. Objetivo General	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	4
1.6. Metas	5
1.7. Área de Influencia	5
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO.....	7

2.1. Resumen.....	7
2.2. Catastro.....	7
2.3. Ortofoto	9
2.4. Modelos Digitales	10
2.4.1. Modelo Digital de Elevación (MDE).....	11
2.4.2. Modelo Digital de Terreno (MDT)	11
2.4.3. Modelo Digital de Superficie (MDS).....	12
2.5. Sistemas de Información Geográfica (SIG)	13
2.5.1. Software ArcGIS	14
2.6. Visibilidad basada en Líneas de Visión	15
2.7. Cuencas Visuales.....	15
2.7.1. Cociente de Localización	18
2.7.2. Diferencia del Cociente de Localización	20
2.8. Análisis Espacial	20
2.8.1. Herramientas Técnicas del Análisis Espacial.....	21
2.8.2. Análisis Espacial del Delito	24
2.8.3. Mapas de Puntos Calientes (Hot Spots).....	27
2.9. Videovigilancia	31
2.9.1. Circuitos Cerrados de TV (CCTV)	32
2.9.2. Tipos de Cámaras de Vigilancia.....	35
CAPÍTULO III	38
METODOLOGÍA	38
3.1. Resumen.....	38
3.2. Esquema Metodológico.....	38

3.3. Recopilación de Información	39
3.3.1. Variables Independientes	39
3.3.2. Variables Dependientes.....	49
3.4. Cálculo de áreas de las cuencas visuales, Álgebra de mapas entre cuencas visuales y Generación de un modelo 3D de las líneas de visión de las cámaras de videovigilancia ...	53
3.5. Cociente de Localización (LQ)	58
3.6. Diferencia del Cociente de Localización (DLQ).....	58
3.7. Implementación de nuevas cámaras de videovigilancia	58
CAPÍTULO IV	60
RESULTADOS Y DISCUSIONES	60
4.1. Resumen	60
4.2. Cuencas Visuales de las cámaras actuales del SIS ECU 911 en el sector “La Mariscal” ...	60
4.3. Análisis del Sistema de videovigilancia en el sector “La Mariscal”	77
4.3.1. Registros Multitemporales de Emergencias en el sector “La Mariscal”	77
4.3.2. Cociente de Localización (LQ) en criminología	77
4.3.3. Diferencia del Cociente de Localización (DLQ).....	83
4.4. Propuesta para la Implementación de nuevas cámaras de videovigilancia	86
4.5. Reubicación de cámaras de seguridad.....	94
CAPÍTULO V	97
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
5.1. Resumen	97
5.2. Conclusiones	97
5.3. Recomendaciones.....	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de concentración de Hot Spots : patrones, teorías, causas probables e intervención	29
Tabla 2 Tabla de atributos de las características de las cámaras de videovigilancia en el software ArcGIS.....	49
Tabla 3 Área de las cuencas visuales de las cámaras de videovigilancia del sector "La Mariscal"	60
Tabla 4 Área de las cuencas visuales de las cámaras de videovigilancia del sector "La Mariscal" mediante la metodología Mapa Parlante	63
Tabla 5 Área de las cuencas visuales de las cámaras de videovigilancia del sector "La Mariscal", enfocadas a lo que se observa en las vías públicas a partir de un MDS	66
Tabla 6 Diferencia entre áreas de cuencas visuales generadas por diferentes metodologías.....	69
Tabla 7 Registros de emergencias suscitadas en el sector "La Mariscal"	77
Tabla 8 Número de emergencias y Cociente de Localización (LQ) de las cámaras de videovigilancia ubicadas en el sector “La Mariscal”, año 2017.....	78
Tabla 9 Número de emergencias y Cociente de Localización (LQ) de las cuencas visuales que presentan las cámaras de videovigilancia ubicadas en del sector “La Mariscal”, año 2018.....	80
Tabla 10 Cociente de Localización (LQ) y la Diferencia del Cociente de Localización (DLQ) del año 2018 respecto al 2017	83
Tabla 11 Área de las cuencas visuales de las posibles cámaras de videovigilancia a implementar	86
Tabla 12 Cociente de Localización (LQ) y la Diferencia del Cociente de Localización (DLQ) de las cámaras propuestas	90
Tabla 13 Coordenadas de las cámaras del sistema de videovigilancia actual (izquierda), que se sugiere la reubicación en las coordenadas de las cámaras propuestas (derecha).....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Delimitación del Área de Influencia.....	6
Figura 2. Esquema de base de datos SIG enfocado a la visión de Catastros	9
Figura 3. Fotografía Aérea sin eliminar ninguna distorsión (izquierda) y Fotografía Aérea eliminada las distorsiones (derecha) ocasionadas por el vuelo fotogramétrico....	10
Figura 4. Modelo Digital de Superficie (Línea Roja) y el Modelo Digital del Terreno (Línea Negra)	10
Figura 5. MDE, Territorio de Sudáfrica.....	11
Figura 6. Ejemplo de MDT vectorial TIN (izquierda) y MDT vectorial ráster (derecha)	12
Figura 7. Ejemplo de un MDS con datos Lidar.....	13
Figura 8. Componentes de un SIG	14
Figura 9. Visibilidad basada en la línea de visión. El objetivo T1 es visible desde O pero el objetivo T2 no es visible desde O (línea gris: visible, línea discontinua: invisible).....	15
Figura 10. Parámetros para calcular cuencas visuales en el software ArcGIS	16
Figura 11. Cuenca visual correspondiente a una torre de vigilancia de incendios ubicada en Pozo Fierro León - España: la región de color verde ejemplifica lo que se puede observar a través de la torre.....	18
Figura 12. Herramientas Técnicas para el Análisis Espacial	22
Figura 13. Zonificación de robos a luz del día.....	25
Figura 14. Mapa de ubicación de homicidios registrados en Washington, D.C.	26
Figura 15. Mapa de los lugares en Florida , Nueva York y Ohio que están experimentando altos niveles de delincuencia en función de las leyes estatales de ejecución	26
Figura 16. Mapa de índices de delitos violentos por condado en Estados Unidos (2010 a 2012) .	27
Figura 17. Mapa de puntos calientes de los robos en el horario de 00:00 a 08:00 am en el año 2012 correspondiente a la ciudad de Guayaquil.....	30
Figura 18. Videovigilancia del SIS ECU 911	31
Figura 19. Principales componentes de un CCTV	32
Figura 20. Uso del CCTV en el año 1942 en pruebas de misiles.....	34
Figura 21. Componentes principales y flujo de trabajo en un sistema de CCTV	35

Figura 22. Cámara de vigilancia tipo Box.....	36
Figura 23. Cámara de vigilancia tipo Domo PTZ.....	36
Figura 24. Cámara de vigilancia tipo Bullet	37
Figura 25. Cámara de vigilancia tipo Minidomo	37
Figura 26. Esquema Metodológico	38
Figura 27. Ortofoto del sector "La Mariscal"	40
Figura 28. MDT del sector "La Mariscal".....	41
Figura 29. Bloques Constructivos del sector "La Mariscal"	42
Figura 30. Cámara UIO-050-DOMO obstruida su visualización por el follaje de los árboles	43
Figura 31. Cámara UIO-341-DOMO obstruida su visualización por el follaje de los árboles	43
Figura 32. Follaje de los árboles en el sector "La Mariscal"	44
Figura 33. Ubicación de las cámaras de videovigilancia del SIS ECU 911 en el sector "La Mariscal"	45
Figura 34. Modelo Digital de Superficie (MDS) del sector "La Mariscal"	47
Figura 35. Modelo cartográfico para generar el MDS del sector "La Mariscal"	48
Figura 36. Cuencas visuales del sector "La Mariscal"	50
Figura 37. Modelo cartográfico para la generación de cuencas visuales	51
Figura 38. Mapa de puntos calientes del año 2017 en el sector "La Mariscal".....	52
Figura 39. Mapa de puntos calientes del año 2018 en el sector "La Mariscal".....	53
Figura 40. Modelo Cartográfico, para el cálculo de la superficie de Cuencas Visuales de forma individual, Álgebra de Mapas entre las Coberturas Visuales y Generación de Líneas de Visión en 3D	57
Figura 41. Cuencas visuales de las cámaras de videovigilancia del SIS ECU 911 en el sector "La Mariscal"	62
Figura 42. Cuencas visuales de las cámaras del ECU 911 sector "La Mariscal", por la metodología de Mapa Parlante.....	65
Figura 43. Cuencas visuales de las cámaras del ECU 911 sector "La Mariscal", enfocado a espacios públicos.....	68
Figura 44. Diagrama de barras de las áreas de cobertura visual realizado por diferentes metodologías.....	71

Figura 45. Cuenca visual elaborada con base a la metodología de Mapa Parlante (izquierda) y Cuenca visual generadas a partir del MDS (derecha)	72
Figura 46. Cuenca Visual elaborada con base a la metodología de Mapa Parlante (izquierda) y Cuenca Visual generadas a partir del MDS (derecha)	73
Figura 47. Representación 3D del sector "La Mariscal", los segmentos de color amarillo oscuro, representan las líneas de visión de las cámaras del SIS ECU 911	74
Figura 48. Visualización de la cámara UIO-52-DOMO (izquierda) y las líneas de visión de la unidad de videovigilancia (derecha).....	75
Figura 49. Zonas en común que pueden ser monitoreadas por 1 o varias cámaras de videovigilancia en el sector “La Mariscal”	76
Figura 50. Diagrama de barras del LQ de las emergencias suscitadas en el campo visual de las cámaras de videovigilancia, año 2017	79
Figura 51. Diagrama de barras del LQ de las emergencias suscitadas en el campo visual de las cámaras de videovigilancia, año 2018	82
Figura 52. Diagrama de barras del DLQ de las emergencias suscitadas en el campo visual de las cámaras de videovigilancia del año 2018 con respecto al 2017	85
Figura 53. Cuencas Visuales de todas las cámaras de videovigilancia propuestas en el sector “La Mariscal”	89
Figura 54. Cobertura visual con base a la propuesta de implementación de cámaras de videovigilancia en el sector “La Mariscal”	93
Figura 55. Representación 3D del sector "La Mariscal", los segmentos de color amarillo oscuro, representan las líneas de visión de las cámaras del sistema actual y las propuestas en este estudio	94
Figura 56. Registro de incidentes del año 2017(izquierda) y 2018(derecha) de la cámara UIO-381-DOMO	95
Figura 57. Registro de incidentes del año 2017(izquierda) y 2018(derecha) de la cámara	95

RESUMEN

“La Mariscal”, al ser el epicentro de la vida nocturna de la urbe capitalina, ha sufrido a través de los años de un panorama lleno de inseguridad y criminalidad, por tal motivo, desde el año 2013 los administradores de los negocios, policía nacional y autoridades municipales han intentado implementar un sistema de seguridad que ayude a los residentes y turistas a disfrutar con tranquilidad la fiesta, gastronomía y opciones culturales que ofrece el centro norte de la ciudad. Por tal motivo, se analizó el sistema de videovigilancia del SIS ECU 911 en la zona rosa más grande de Quito, desde el punto de vista geo-informático, lo cual implica procesar e interrelacionar variables geo-espaciales, mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG), con el propósito de generar insumos de mapas de calor, áreas de cobertura visual, visualización 3D de las cámaras de videovigilancia, zonas que pueden ser monitoreadas por más de una cámara, valores del Cociente de Localización (LQ) y la Diferencia del Cociente de Localización (DLQ) de las unidades de videovigilancia actuales. Con el objetivo de interrelacionar dicha información y proponer la instalación de nuevas cámaras de seguridad en sitios estratégicos y cubrir aproximadamente el 37,97% de toda la superficie del sector “La Mariscal, con respecto al 20,70 % que actualmente se monitorea.

PALABRAS CLAVE

- **VIDEOVIGILANCIA**
- **SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)**
- **MAPAS DE CALOR**
- **CUENCAS VISUALES**
- **VISUALIZACIÓN 3D**
- **ALGEBRA DE MAPAS**
- **COCIENTE DE LOCALIZACIÓN (LQ)**
- **DIFERENCIA DEL COCIENTE DE LOCALIZACIÓN (DLQ)**

ABSTRACT

“La Mariscal”, being the epicenter of the nightlife of the capital city, has suffered through the years of a panorama full of insecurity and criminality, for this reason, since 2013 the business managers, national police and municipal authorities have tried to implement a security system that helps residents and tourists to enjoy peacefully the party, gastronomy and cultural options offered by the north center of the city. For this reason, it analyzed the video surveillance system of the SIS ECU 911 in the largest pink area of Quito, from the geoinformatic point of view, which implies the processing and interrelation of geospatial variables, through a Geographic Information System (GIS), with the purpose of generating heat map inputs, areas of visual coverage, 3D visualization of video surveillance cameras, areas that can be monitored by more than one camera, values of the Location Quotient (LQ) and the Difference of the Location Quotient (DLQ) of the current video surveillance units. In order to interrelate this information and propose the installation of new security cameras in strategic sites and cover approximately 37.97% of the entire surface of the “La Mariscal” sector, with respect to the 20.70% currently being monitored.

KEYWORDS

- **VIDEO SURVEILLANCE**
- **GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (GIS)**
- **HEAT MAPS**
- **VISUAL BASINS**
- **3D VISUALIZATION**
- **ALGEBRA OF MAPS**
- **LOCALIZATION COCIENT (LQ)**
- **DIFFERENCE OF THE LOCALIZATION COCIENT (DLQ)**

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Resumen

La “Mariscal”, al ser el epicentro de la vida nocturna de la urbe capitalina, ha sufrido a través de los años de un panorama lleno de inseguridad y criminalidad, por tal motivo, desde el 2013 los administradores de los negocios, policía nacional y autoridades municipales han intentado implementar un sistema de seguridad que ayude a los residentes y turistas a disfrutar con tranquilidad la fiesta, gastronomía y opciones culturales que ofrece el centro norte de la ciudad.

1.2. Antecedentes

La delincuencia es un problema en las ciudades modernas. Cada año, una gran cantidad de robos, asaltos y actos de violencia causan un gran daño a las personas y generan afectaciones sociales (Chen, Chen, & Yuan , 2010). América Latina es la región más violenta del planeta, con 39% de los homicidios, mientras que los robos triplican la media y concentra 41 de las 50 metrópolis más peligrosas, según un estudio realizado por el Balance de InSight Crime (BID) en el año 2018. La tasa de robos es alta ya que, por cada 100000 habitantes, la región registra 321,7 robos, mientras que la media es de 108, además del incremento del narcotráfico proveniente de Colombia hacia Ecuador ha renovado los temores de violencia y delincuencia en el país (Dalby & Carranza, 2019).

Quito se convirtió en la ciudad más poblada del Ecuador con más de 2,7 millones de habitantes a finales del año 2018 con aproximadamente 18340 habitantes por encima de Guayaquil y se estima que en el 2019 la capital conservará ese primer lugar (Carvajal, 2018). Este crecimiento poblacional ha generado que los índices de delincuencia aumenten en la ciudad, a tal punto que en una publicación del New York Times en el año 2018, se detalla a la capital ecuatoriana como la quinta ciudad más peligrosa para los viajeros, según con base al Índice de Ciudades Seguras realizado por The Economist Intelligent Unit (Carvajal, 2018).

“La Mariscal”, al ser el epicentro de la vida nocturna de la capital, es un tradicional barrio de Quito donde en medio del movimiento de 1892 negocios de los cuales 91 son bares, 82 discotecas y 844 restaurantes, se levantan casas residenciales que acogen a unas 60000 personas que son vulnerables a la delincuencia que existe a diario en el sector (Jácome, 2019). Este panorama no es reciente, desde el año 2013 los administradores de los negocios, policía nacional y autoridades municipales han intentado implementar un sistema de seguridad que ayude a los residentes y turistas a disfrutar con tranquilidad la fiesta, gastronomía y opciones culturales que ofrece el centro norte de la ciudad (Romero, 2017).

El Servicio Integrado de Seguridad ECU 911, es la entidad encargada de coordinar emergencias a nivel del territorio ecuatoriano; brinda varios servicios de atención y videovigilancia a la población. Dentro de este servicio, el ECU 911 utiliza lo más avanzado en tecnología para monitorear en tiempo real las actividades que puedan generar situaciones de riesgo a través de su sistema de vigilancia visual (4600 Cámaras de Videovigilancia, s.f.; Márquez & Moreta, 2018).

1.3. Planteamiento del Problema

Cada semana “La Mariscal” es el destino turístico de aproximadamente 250000 personas, las jornadas en las calles están marcadas por arranches de carteras, robo de celulares y venta de drogas, que son los delitos más comunes que se cometen (La ‘Zona’ de Quito La Mariscal se organiza en contra de la delincuencia, 2019). La videovigilancia tiene como objetivo disuadir a posibles delincuentes y aumentar la sensación de seguridad de los ciudadanos, cada vez son más las calles en centros urbanos y rurales en las que se encuentran cámaras, ya que la seguridad es, sin duda alguna, el ámbito que más preocupa a las personas (Sanz, 2017).

Desde finales de la década de los años 90 se han llevado a cabo investigaciones en varias ciudades del mundo, cuyo objetivo ha sido implementar nuevas cámaras de seguridad y analizar el sistema de videovigilancia para disuadir a los posibles infractores de la comisión de delitos con la ayuda de Sistemas de Información Geográfica (SIG), los elementos que son necesarios para analizar el sistema corresponden al número de delitos que se han cometido en una zona dentro de un tiempo determinado, cantidad de cámaras de videovigilancia que existen, cobertura geográfica y análisis de escenarios sin cámaras instaladas (Sánchez V. , 2016).

Hay muchos trabajos que han medido el impacto del sistema de videovigilancia en contra de la delincuencia, pero sus resultados son contradictorios entre sí, además se debe considerar que es un tema poco estudiado en países en vías de desarrollo, en el Ecuador hasta el momento no se han realizado investigaciones relacionadas al análisis de seguridad que brindan las cámaras de videovigilancia con el apoyo de herramientas geo-informáticas, tomando en cuenta las premisas expuestas por Sánchez en el año 2016, una Evaluación Multicriterio (EMC) y Análisis del Entorno.

El Servicio Integrado de Seguridad ECU 911 en el año 2018 disponía 4155 cámaras operativas distribuidas en las 24 provincias del Ecuador (Márquez & Moreta, 2018), además cabe recalcar que cada año aumenta dicho número, ya que la seguridad ciudadana es su principal objetivo, pero la institución no ha realizado un análisis del sistema de videovigilancia desde el punto de vista geo-espacial que puede dar una solución a la optimización de recursos y eficiencia del sistema.

1.4. Justificación e Importancia

Uno de los lugares de encuentro favorito de los residentes de la capital, y esencial destino turístico de quienes la visitan es la Plaza Foch, la zona rosa más grande de Quito; es uno de los sectores más concurridos por las noches y las personas que lo frecuentan tienen un nivel económico de mediano a alto. La realidad de ocupación y usos del suelo es extremadamente diversa, en la que predominan establecimientos destinados a la diversión, turismo, consumo de alimentos y expendio de bebidas alcohólicas, sin embargo, la inseguridad y delincuencia son los principales problemas que acontece el sector (Endara, 2016).

La principal estrategia para reducir el cometimiento de delitos es la Prevención Situacional, que reduce los niveles de victimización y genera un aumento en la percepción de seguridad, trabajando en el fortalecimiento de la organización y participación ciudadana, para establecer mecanismos de disuasión con el objetivo de reducir la cantidad de delitos (Dammert, 2007). El análisis del sistema de videovigilancia mediante técnicas geo-informáticas, brindaría una visión para aplicar la prevención situacional en lugares que no son monitoreados por ninguna cámara de videovigilancia y presentan altos niveles de incidentes o donde el sistema no sea disuador de delitos, esta perspectiva es de gran ayuda para la policía en su lucha contra el microtráfico y delincuencia (Plan Especial "La Mariscal", 2017).

Las investigaciones de Brown en el año 1995, Ditton y Short en el año 1999; Wesh, Brandon, Farrington, y Taheri en el año 2015, exponen que se puede interrelacionar los siguientes supuestos: un aumento en el número de cámaras de videovigilancia provoca una mayor presencia de la policía en una zona; por tanto, se tiene mayor capacidad de monitoreo, de tal forma, la posibilidad de realizar arrestos aumenta de forma considerable y estos factores pesan en la decisión de los posibles delincuentes al ver que aumenta el riesgo de ser arrestado optan, por no delinquir.

Aunque según Sánchez en el año 2006, no solo por la presencia de las cámaras los criminales optan por no delinquir, sino también porque se eleva la percepción de seguridad de los habitantes de la zona, lo que propicia que éstos utilicen con mayor frecuencia las calles; lo que a su vez provoca un aumento de la vigilancia natural.

La presente investigación puede dar solución y ayudar a mejorar el sistema de videovigilancia del SIS ECU 911 en base a las premisas expuestas anteriormente, en aspectos fundamentales como, la toma de decisiones para la implementación de nuevas cámaras de seguridad en lugares óptimos, donde el campo visual no se encuentre mermado por obstrucciones del terreno y genere la disuasión esperada de incidentes, todo ello en base a herramientas geo-informáticas.

1.5. Objetivos y Metas

1.5.1. Objetivo General

Analizar el sistema de videovigilancia del Servicio Integrado de Seguridad ECU 911 en el sector “La Mariscal” en el Distrito Metropolitano de Quito, mediante el uso de herramientas geo-informáticas, para proponer la reubicación o implementación de nuevas cámaras de videovigilancia y contrarrestar la delincuencia en la zona.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Análisis y cálculo de las cuencas visuales de las cámaras del ECU 911 que están instaladas dentro de la zona de estudio.
- Identificar las zonas con mayor conglomeración de incidentes el sector “La Mariscal”.

- Determinar la ubicación geográfica de las posibles cámaras de seguridad a implantar en el sector “La Mariscal” y calcular las cuencas visuales de las posibles nuevas unidades de videovigilancia.
- Generar una metodología del análisis del sistema de videovigilancia del ECU 911 mediante técnicas geo-informáticas para cualquier zona de estudio.

1.6. Metas

- Generar un mapa temático del campo visual de las cámaras de videovigilancia del ECU 911 que se encuentran actualmente en la zona de estudio.
- Generar un mapa temático de las zonas con mayor nivel de incidentes en el sector “La Mariscal”.
- Generar una tabla de la ubicación geográfica de las posibles cámaras de seguridad a implementar y un mapa temático del campo visual que abarcan dichas cámaras.
- Propuesta metodológica.

1.7. Área de Influencia

El área de estudio de la presente investigación se limita al sector “La Mariscal” de acuerdo a la división político-administrativa del DMQ el sector comprende los barrios Mariscal Sucre, La Colón y La Paz, delimitada entre la avenida 10 de agosto (oeste), avenida 12 de octubre (este), Orellana (norte) y avenida Patria (sur), con un área de aproximadamente 185,39 ha (ver figura 1).

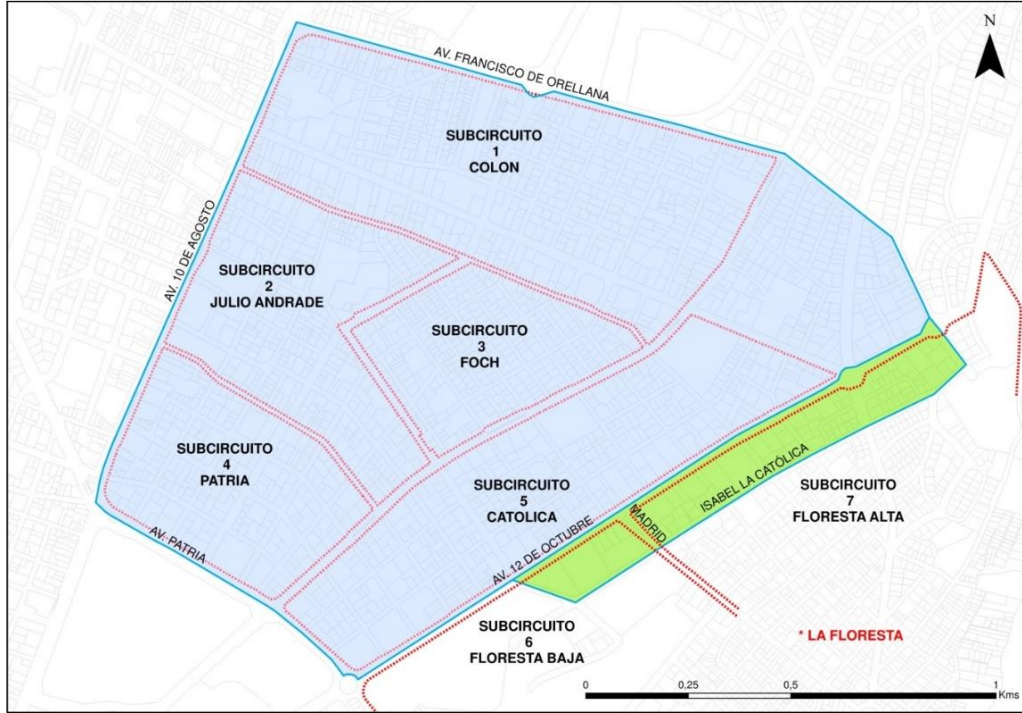


Figura 1. Delimitación del Área de Influencia

Fuente: (Plan Especial "La Mariscal", 2017)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Resumen

Analizar un sistema de videovigilancia desde el punto de vista geo-informático, implica procesar e interrelacionar variables que estén georreferenciadas a un sistema de referencia, a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG), para generar modelos espaciales que permitan realizar análisis de los niveles de delincuencia, ubicación óptima de cámaras y áreas de cobertura visual de las unidades de videovigilancia.

2.2. Catastro

Catastro es normalmente un sistema de información de tierras actualizado y basado en parcelas que contiene un registro de intereses en la tierra como: derechos, restricciones y responsabilidades. Por lo general, incluye una descripción geométrica de las parcelas de tierra vinculadas a otros registros que describen la naturaleza de los intereses, la propiedad o el control de esos intereses y, a menudo, el valor de la parcela y sus mejoras. Puede establecerse con fines fiscales, por ejemplo, valoración e impuestos equitativos y con fines legales como transferencia de tierras (Yomralioglu & McLaughlin, 2017).

Los catastros son de gran importancia para la gestión y el uso de la tierra, por ejemplo, para fines de planificación urbana, fines administrativos, desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente. Un catastro que funcione bien garantiza la propiedad, reduce el conflicto de tierras, apoya los impuestos inmobiliarios, y garantiza la seguridad en los préstamos (Yomralioglu & McLaughlin, 2017).

Se han realizado muchos esfuerzos para desarrollar sistemas de información basados en la parcela catastral, para lo cual ha sido necesario la implementación de Sistemas de Información Geográfica (SIG), que es una herramienta eficaz para las autoridades locales con respecto a la gestión y administración de datos espaciales urbanos y rurales. Sin embargo, los problemas más comunes son debido a la desactualización de los mapas catastrales, la baja calidad de datos y

ausencia personal técnico capacitado que administre y maneje dicha información (Yomralioglu & McLaughlin, 2017).

El diseño de un esquema de base de datos SIG a partir de la visión del catastro debe incluir lo siguiente:

- Objetos asociados espaciales, como el nombre del propietario de la parcela, restricciones de zonificación, derechos y responsabilidades.
- Objetos espaciales, como puntos, líneas, polígonos, anotaciones, líneas divisorias de topografía, identificación de parcelas y mediciones.
- Subtipos, para la agrupación opcional de objetos dentro de una clase o tabla de objetos con dominios comunes o reglas topológicas.
- Clases de relación, para gestionar relaciones temáticas entre objetos espaciales asociados (tablas), objetos espaciales o una combinación como parcela para identificación del propietario.
- Topología, para describir relaciones especiales entre objetos.
- Reglas, para definir valores de atributos legales, relaciones temáticas entre objetos y clases, relaciones topológicas entre objetos espaciales o subtipos como valores de rango para mediciones (Bjornsson, 2014).

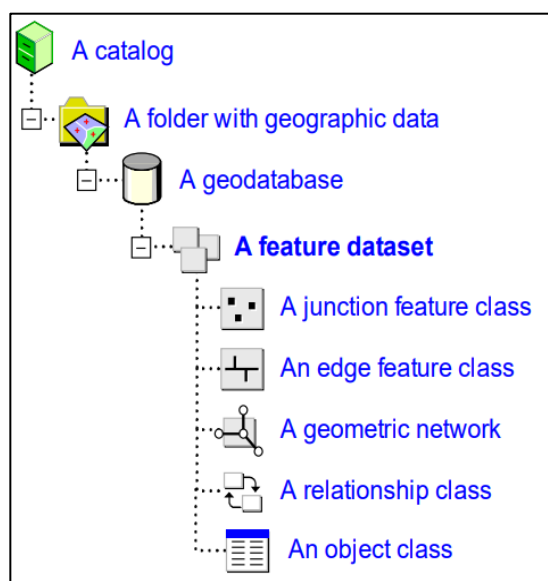


Figura 2. Esquema de base de datos SIG enfocado a la visión de Catastros

Fuente: (Bjornsson, 2014)

2.3. Ortofoto

Las ortofotos son imágenes fotográficas construidas a partir de fotografías aéreas verticales o casi verticales. Los procesos utilizados para generar ortofotos eliminan las distorsiones debido a la inclinación de la cámara durante el levantamiento fotográfico, las distorsiones de la lente de la cámara, las distorsiones por relieve y la inclinación de la aeronave. Cuando se generan correctamente estas imágenes digitales se caracterizan por tener una escala uniforme y representar características del terreno en sus ubicaciones geográficas reales (Ayhan et al., 2006).

La ortorectificación es un proceso necesario para la generación de las ortofotos, ya que, al momento de capturar las fotografías aéreas, los edificios están distorsionados de sus posiciones reales y algunas de las características del suelo como calles, pozos de acceso y postes de servicios públicos pueden estar opacados por dichas infraestructuras. El objetivo es eliminar los efectos geométricos del desplazamiento en relieve de los edificios y un método utilizado con frecuencia es usar el Modelo Digital de Superficie (MDS), que es la representación real de la superficie de la tierra, donde se asigna un valor de elevación para cada ubicación en la imagen y así corregir el edificio a una posición ortogonal (Deng et al., 2015).

Las ortofotos muestran toda la información valiosa de una fotografía, pero a diferencia de una

fotografía, las distancias, ángulos y áreas reales se pueden medir directamente. Su uso ha jugado un papel importante en muchas aplicaciones con el desarrollo de los SIG, enfocados a los proyectos de planificación y crecimiento poblacional. (Rossi, 2004).



Figura 3. Fotografía Aérea sin eliminar ninguna distorsión (izquierda) y Fotografía Aérea eliminada las distorsiones (derecha) ocasionadas por el vuelo fotogramétrico
Fuente: (Deng et al., 2015)

2.4. Modelos Digitales

Son representaciones reducidas del entorno, dando a recalcar algunas propiedades que se representan por entidades menos complejas. Los modelos se estructuran mediante una relación adecuada de la realidad y sus variantes tienden a realizar diferentes modelos que expresan otras características de lo que se quiere representar (Barragán, 2015).

Existen diferentes tipos Modelos Digitales, en la figura 4 se ejemplifica lo que pretenden representar de la realidad los modelos digitales según el caso:

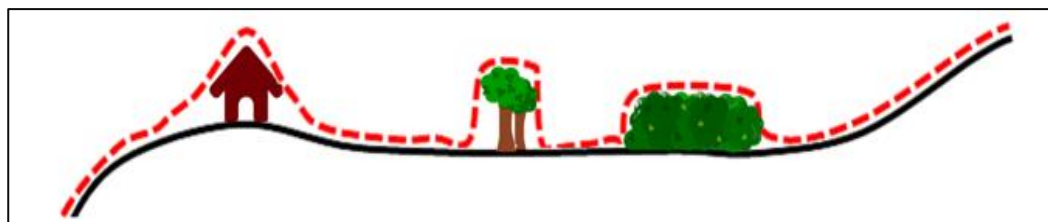


Figura 4. Modelo Digital de Superficie (Línea Roja) y el Modelo Digital del Terreno (Línea Negra)

Fuente: (PagerPower, 2015)

2.4.1. Modelo Digital de Elevación (MDE)

Los Modelos Digitales de Elevación (MDE), en su término más genérico implica la elevación del terreno, excluyendo estructuras artificiales, vegetación o cualquier otro objeto sobre el suelo. Representa la elevación de la superficie de la tierra en forma de una imagen digital donde cada píxel contiene un valor de elevación, además son un insumo principal para cualquier modelación o cuantificación de procesos que impliquen la topografía de la tierra, por lo tanto, existe una dependencia intrínseca de la elevación precisa o información topográfica típicamente representada como capas de mapas de elevación (Croneborg et al.,2015).

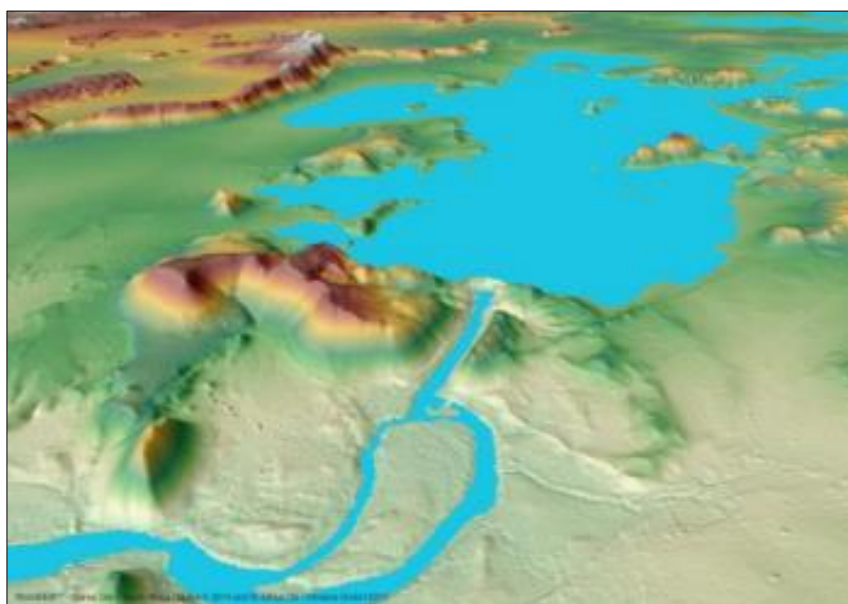


Figura 5. MDE, Territorio de Sudáfrica
Fuente: (WorldDEM, 2014)

2.4.2. Modelo Digital de Terreno (MDT)

El Modelo Digital del Terreno (MDT), se describe como una representación tridimensional de una superficie de terreno que consiste en coordenadas X, Y, Z. Puede incluir no solo alturas y elevaciones sino también otros elementos, la variable Z va a definir el nombre del modelo, por ejemplo, el valor de precipitación, pH, temperatura, entre otros (Felicísimo, 1999; Cuesta, 2008).

Con el uso cada vez mayor de las computadoras en ingeniería y el desarrollo de gráficos tridimensionales, el MDT se está convirtiendo en una herramienta poderosa para una gran cantidad

de aplicaciones en la tierra y las ciencias de la ingeniería (Singh, 2016).

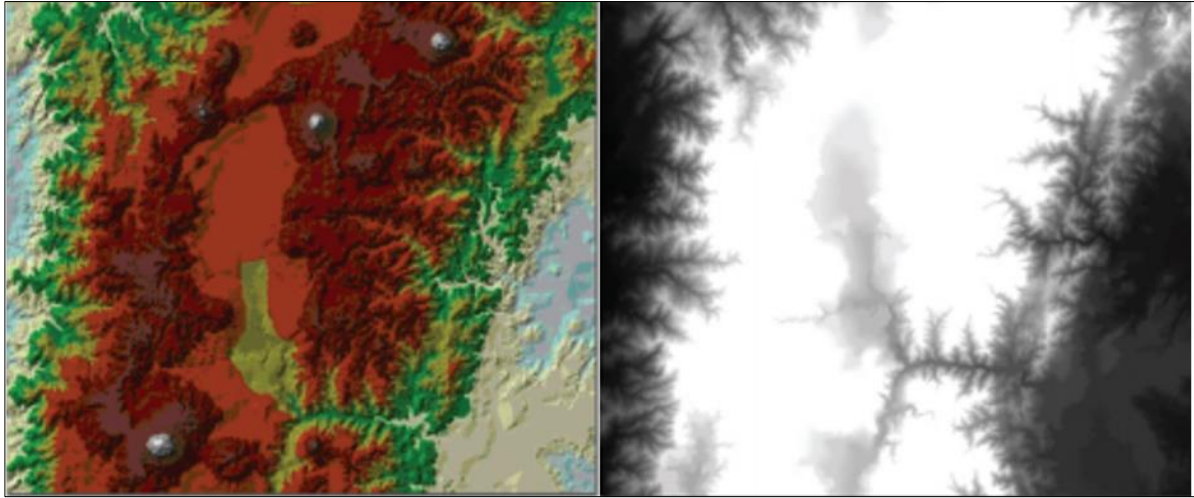


Figura 6. Ejemplo de MDT vectorial TIN (izquierda) y MDT vectorial ráster (derecha)
Fuente: (Cuesta, 2008)

2.4.3. Modelo Digital de Superficie (MDS)

Un Modelo Digital de Superficie (MDS), representa tanto los elementos de origen antrópico como naturales en un área determinada, esto incluye la altura de todos los objetos o superficies expuestas en la escena como copa de los árboles, edificaciones y cualquier otro elemento sobre la superficie de la tierra (Barragán, 2015).

Los MDS son especialmente relevantes para trabajos de telecomunicaciones, manejo forestal, seguridad aérea, modelado tridimensional y simulaciones (Croneborg et al., 2015).

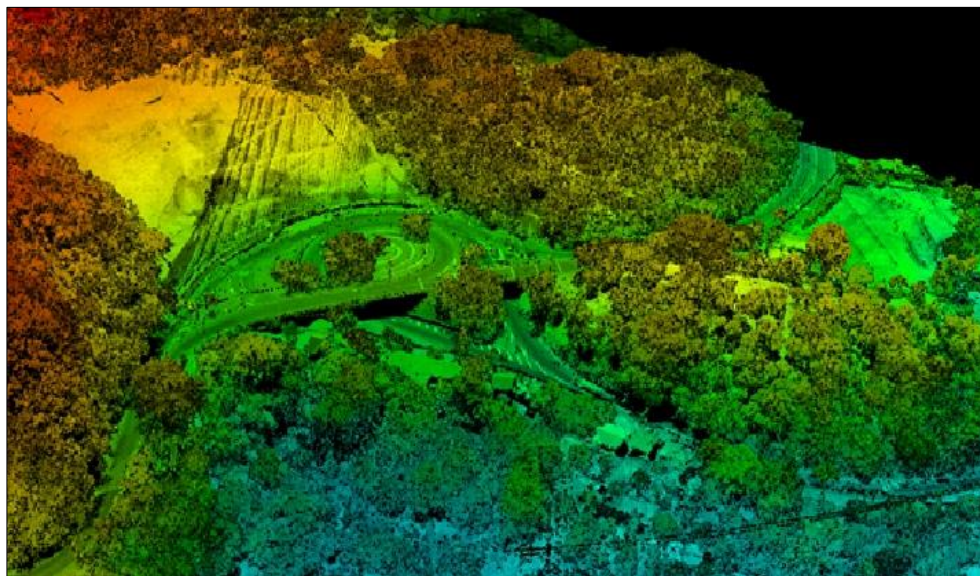


Figura 7. Ejemplo de un MDS con datos Lidar
Fuente: (ICADEL Ingeniería, 2014)

2.5. Sistemas de Información Geográfica (SIG)

El SIG se refiere a cualquier sistema de información que edita, analiza, almacena y muestra información geográfica en un mapa. Es un sistema informático que captura datos espaciales con fines de análisis y visualización (Sadiku, Tembely, & Musa, 2017).

La tecnología SIG es una herramienta eficiente para trabajar con datos georreferenciados, ya que ayuda a tomar decisiones correctas sobre localizaciones. La ubicación se puede especificar de muchas maneras, como la posición (X, Y, Z), latitud y longitud, dirección, código postal o país. El SIG está estrechamente relacionado con GPS por sus siglas en inglés (Global Positioning System), que han hecho posible determinar la posición de un objeto en la superficie de la tierra (Sadiku, Tembely, & Musa, 2017).

Los componentes de un SIG son los siguientes:

- **Hardware:** Esto incluye las computadoras en las que opera el SIG y los servidores web, estas computadoras pueden ser independientes o estar conectadas entre sí como una red con dispositivos de salida como impresoras, escáneres y digitalizadores. El sistema informático debe tener suficiente memoria para almacenar grandes cantidades de datos.

- **Software:** El software SIG admite datos espaciales y de atributos, que pueden provenir de varias fuentes, una forma de obtener datos espaciales es digitalizando o escaneando mapas o planos. Las herramientas de software deben incluir manipulación de datos, gestión de archivos, gestión de bases de datos e interfaz gráfica de usuario. Los programas más utilizados a nivel mundial son: ArcGIS, GRASS, QGIS y ENVI.
- **Datos:** Los datos pueden ser espaciales (vector o ráster) o atributo, los cuales son datos posicionales que se refieren a dónde están las cosas y generalmente se especifican geoméricamente.
- **Personas:** Consiste en profesionales bien capacitados en SIG, administradores de bases de datos y usuarios, los profesionales de SIG crean y mantienen bases de datos y usan el software para analizar y manipular la información geográfica (Sadiku, Tembely, & Musa, 2017).



Figura 8. Componentes de un SIG
Fuente: (GIS Blog, 2015)

2.5.1. Software ArcGIS

ArcGIS es un Sistema de Información Geográfica producido y comercializado por la empresa ESRI, la cual usa modelos de datos inteligentes SIG para representar y analizar información geográfica, ya que incluye herramientas de geo-procesamiento como la edición y automatización de datos, mapeo y análisis en mapas, además de aplicaciones para Internet (ESRI, 2002).

El análisis geo-espacial y representación cartográfica de toda la investigación ha sido desarrollado a través del software ArcGIS versión 10.7, con licencia académica del Departamento de Ciencias de la Tierra y Construcción de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

2.6. Visibilidad basada en Líneas de Visión

La visibilidad está relacionada principalmente con los obstáculos que existen entre un objeto y un observador y se calcula en función de una línea visual o línea de visión desde un punto de vista O (Observador) a otro punto T que pertenece al área objetivo. Si esta línea visual se cruza con cualquier obstáculo antes de llegar a T, entonces T está oculto y no es visible desde O, de lo contrario, T es visible desde O (De Floriani & Magillo, 2003) (ver figura 9).

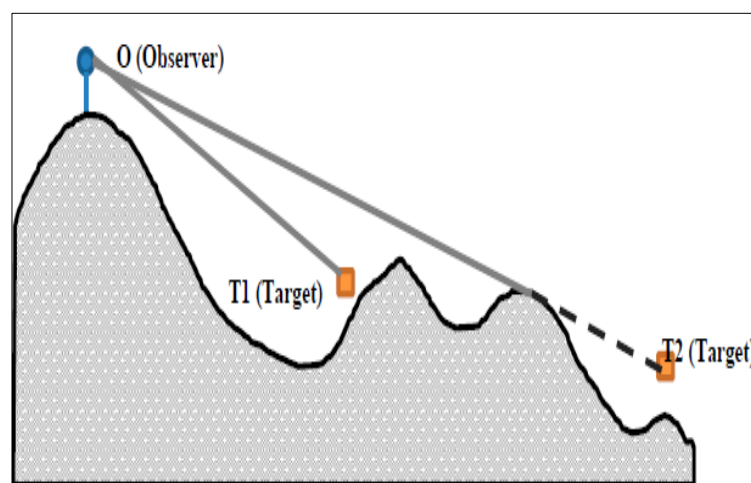


Figura 9. Visibilidad basada en la línea de visión. El objetivo T1 es visible desde O pero el objetivo T2 no es visible desde O (línea gris: visible, línea discontinua: invisible)

Fuente: (Yaagoubi et al., 2015)

Cuando el proceso de análisis de visibilidad se aplica a todos los puntos que pertenecen al área objetivo, se refiere a un "análisis de cuenca visual", que es el resultado del movimiento de la línea de visión a través de toda el área de interés (Yang, Putra, & Li, 2007).

2.7. Cuencas Visuales

El análisis de la cuenca visual se realiza en función de uno o varios puntos de vista. El resultado del análisis de la cuenca visual consiste en determinar el conjunto de puntos en la superficie que son visibles y que no son visibles desde el conjunto de puntos de vista u observadores (De Floriani

& Magillo, 2003).

Para realizar el análisis del campo visual en el software ArcGIS versión 10.7, se necesita tomar en cuenta los siguientes parámetros (ver figura 10):

- OFFSETA: Está relacionado con la altura a la que se encuentra el observador sobre el terreno
- OFFSETB: No hay un objetivo artificial en el campo a monitorear
- AZIMUTH1: El ángulo horizontal inicial
- AZIMUTH2: El ángulo horizontal final del rango de escaneo
- VERT1: El límite superior del ángulo vertical
- VERT2: El límite inferior del ángulo vertical
- RADIUS1: La distancia de inicio desde la cual puede verse un punto
- RADIUS2: La distancia final donde cualquier punto más allá de esta distancia será seguramente no visible, este parámetro representa el alcance de la cámara
- SPOT: Corresponde al valor de la elevación, en donde se encuentra el punto de observación.

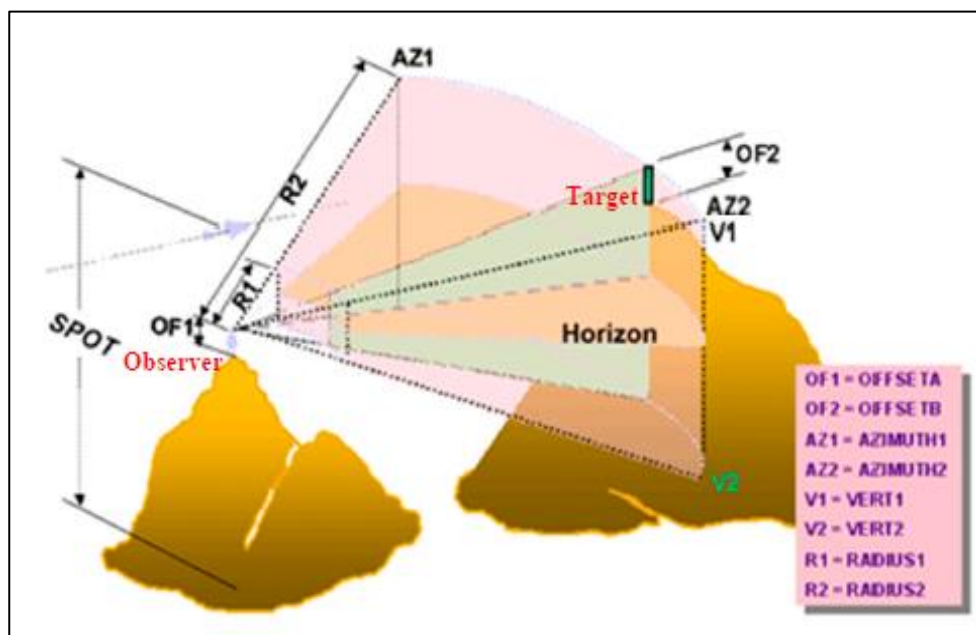


Figura 10. Parámetros para calcular cuencas visuales en el software ArcGIS

Fuente: (Yaagoubi et al., 2015)

A) Cálculo de Cuencas Visuales

Con base a los nueve parámetros presentados a continuación, se construye una línea de visión para cada punto en el área objetivo generando una cuenca visual, pero para ello se debe considerar los siguientes supuestos:

- **O_i (x_i, y_i, z_i):** Es el punto de observación donde "i" es el índice de cada punto de observación, $i = 1, 2, \dots, n$. Nota; $z_i = SPOT_i + OF1_i$.
- **T_j (x_j, y_j, z_j):** Es el punto objetivo donde "j" es el índice de cada objetivo, $j = 1, 2, \dots, m$. Nota: $z_j = H_j + OF2_i$, donde H_j es la elevación de la superficie que corresponde al Objetivo T_j.
- **OT_{ij} (x_j - x_i, y_j - y_i, z_j - z_i):** Es la línea de visión construida por el observador O_i con el índice "i" y el objetivo T_j con el índice "j". La distancia de la línea de visión se escribe como $\| OT_{ij} \|$ (Yaagoubi et al., 2015).

El análisis de la cuenca visual se realiza a partir de la premisa de que un objeto T_j no es visible desde el Observador O_i si se cumple una de las siguientes condiciones:

- La línea de visión OT_{ij} entre el observador O_i y el objetivo T_j está oscurecida por uno o muchos obstáculos.
- El objetivo T_j está fuera del rango de distancia definido por R_{1i} y R_{2i} :
($\| OT_{ij} \| < R_{1i}$) o ($\| OT_{ij} \| > R_{2i}$).
- El objetivo T_j está fuera del rango del ángulo horizontal definido por AZ_{1i} y AZ_{2i} :
($\text{Arctan}((y_j - y_i)/(x_j - x_i)) < AZ_{1i}$) y ($\text{Arctan}((y_j - y_i)/(x_j - x_i)) > AZ_{2i}$).
- El objetivo T_j está fuera del rango de ángulo vertical definido por V_{1i} y V_{2i} :
($\text{Arcsin}((z_j - z_i)/\| OT_{ij} \|) < V_{1i}$) y ($\text{Arcsin}((z_j - z_i)/\| OT_{ij} \|) > V_{2i}$).

- Si no se cumplen todas estas condiciones, entonces el objeto T_j es visible desde el observador O_i .

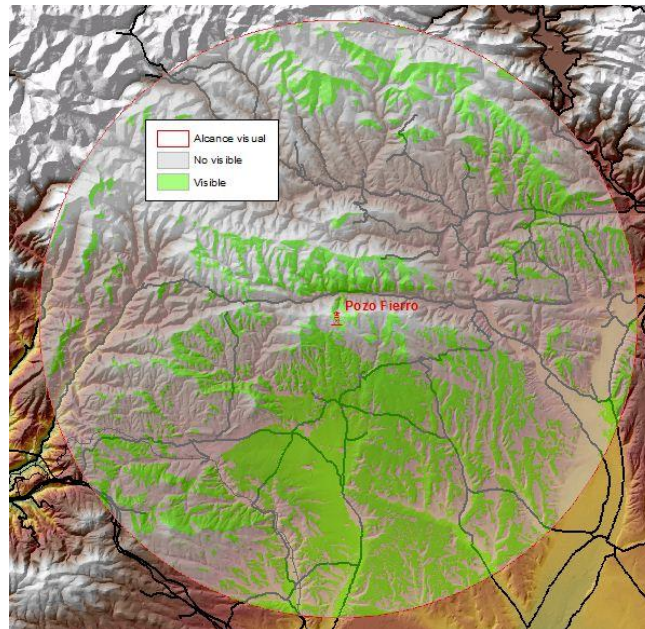


Figura 11. Cuenca visual correspondiente a una torre de vigilancia de incendios ubicada en Pozo Fierro León-España: la región de color verde ejemplifica lo que se puede observar a través de la torre

Fuente: (Alaw Forestal, 2011)

2.7.1. Cociente de Localización

El cociente de localización (LQ), por sus siglas en inglés (Location Quotient), es un instrumento de medición desarrollado en las disciplinas de economía regional y ordenación del territorio para observar la actividad económica local. Su uso ha sido principalmente (aunque no exclusiva) para observar la participación porcentual del empleo de un área de referencia en comparación de una región de estudio (Brantingham & Brantingham, 1998).

Dentro de las medidas de localización y especialización, el cociente de localización es una de las técnicas más utilizadas para el análisis de la criminalidad. Entre los estudios empíricos que lo aplican se encuentran los desarrollados por (Brantingham & Brantingham, 1998; Carcach & Musca, 2002; McCord, Ratcliffe, Garcia, & Taylor, 2007; Andresen, Wuschke, Kinney, Brantingham, & Brantingham, 2009).

LQ es una medida adimensional que proporciona una visión alternativa a los delitos que no se obtienen con las dos medidas más tradicionales de los incidentes como son recuentos y tasas de delitos (Brantingham & Brantingham, 1998), ya que ofrece una forma de entender cómo un área es diferente de otra para fines de investigación y despliegue de recursos de prevención y control.

Según el ejemplo de la investigación de Brantingham & Brantingham en el año de 1998, 40 o 50 robos en ciudades pequeñas pueden hacer que dichos lugares presenten una tasa de emergencias relativamente alta. Por el contrario, en una ciudad más grande, 40 o 50 robos tendría una tasa relativamente baja. Este contexto es desapercibido si se agrupa de forma homogénea dichas unidades, ya que las microunidades se ignoran o se supone que tienen el mismo impacto que las unidades más grandes (Rengert & Lockwood, 2009).

El cociente de ubicación, controla la distribución del delito en el área de comparación más grande, así como el tamaño de la unidad de análisis, esto es especialmente importante en el estudio actual debido a los diferentes tamaños de las cuencas visuales.

Orientado a Cuencas Visuales y análisis de delitos, LQ es una medida de la importancia relativa de los incidentes delictivos dentro de cuencas visuales experimentales en comparación con su importancia en la ciudad (Petrossian, 2011).

Los cocientes de ubicación con base a las cuencas visuales se calculan de la siguiente manera:

$$LQ = \frac{x_i/t_i}{X/T} \quad Ec. 1$$

Donde:

x_i : Representa el número de delitos de tipo x (por ejemplo, tiroteos, robos de automóviles, robos de automóviles) en la cuenca visual i

t_i : Representa el área total de la cuenca visual i

X : Representan el número de delitos de tipo x en toda el área de estudio

T : Representa el área total de estudio

Los valores de LQ superiores a 1 indican una concentración relativa mayor de delitos en la cuenca visual, en comparación con la ciudad en su conjunto. Los valores de LQ por debajo de 1 indican que la cuenca visual tiene menos participación en los delitos de lo que generalmente se encuentra en toda la ciudad. Los valores de LQ iguales a uno indican que la cuenca visual tiene una parte de crímenes de acuerdo con su parte del resto de la ciudad (Petrossian, 2011).

LQ se interpretan como "la probabilidad de que ocurran ciertos delitos en una cuenca visual". En efecto, la fórmula del cociente de ubicación controla el área, lo cual es importante ya que los tamaños de cuenca visual de diferentes cámaras difieren mucho según el entorno. El uso de cocientes de localización para identificar características únicas de ciertos lugares tiene un historial probado en la literatura de justicia penal (Brantingham & Brantingham, 1998).

Como se ha mencionado, el LQ, es un instrumento poderoso para identificar el tipo de delito que prevalece en una zona en particular, sin embargo, sus valores pueden ser engañosos ya que pueden enmascarar la magnitud del delito especialmente en aquellas áreas que tienen los coeficientes más altos o más bajos. Por tal motivo no deben ser utilizados sin las frecuencias o tasas delictivas (Sánchez O, 2014).

2.7.2. Diferencia del Cociente de Localización

En la investigación de Brantingham & Brantingham en el año 1998, menciona que el LQ, es una herramienta que se puede utilizar en diferentes niveles de resolución espacial y temporal. Piza en el año 2012 emplea el término DLQ por sus siglas en inglés (Difference in Location Quotients), que resulta de la resta del LQ en diferentes unidades de tiempo.

Si el DLQ es positivo, sugiere que ha existido un aumento de incidentes en la cuenca visual, mientras que, si el LQC disminuye, sugiere que ha habido una disminución de incidentes (Brantingham & Brantingham, 1998; Piza, 2012).

2.8. Análisis Espacial

El análisis espacial está compuesto por una serie de procesos encadenados cuyo objetivo es elegir un modelo inferencial que considere explícitamente la relación espacial presente en cualquier

caso de estudio o investigación. Los procedimientos iniciales incluyen el conjunto de métodos genéricos de análisis exploratorio y la visualización de datos, en general a través de mapas. Estas técnicas permiten la descripción de la distribución de las variables de estudio, la identificación de observaciones que son atípicas no solo en relación con el tipo de distribución sino también en relación con sus vecinos más cercanos, con el propósito de buscar la existencia de patrones en la distribución espacial, para proponer hipótesis o soluciones a las observaciones (Câmara et al., 2004).

La taxonomía más utilizada para caracterizar los problemas del análisis espacial considera tres tipos de datos:

- **Eventos o patrones de puntos:** Fenómenos expresados a través de ocurrencias identificadas como puntos en el espacio, por ejemplo, puntos delictivos, casos de enfermedades y localización de especies vegetales.
- **Superficies Continuas:** Estimadas a partir de un conjunto de muestras de campo que pueden distribuirse de manera regular o irregular, por lo general, este tipo de datos resulta de la encuesta de recursos naturales, que incluye mapas geológicos, topográficos, ecológicos, fitogeográficos y pedológicos.
- **Áreas con recuentos y tasas agregadas:** Significa datos asociados a encuestas de población, como censos y estadísticas de salud, y que originalmente se refieren a individuos ubicados en puntos específicos del espacio. Por razones de confidencialidad, estos datos se agregan en unidades de análisis, generalmente delimitados por polígonos cerrados (distritos censales, zonas de direcciones postales, municipios) (Câmara et al., 2004).

2.8.1. Herramientas Técnicas del Análisis Espacial

El análisis espacial hace uso de diversas técnicas que permiten estudiar y comprender los procesos del mundo real mediante el desarrollo y la aplicación de la manipulación de datos geográficos, dichas técnicas cumplen por lo menos dos objetivos:

- Identificar componentes del espacio
- Utilizar un procedimiento o un conjunto de procedimientos que permitan comprender en parte la funcionalidad de alguno de esos componentes espaciales

Teniendo en cuenta dichos objetivos, el análisis espacial puede definirse como un momento dentro del proceso investigativo en el que se conjugan una serie de técnicas que buscan separar, procesar y clasificar los datos, para contribuir a la búsqueda de respuestas de un problema mayor. (Madrid & Ortiz, 2005).

Una herramienta técnica puede ser definida como un instrumento de tipo gráfico, cuantitativo, cualitativo y mixto, cuyo uso involucra una serie de procedimientos en los que se trabaja con una o más variables con el propósito de hacer más explicable y visible un fenómeno. En la figura 12, se muestra la clasificación en cuatro grupos de las herramientas técnicas utilizadas para el análisis espacial (Madrid & Ortiz, 2005).

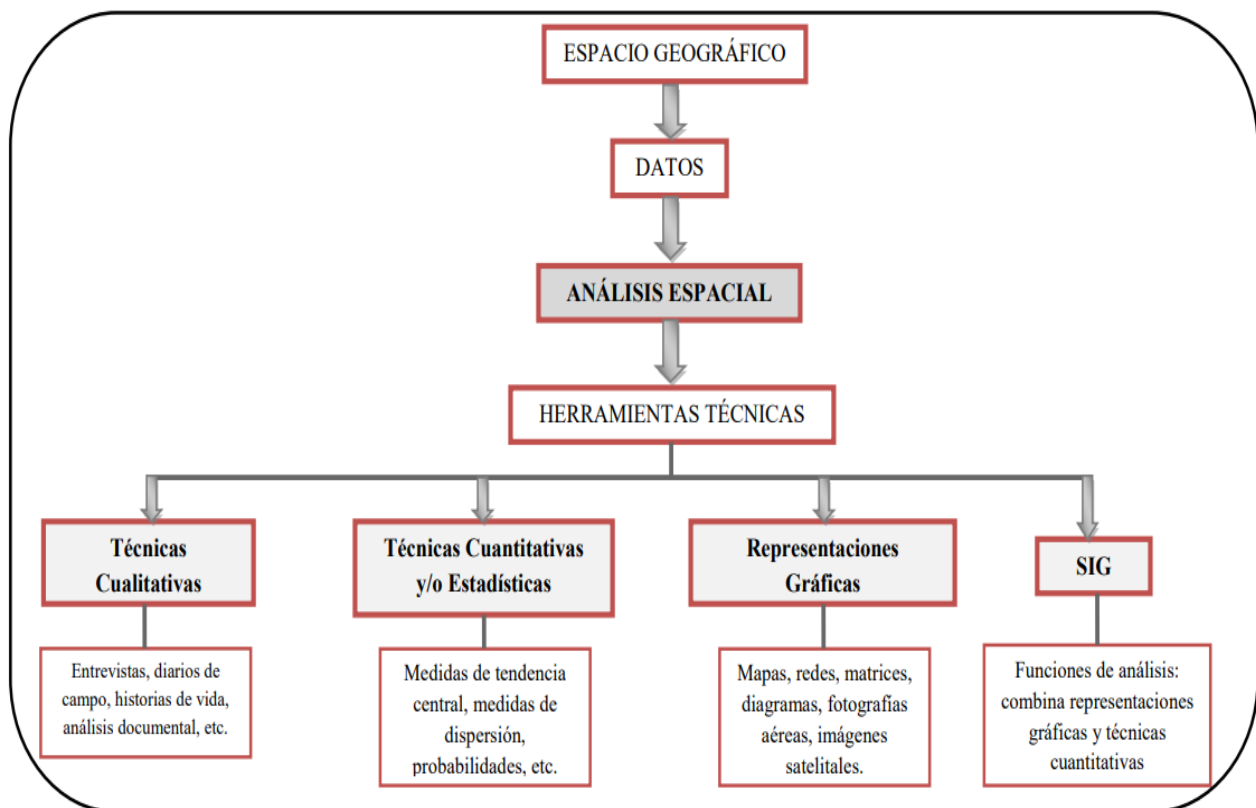


Figura 12. Herramientas Técnicas para el Análisis Espacial

Fuente: (Orueta, Pérez, Pons, & Ruiz, 1995)

A) Técnicas Cualitativas

Las técnicas cualitativas son investigaciones intensivas a muy pequeña escala en los cuales se explota la experiencia cotidiana de la gente y sus comunidades en diferentes tiempos y espacios (Pedone, 2000), ello involucra la percepción misma del investigador y la influencia de la misma en el desarrollo del proyecto. Herramientas técnicas cualitativas tales como entrevistas, diarios de campo, historias de vida, análisis documental, grupos focales y observación, tienen como finalidad realizar un acercamiento entre el investigador y la comunidad u área de estudio (Madrid & Ortiz, 2005).

B) Técnicas Cuantitativas y Estadísticas

Las técnicas cuantitativas posibilitan nuevos esquemas de abstracción de los datos espaciales, encontrando patrones de comportamiento de algunos fenómenos, además de ser herramientas eficaces para estudiar los componentes del espacio, elaborar esquemas de funcionamiento del mismo y proporcionar precisión en la investigación. A ello se añade que su capacidad organizativa y de tratamiento de datos es la base metodológica utilizada por varias de las herramientas de representación gráfica, cartográfica y no cartográfica (Madrid & Ortiz, 2005).

C) Representaciones Gráficas

Los mapas son los principales insumos que ayudan al análisis espacial, ya que es un instrumento de generalización y análisis que no es usado por ninguna otra ciencia tanto como por la Geografía. Los documentos cartográficos como: mapas, imágenes satelitales y fotografías aéreas, permiten identificar los componentes del espacio, aun siendo tan complejo el espacio geográfico, el mapa se convierte en una herramienta fundamental en el momento de analizar cualquier fenómeno, puesto que tiene la capacidad de abstraer la realidad para hacerla más entendible (Madrid & Ortiz, 2005).

D) Sistemas de Información Geográfica (SIG)

La importancia de los SIG en el análisis espacial, radica en la facilidad que ofrecen para procesar información geográfica y representarla mediante un modelo análogo de la realidad que presenta las entidades espaciales a partir de punto, línea y polígono. A pesar de la gran facilidad

que ofrecen los SIG al análisis espacial, podría decirse que es una herramienta subutilizada, ya que en gran medida es empleada para la recolección de información, esto debido a que son pocas las personas que manejan verdaderamente las funciones de análisis las cuales son en apariencia complejas, justamente por la falta de conocimiento sobre lo que es el análisis espacial y los procedimientos técnicos que llevan implícitos los SIG (Madrid & Ortiz, 2005).

2.8.2. Análisis Espacial del Delito

El análisis espacial en estudios delictivos, es una técnica que permite identificar los aspectos geográficos de la delincuencia y tendencias entre datos que estadísticamente pueden pasar desapercibidas, tanto de forma cuantitativa como el número de robos por área y de manera cualitativa como tipos de víctimas o de infractores (Vázquez & Soto, 2013).

Los análisis geográficos del delito se basan en la prevención situacional, que parte del supuesto de que la criminalidad no es el fruto de una predisposición individual, sino de factores que crean o favorecen las oportunidades delictivas como costumbres, estilos de vida de las potenciales víctimas, características físicas del ambiente o ausencia de controles de vigilancia. Según el modelo de prevención situacional del delito, existen áreas, lugares y horas donde se acumulan los problemas, coincidiendo con unas mejores oportunidades para delinquir. Así, los delitos no se distribuyen al azar ni de forma uniforme sobre la geografía urbana, sino que se localizan o concentran en determinadas zonas y momentos (Vázquez & Soto, 2013).

Los SIG en la delincuencia permiten que las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad de cualquier nación, puedan planificar de una forma más efectiva las respuestas ante emergencias, la determinación de las prioridades en las medidas de protección de la seguridad ciudadana, el análisis de eventos pasados y la predicción de eventos futuros que puedan afectar negativamente a las personas (Vázquez & Soto, 2013).

Las herramientas técnicas cualitativas, cuantitativas, representaciones gráficas y uso de sistemas de información geográfica generan mapas delictivos, que pueden ser representados en 2D o 3D, este proceso es una herramienta fundamental para analizar la delincuencia como un conjunto de procesos sistemáticos que proporcionan información oportuna y pertinente acerca de

los patrones de la delincuencia y las correlaciones criminales, ayudando al personal operativo y administrativo en la planificación de recursos y su despliegue para la prevención de actividades delictivas (Vázquez & Soto, 2013).

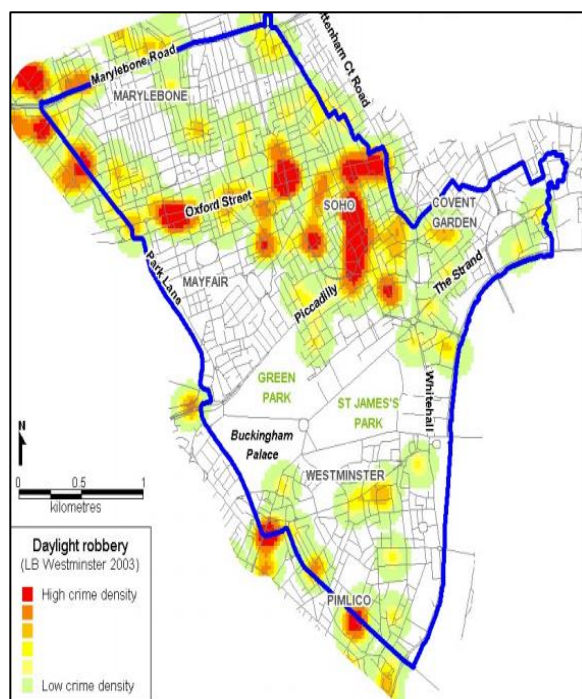


Figura 13. Zonificación de robos a luz del día
Fuente: (Chainey, GIS and Crime Mapping, 2001)

Las diversas formas de representar mapas delincuenciales son a través de:

- Símbolos: Corresponden a mapas delincuenciales con símbolos uniformes que representan la ubicación de las tiendas, las calles y los delitos o desórdenes públicos de que se tenga conocimiento. No son útiles cuando muestran gran cantidad de información porque dificulta su comprensión. Se pueden usar los mapas delincuenciales con sólo símbolos para cantidades relativamente pequeñas de datos que no se superpongan (Vázquez & Soto, 2013).

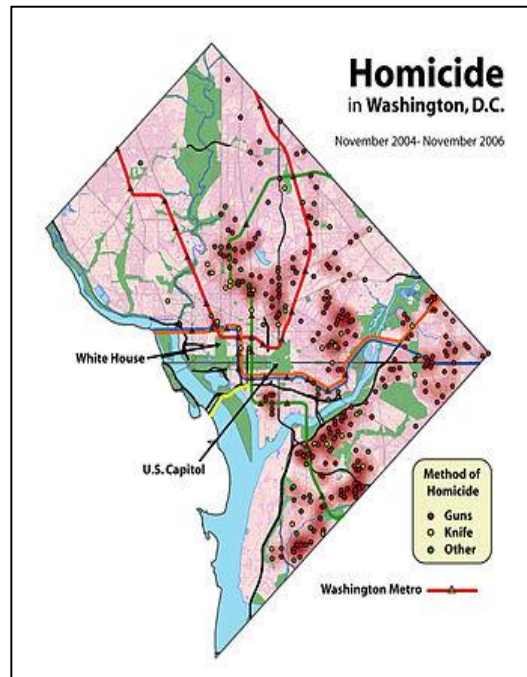


Figura 14. Mapa de ubicación de homicidios registrados en Washington, D.C.

Fuente: (CARTO, 2019)

- Gráficos: Son mapas que muestra en un mismo tiempo varios valores de una variable representada gráficamente. Este tipo de mapa puede mostrar la gráfica en forma circular o barras (Vázquez & Soto, 2013).

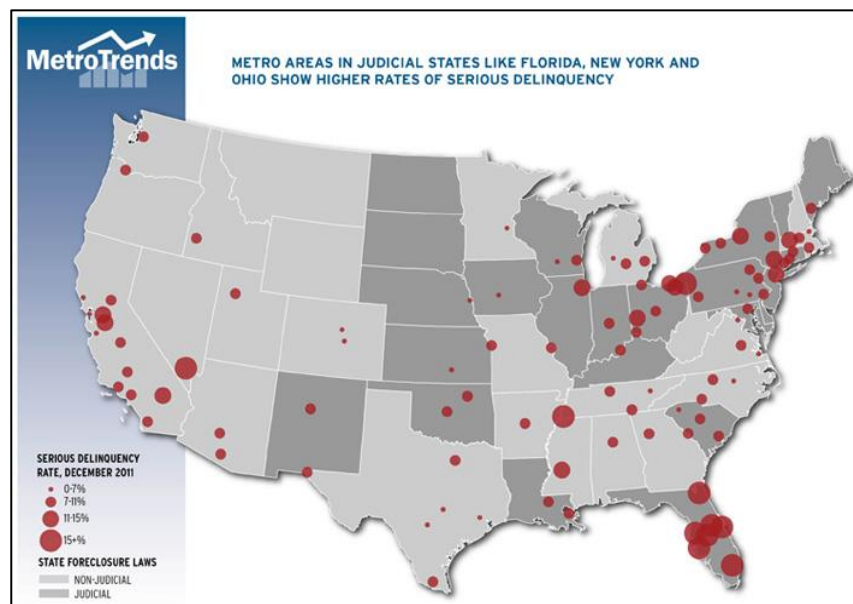


Figura 15. Mapa de los lugares en Florida, Nueva York y Ohio que están experimentando altos niveles de delincuencia en función de las leyes estatales de ejecución hipotecaria

Fuente: (Pitingolo, 2012)

- Densidad: Se utilizan para comparar cantidades de delitos o hechos a analizar de una zona del mapa con otra tomando en cuenta al número de habitantes, en base a esta metodología analítica determina zonas que acumulan más densidad delictiva para el total de delitos, con el objetivo de obtener de manera sencilla una medida de las dimensiones del crimen (Vázquez & Soto, 2013).

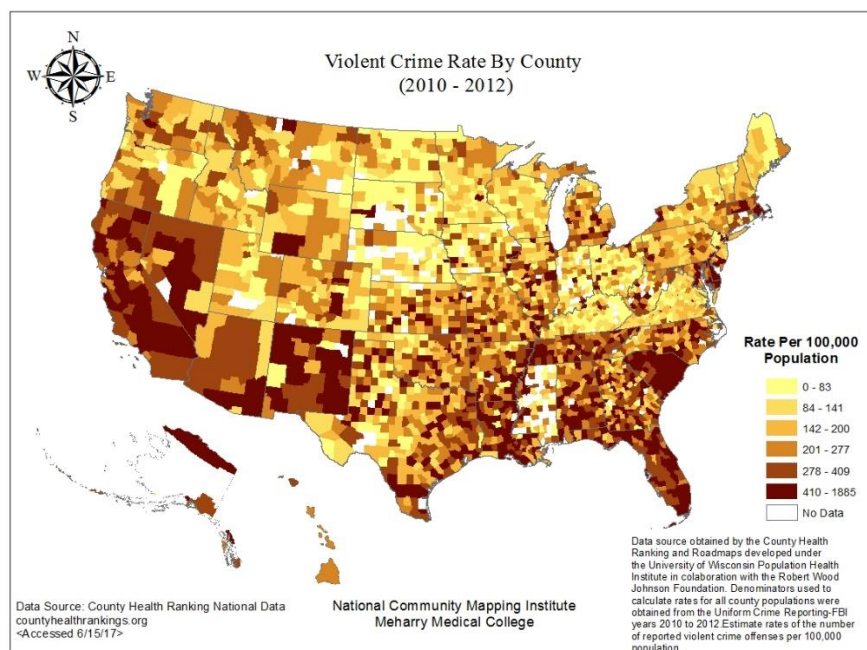


Figura 16. Mapa de índices de delitos violentos por condado en Estados Unidos (2010 a 2012)

Fuente: (National Community Mapping Institute, 2017)

2.8.3. Mapas de Puntos Calientes (Hot Spots)

Los mapas del crimen sirven como apoyo para la toma de decisiones y la asignación de recursos según el análisis que se haga del mapa y las variables que se dan en cada lugar. Gracias a este proceso se puede identificar patrones y puntos calientes donde se concentran los crímenes (Hot Spots), explorar la relación entre la actividad criminal y los factores ambientales para efectuar análisis estadísticos, evaluar la efectividad de programas dirigidos a la reducción de incidencia criminal y realizar tareas referentes a inteligencia, respuesta rápida de recursos, tácticas efectivas y seguimiento (Martínez, 2015).

Los Hot Spots se concentran en diversos lugares y de distinta forma, puede ser un lugar concreto, una calle, un barrio, un edificio, e incluso un objetivo de víctima. Por ello, para poder representarlos adecuadamente en un mapa, es necesario conocer los tipos que existen y las características que comprende cada uno (Pozuelo, 2017).

En la siguiente tabla se muestra los diferentes tipos de concentraciones de Hot Spots que pueden existir, patrones, teorías que se adecuan más al tipo de concentración, las posibles causas y la mejor representación para cada tipo de punto caliente (ver tabla 1).

Tabla 1
Tipos de concentración de Hot Spots: patrones, teorías, causas probables e intervención

Concentración	Patrón Mapa	Teorías	Causas Probables	Ejemplos	Representación	Niveles de Intervención	Ejemplo de Intervención
Lugar, direcciones, esquinas, lugares concretos	Puntos concentrados, pocos lugares con muchos delitos y muchos lugares con pocos delitos	Actividades rutinarias, gestión del lugar	Gestión ineficaz del comportamiento en esos lugares	Pelears de bar, robos a tiendas las 24 horas, venta de drogas locales	Puntos	Lugar, esquina	Reducción de las alteraciones de orden público, patrullas policiales en los Hot Spots
Alrededor de una víctima/objetivo	A menudo se confunde con la repetición de escenario (arriba). Este patrón solo se ve en el mapa si las víctimas están concentradas en ciertos puntos, calles o áreas	Actividades rutinarias, estilos de vida	Rutina de víctima, estilos de vida	Violencia doméstica, atracos a taxistas	Puntos, líneas o polígonos, en función de cómo se concentran las víctimas	Objetivo de alto riesgo, víctimas potenciales	Desarrollo de redes de apoyo de víctimas potenciales, programas de victimización repetida
Calle: a lo largo de una calle o de varios bloques	Concentración en líneas a lo largo de calles, algunas calles con muchos delitos	Búsqueda del infractor	Patrones de movimiento de los infractores, concentración de objetivos	Prostitución en las calles, flujo de drogas en la calle, robo a transeúntes	Líneas	Calles, carreteras	Patrullaje concentrado en ciertas calles, reorganización del tráfico de vehículos
Área : un barrio o vecindario completo	Concentración de un área que cubre varias calles o bloques	Desorganización y teorías ecológicas del delito	Baja eficiencia social y colectiva, fragmentación social, falta de intervención pública en la zona	Robos residenciales y violencia de bandas	Elipses, áreas sombreadas y gradientes	Áreas de mayor tamaño	Creación de grupos de trabajo en la comunidad ,desarrollo de la cohesión vecinal

Fuente: (Vozmediano & San Juan, 2010)

Una de las formas más utilizadas para representar Hot Spots es a través de mapas de densidad, los cuales se caracterizan por comparar cantidades de delitos en una zona del mapa con otra.

Una técnica de densificar los delitos es a través de la función de Kernel, el cual es un método estadístico espacial que genera un mapa de valores de densidad a partir de una capa de puntos subyacente en base a un radio de búsqueda predeterminado (ancho de banda) (Borbor, 2014). Las superficies resultantes que rodean a cada punto en la densidad Kernel se basan en una fórmula cuadrada con el valor más alto en el centro de la superficie (la ubicación de incidente) y se estrechan hasta cero en la distancia de radio de búsqueda (Esri, 2015).

Ha sido acordado por varios investigadores como la técnica de mapeo de Hot Spots más adecuada (Chainey & Ratcliffe, 2005; Chainey, Tompson, & Uhlig, 2008), además de ser un método muy popular entre los analistas del crimen debido a la buena visualización de los resultados y a su disponibilidad en la mayoría de los paquetes de análisis y software SIG (Fan, 2012).

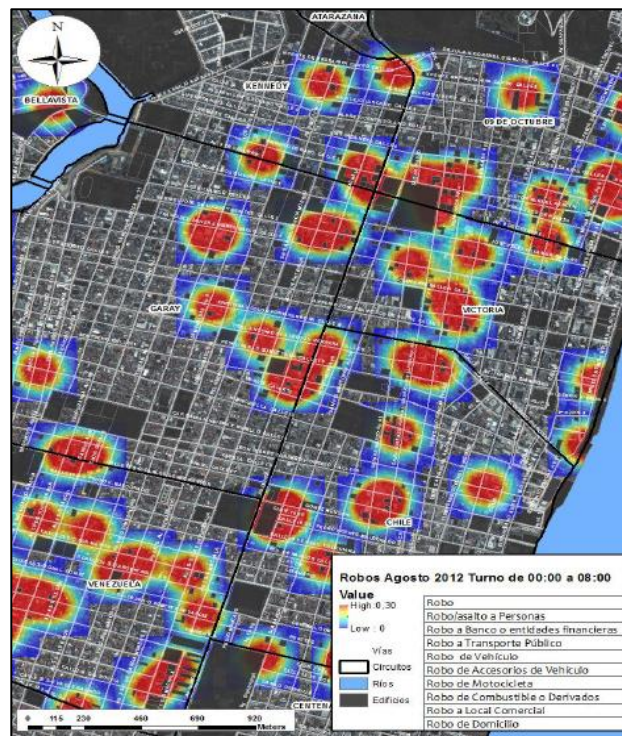


Figura 17. Mapa de puntos calientes de los robos en el horario de 00:00 a 08:00 am en el año 2012 correspondiente a la ciudad de Guayaquil

Fuente: (Borbor, 2014)

2.9. Videovigilancia

La videovigilancia implica el acto de observar una escena y buscar comportamientos específicos que son inapropiados o que pueden indicar la aparición o existencia de un comportamiento que puede afectar a la seguridad ciudadana. Los usos comunes incluyen la observación de áreas públicas, aeropuertos, bancos, casinos, instituciones, casas residenciales, entre otros (Ovseník, Kazimírová, & Turán, 2010).

La videovigilancia está experimentando una transición en la que cada vez más soluciones analógicas tradicionales están siendo reemplazadas por soluciones digitales, en comparación con el sistema tradicional de videovigilancia analógica, una videovigilancia digital ofrece una flexibilidad mucho mejor en el procesamiento y transmisión de contenido de video, al mismo tiempo, puede implementar fácilmente funciones avanzadas como detección de movimiento, reconocimiento facial y seguimiento de objetos (Ovseník, Kazimírová, & Turán, 2010).



Figura 18. Videovigilancia del SIS ECU 911

Fuente: (ECU 911, s.f.)

2.9.1. Circuitos Cerrados de TV (CCTV)

Los Circuitos Cerrados de TV (CCTV), son sistemas de videovigilancia ampliamente utilizados a nivel mundial, ya que proporcionan capacidades de monitoreo utilizadas en la protección de personas, activos y sistemas. Un sistema de CCTV sirve principalmente como un multiplicador de la fuerza de seguridad, proporcionando vigilancia para un área más grande, más de las veces, de lo que sería factible solo con el personal de seguridad (Kurdi, 2014).

CCTV es un sistema donde el circuito en el que se transmite el video a través de cables coaxiales o enlaces de comunicación inalámbricos está cerrado y todos los elementos que lo componen como: cámara, monitores y dispositivos de grabación, están directamente conectados, por lo que restringe la vista a un determinado conjunto de personas con fines específicos. Esto es diferente a la transmisión de televisión donde cualquier receptor que esté sintonizado correctamente puede captar o almacenar la señal (Kurdi, 2014).

Las tecnologías de CCTV se someten continuamente a mejoras en equipos digitales, almacenamiento de datos, comunicaciones inalámbricas y análisis automatizado de imágenes, pero se siguen manteniendo bajo el mismo principio que fue desarrollado (Kurdi, 2014).



Figura 19. Principales componentes de un CCTV

Fuente: (Kurdi, 2014)

A) Evolución de los CCTV

El uso de cámaras de videovigilancia se utilizó por primera vez en la década de 1942 para monitorear las pruebas de misiles V2 en el ejército alemán, el sistema permitió a los funcionarios monitorear los ensayos a corta distancia sin peligro, vigilando los defectos y otros problemas que de otro modo podrían no haber sido detectados. En 1949, el primer sistema comercial de Circuito Cerrado de TV, estuvo disponible en los Estados Unidos por una compañía llamada Vericon pero al no contar con una tecnología desarrollada, un personal de seguridad tendría que vigilar constantemente los monitores todo el día para visualizar lo que las cámaras de videovigilancia estaban captando, ya que la grabación y el almacenamiento de imágenes en ese momento no era empleada (Bull, 2018).

En 1951 se desarrolló un VTR de sus siglas en inglés (Video Tape Recorder), que permitía grabar imágenes en vivo desde una cámara de televisión mediante el uso de una cinta de grabación magnética, cinco años después, esta tecnología estaría disponible comercialmente y se uniría con CCTV para grabar los eventos captados por las cámaras de vigilancia para su posterior visualización (Funcia, 2018; Bull, 2018).

Los primeros sistemas de videovigilancia funcionaban con cámaras analógicas que a través de un cable coaxial enviaban la señal a un monitor de control, sin embargo, la calidad de la imagen era baja y, a menudo inutilizable por la interferencia generada por el cable de transmisión, pero en el año de 1996 una empresa llamada Axis lanzó la primera cámara IP de sus siglas en inglés (Internet Protocol) migrando a un sistema de cámaras digitales, que en comparación con los sistemas analógicos, la transmisión de la información es a través de una conexión de red, la resolución de las imágenes era de mejor calidad y más compatible con la tecnología inalámbrica (Dowker, 2014; Manetti, 2011; Ludwig, 2018).



Figura 20. Uso del CCTV en el año 1942 en pruebas de misiles
Fuente: (Mesnik, 2016)

B) Componentes del CCTV

Los sistemas de CCTV varían mucho en tamaño, comenzando desde pequeños sistemas instalados en casas para fines privados y terminando con sistemas extra grandes que abarcan múltiples componentes (Agustina & Galdon, 2011). Un sistema típico se compone de lo siguiente:

- Sistema de Cámara: Todos los sistemas de CCTV contienen un grupo de cámaras para monitorear áreas específicas y capturar imágenes de ellas. Las cámaras utilizadas pueden ser analógicas o digitales. Sin embargo, las analógicas adolecen de baja resolución, limitaciones de almacenamiento y dificultades para buscar imágenes capturadas (Kurdi, 2014).
- Revisor: Las imágenes capturadas se pueden ver en tiempo real o grabar para una revisión posterior (Conche & Tight, 2006). Esto incluye dispositivos como cintas de video VHS, CD, DVD o través de un medio informático conectado a un monitor de visualización. Los observadores, en el sitio y fuera del sitio, pueden revisar las imágenes capturadas directamente en las pantallas o a través de líneas telefónicas, internet o cualquier otra red (Piza, Caplan, & Kennedy, 2014).

- **Controlador Central:** Este componente es responsable del procesamiento previo, actual y posterior de las imágenes capturadas. Estas funciones pueden llevarse a cabo de forma manual o automática con el uso de hardware y herramientas de software (Kurdi, 2014).
- **Accesorios:** Algunos sistemas modernos de CCTV vienen con accesorios, como iluminación adicional para grabar en áreas oscuras o difíciles, y detectores automáticos de video-movimiento, que pueden programarse para detectar movimiento en una dirección específica u objetos de un tamaño o velocidad específicos (Lorraine & Nacerodien, 2003).

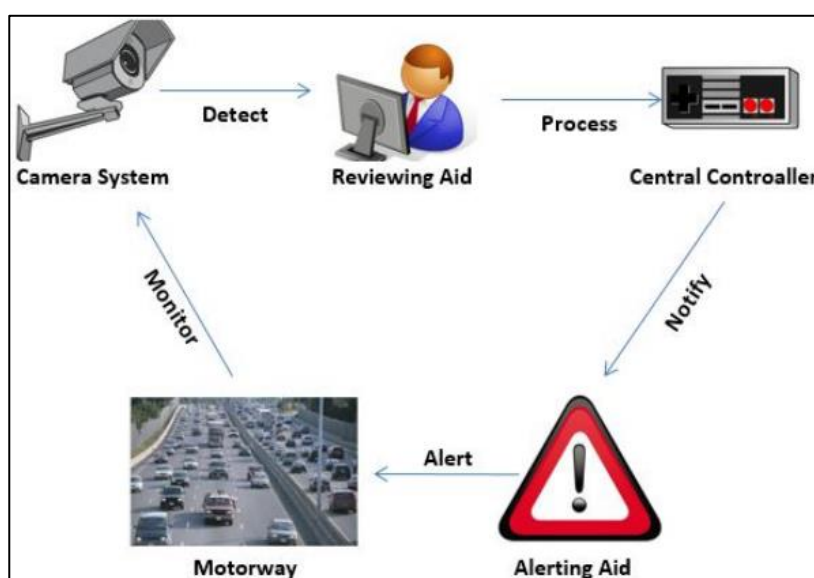


Figura 21. Componentes principales y flujo de trabajo en un sistema de CCTV
Fuente: (Kurdi, 2014)

2.9.2. Tipos de Cámaras de Vigilancia

Las cámaras de videovigilancia pueden clasificarse según sea su instalación interior o exterior en:

- **Cámaras Box:** Este tipo de cámaras se suministra de forma separada el cuerpo de la cámara y la óptica que puede ser fija o vari focal. Están relegadas prácticamente a sistemas profesionales en los que se requiera una óptica muy específica o para aplicaciones en las que resulte útil que la cámara esté bien visible (Martí, 2013).



Figura 22. Cámara de vigilancia tipo Box
Fuente: (DC-B3303X, s.f.)

- **Cámara de Red PTZ:** Las cámaras de red PTZ por sus siglas en inglés (Pan-Tilt-Zoom), son cámaras que pueden moverse horizontalmente o verticalmente y disponen de un zoom ajustable dentro de un área, de forma tanto manual como automática. También se les conoce como cámaras de domo móvil (Martí, 2013).



Figura 23. Cámara de vigilancia tipo Domo PTZ
Fuente: (Cámara domo PTZ HDTV, s.f.)

- **Cámara Bullet:** Se caracteriza por llevar incorporado el cuerpo de la cámara, además de la óptica y cabina, ya que generalmente son para uso en exteriores. La cabina puede llevar incluso accesorios extras tales como calefacción o ventilación (Martí, 2013).



Figura 24. Cámara de vigilancia tipo Bullet
Fuente: (Cámara bullet 1/3", s.f.)

- Cámara Minidomo: Se caracterizan por ser cámaras compactas para instalaciones en interior o en zonas protegidas además de ser anti vandálicas por sus características (Martí, 2013).



Figura 25. Cámara de vigilancia tipo Minidomo
Fuente: (IPC-HDBW1200E-W, s.f.)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Resumen

En el presente capítulo se especifica las variables independientes que se utilizaron para generar los insumos de: áreas de cobertura visual, lugares que son monitoreados por una o varias cámaras y líneas de visión en tres dimensiones de las unidades de videovigilancia del SIS ECU 911 que se encuentran en el sector “La Mariscal”. Además, se detalla el flujo de trabajo, para sugerir la implementación de nuevas cámaras de seguridad con base a las zonas de mayor registro de emergencias y su importancia relativa en áreas visuales reales e hipotéticas.

3.2. Esquema Metodológico

La metodología planteada para realizar el presente proyecto se estructuró en cuatro fases que se describen a continuación (ver figura 26):

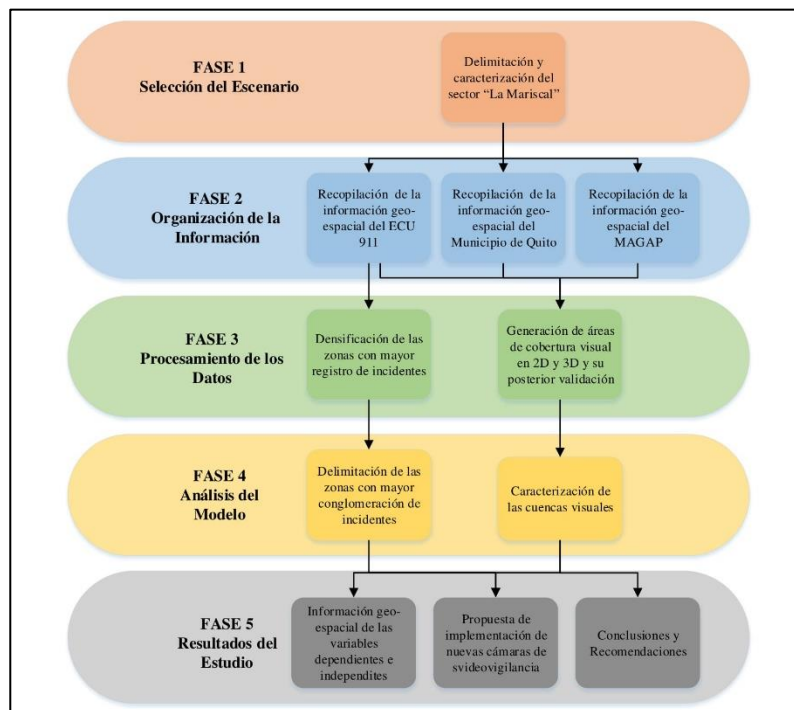


Figura 26. Esquema Metodológico

3.3. Recopilación de Información

La recopilación de información para el análisis del Sistema de Videovigilancia del SIS ECU 911 en el sector “La Mariscal” mediante herramientas geo-informáticas requiere de dos tipos de variables que son:

- Variables Independientes: Ortofoto, catastro, MDT, ubicación geográfica de las cámaras de videovigilancia del SIS ECU 911, follaje de los árboles, ubicación geográfica del registro de delitos en el sector “La Mariscal” y MDS.
- Variables Dependientes: Cuencas visuales generadas por las cámaras de videovigilancia y la densificación de los niveles de incidentes en el sector “La Mariscal”.

Las variables independientes como la ortofoto, MDT, MDS y registros de incidentes fueron analizadas geo-espacialmente mediante el software ArcGIS, mientras que la ubicación de las cámaras de videovigilancia se validaron en campo con las coordenadas aproximadas de un GPS navegador y el plano catastral del área de estudio. Este proceso se debe a que dichas variables son una fuente de información secundaria, la cual fue levantada por diferentes instituciones del país en fechas y escalas distintas.

Las variables dependientes como las cuencas visuales se generaron, a partir del análisis geo-espacial e interrelación de las variables independientes del MDS y las características técnicas de las cámaras de videovigilancia, mientras que la densificación de incidentes a o mapas de calor se realizó en base a los registros multitemporales de emergencias suscitadas en toda el área de estudio.

Cabe recalcar que para la presente investigación se trabajó todas las variables con el Sistema de Referencia WGS84 UTM zona 17 Sur.

3.3.1. Variables Independientes

- Ortofoto

El proyecto de “Levantamiento de Cartografía Temática a Escala 1:25.000, Lotes 1 y 2” fue elaborado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), a través

del Programa de Regularización y Administración de Tierras Rurales (PRAT), dentro de un emblemático programa del Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales (SIGTIERRAS), que tenía como objetivo la generación de ortofotos a escala 1:5000 a nivel nacional, excluyendo las áreas naturales protegidas definidas en el Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE), con el fin de contribuir a la regulación y tenencia de tierras, para una correcta planificación y ordenamiento territorial en el país (Consortio TRACASA-NIPSA, 2015).

Este proyecto se llevó a cabo durante los años 2010 y 2014, en el cual se abarcó aproximadamente el 85% del territorio nacional con ortofotos a escala 1:5000 con una resolución media del pixel del terreno en la Región Costa de 40 cm +/-10 %, Región Sierra de 30 cm +/-10 % y Región Oriente de 50 cm +/-10 % (Obtención de Cartografía Escala 1:5000 y Generación de Cartografía Básica Oficial Escala 1:25000 a Nivel Nacional, 2014).

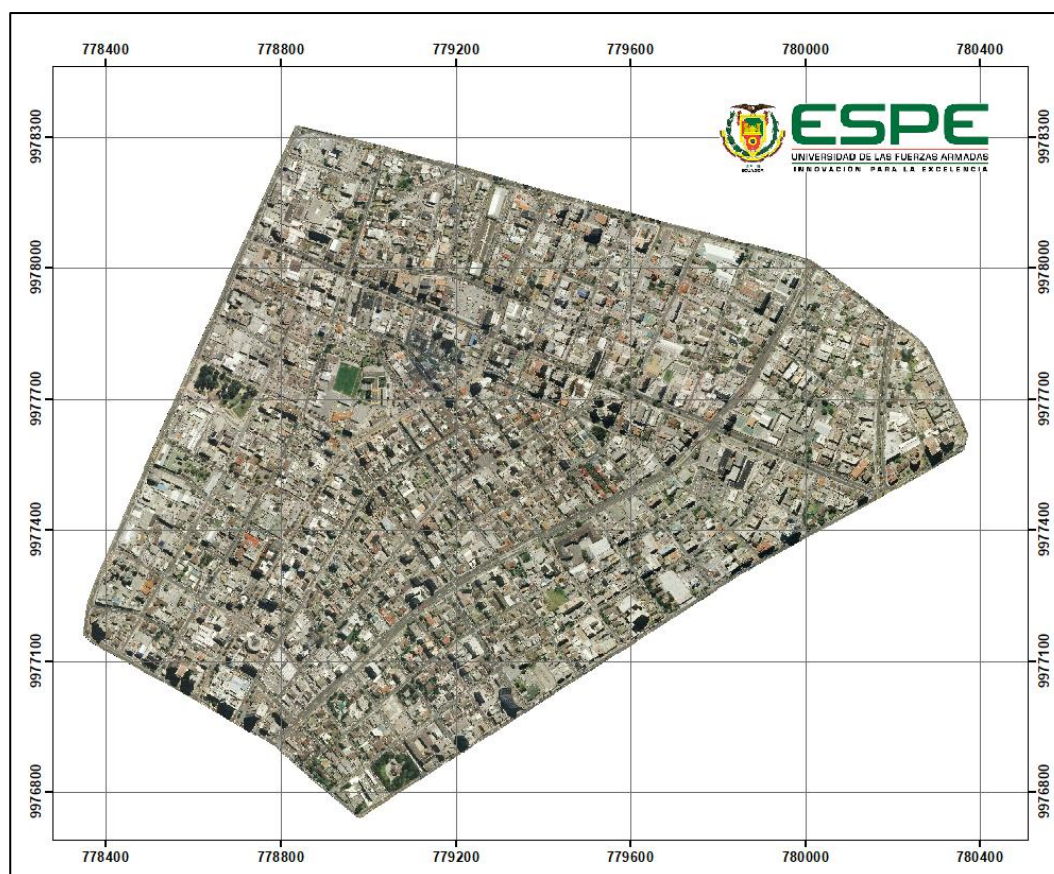


Figura 27. Ortofoto del sector "La Mariscal"

- Modelo Digital del Terreno (MDT)

El Modelo Digital del Terreno del sector “La Mariscal”, fue generado por la correlación de imágenes de fotografías digitales tomadas en el programa del Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales (SIGTIERRAS), con una resolución equivalente de 5 a 10 veces el valor de la resolución media del pixel del terreno que varía entre 3 y 5 metros, además de una precisión de 3 metros en altura (Obtención de Cartografía Escala 1:5000 y Generación de Cartografía Básica Oficial Escala 1:25000 a Nivel Nacional, 2014).

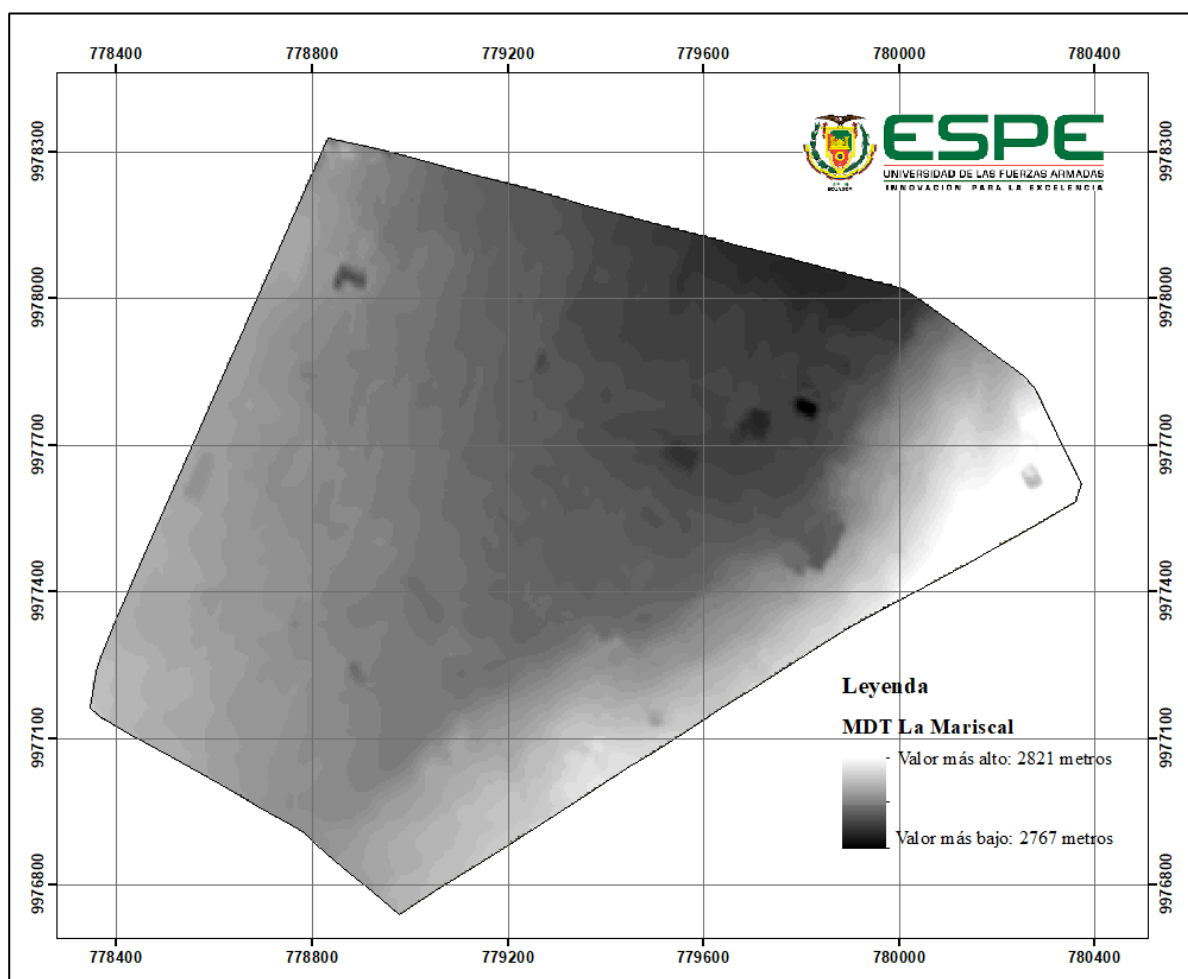


Figura 28. MDT del sector "La Mariscal"

- Catastro del Distrito Metropolitano de Quito

La Dirección Metropolitana de Catastros del Municipio de Quito, es la institución a cargo de la identificación y censo de la riqueza inmobiliaria de la ciudad, dentro de su información cuenta con una base alfanumérica que consta de nombre de propietario, identificación del propietario, número de predio, clave catastral, geoclave y una base gráfica en la cual se detalla la información del límite de lote, bloques constructivos, unidades constructivas en unipropiedad, bloques de Propiedad Horizontal (PH) de todo el Distrito Metropolitano de Quito (Villota, 2013).

El catastro cuenta con una gran base de datos alfanumérica y gráfica, de la primera base se extrajo la información del número de pisos que tienen las infraestructuras y de la segunda los bloques constructivos, con los cuales mediante análisis y herramientas SIG se juntaron espacialmente para generar un shapefile con entidades de polígono que contenga dicha información.

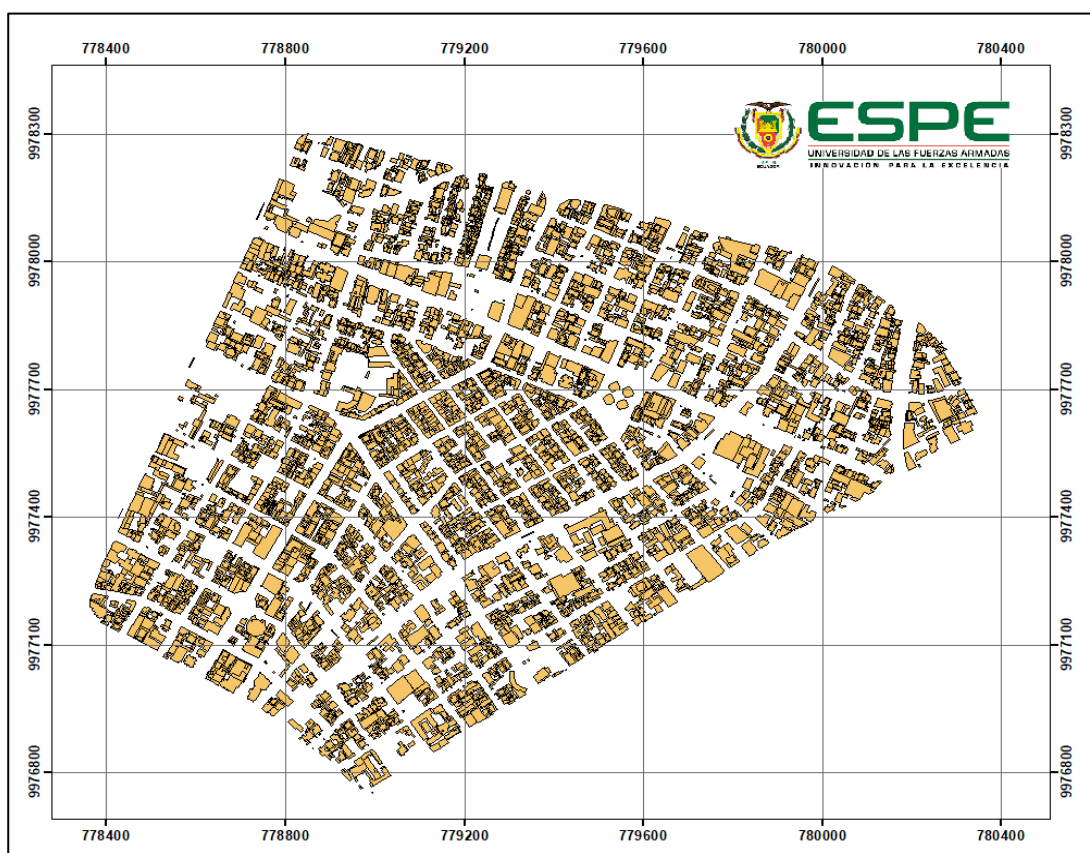


Figura 29. Bloques Constructivos del sector "La Mariscal"

- Follaje de los Árboles

Las obstrucciones más comunes que presentan las cámaras en el sector “La Mariscal” tienen que ver con el follaje de los árboles, ya que muchos de ellos se encuentran cercanos a los puntos de videovigilancia, y, en consecuencia, merman considerablemente la cuenca visual de cada cámara (ver figuras 30 y 31).



Figura 30. Cámara UIO-050-DOMO obstruida su visualización por el follaje de los árboles

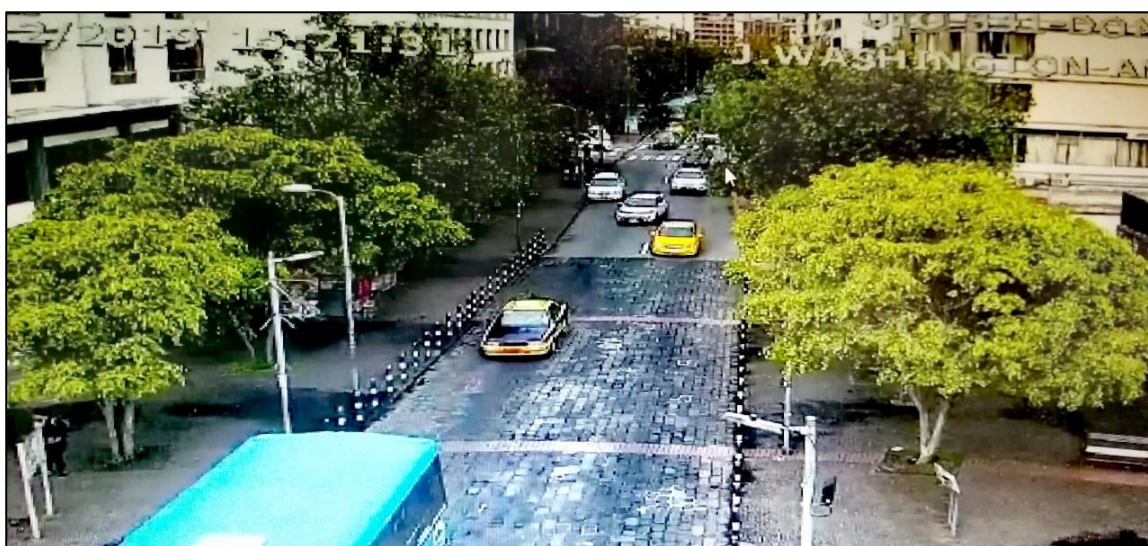


Figura 31. Cámara UIO-341-DOMO obstruida su visualización por el follaje de los árboles

La forma en cómo se generó la información, tuvo dos aristas, en primer lugar, se utilizó los insumos de la ortofoto del año 2012 y el mapa base del software ArcGIS para buscar minuciosamente todos los árboles, georreferenciarlos y agregarles un atributo de altura de 8 metros; en segundo paso, para asemejar el follaje se creó un Buffer de 4 metros alrededor de los 1822 árboles identificados.



Figura 32. Follaje de los árboles en el sector "La Mariscal"

- Ubicación Geográfica y características Técnicas de las Cámaras de Videovigilancia del SIS ECU 911

El SIS ECU 911 tiene georreferenciado las cámaras de videovigilancia en coordenadas geodésicas (latitud y longitud), las cuales para esta investigación se proyectaron al sistema de referencias WGS 84 UTM 17 Sur.

En el sector “La Mariscal” es monitoreado por 44 cámaras tipo Domo PTZ de las cuales 31 ubicadas dentro del área de estudio y 13 en los límites, a una altura aproximada de 12 metros, con un alcance visual de 200 metros y ángulo de giro de 360 grados, que graban y visualizan todos los hechos que se registran dentro del campo visual de cada dispositivo.

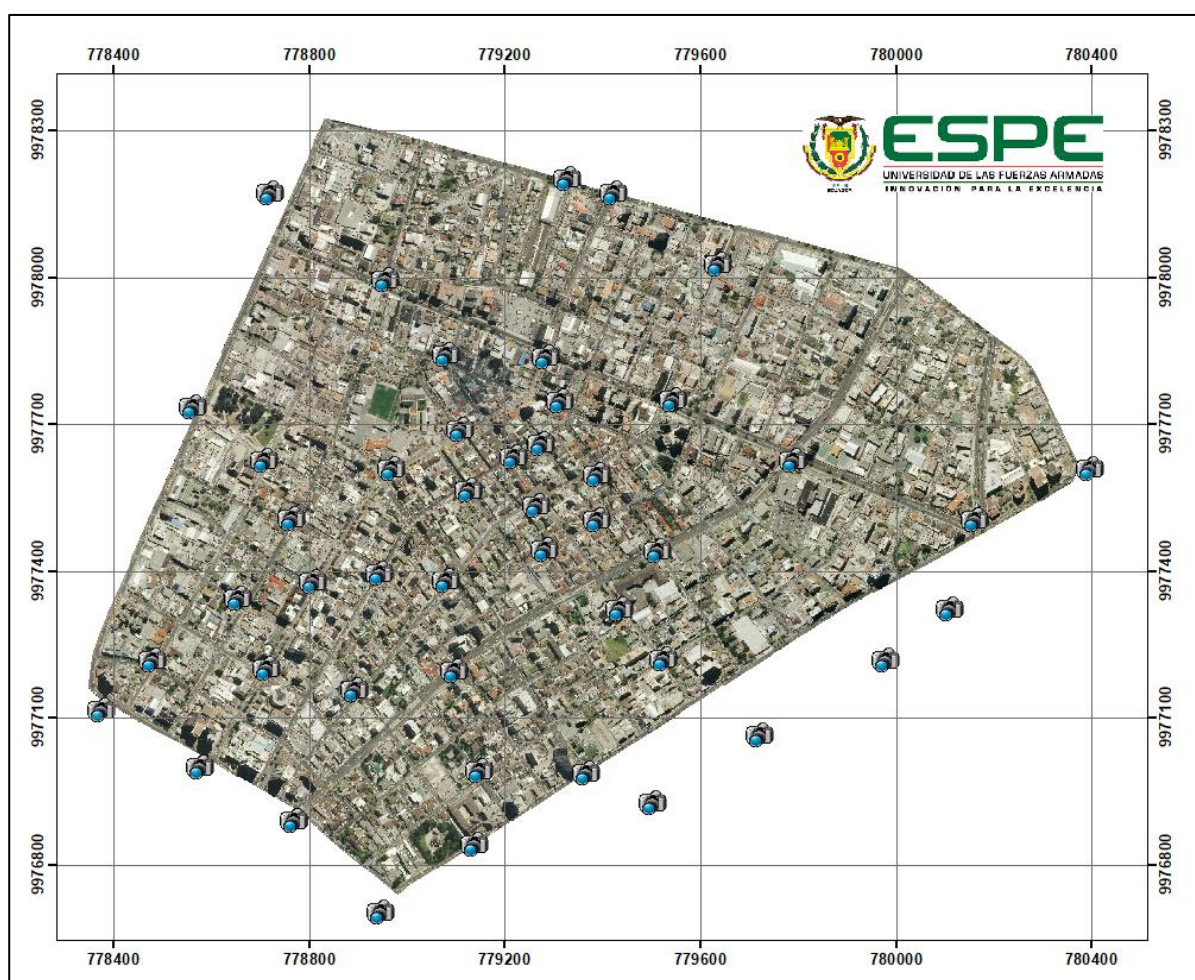


Figura 33. Ubicación de las cámaras de videovigilancia del SIS ECU 911 en el sector "La Mariscal"

- Ubicación Geográfica del Registro de las Emergencias en el sector “La Mariscal”

Los registros disponibles de las emergencias inventariadas en el sector “La Mariscal” son de los años 2017 y 2018, que son resultado de incidentes captados por las cámaras de videovigilancia o por llamadas realizadas a la línea única de emergencia 9-1-1 cuando se han suscitado actos en contra de ley y orden público. La forma en cómo se localiza dicha información, es a través de coordenadas geodésicas (latitud, longitud), las cuales para esta investigación se proyectaron al sistema de referencias WGS 84 UTM 17 Sur.

- Modelo Digital de Superficie (MDS)

Los Modelos Digitales de Superficie pueden ser desarrollados a partir de técnicas de teledetección o fotogrametría, basándose en el fundamento que debe existir estereoscopía entre las imágenes para generar un modelo numérico que represente la superficie del terreno, por ejemplo, emplear imágenes satelitales radar o fotografías tomadas por Vehículos Aéreos Tripulados (Aeronave) o Vehículos Aéreos No tripulados (Dron) son opciones que se manejan en la actualidad.

Para generar el MDS, se trabajó en primera instancia a las variables MDT, bloques constructivos y follaje de los árboles por separado, para que una vez estandarizada la información, se pueda juntar espacialmente (ver figura 35).

Bloques Constructivos, pertenecen al catastro del DMQ, el cual almacena las entidades geométricas de las edificaciones e información alfanumérica de las características del nombre del propietario, número de predio, clave catastral, geoclave, entre otros, pero el dato más importante es el número de pisos, ya que con dicho valor se calcula aproximadamente la altura total de las construcciones. La altura es el resultado de multiplicar el número de pisos por 3 metros¹, información que se añade a la tabla de atributos del shapefile *Bloques Constructivos*, para posteriormente unirla espacialmente con el *Follaje de los Árboles* y obtener un archivo en formato vector denominado *Obstrucciones_LaMariscal*, pero para el análisis geo-espacial que se pretende realizar es necesario transformarlo a formato ráster, donde cada pixel recibe los atributos de la altura de las 2 variables, en un tamaño de 0.5 metros.

¹ Los 3 metros corresponde a la altura promedio de un piso en el DMQ a criterio del investigador

MDT del SIGTIERRAS, presenta un tamaño de pixel en el sector “La Mariscal” de 5 metros, sin embargo, es necesario modificar su resolución espacial porque se debe juntar espacialmente con el archivo *Obstrucciones_LaMariscal*, por ende, se utiliza herramientas SIG que permitan establecer reglas para interpolar el *MDT del SIGTIERRAS* a un tamaño de pixel de 0.5 metros y generar un nuevo ráster denominado *MDT_Modificado*.

El Modelo Digital de Superficie se genera al momento de realizar álgebra de mapas entre los dos archivos en formato ráster corregidos y estandarizados de *Obstrucciones_LaMariscal* y *MDT_Modificado*.

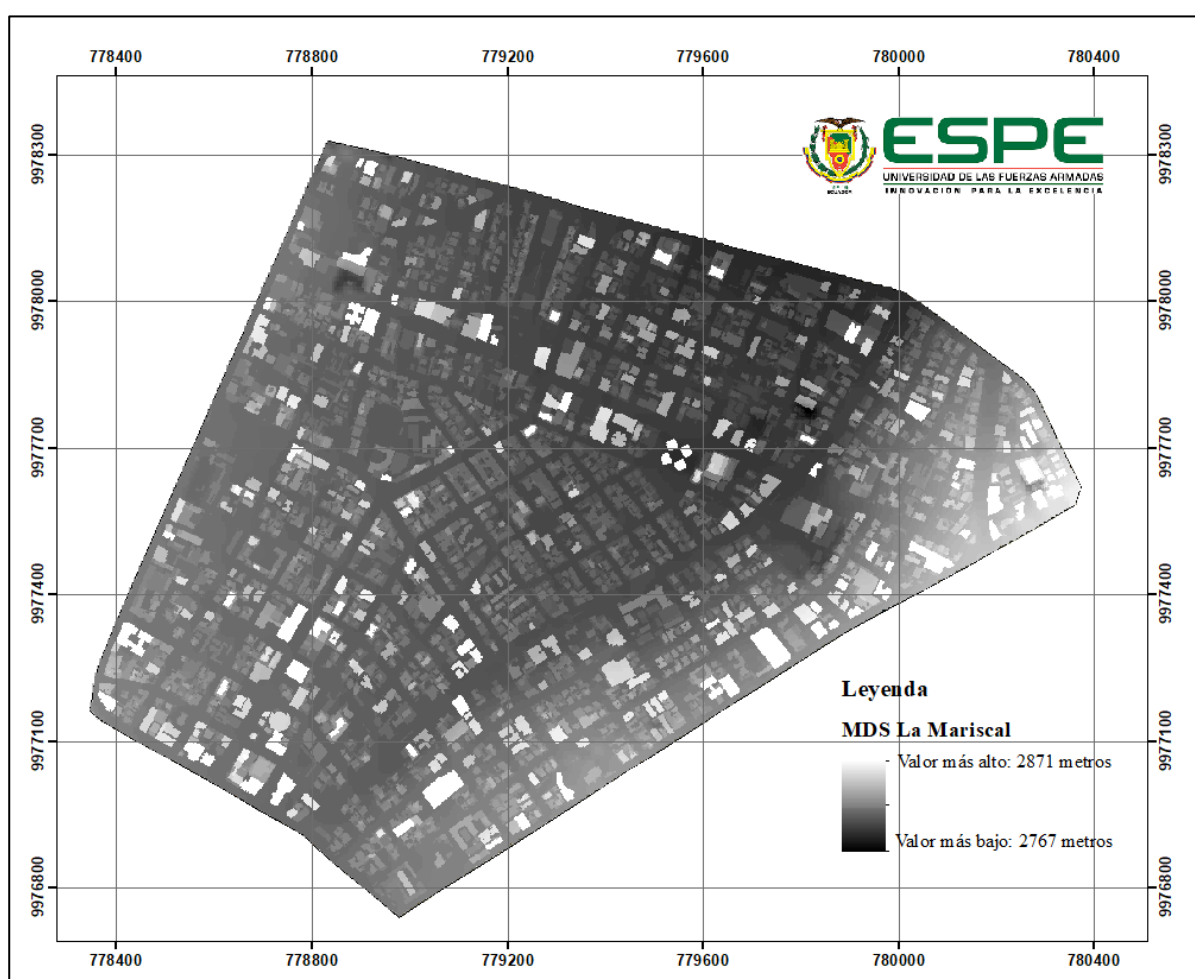


Figura 34. Modelo Digital de Superficie (MDS) del sector "La Mariscal"

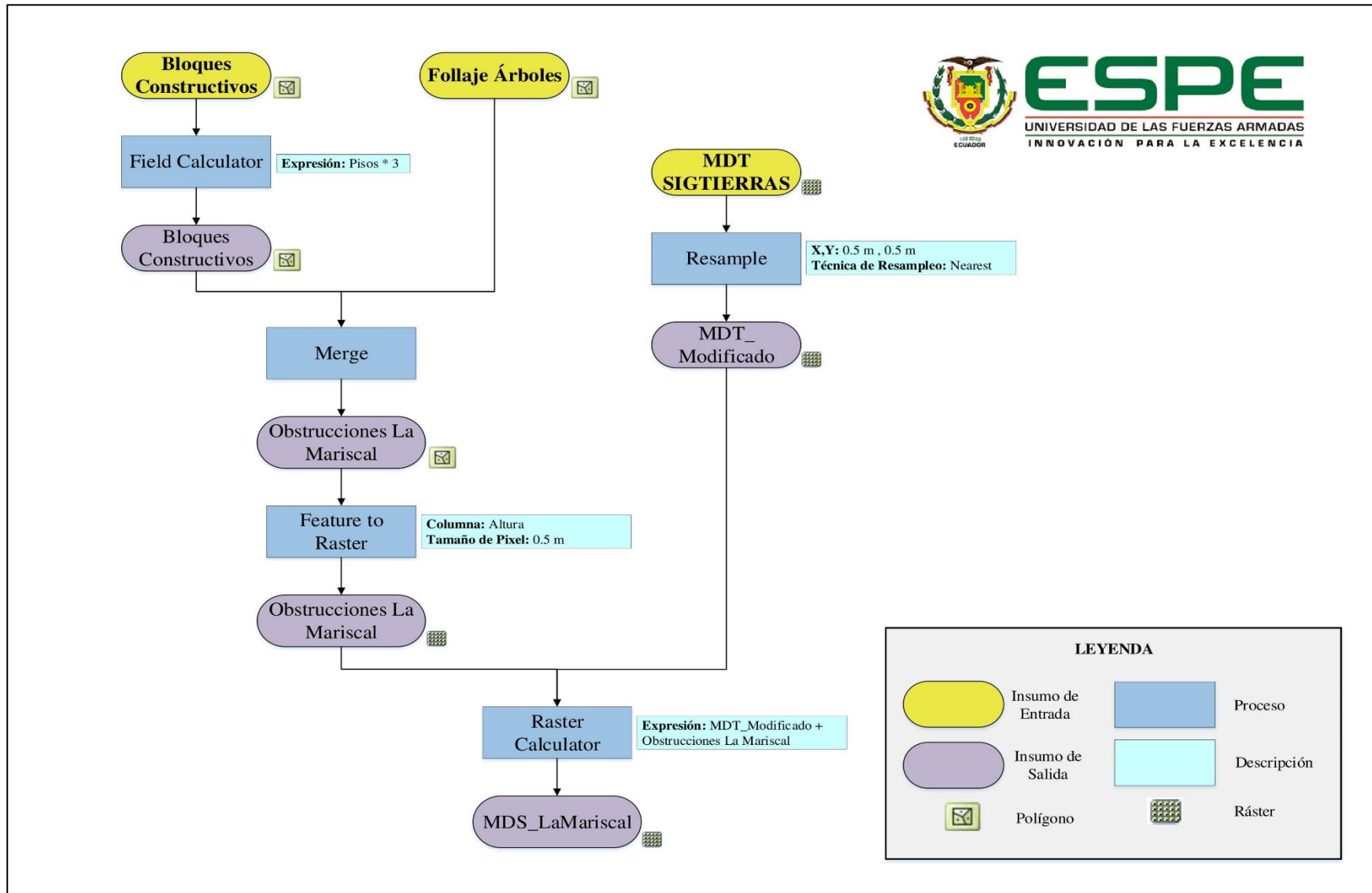


Figura 35. Modelo cartográfico para generar el MDS del sector "La Mariscal"

3.3.2. Variables Dependientes

- Cuencas Visuales

La densificación de las líneas de visión va a depender de las siguientes variables:

MDS del sector “La Mariscal”, es el modelo numérico de la altura de las edificaciones y follaje de los árboles en el área de interés, lo que representa las obstrucciones que tendrán las líneas de visión.

Cámaras de Videovigilancia, es un shapefile que contiene en su información alfanumérica las características técnicas de las cámaras, interrelacionadas con los parámetros del apartado 2.7, estructurado de la siguiente manera: 12 metros que corresponde a la altura a que están ubicadas las cámaras sobre el suelo (OFFSETA), elevación del suelo (SPOT), alcance de visualización de 0 a 200 metros (RADIUS 1, RADIUS 2), rango del ángulo horizontal de giro de 0 a 360° (AZIMUTH 1, AZIMUTH 2) y límites del ángulo vertical de 90° a -90° (VERT 1, VERT 2) (ver tabla 2).

Tabla 2

Tabla de atributos de las características de las cámaras de videovigilancia en el software ArcGIS

ID CAMERA	SPOT	OFFSET A	OFFSET B	AZIMUTH 1	AZIMUTH 2	VERT 1	VERT 2	RADIUS 1	RADIUS 2
1	2797	12	0	0	360	90	-90	0	200
2	2795	12	0	0	360	90	-90	0	200
3	2801	12	0	0	360	90	-90	0	200
4	2794	12	0	0	360	90	-90	0	200
5	2795	12	0	0	360	90	-90	0	200
6	2797	12	0	0	360	90	-90	0	200
7	2799	12	0	0	360	90	-90	0	200
8	2792	12	0	0	360	90	-90	0	200
9	2792	12	0	0	360	90	-90	0	200
10	2792	12	0	0	360	90	-90	0	200
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
42	2797	12	0	0	360	90	-90	0	200

43	2793	12	0	0	360	90	-90	0	200
44	2836	12	0	0	360	90	-90	0	200

A partir de las condiciones expuestas en el apartado 2.7 para la generación de cuencas visuales, el geo-proceso Viewshed evalúa cada pixel del MDS obteniendo zonas visibles o no visibles para las cámaras de videovigilancia (ver figura 37)

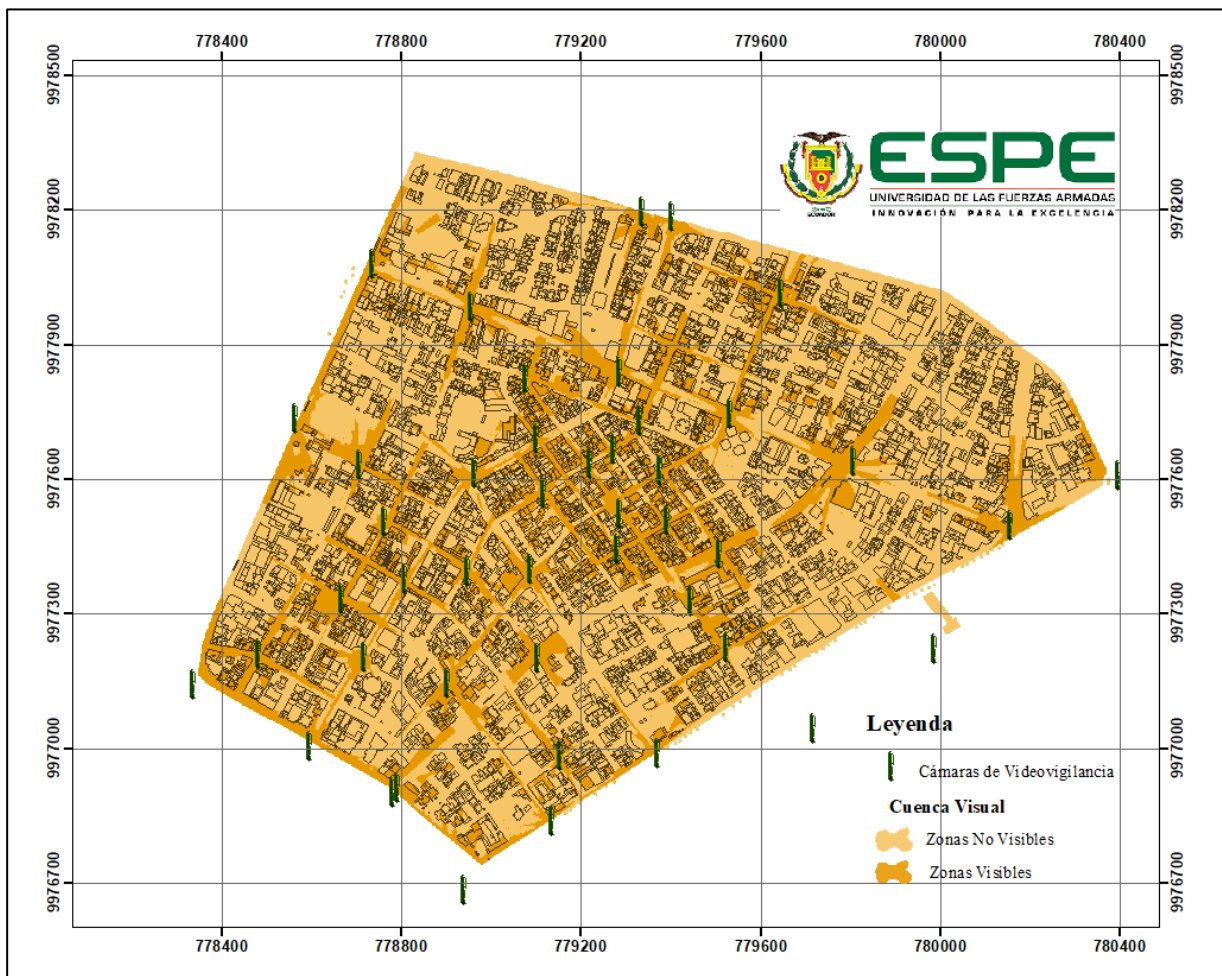


Figura 36. Cuencas visuales del sector "La Mariscal"

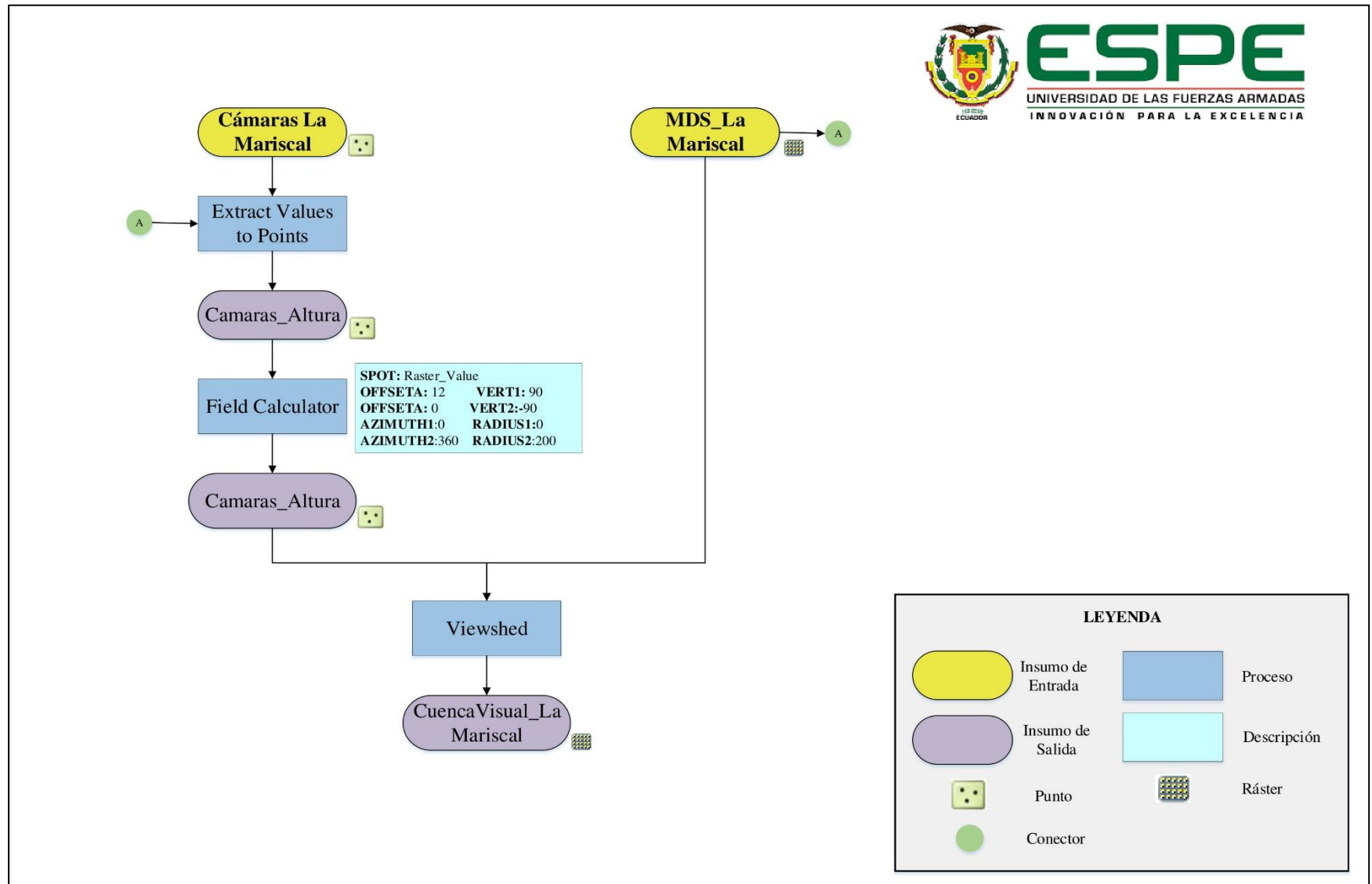


Figura 37. Modelo cartográfico para la generación de cuencas visuales

- Mapas de Calor del sector “La Mariscal”

Los mapas de calor se realizaron a partir de los registros de emergencias suscitados en los años 2017 y 2018 con información del ECU 911.

Para generar los Hot Spots, se analizó la catalogación de las emergencias con las que trabaja actualmente el ECU 911, por tanto, para el presente estudio se propuso recategorizarlas de la siguiente manera:

Robos, agrupa incidentes de tentativa de robos, asalto, hurto, robos a domicilios, robos a entidades públicas, robo a locales comerciales, robo de carros, robo de motos, robo a domicilio.
Libadores, agrupa incidentes de venta de alcohol a menores de edad, venta de alcohol, libadores.
Drogas, agrupa incidentes de venta de drogas, tenencia de drogas, tráfico de drogas y *Prostitución*.

Los mapas de calor se densificaron con base al geo-proceso de la densidad de Kernel, técnica utilizada para el mapeo de puntos calientes como se especifica en el apartado 2.8.3.

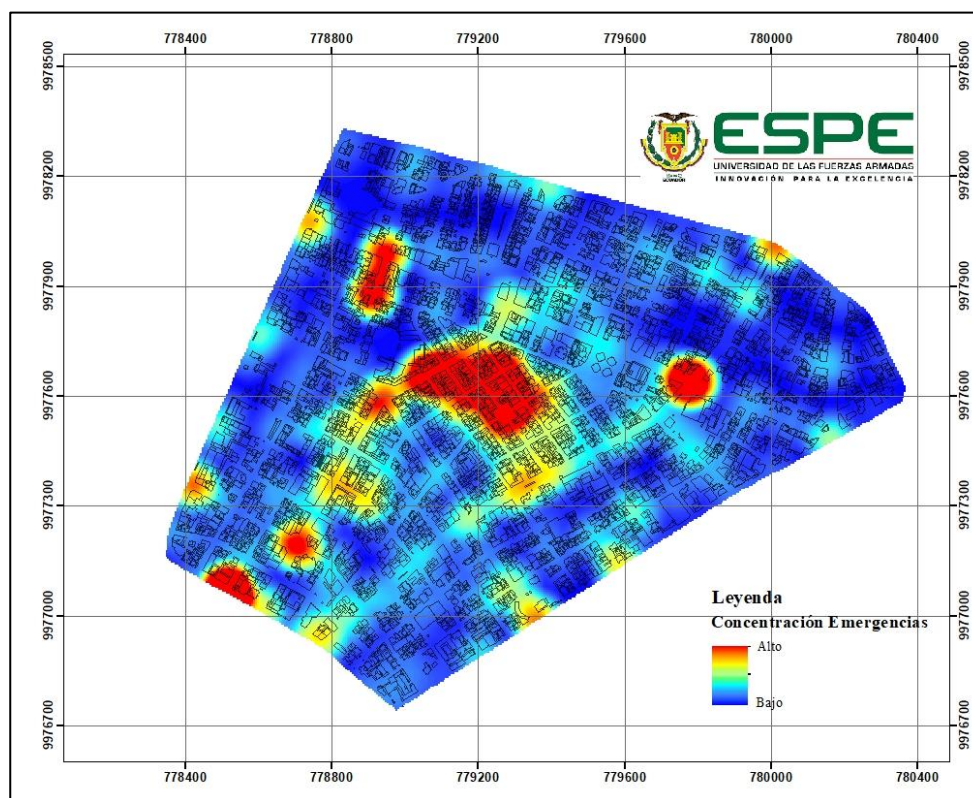


Figura 38. Puntos calientes del año 2017 en el sector "La Mariscal"

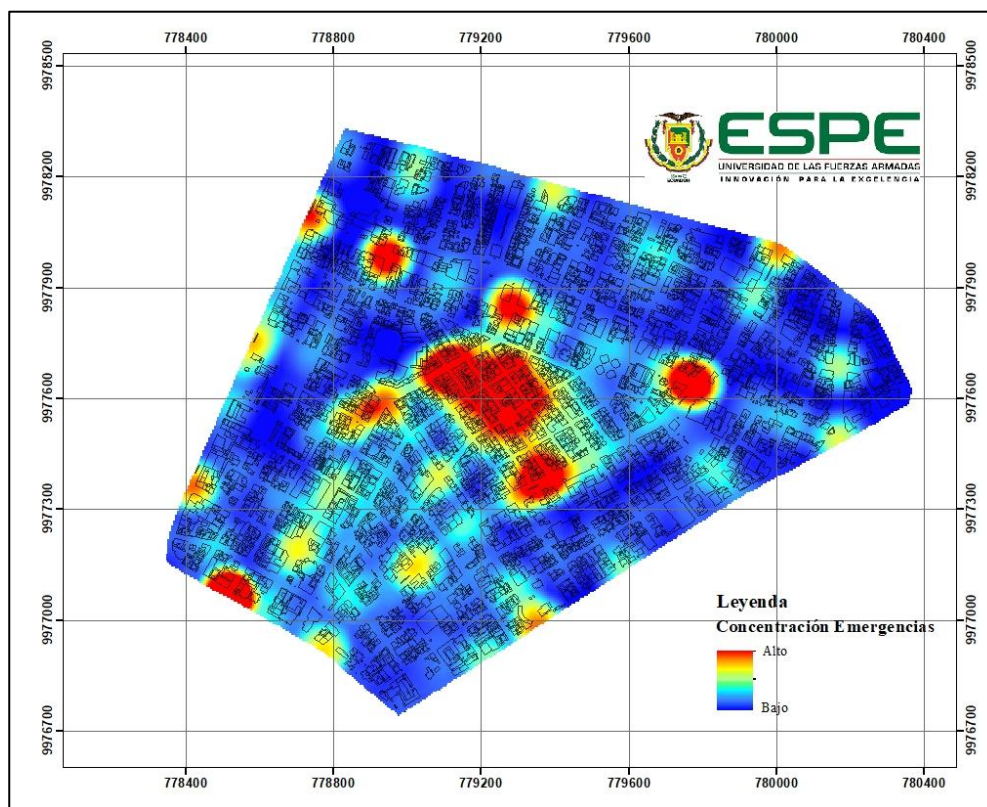


Figura 39. Puntos calientes del año 2018 en el sector "La Mariscal"

3.4. Cálculo de áreas de las cuencas visuales, Álgebra de mapas entre cuencas visuales y Generación de un modelo 3D de las líneas de visión de las cámaras de videovigilancia

En el siguiente apartado se detalla la metodología para obtener las áreas de cobertura visual de las cámaras de videovigilancia, zonas que pueden ser monitoreadas por una o más cámaras y la generación de un modelo 3D, con las herramientas del software ArcGIS versión 10.7.

Con base al modelo cartográfico expuesto en la figura 37, se obtiene un archivo en formato ráster de las zonas que pueden ser monitoreadas por una o varias cámaras, este insumo no es suficiente para los posteriores análisis que se pretenden realizar en esta investigación.

Para generar un shapefile que permita calcular las áreas visuales y representar en 3D las líneas de visión de las unidades de videovigilancia, se debe emplear el flujo de trabajo de la figura 37 pero aplicado solo a una cámara de videovigilancia. El resultado es un archivo en formato ráster el cual contiene valores binarios 0, 1 que representan las zonas no visibles y visibles respectivamente;

con la herramienta de condición Set Null se borran todos los píxeles con valores 0, para posteriormente utilizar la herramienta de generalización Majority Filter con el fin de corregir píxeles erróneos del geo-proceso Viewshed.

El ráster resultante representa el área de visualización de una sola cámara de videovigilancia, por tal motivo para calcular su superficie, se debe transformar a un formato vector, lo cual se realiza a través de la herramienta Raster to Polygon, pero para mejorar su calidad estética y cartográfica se emplea la herramienta de generalización Smooth Polygon.

Este archivo está compuesto por muchos polígonos que juntos representan la cuenca visual, en consecuencia, con la herramienta de generalización Dissolve se agrupa todo lo que compone el shapefile, para así generar un solo polígono que represente el área de visualización. Este insumo permite elaborar líneas de visión 3D con la herramienta Construct Sight Lines con los puntos que se encuentran dentro de las cuencas visuales tomando como observador a las unidades de videovigilancia.

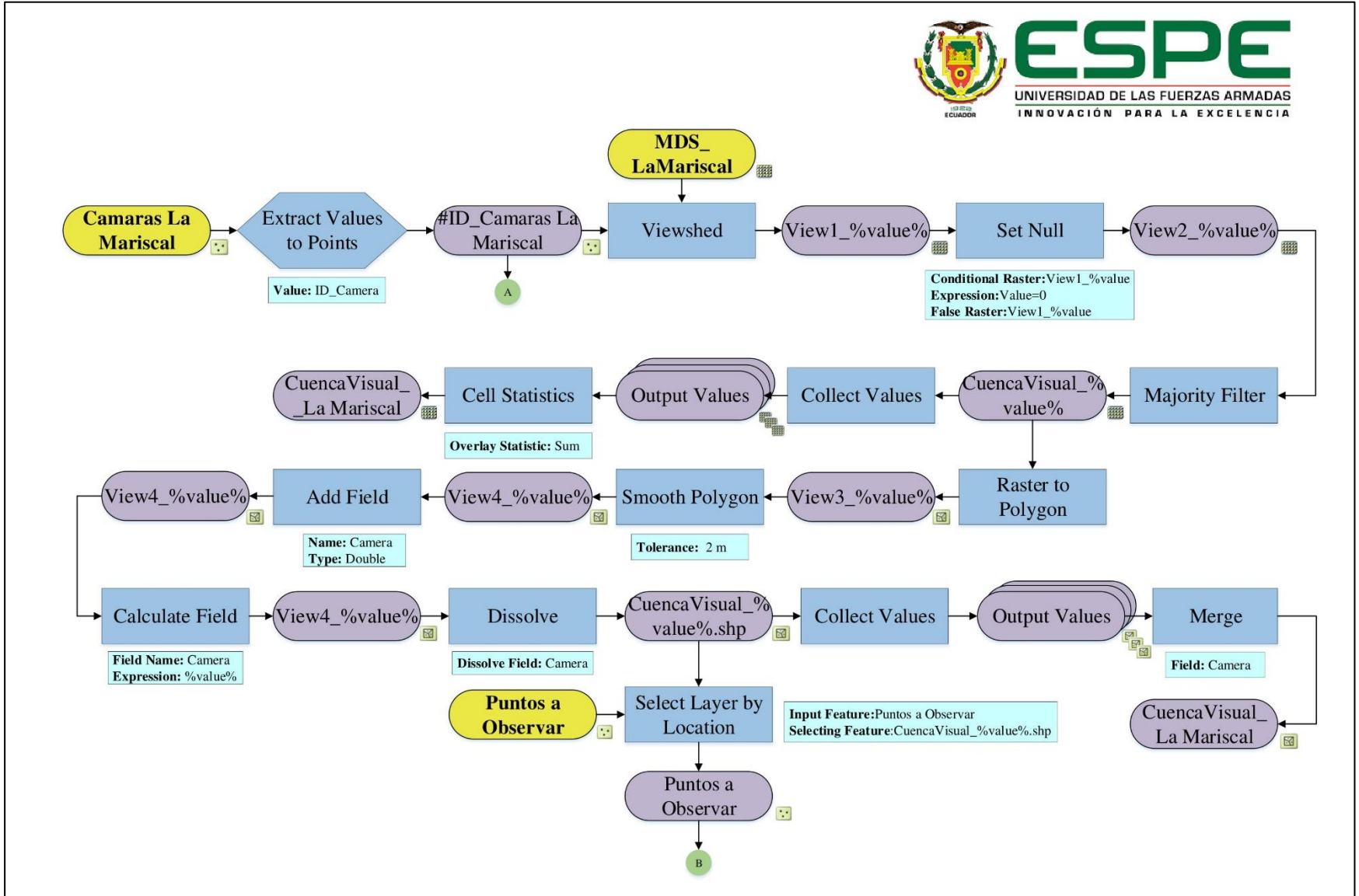
Todo el proceso que se mencionó anteriormente se debería replicar para cada cámara, pero conllevaría mucho tiempo realizarlo y los resultados que se obtendrían no estarían inmersos en una sola base de datos.

En consecuencia, se elaboró un modelo cartográfico en el cuál se genere 3 archivos que contengan la siguiente información:

- Un shapefile con entidades de polígono, que este almacenado la información geométrica de las cuencas visuales y en su tabla de atributos se especifique el ID_Cámara al que pertenece, para el posterior cálculo de su superficie.
- Un ráster, que contenga la información de las zonas que pueden ser monitoreadas por {0,1,2,3...n} cámaras según sea el caso.
- Un shapefile con entidades de polilínea 3D, que esté almacenado en su base gráfica las líneas de visión 3D que tienen las cámaras de videovigilancia y en su tabla de atributos este especificado al ID_Cámara al que pertenece.

El proceso cartográfico se elaboró y ejecutó con la herramienta Model Builder, que está incorporado en el software ArcGIS versión 10.7, esta aplicación se utiliza para crear, editar y administrar flujos de trabajo que encadenan secuencias de herramientas de geo-procesamiento.

El flujo de trabajo se genera en base a un lenguaje de programación visual con la caja de herramientas geo-espaciales que cuenta el SIG, una vez finalizado el proceso, solo es necesario ingresar los insumos de entrada del MDS y la información técnica de las cámaras de videovigilancia de la zona de estudio y los 3 archivos se obtienen automáticamente (ver figura 40).



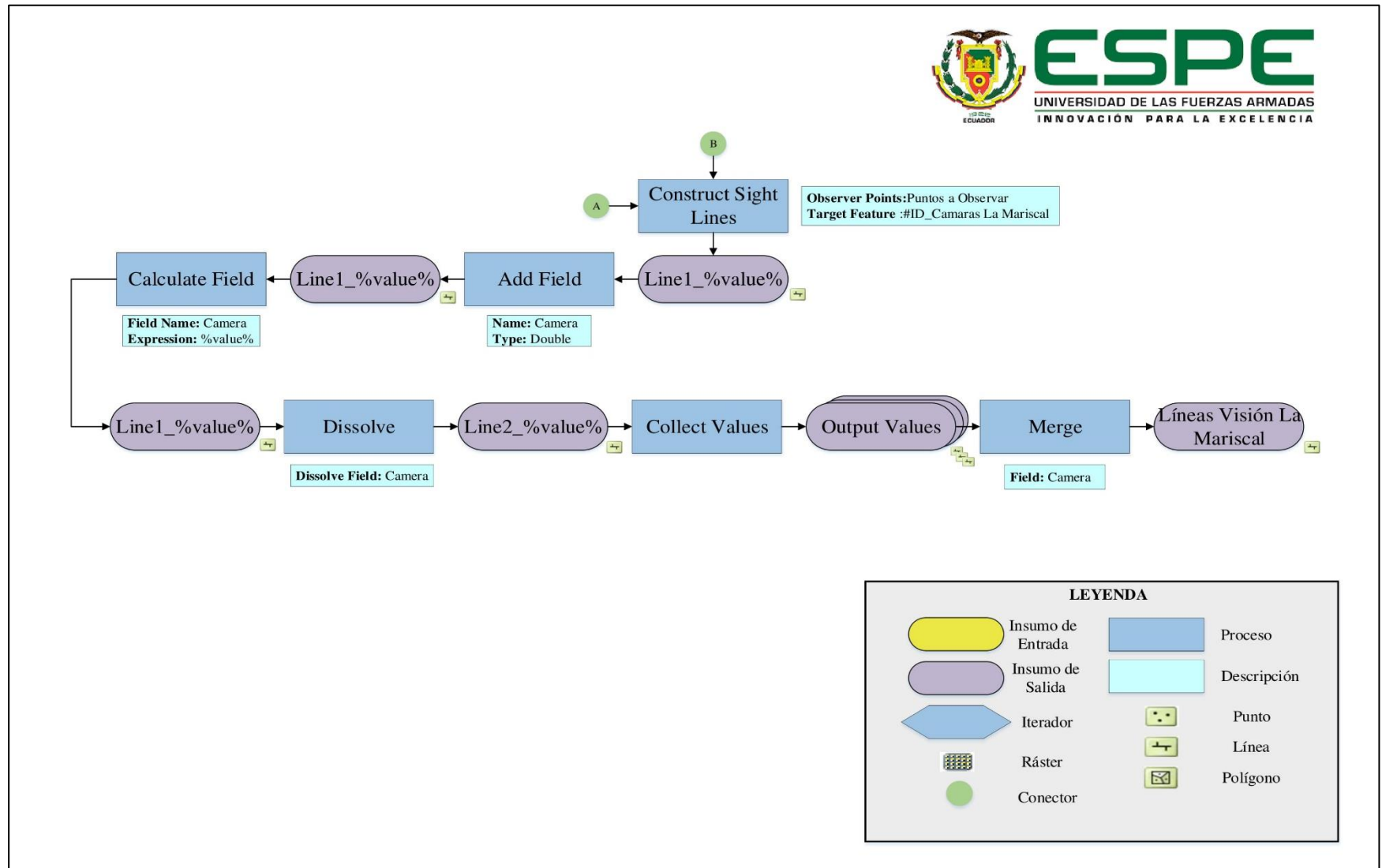


Figura 40. Modelo Cartográfico, para el cálculo de la superficie de Cuencas Visuales de forma individual, Álgebra de Mapas entre las Coberturas Visuales y Generación de Líneas de Visión en 3D

3.5. Cociente de Localización (LQ)

El cálculo del Cociente de Localización se realiza a partir de la Ec.1, aunque para obtener las variables del área total de estudio, área de las cuencas visuales, número total de incidentes en el área de estudio y número de incidentes suscitados en las cuencas visuales, es necesario emplear herramientas geo-espaciales.

A continuación, se detalla el proceso para obtener dichas variables en el software ArcGIS 10.7:

- Área del sector “La Mariscal”: Al disponer un archivo en formato vectorial del área de estudio, el cálculo de la superficie se realiza a través de la herramienta Calculate Geometry.
- Área de las cuencas visuales: Uno de los productos de la metodología expuesta en el apartado 3.4, es un shapefile con entidades de polígono de las cuencas visuales, este insumo permite calcular su superficie a través de la herramienta Calculate Geometry.
- Número total de delitos suscitados en el área de estudio: El registro de las emergencias del ECU 911 en el sector “La Mariscal” se calcula a través de la función Summarize.
- Número de delitos suscitados en las cuencas visuales: Se calculan a partir de la intersección del shapefile de cuencas visuales con el registro de emergencias, para posteriormente, realizar un Summarize de todas las emergencias que se han registrado en los campos visuales de las cámaras.

3.6. Diferencia del Cociente de Localización (DLQ)

El DLQ en esta investigación es resultado de la diferencia del LQ del año 2018 con respecto al LQ del año 2017.

3.7. Implementación de nuevas cámaras de videovigilancia

La implementación de nuevas cámaras de videovigilancia se basa en que:

- La mayor parte de las cámaras que se encuentran en el sector “La Mariscal”, están ubicadas en las intersecciones de las calles.
- Existen zonas que no son monitoreadas por ninguna unidad de videovigilancia del SIS

ECU 911, en donde los registros de incidentes en contra de la seguridad pública se suscitan a diario.

A continuación, se detalla el proceso que se siguió para obtener la ubicación de las posibles nuevas cámaras de seguridad:

- Crear un shapefile con entidades de punto de todas las intersecciones en el sector “La Mariscal”, posteriormente excluir aquellas que se encuentran dentro de las cuencas visuales actuales resultantes de la metodología del apartado 3.4.
- Emplear una simulación de modelo de cuencas visuales (ver figura 40), suponiendo que en cada intersección que no excluyó del paso anterior, se encuentra una cámara Domo PTZ con características técnicas iguales a las que se detallan en la tabla 2.
- Aplicar las metodologías expuestas en los apartados 3.5 y 3.6, con los registros de incidentes y las cuencas visuales simuladas.
- Realizar un análisis multicriterio entre los insumos generados y seleccionar las posibles cámaras de videovigilancia a instalar que presentan una importancia relativa mayor con respecto al registro de incidentes en sus áreas visuales.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resumen

En el presente capítulo se describen los resultados de las áreas de cobertura visual con base a diferentes metodologías, visualización 3D de las cámaras de videovigilancia, zonas que pueden ser monitoreadas por más de una cámara, valores del Cociente de Localización (LQ) y la Diferencia del Cociente de Localización (DLQ) de las unidades actuales y propuestas en la investigación, para por último, enumerar las cámaras de videovigilancia que se podrían instalar o reubicar en zonas donde existe mayor conglomeración de incidentes.

4.2. Cuencas Visuales de las cámaras actuales del SIS ECU 911 en el sector “La Mariscal”

El departamento de videovigilancia del SIS ECU 911, cuenta con operadores que monitorean un determinado número de cámaras de seguridad en las cuales las zonas que se visualizan a través de los monitores son vigiladas y grabadas las 24 horas del día los 365 días del año, generalmente las características técnicas de ángulo de giro, resolución y la altura donde están ubicadas las cámaras son similares, pero su campo visual varía ya que es mermado por obstrucciones como el follaje de los árboles, postes, pancartas publicitarias o construcciones cercanas a las mismas.

En base a la metodología del apartado 3.4, se presenta a continuación, el área de las 44 cuencas visuales que cubren el área de estudio (ver tabla 3) y su representación cartográfica (ver figura 41). A partir de dichas unidades de videovigilancia, se obtiene una cobertura de monitoreo de aproximadamente el 20,70 % de todo el sector “La Mariscal”.

Tabla 3

Área de las cuencas visuales de las cámaras de videovigilancia del sector "La Mariscal"

Código de Cámaras	Tipo de Cámara	Año Instalación	Área de la Cuenca Visual (m²)
UIO-44-DOMO	DOMO	2012	8663,45
UIO-45-DOMO	DOMO	2012	6400,57

UIO-46-DOMO	DOMO	2012	9683,36
UIO-47-DOMO	DOMO	2012	10527,98
UIO-48-DOMO	DOMO	2012	12519,37
UIO-49-DOMO	DOMO	2012	7532,53
UIO-50-DOMO	DOMO	2012	13276,92
UIO-51-DOMO	DOMO	2012	11129,13
UIO-52-DOMO	DOMO	2012	23123,31
UIO-53-DOMO	DOMO	2012	13105,04
UIO-54-DOMO	DOMO	2012	12173,98
UIO-55-DOMO	DOMO	2012	11000,28
UIO-56-DOMO	DOMO	2012	8881,90
UIO-57-DOMO	DOMO	2012	11885,81
UIO-58-DOMO	DOMO	2012	16424,66
UIO-59-DOMO	DOMO	2012	12188,32
UIO-225-DOMO	DOMO	2015	10805,44
UIO-223-DOMO	DOMO	2014	11665,50
UIO-224-DOMO	DOMO	2014	12390,23
UIO-226-DOMO	DOMO	2014	7709,64
UIO-227-DOMO	DOMO	2014	8106,68
UIO-233-DOMO	DOMO	2014	7578,58
UIO-238-DOMO	DOMO	2014	7363,76
UIO-263-DOMO	DOMO	2014	6333,32
UIO-272-DOMO	DOMO	2014	10224,64
UIO-301-DOMO	DOMO	2014	6111,68
UIO-304-DOMO	DOMO	2014	13392,15
UIO-306-DOMO	DOMO	2014	15596,84
UIO-330-DOMO	DOMO	2014	6219,09
UIO-341-DOMO	DOMO	2014	3732,30
UIO-380-DOMO	DOMO	2014	14192,94
UIO-381-DOMO	DOMO	2014	7974,13
UIO-384-DOMO	DOMO	2014	6901,87
UIO-463-DOMO	DOMO	2015	8692,45
UIO-464-DOMO	DOMO	2015	7339,05
UIO-472-DOMO	DOMO	2016	9757,67
UIO-473-DOMO	DOMO	2016	13842,31
UIO-474-DOMO	DOMO	2016	1005,68
UIO-475-DOMO	DOMO	2016	11683,14
UIO-485-DOMO	DOMO	2016	9058,90
UIO-494-DOMO	DOMO	2016	5378,00
UIO-521-DOMO	DOMO	2016	7295,18
UIO-530-DOMO	DOMO	2017	5547,81

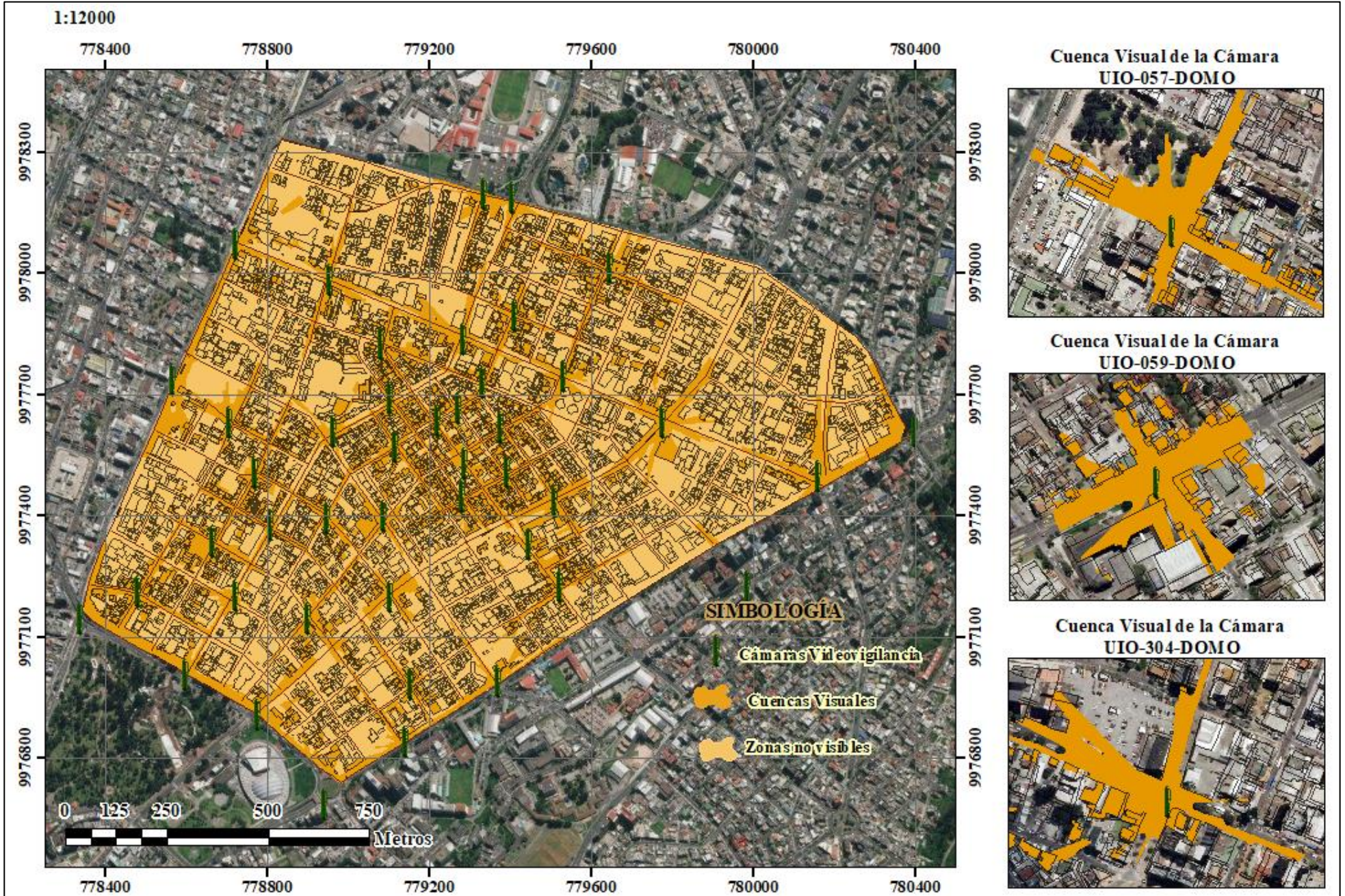


Figura 41. Cuencas visuales de las cámaras de videovigilancia del SIS ECU 911 en el sector “La Mariscal”

Los operadores son técnicos del ECU 911 que están a cargo de realizar la videovigilancia en el país, cada uno de ellos tienen a su disposición un cierto número de cámaras que monitorear, su distribución se realizó según las áreas de cobertura visual, ya que muchas de ellas por su ubicación o fondo ambiental tienen diferentes campos visuales.

La información de las áreas de cobertura visual con las que cuenta el ECU 911, se realizó a partir del método de Mapa Parlante; para ello es necesario un mapa base y un software SIG, su metodología se basa en dibujar polígonos alrededor de las cámaras de seguridad ya instaladas en campo, las áreas son limitadas por las aceras de las calles y su extensión es dibujada en función a lo que se visualiza a través de la cámara, dicho proceso tiene un adecuado porcentaje de efectividad, pero al ser un método subjetivo presenta diversos errores, ya que al momento de dibujar en el SIG lo que se visualiza, no se representa la cobertura visual real de cada cámara.

En consecuencia, tienen representado lo que se puede observar en las vías públicas obviando el área total de visualización de cada cámara como terrazas, puertas de edificaciones, patios, garajes, canchas deportivas entre otros lugares que se suscitan emergencias y pueden ser visualizados a través una cámara cercana.

A continuación, se presenta las áreas de las cuencas visuales dibujadas por el método de Mapa Parlante (ver tabla 4) y su representación cartográfica (ver figura 42). Según esta metodología, se obtiene una cobertura de monitoreo de aproximadamente el 9,88 % de todo el sector "La Mariscal".

Tabla 4

Área de las cuencas visuales de las cámaras de videovigilancia del sector "La Mariscal" mediante la metodología Mapa Parlante

Código de Cámaras	Tipo de Cámara	Año Instalación	Área de la Cuenca Visual (m²)
UIO-44-DOMO	DOMO	2012	1576,48
UIO-45-DOMO	DOMO	2012	1378,56
UIO-46-DOMO	DOMO	2012	4539,37
UIO-47-DOMO	DOMO	2012	4277,17
UIO-48-DOMO	DOMO	2012	3477,74
UIO-49-DOMO	DOMO	2012	3777,99
UIO-50-DOMO	DOMO	2012	4903,47

UIO-51-DOMO	DOMO	2012	5418,63
UIO-52-DOMO	DOMO	2012	9758,67
UIO-53-DOMO	DOMO	2012	11241,29
UIO-54-DOMO	DOMO	2012	12145,09
UIO-55-DOMO	DOMO	2012	5408,00
UIO-56-DOMO	DOMO	2012	2745,63
UIO-57-DOMO	DOMO	2012	7416,47
UIO-58-DOMO	DOMO	2012	3682,73
UIO-59-DOMO	DOMO	2012	3755,35
UIO-225-DOMO	DOMO	2015	4446,22
UIO-223-DOMO	DOMO	2014	5293,04
UIO-224-DOMO	DOMO	2014	6058,18
UIO-226-DOMO	DOMO	2014	2929,38
UIO-227-DOMO	DOMO	2014	3382,52
UIO-233-DOMO	DOMO	2014	3318,55
UIO-238-DOMO	DOMO	2014	5342,62
UIO-263-DOMO	DOMO	2014	5189,25
UIO-272-DOMO	DOMO	2014	7105,03
UIO-301-DOMO	DOMO	2014	5770,93
UIO-304-DOMO	DOMO	2014	2304,91
UIO-306-DOMO	DOMO	2014	1854,27
UIO-330-DOMO	DOMO	2014	1856,71
UIO-341-DOMO	DOMO	2014	898,92
UIO-380-DOMO	DOMO	2014	1474,77
UIO-381-DOMO	DOMO	2014	2311,38
UIO-384-DOMO	DOMO	2014	852,55
UIO-463-DOMO	DOMO	2015	4253,60
UIO-464-DOMO	DOMO	2015	3306,74
UIO-472-DOMO	DOMO	2016	9483,66
UIO-473-DOMO	DOMO	2016	6930,49
UIO-474-DOMO	DOMO	2016	283,79
UIO-475-DOMO	DOMO	2016	322,23
UIO-485-DOMO	DOMO	2016	2456,81
UIO-494-DOMO	DOMO	2016	3395,75
UIO-521-DOMO	DOMO	2016	417,76
UIO-530-DOMO	DOMO	2017	3548,48
UIO-593-DOMO	DOMO	2017	2835,05

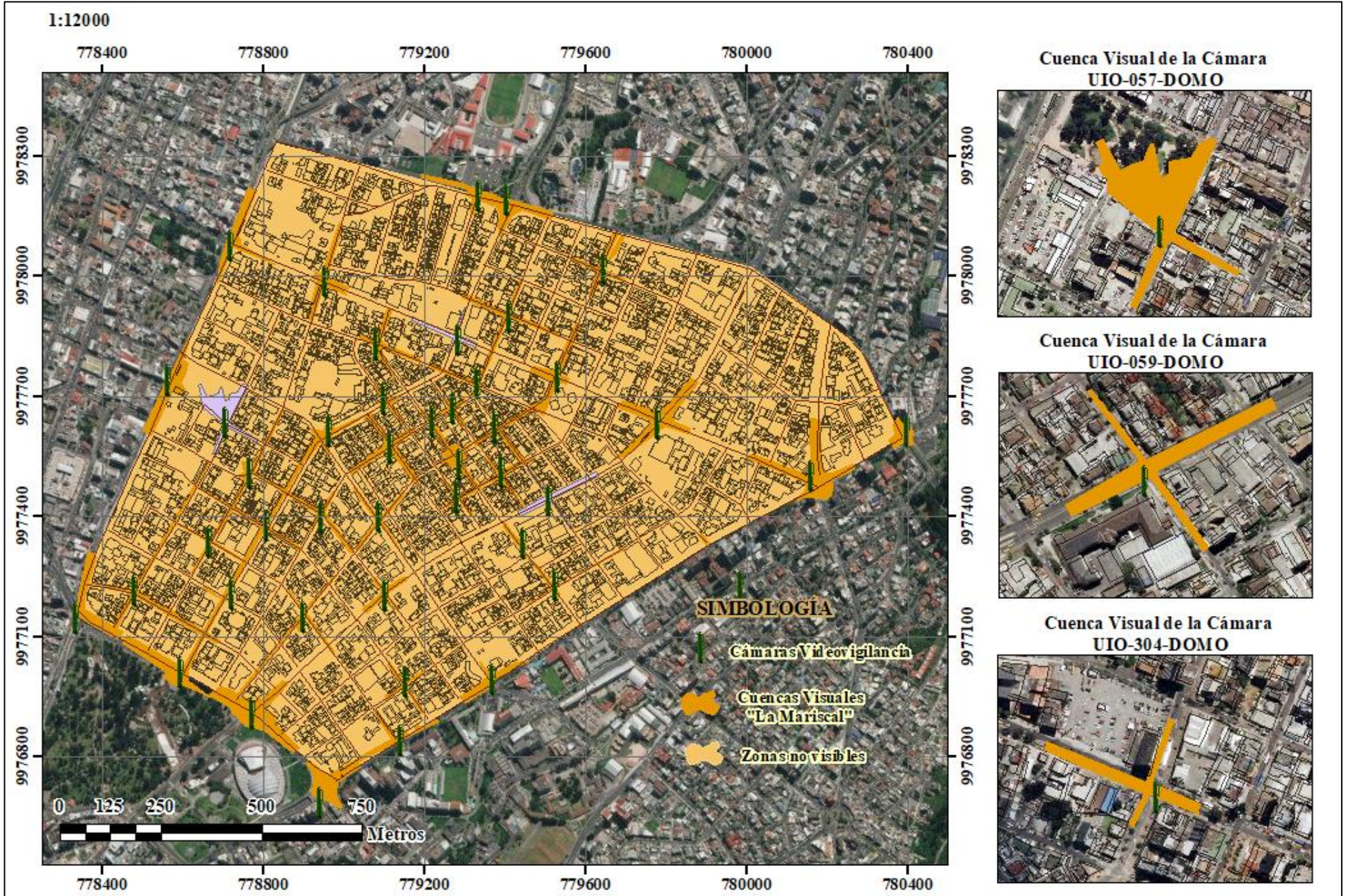


Figura 42. Cuencas visuales de las cámaras del ECU 911 sector “La Mariscal”, por la metodología de Mapa Parlante

El trabajo de los operadores es subrogado en base a las áreas visuales de las cámaras, pero enfocados solo a lo que se puede monitorear en espacios públicos, como se mencionó anteriormente, esta designación es la correcta ya que los robos, venta de drogas, libadores y prostitución son llamadas de emergencias que se reciben diariamente y pueden ser visualizadas a través de las cámaras o disuadidas por la presencia de las mismas, tal como especifica el modelo panóptico de Foucault aplicado a la vigilancia pública, “que es menos probable que las personas cometan delitos si creen que pueden ser vistos, por tanto, queda implícito el hecho de que los sujetos eligen conscientemente abstenerse del crimen ”(Piza,2012).

Por tal motivo se representó cartográficamente (ver figura 43) y calculó las áreas de cobertura visual (ver tabla 5) enfocadas a lo que se puede observar en las vías públicas, a partir de un MDS.

Tabla 5

Área de las cuencas visuales de las cámaras de videovigilancia del sector "La Mariscal", enfocadas a lo que se observa en las vías públicas a partir de un MDS

Código de Cámaras	Tipo de Cámara	Año Instalación	Área de la Cuenca Visual (m²)
UIO-44-DOMO	DOMO	2012	2707,44
UIO-45-DOMO	DOMO	2012	1141,95
UIO-46-DOMO	DOMO	2012	5366,89
UIO-47-DOMO	DOMO	2012	3858,96
UIO-48-DOMO	DOMO	2012	3936,49
UIO-49-DOMO	DOMO	2012	2944,58
UIO-50-DOMO	DOMO	2012	5246,98
UIO-51-DOMO	DOMO	2012	4096,13
UIO-52-DOMO	DOMO	2012	10054,24
UIO-53-DOMO	DOMO	2012	8916,67
UIO-54-DOMO	DOMO	2012	6754,60
UIO-55-DOMO	DOMO	2012	5071,84
UIO-56-DOMO	DOMO	2012	4374,56
UIO-57-DOMO	DOMO	2012	9087,34
UIO-58-DOMO	DOMO	2012	5684,50
UIO-59-DOMO	DOMO	2012	7023,41
UIO-225-DOMO	DOMO	2015	4169,73
UIO-223-DOMO	DOMO	2014	6910,43
UIO-224-DOMO	DOMO	2014	6245,59
UIO-226-DOMO	DOMO	2014	3720,33

UIO-227-DOMO	DOMO	2014	4275,03
UIO-233-DOMO	DOMO	2014	2864,88
UIO-238-DOMO	DOMO	2014	6196,57
UIO-263-DOMO	DOMO	2014	4632,26
UIO-272-DOMO	DOMO	2014	7145,67
UIO-301-DOMO	DOMO	2014	3285,37
UIO-304-DOMO	DOMO	2014	5926,05
UIO-306-DOMO	DOMO	2014	5458,50
UIO-330-DOMO	DOMO	2014	2090,57
UIO-341-DOMO	DOMO	2014	3129,21
UIO-380-DOMO	DOMO	2014	3729,82
UIO-381-DOMO	DOMO	2014	4948,27
UIO-384-DOMO	DOMO	2014	912,41
UIO-463-DOMO	DOMO	2015	3927,02
UIO-464-DOMO	DOMO	2015	3587,67
UIO-472-DOMO	DOMO	2016	5499,94
UIO-473-DOMO	DOMO	2016	6629,88
UIO-474-DOMO	DOMO	2016	770,98
UIO-475-DOMO	DOMO	2016	7095,14
UIO-485-DOMO	DOMO	2016	4765,06
UIO-494-DOMO	DOMO	2016	3131,34
UIO-521-DOMO	DOMO	2016	362,97
UIO-530-DOMO	DOMO	2017	3211,29
UIO-593-DOMO	DOMO	2017	6482,36

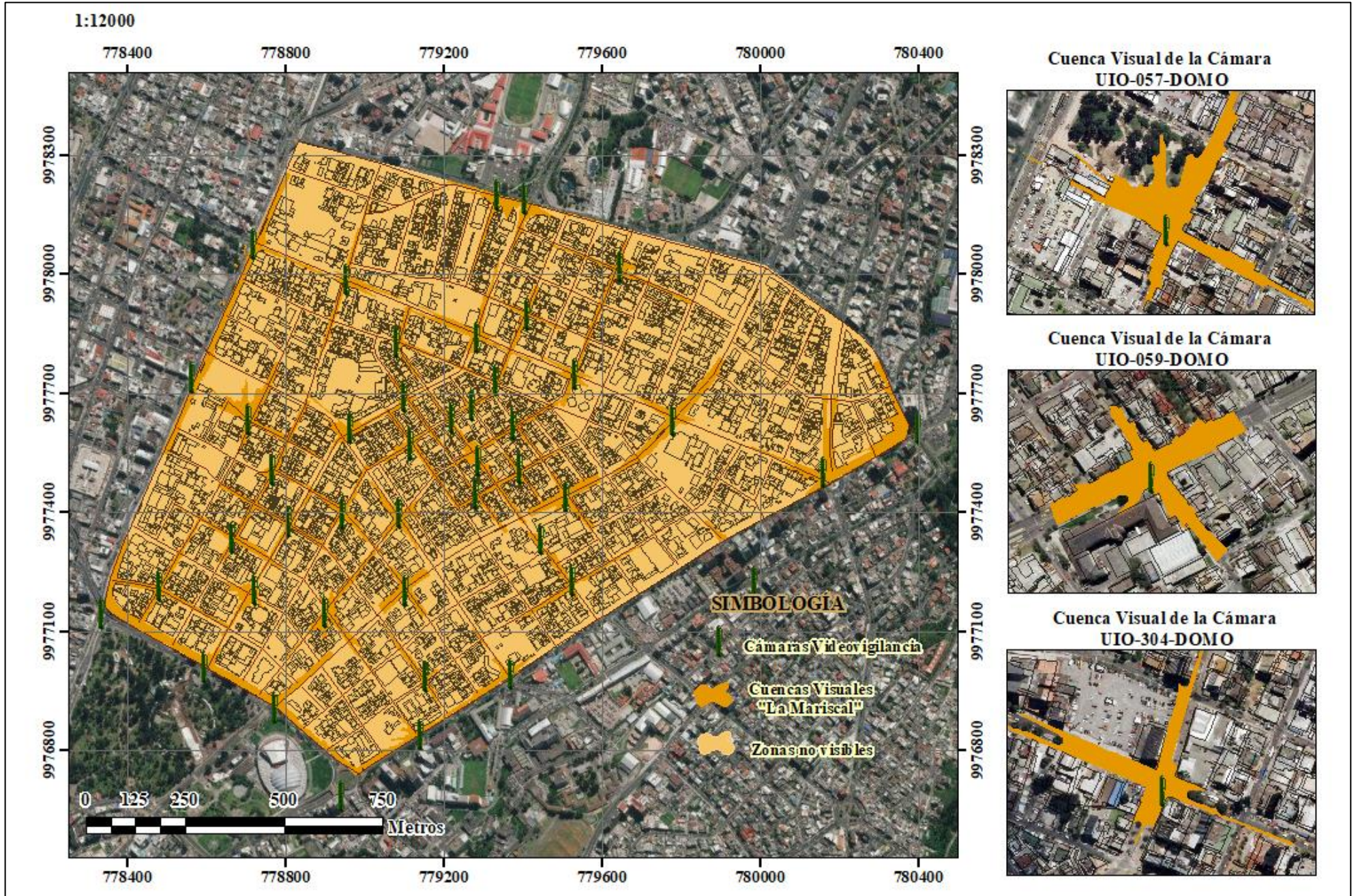


Figura 43. Cuencas visuales de las cámaras del ECU 911 sector "La Mariscal", enfocado a espacios públicos

Comparar los resultados que se presentan en las tablas 3 y 4, es un indicador de cuan efectivo es la generación de cuencas visuales, a partir de técnicas geo-informáticas, ya que el método de Mapa Parlante al ser dibujado según lo que se observa a través de las cámaras, tiene una representación aproximada del alcance de cada una de ellas, sin embargo, al ser un proceso manual existen errores que se detallan a continuación.

En la tabla 6 se especifica la diferencia entre las áreas visuales resultantes de la metodología de Mapa Parlante respecto a las cuencas visuales generadas por un MDS, pero enfocados a la vía pública.

Tabla 6

Diferencia entre áreas de cuencas visuales generadas por diferentes metodologías

Código de Cámaras	Área de la Cuenca Visual (m²) por el método Mapa Parlante	Área de la Cuenca Visual (m²) a partir del MDS	Diferencia entre Cuencas Visuales (m²)
UIO-44-DOMO	1576,48	2707,44	-1130,97
UIO-45-DOMO	1378,56	1141,95	236,62
UIO-46-DOMO	4539,37	5366,89	-827,52
UIO-47-DOMO	4277,17	3858,96	418,21
UIO-48-DOMO	3477,74	3936,49	-458,74
UIO-49-DOMO	3777,99	2944,58	833,42
UIO-50-DOMO	4903,47	5246,98	-343,51
UIO-51-DOMO	5418,63	4096,13	1322,50
UIO-52-DOMO	9758,67	10054,24	-295,57
UIO-55-DOMO	5408,00	5071,84	336,16
UIO-56-DOMO	2745,63	4374,56	-1628,94
UIO-57-DOMO	7416,47	9087,34	-1670,87
UIO-58-DOMO	3682,73	5684,50	-2001,77
UIO-59-DOMO	3755,35	7023,41	-3268,06
UIO-225-DOMO	4446,22	4169,73	276,49
UIO-226-DOMO	2929,38	3720,33	-790,95
UIO-227-DOMO	3382,52	4275,03	-892,51
UIO-304-DOMO	2304,91	5926,05	-3621,14
UIO-306-DOMO	1854,27	5458,50	-3604,24
UIO-330-DOMO	1856,71	2090,57	-233,87
UIO-341-DOMO	898,92	3129,21	-2230,29
UIO-380-DOMO	1474,77	3729,82	-2255,04
UIO-381-DOMO	2311,38	4948,27	-2636,88

UIO-384-DOMO	852,55	912,41	-59,85
UIO-463-DOMO	4253,60	3927,02	326,58
UIO-464-DOMO	3306,74	3587,67	-280,93
UIO-472-DOMO	9483,66	5499,94	3983,72
UIO-473-DOMO	6930,49	6629,88	300,61
UIO-475-DOMO	322,23	7095,14	-6772,91
UIO-485-DOMO	2456,81	4765,06	-2308,25
UIO-521-DOMO	417,76	362,97	54,79

Se tomó en consideración solo las cámaras que se localizan dentro del área de estudio y no las que están en los límites del mismo, ya que las cuencas visuales están limitadas por el MDS del sector “La Mariscal”

El signo de la diferencia entre cuencas visuales va a determinar cuál área es más grande respecto a la otra, por ejemplo, si el signo es positivo significa que la cuenca visual elaborada por el método de Mapa Parlante tiene una mayor superficie que la cuenca visual elaborada a partir de un MDS y viceversa si el signo es negativo.

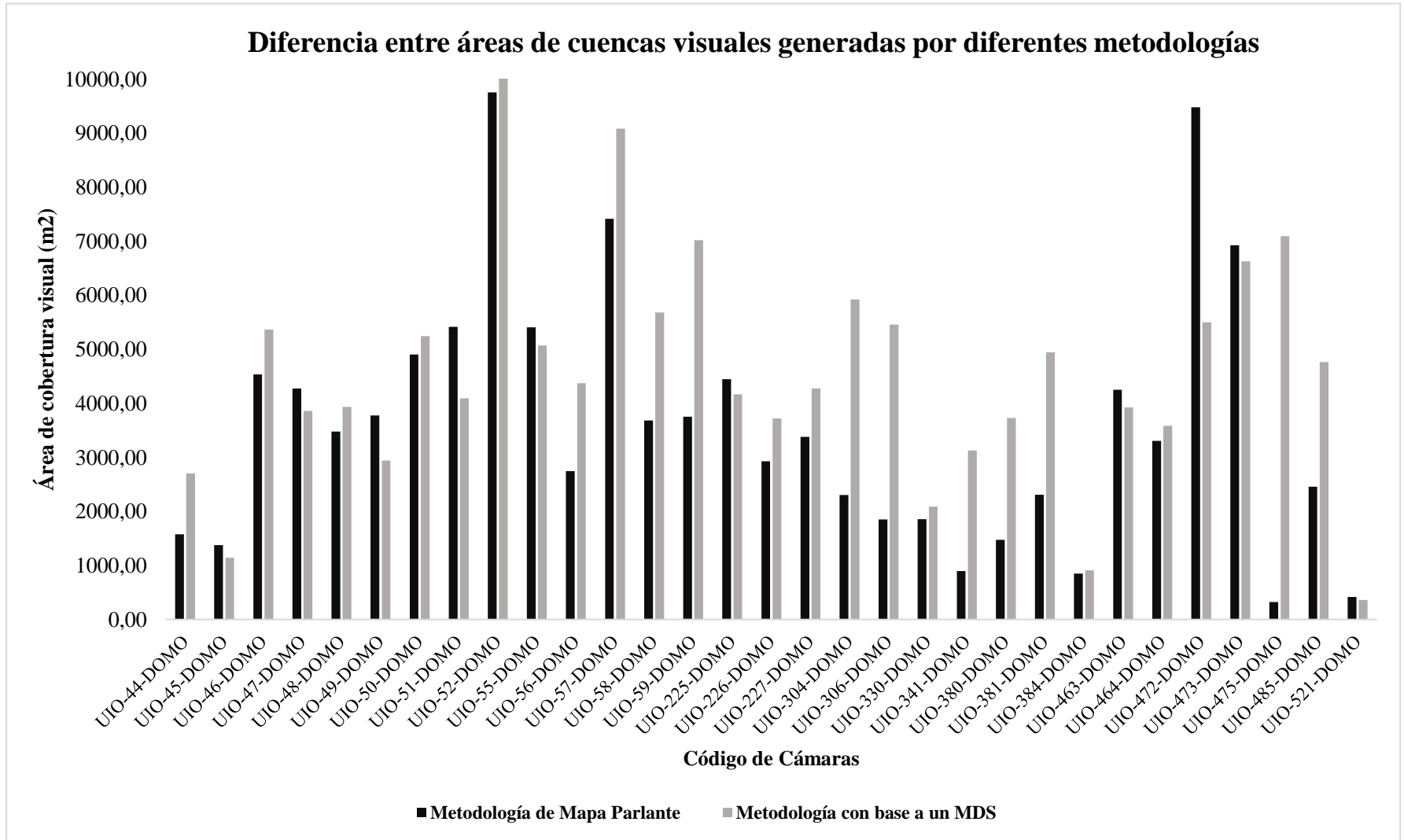


Figura 44. Diagrama de barras de las áreas de cobertura visual realizado por diferentes metodologías

Las cámaras que presentan diferencias mayores a 10000 m^2 , se verificaron de forma individual en la sala de control de videovigilancia del ECU 911 y se identificó que la principal razón por la cual existía tal variedad, era ocasionada porque las cuencas visuales dibujadas de forma manual no tomaban en cuenta las aceras de las calles y en ocasiones dibujaban un aproximado de la vía pública, en comparación con el método propuesto que mapea en base a las vías, aceras y obstrucciones que tiene el área visual, en la figura 45 se puede apreciar dicha premisa con la cámara UIO-341-DOMO.

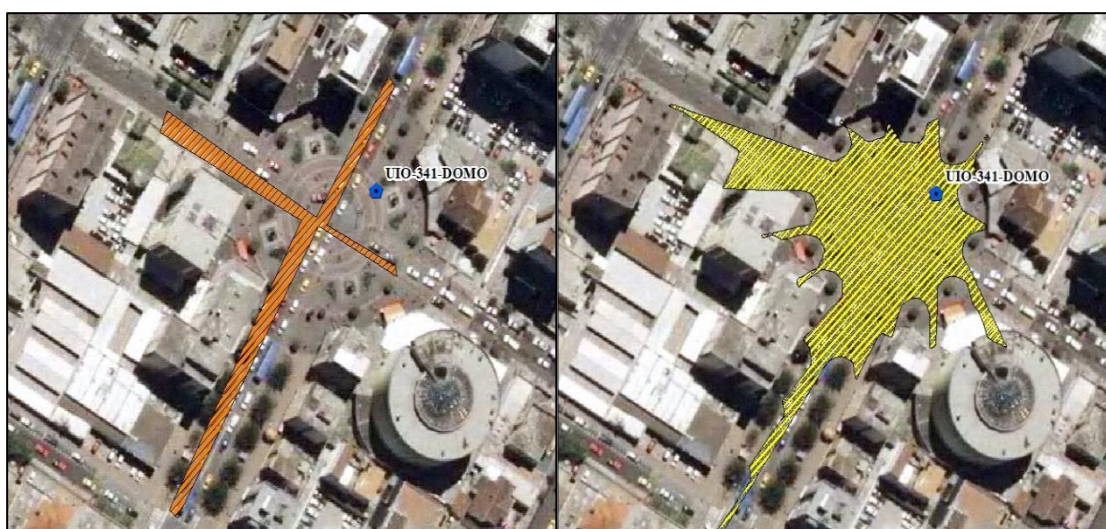


Figura 45. Cuenca visual elaborada con base a la metodología de Mapa Parlante (izquierda) y Cuenca visual generadas a partir del MDS (derecha)

Las cámaras que tienen diferencias menores a 800 m^2 , presentaban una mayor similitud en su forma y extensión, esto es debido a que las cuencas visuales fueron dibujadas más cuidadosamente tomando en consideración el ancho de las vías, aceras de las calles y obstrucciones que existen alrededor de las cámaras, sin embargo, sigue siendo un método subjetivo que depende de la apreciación del dibujante, en la figura 46 se observa dicha premisa con la cámara UIO-521-DOMO que presenta la menor diferencia entre las cuencas visuales.

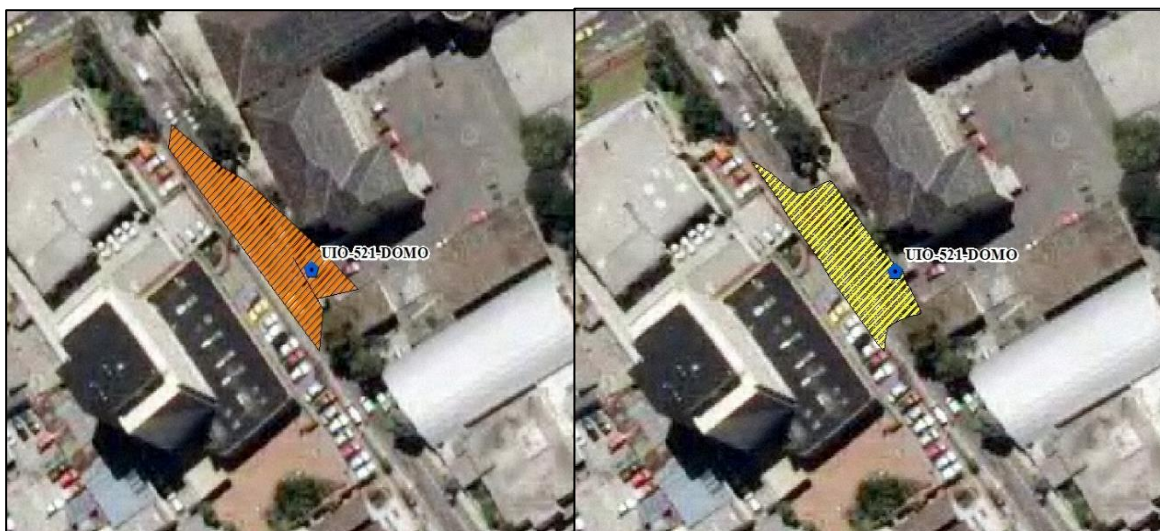


Figura 46. Cuenca Visual elaborada con base a la metodología de Mapa Parlante (izquierda) y Cuenca Visual generadas a partir del MDS (derecha)

Los incidentes que se detallan en el apartado 3.3.2 (Mapas de Calor), suceden en las vías públicas y pueden ser visualizados por cámaras de videovigilancia. Por lo tanto, representar cartográficamente áreas visuales con enfoque a los espacios públicos, estaría en lo correcto.

Sin embargo, las llamadas de emergencias que recibe a diario el SIS ECU 911, no solo son de dichos sucesos, por ejemplo, para mencionar diferentes incidentes que no se especificaron en el apartado anterior: incendios, explosión de tanques de gas, intentos de suicidio en terrazas, fauna urbana, colisiones, entre otros, pueden ser monitoreados si la posición geográfica en donde se registró la emergencia, se encuentra en las áreas visuales de las diferentes unidades de videovigilancia.

Si así fuese el caso, el procedimiento sería notificar al operador que verifique la veracidad de la llamada, a través de la cámara que tiene línea de visión con lugar de los hechos, para que genere la logística pertinente.

Existen dos formas de trabajar según el postulado anterior, la primera es realizar el mismo proceso, pero en base a la cartografía en dos dimensiones tomando en cuenta el MDS (ver figura 41).

La segunda opción es una propuesta innovadora del monitoreo tradicional y respuesta ante emergencias del sistema de videovigilancia, con base a las cuencas visuales reales, densificar líneas de visión en tres dimensiones, con el propósito de generar un modelo, en el cual se vuelva más fácil de analizar las cámaras que tienen cobertura visual con la ubicación en donde se está suscitando las emergencias.

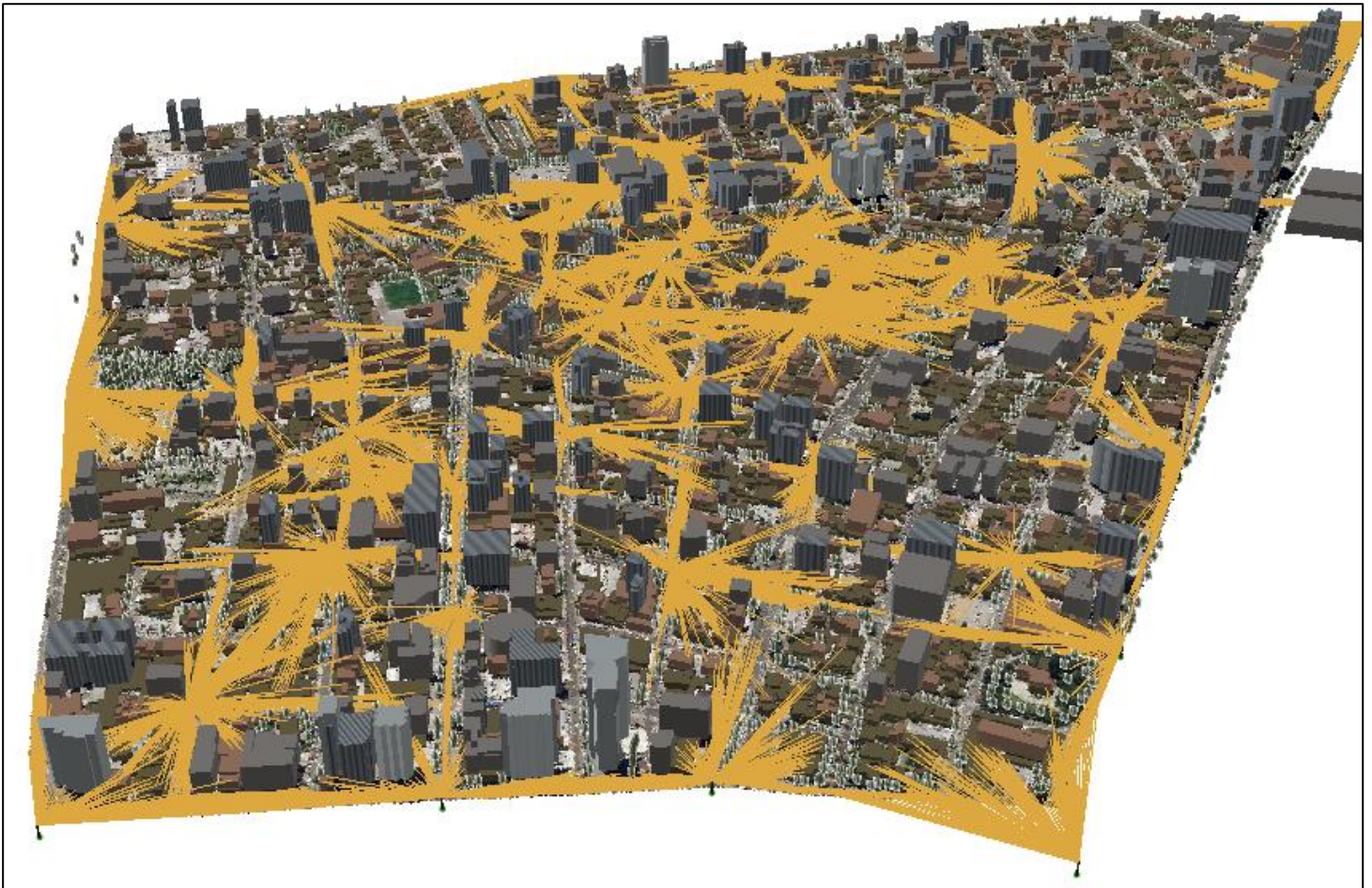


Figura 47. Representación 3D del sector "La Mariscal", los segmentos de color amarillo obscuro, representan las líneas de visión de las cámaras del SIS ECU 911

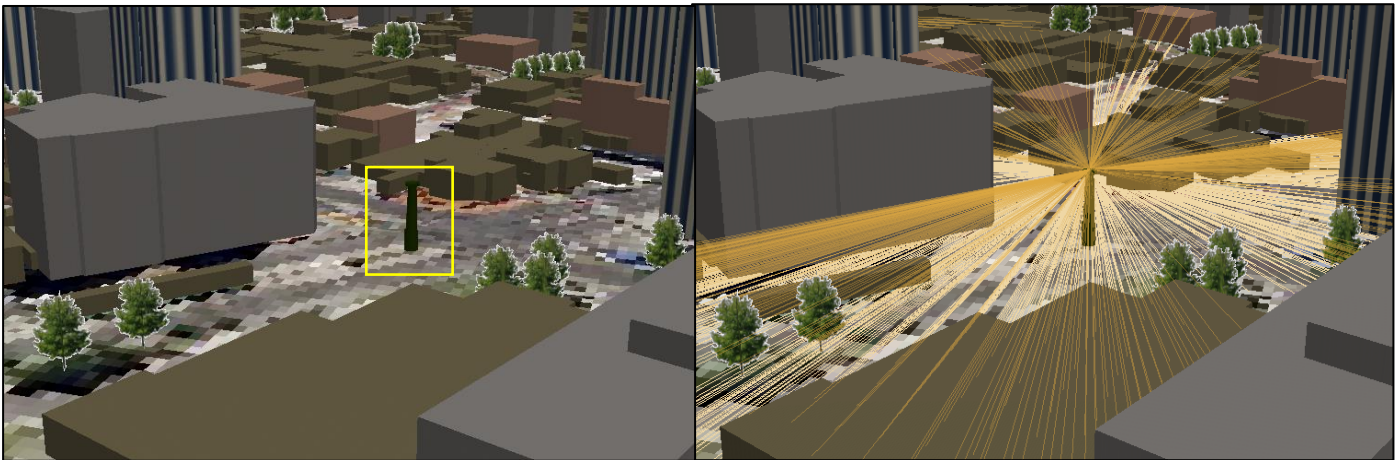


Figura 48. Visualización de la cámara UIO-52-DOMO (izquierda) y las líneas de visión de la unidad de videovigilancia (derecha)

Hay que mencionar, que a través del flujo de trabajo del apartado 3.3, existe la posibilidad de identificar espacialmente las zonas en común que pueden ser monitoreadas por una o más cámaras de vigilancia, con base al álgebra de mapas entre las cuencas visuales (ver figura 49).

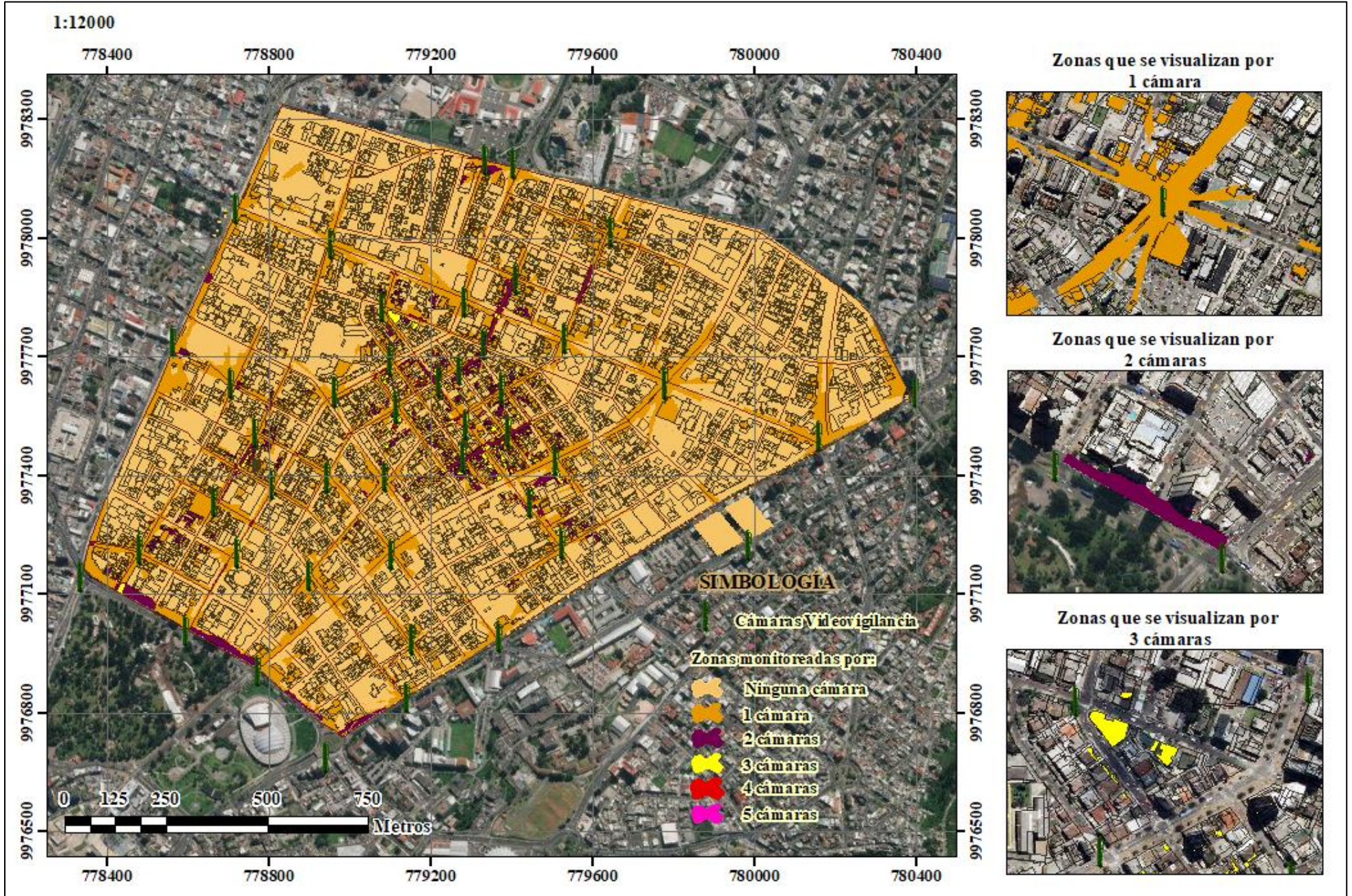


Figura 49. Zonas en común que pueden ser monitoreadas por 1 o varias cámaras de videovigilancia en el sector “La Mariscal”

4.3. Análisis del Sistema de videovigilancia en el sector “La Mariscal”

Los elementos necesarios para el análisis del sistema de videovigilancia son: el número de incidentes que se han cometido un tiempo determinado, cantidad de cámaras de videovigilancia que existen en un sector, cobertura geográfica y análisis de escenarios sin cámaras instaladas.

4.3.1. Registros Multitemporales de Emergencias en el sector “La Mariscal”

La fuente de los registros de emergencias recibidas al centro de atención de llamadas del ECU 911 son georreferenciadas por el sistema, los datos recolectados corresponden a todos los incidentes relacionados a la clasificación propuesta de robos, alcohol, drogas y prostitución como se había especificado en el apartado 3.3.2 (Mapas de Calor).

En la siguiente tabla se detalla el número de las emergencias mencionadas que se han atendido en el sector “La Mariscal”, en el año 2017 y 2018.

Tabla 7

Registros de emergencias suscitadas en el sector "La Mariscal"

Tipo de Emergencias	2017	2018
Drogas	140	68
Libadores	242	152
Prostitución	0	7
Robos	1003	1027
Emergencias Totales	1385	1254

4.3.2. Cociente de Localización (LQ) en criminología

Con base a la literatura e interrelacionándolo con el objetivo del estudio, LQ brindaría una visión de la importancia relativa de las emergencias suscitadas dentro de las cuencas visuales en comparación con su importancia en el sector “La Mariscal”

En la tabla 8, se presenta el número de emergencias (#) y el cociente de ubicación (LQ) de los incidentes suscitados en las áreas visuales de las cámaras del SIS ECU 911 en el sector “La Mariscal” en el año 2017.

Tabla 8

Número de emergencias y Cociente de Localización (LQ) de las cámaras de videovigilancia ubicadas en el sector “La Mariscal”, año 2017

Código de Cámaras	Tipos de Emergencias				LQ Emergencias Totales
	# Drogas	# Libadores	# Prostitución	# Robos	
UIO-44-DOMO	2	11	0	17	4,63
UIO-45-DOMO	1	22	0	13	7,51
UIO-46-DOMO	11	15	0	49	10,35
UIO-47-DOMO	12	16	0	43	9,01
UIO-48-DOMO	7	3	0	26	3,84
UIO-49-DOMO	2	2	0	5	1,60
UIO-50-DOMO	0	11	0	52	6,34
UIO-51-DOMO	0	2	0	12	1,68
UIO-52-DOMO	3	8	0	53	3,70
UIO-55-DOMO	16	1	0	46	7,65
UIO-56-DOMO	0	2	0	6	1,20
UIO-57-DOMO	2	3	0	3	0,90
UIO-58-DOMO	1	1	0	21	1,30
UIO-226-DOMO	14	3	0	9	4,68
UIO-227-DOMO	6	3	0	12	4,12
UIO-304-DOMO	1	0	0	15	1,60
UIO-330-DOMO	2	0	0	3	1,07
UIO-341-DOMO	3	8	0	18	10,38
UIO-380-DOMO	7	3	0	28	3,58
UIO-381-DOMO	0	2	0	3	0,84
UIO-384-DOMO	8	2	0	14	4,65
UIO-463-DOMO	5	4	0	5	2,15
UIO-464-DOMO	1	9	0	18	5,10
UIO-472-DOMO	6	4	0	31	6,85
UIO-473-DOMO	0	3	0	22	2,41
UIO-475-DOMO	1	1	0	8	1,60
UIO-485-DOMO	0	4	0	7	1,62
UIO-521-DOMO	0	0	0	0	0,00

Se tomó en consideración solo las cámaras que se localizan dentro del área de estudio y no las que están en los límites del mismo, ya que las cuencas visuales están limitadas por el MDS del sector “La Mariscal”

Las cámaras con LQ menores a 1 son: UIO-57-DOMO, UIO-381-DOMO y UIO-521-DOMO, por lo tanto, sus cuencas visuales registran incidentes con una proporción relativa menor a la tendencia normal en el sector “La Mariscal”.

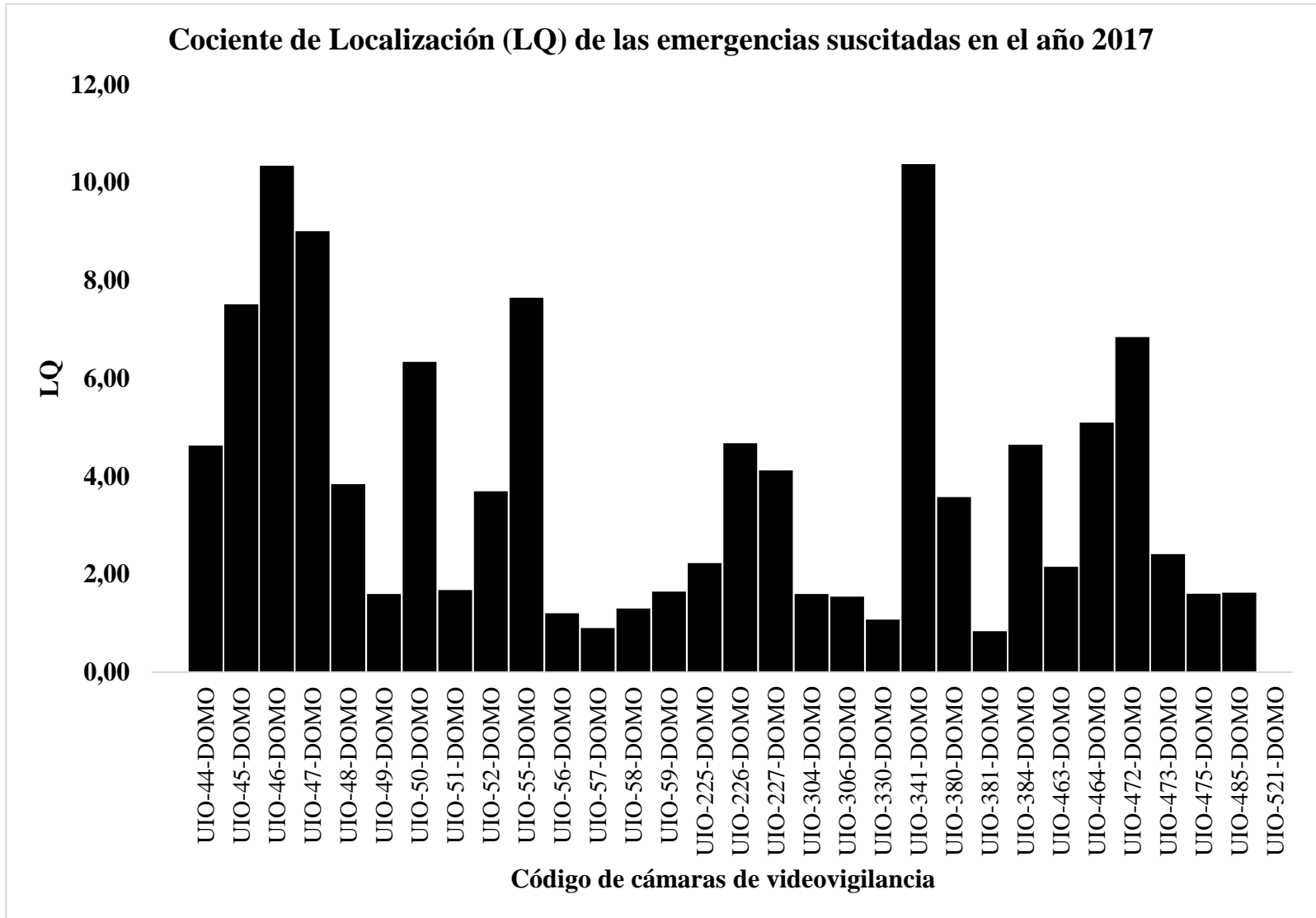


Figura 50. Diagrama de barras del LQ de las emergencias suscitadas en el campo visual de las cámaras de videovigilancia, año 2017

En la tabla 9, se presenta el número de emergencias (#) y el cociente de ubicación (LQ) de los incidentes suscitados en las áreas visuales de las cámaras del SIS ECU 911 en el sector “La Mariscal” en el año 2018.

Tabla 9

Número de emergencias y Cociente de Localización (LQ) de las cuencas visuales que presentan las cámaras de videovigilancia ubicadas en del sector “La Mariscal”, año 2018

Código de Cámaras	Tipos de Emergencias				LQ Emergencias Totales
	# Drogas	# Libadores	# Prostitución	# Robos	
UIO-44-DOMO	6	1	4	31	7,15
UIO-45-DOMO	2	7	0	24	7,61
UIO-46-DOMO	8	17	0	52	11,73
UIO-47-DOMO	3	15	0	49	8,27
UIO-48-DOMO	5	4	0	25	4,01
UIO-49-DOMO	0	2	0	7	1,76
UIO-50-DOMO	1	7	0	29	4,11
UIO-51-DOMO	0	3	0	7	1,33
UIO-52-DOMO	1	2	0	53	3,57
UIO-55-DOMO	6	1	3	27	4,96
UIO-56-DOMO	4	2	0	10	2,66
UIO-57-DOMO	0	1	0	5	0,74
UIO-58-DOMO	2	2	0	13	1,53
UIO-59-DOMO	1	3	0	11	1,82
UIO-225-DOMO	0	7	0	6	1,78
UIO-226-DOMO	5	3	0	14	4,21
UIO-227-DOMO	2	1	0	11	2,55
UIO-304-DOMO	0	3	0	27	3,31
UIO-306-DOMO	1	1	0	15	1,61
UIO-330-DOMO	1	1	0	4	0,47
UIO-341-DOMO	0	1	0	15	6,33
UIO-380-DOMO	5	4	0	25	4,47
UIO-381-DOMO	0	0	0	5	0,93
UIO-384-DOMO	3	7	0	8	3,85
UIO-463-DOMO	3	1	0	3	1,19
UIO-464-DOMO	1	8	0	19	5,63
UIO-472-DOMO	2	0	0	18	4,39
UIO-473-DOMO	1	1	0	15	1,81
UIO-475-DOMO	0	1	0	9	1,26

UIO-485-DOMO	0	2	0	5	1,14
UIO-521-DOMO	0	0	0	0	0,00

Se tomó en consideración solo las cámaras que se localizan dentro del área de estudio y no las que están en los límites del mismo, ya que las cuencas visuales están limitadas por el MDS del sector “La Mariscal”

Las cámaras con LQ menores a 1 son: UIO-57-DOMO, UIO-330-DOMO, UIO-381-DOMO y UIO-521-DOMO, por lo tanto, sus cuencas visuales registran incidentes con una proporción relativa menor a la tendencia normal en el sector “La Mariscal”.

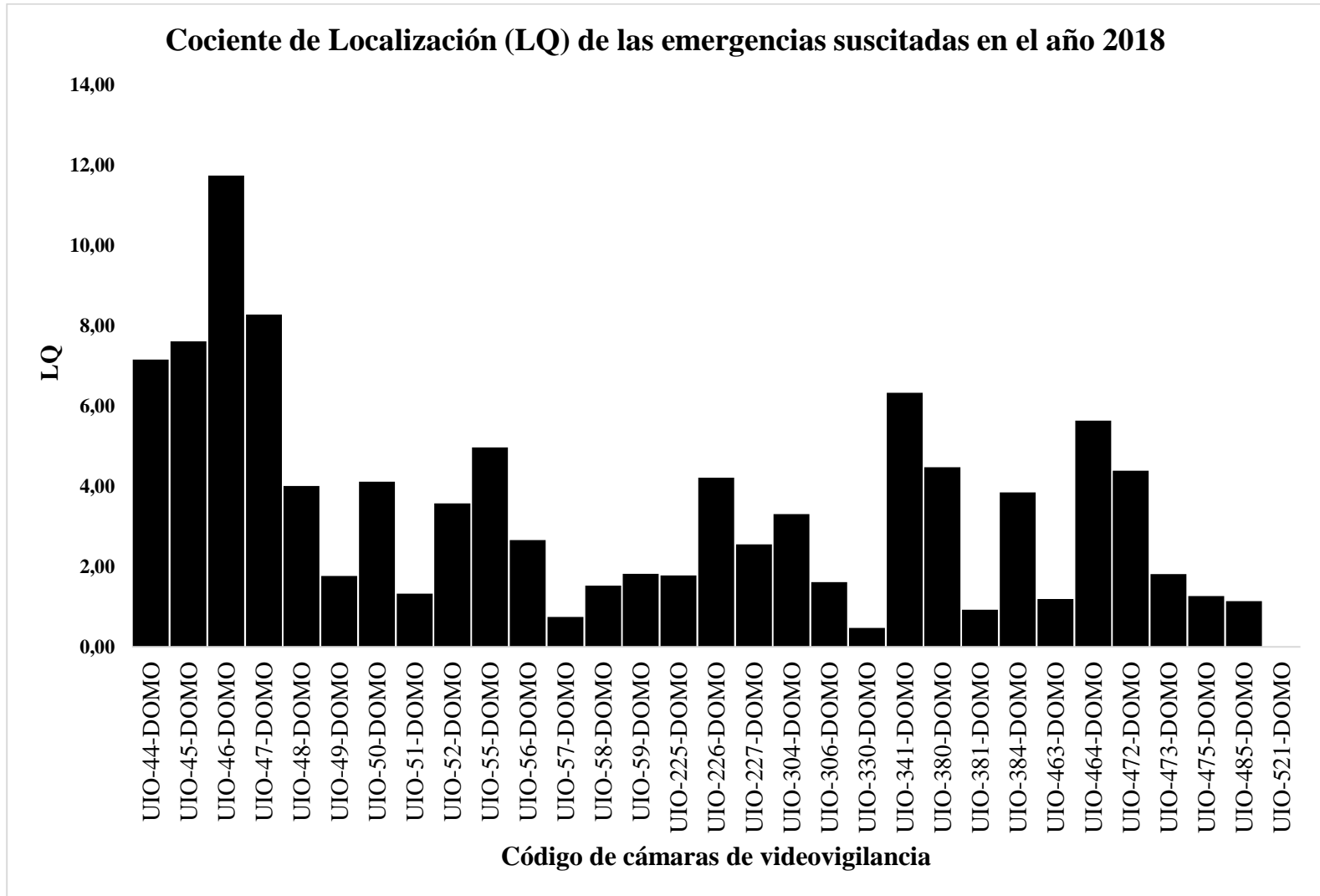


Figura 51. Diagrama de barras del LQ de las emergencias suscitadas en el campo visual de las cámaras de videovigilancia, año 2018

4.3.3. Diferencia del Cociente de Localización (DLQ)

A continuación, se presenta los valores de DLQ del año 2018 con respecto al 2017:

Tabla 10

Cociente de Localización (LQ) y la Diferencia del Cociente de Localización (DLQ) del año 2018 respecto al 2017

Código de Cámaras	LQ Emergencias Totales 2017	LQ Emergencias Totales 2018	DLQ 2018-2017
UIO-44-DOMO	4,63	7,15	2,53
UIO-45-DOMO	7,51	7,61	0,09
UIO-46-DOMO	10,35	11,73	1,39
UIO-47-DOMO	9,01	8,27	-0,74
UIO-48-DOMO	3,84	4,01	0,17
UIO-49-DOMO	1,60	1,76	0,17
UIO-50-DOMO	6,34	4,11	-2,23
UIO-51-DOMO	1,68	1,33	-0,35
UIO-52-DOMO	3,70	3,57	-0,12
UIO-55-DOMO	7,65	4,96	-2,69
UIO-56-DOMO	1,20	2,66	1,45
UIO-57-DOMO	0,90	0,74	-0,15
UIO-58-DOMO	1,30	1,53	0,23
UIO-59-DOMO	1,64	1,82	0,17
UIO-226-DOMO	4,68	4,21	-0,47
UIO-227-DOMO	4,12	2,55	-1,57
UIO-304-DOMO	1,60	3,31	1,71
UIO-330-DOMO	1,07	0,47	-0,60
UIO-341-DOMO	10,38	6,33	-4,06
UIO-380-DOMO	3,58	4,47	0,89
UIO-381-DOMO	0,84	0,93	0,09
UIO-384-DOMO	4,65	3,85	-0,80
UIO-463-DOMO	2,15	1,19	-0,96
UIO-464-DOMO	5,10	5,63	0,53
UIO-472-DOMO	6,85	4,39	-2,46
UIO-473-DOMO	2,41	1,81	-0,60
UIO-475-DOMO	1,60	1,26	-0,34
UIO-485-DOMO	1,62	1,14	-0,48
UIO-521-DOMO	0,00	0,00	0,00

Se tomó en consideración solo las cámaras que se localizan dentro del área de estudio y no las que están en los límites del mismo, ya que las cuencas visuales están limitadas por el MDS del sector “La Mariscal”

Las cámaras con valores de DLQ positivos: UIO-44-DOMO, UIO-45-DOMO, UIO-46-DOMO, UIO-48-DOMO, UIO-49-DOMO, UIO-56-DOMO, UIO-58-DOMO, UIO-59-DOMO, UIO-304-DOMO, UIO-306-DOMO, UIO-380-DOMO, UIO-381-DOMO y UIO-464-DOMO, sugieren que en dichas áreas ha existido un aumento de incidentes desde el año 2017 al 2018.

En consecuencia, las cámaras restantes sugieren que ha existido una disminución de incidentes desde el año 2017 al 2018.

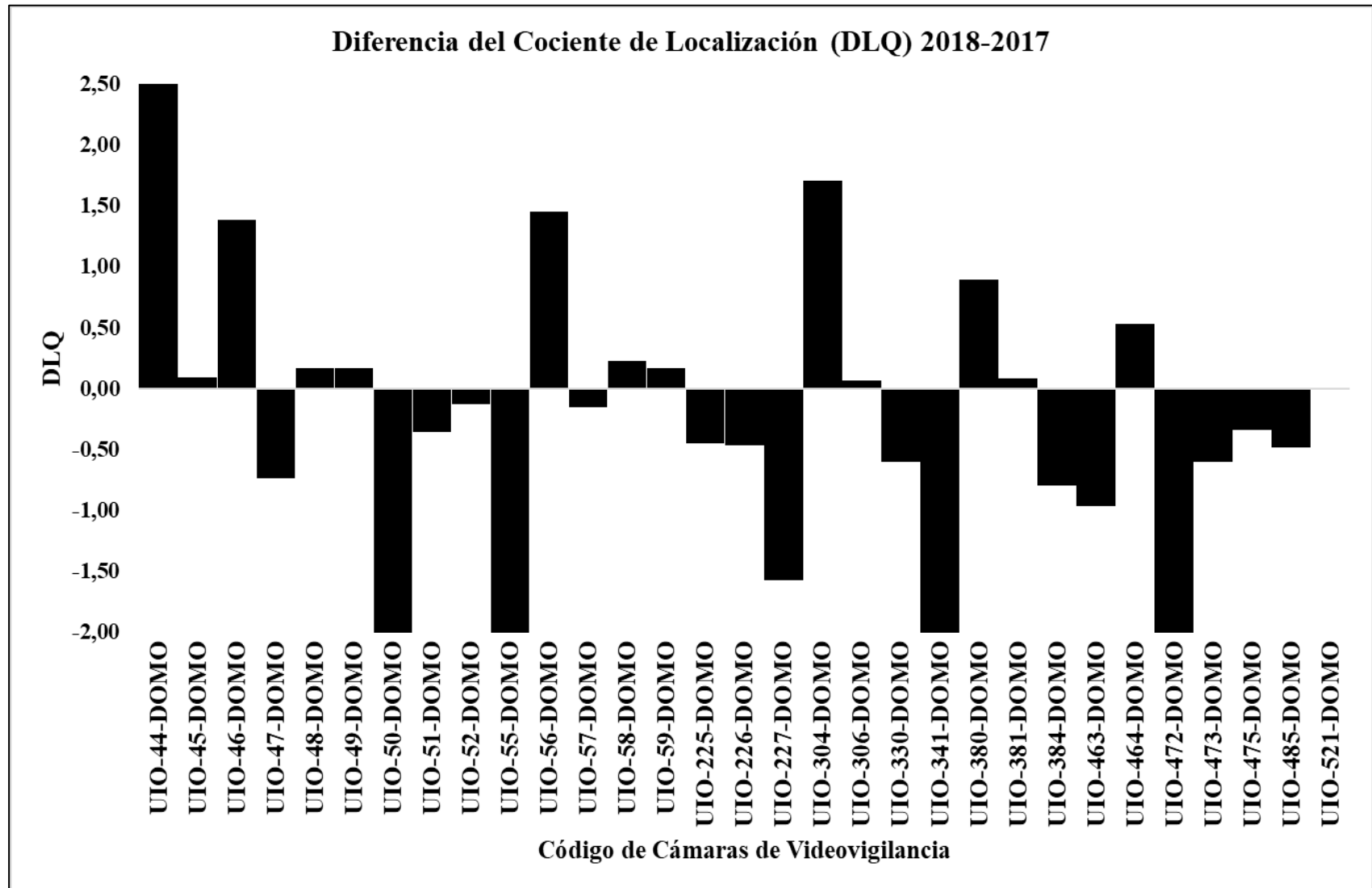


Figura 52. Diagrama de barras del DLQ de las emergencias suscitadas en el campo visual de las cámaras de videovigilancia del año 2018 con respecto al 2017

4.4. Propuesta para la Implementación de nuevas cámaras de videovigilancia

Teniendo en consideración lo que se mencionó anteriormente “La mayor parte de las cámaras que se encuentran en el sector “La Mariscal”, están ubicadas en las intersecciones de las calles”; en base a la metodología expuesta en el apartado 3.5 se propone la implementación de nuevas cámaras de videovigilancia.

A través de herramientas SIG, la cobertura de puntos que se obtuvo está compuesto por 169 elementos, que denotan todas las intersecciones que existen en el área de estudio, pero se excluyeron aquellas que están ubicadas dentro de las cuencas visuales de las cámaras que actualmente están operando, dejando un total de 74 intersecciones por analizar.

A continuación, se presenta el área de las 74 cuencas visuales (ver tabla 11) y su representación cartográfica en 2D (ver figura 53).

Tabla 11

Área de las cuencas visuales de las posibles cámaras de videovigilancia a implementar

Código de Cámaras Propuestas	Tipo de Cámaras	Área de la Cuenca Visual (m²)
1-UIO-PROPUESTA	DOMO	22768,15
2-UIO-PROPUESTA	DOMO	14254,72
3-UIO-PROPUESTA	DOMO	8742,42
4-UIO-PROPUESTA	DOMO	10434,67
5-UIO-PROPUESTA	DOMO	11846,24
6-UIO-PROPUESTA	DOMO	18198,17
7-UIO-PROPUESTA	DOMO	20802,30
8-UIO-PROPUESTA	DOMO	7671,56
9-UIO-PROPUESTA	DOMO	10710,62
10-UIO-PROPUESTA	DOMO	3298,23
11-UIO-PROPUESTA	DOMO	5506,94
12-UIO-PROPUESTA	DOMO	5214,47
13-UIO-PROPUESTA	DOMO	9784,62
14-UIO-PROPUESTA	DOMO	11001,14
15-UIO-PROPUESTA	DOMO	6934,32
16-UIO-PROPUESTA	DOMO	3327,11
17-UIO-PROPUESTA	DOMO	3957,31
18-UIO-PROPUESTA	DOMO	15071,74
19-UIO-PROPUESTA	DOMO	9829,01

20-UIO-PROPUESTA	DOMO	9595,03
21-UIO-PROPUESTA	DOMO	9590,34
22-UIO-PROPUESTA	DOMO	9673,02
23-UIO-PROPUESTA	DOMO	9652,06
24-UIO-PROPUESTA	DOMO	9717,50
25-UIO-PROPUESTA	DOMO	6847,92
26-UIO-PROPUESTA	DOMO	6135,50
27-UIO-PROPUESTA	DOMO	11661,51
28-UIO-PROPUESTA	DOMO	7510,71
29-UIO-PROPUESTA	DOMO	15332,23
30-UIO-PROPUESTA	DOMO	12795,77
31-UIO-PROPUESTA	DOMO	9857,02
32-UIO-PROPUESTA	DOMO	15694,01
33-UIO-PROPUESTA	DOMO	9667,90
34-UIO-PROPUESTA	DOMO	11924,79
35-UIO-PROPUESTA	DOMO	9743,60
36-UIO-PROPUESTA	DOMO	12803,32
37-UIO-PROPUESTA	DOMO	15358,42
38-UIO-PROPUESTA	DOMO	8605,46
39-UIO-PROPUESTA	DOMO	6872,26
40-UIO-PROPUESTA	DOMO	15620,56
41-UIO-PROPUESTA	DOMO	10763,57
42-UIO-PROPUESTA	DOMO	8491,57
43-UIO-PROPUESTA	DOMO	7406,11
44-UIO-PROPUESTA	DOMO	13480,33
45-UIO-PROPUESTA	DOMO	7249,10
46-UIO-PROPUESTA	DOMO	10511,23
47-UIO-PROPUESTA	DOMO	8040,45
48-UIO-PROPUESTA	DOMO	9832,66
49-UIO-PROPUESTA	DOMO	15308,24
50-UIO-PROPUESTA	DOMO	5935,17
51-UIO-PROPUESTA	DOMO	9082,25
52-UIO-PROPUESTA	DOMO	19395,14
53-UIO-PROPUESTA	DOMO	13808,53
54-UIO-PROPUESTA	DOMO	8710,45
55-UIO-PROPUESTA	DOMO	3551,82
56-UIO-PROPUESTA	DOMO	13457,11
57-UIO-PROPUESTA	DOMO	8700,77
58-UIO-PROPUESTA	DOMO	10760,38
59-UIO-PROPUESTA	DOMO	8119,70
60-UIO-PROPUESTA	DOMO	13523,86
61-UIO-PROPUESTA	DOMO	17007,75

62-UIO-PROPUESTA	DOMO	20447,65
63-UIO-PROPUESTA	DOMO	10410,40
64-UIO-PROPUESTA	DOMO	9261,38
65-UIO-PROPUESTA	DOMO	18636,10
66-UIO-PROPUESTA	DOMO	6659,88
67-UIO-PROPUESTA	DOMO	12883,28
68-UIO-PROPUESTA	DOMO	13341,57
69-UIO-PROPUESTA	DOMO	12738,73
70-UIO-PROPUESTA	DOMO	13072,60
71-UIO-PROPUESTA	DOMO	6565,65
72-UIO-PROPUESTA	DOMO	8075,71
73-UIO-PROPUESTA	DOMO	12342,84
74-UIO-PROPUESTA	DOMO	11119,96



Figura 53. Cuencas Visuales de todas las cámaras de videovigilancia propuestas en el sector “La Mariscal”

Siguiendo la metodología del apartado 3.5 y 3.6, a continuación, se analiza los resultados de LQ y DLQ de los años 2017 y 2018 (ver tabla 12):

Tabla 12

Cociente de Localización (LQ) y la Diferencia del Cociente de Localización (DLQ) de las cámaras propuestas

Código de Cámaras Propuestas	LQ 2017	LQ 2018	DLQ 2018-2017
1-UIO-PROPUESTA	3,23	4,41	1,18
2-UIO-PROPUESTA	3,09	2,90	-0,19
3-UIO-PROPUESTA	1,99	1,69	-0,30
4-UIO-PROPUESTA	4,10	5,37	1,28
5-UIO-PROPUESTA	4,06	4,24	0,18
6-UIO-PROPUESTA	2,50	3,41	0,91
7-UIO-PROPUESTA	4,17	5,39	1,22
8-UIO-PROPUESTA	0,87	1,35	0,48
9-UIO-PROPUESTA	0,37	1,65	1,28
10-UIO-PROPUESTA	1,22	0,00	-1,22
11-UIO-PROPUESTA	1,70	1,61	-0,09
12-UIO-PROPUESTA	0,51	0,28	-0,23
13-UIO-PROPUESTA	3,82	2,41	-1,41
14-UIO-PROPUESTA	5,59	4,83	-0,76
15-UIO-PROPUESTA	9,06	12,13	3,07
16-UIO-PROPUESTA	5,22	4,88	-0,34
17-UIO-PROPUESTA	5,40	2,61	-2,79
18-UIO-PROPUESTA	2,84	1,86	-0,98
19-UIO-PROPUESTA	5,57	3,30	-2,27
20-UIO-PROPUESTA	1,53	2,00	0,47
21-UIO-PROPUESTA	0,28	0,62	0,34
22-UIO-PROPUESTA	2,76	1,83	-0,93
23-UIO-PROPUESTA	1,94	1,07	-0,87
24-UIO-PROPUESTA	2,47	1,06	-1,41
25-UIO-PROPUESTA	3,90	3,23	-0,67
26-UIO-PROPUESTA	1,52	1,68	0,16
27-UIO-PROPUESTA	1,26	1,39	0,13
28-UIO-PROPUESTA	3,56	3,54	-0,02
29-UIO-PROPUESTA	1,39	1,73	0,34
30-UIO-PROPUESTA	1,04	0,69	-0,35
31-UIO-PROPUESTA	1,90	0,75	-1,15
32-UIO-PROPUESTA	0,94	0,56	-0,37
33-UIO-PROPUESTA	2,21	2,75	0,54

34-UIO-PROPUESTA	1,23	0,99	-0,24
35-UIO-PROPUESTA	4,52	3,48	-1,04
36-UIO-PROPUESTA	0,94	0,81	-0,13
37-UIO-PROPUESTA	2,35	1,92	-0,43
38-UIO-PROPUESTA	3,88	3,60	-0,28
39-UIO-PROPUESTA	3,50	3,65	0,15
40-UIO-PROPUESTA	2,22	1,89	-0,33
41-UIO-PROPUESTA	1,74	1,23	-0,50
42-UIO-PROPUESTA	5,19	1,22	-3,98
43-UIO-PROPUESTA	3,97	3,39	-0,58
44-UIO-PROPUESTA	0,99	1,42	0,43
45-UIO-PROPUESTA	2,03	2,44	0,42
46-UIO-PROPUESTA	0,00	0,00	0,00
47-UIO-PROPUESTA	0,00	0,55	0,55
48-UIO-PROPUESTA	1,09	1,35	0,26
49-UIO-PROPUESTA	4,45	3,37	-1,08
50-UIO-PROPUESTA	7,43	5,47	-1,96
51-UIO-PROPUESTA	3,24	3,25	0,01
52-UIO-PROPUESTA	0,62	0,30	-0,32
53-UIO-PROPUESTA	0,58	0,75	0,17
54-UIO-PROPUESTA	2,61	2,03	-0,57
55-UIO-PROPUESTA	3,76	4,15	0,39
56-UIO-PROPUESTA	1,39	2,08	0,69
57-UIO-PROPUESTA	1,69	0,85	-0,84
58-UIO-PROPUESTA	0,74	0,96	0,21
59-UIO-PROPUESTA	0,99	1,64	0,65
60-UIO-PROPUESTA	3,16	5,89	2,73
61-UIO-PROPUESTA	1,10	1,56	0,46
62-UIO-PROPUESTA	2,22	2,02	-0,20
63-UIO-PROPUESTA	1,67	2,69	1,02
64-UIO-PROPUESTA	2,45	0,80	-1,66
65-UIO-PROPUESTA	2,08	1,19	-0,89
66-UIO-PROPUESTA	9,83	6,43	-3,40
67-UIO-PROPUESTA	4,46	4,24	-0,22
68-UIO-PROPUESTA	2,80	2,21	-0,59
69-UIO-PROPUESTA	2,83	2,09	-0,75
70-UIO-PROPUESTA	2,15	2,82	0,68
71-UIO-PROPUESTA	0,41	0,90	0,49
72-UIO-PROPUESTA	0,66	0,91	0,25
73-UIO-PROPUESTA	1,84	1,43	-0,41
74-UIO-PROPUESTA	1,20	0,93	-0,27

Como se puede observar, muchas áreas visuales muestran LQ menores a 1, lo que significa que se registran incidentes con una proporción relativa menor a la tendencia normal en el sector “La Mariscal”, en consecuencia, instalar una cámara de videovigilancia en esa ubicación es innecesaria.

Para la propuesta de implementación de nuevas cámaras se tomó en consideración las unidades de videovigilancia que tenían LQ significativamente más altos del año 2018 (obviando cámaras que presentan LQ menores a 1), DLQ con signo positivo, distribución espacial de las cámaras propuestas, distribución espacial de las cámaras actuales del sistema de videovigilancia y mapas de calor generados con los incidentes registrados.

En base al supuesto que el SIS ECU 911 cuenta con los recursos económicos necesarios para implementar cámaras de videovigilancia, se propone con 22 nuevas unidades cubrir aproximadamente el 37,97% de toda la superficie del sector “La Mariscal, con respecto al 20,70 % que actualmente monitorean con las 44 cámaras.

A continuación, se presenta cartográficamente lo que se podría monitorear con las 66 cámaras en 2D (ver figura 54) y en 3D (ver figura 55).

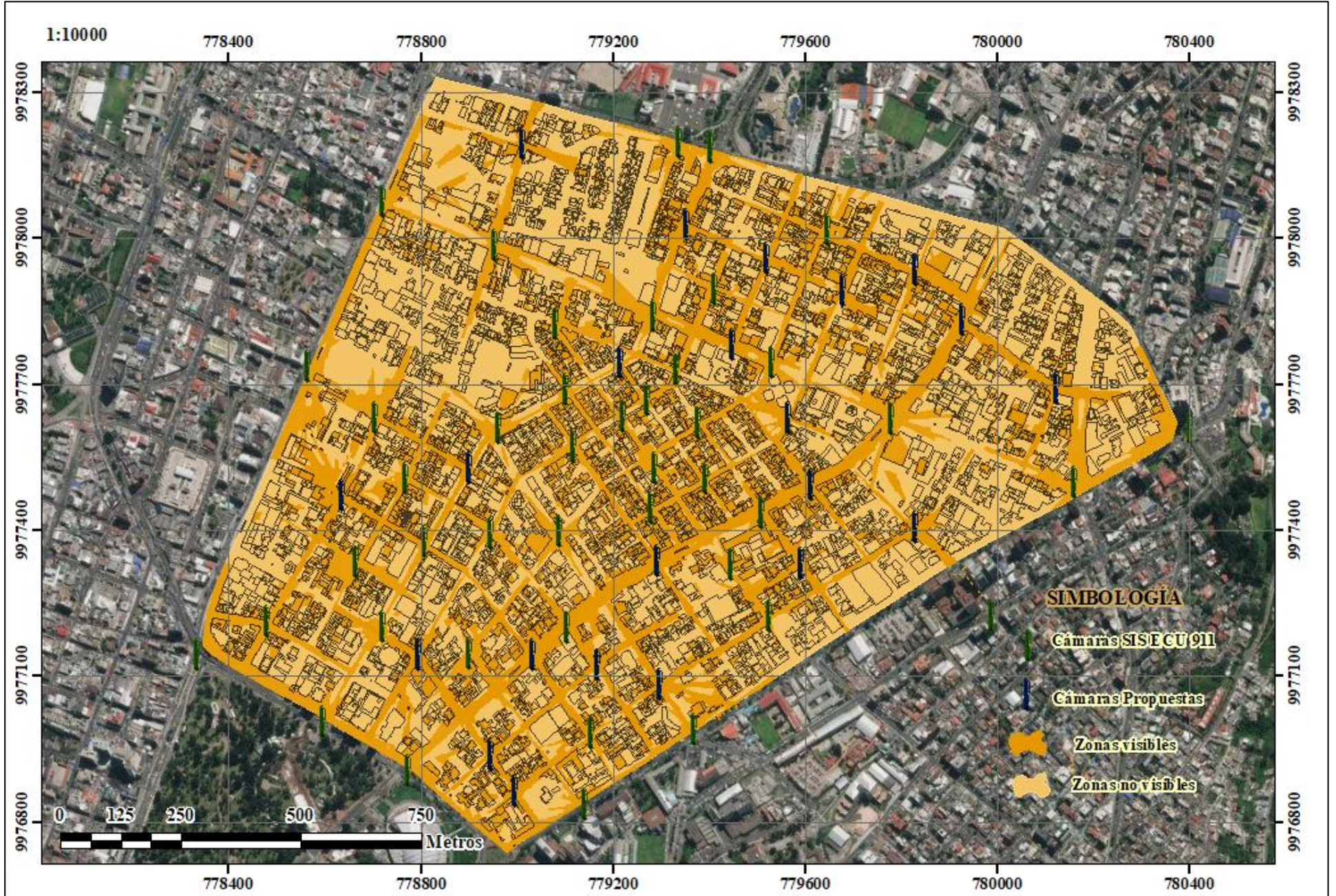


Figura 54. Cobertura visual con base a la propuesta de implementación de cámaras de videovigilancia en el sector “La Mariscal”

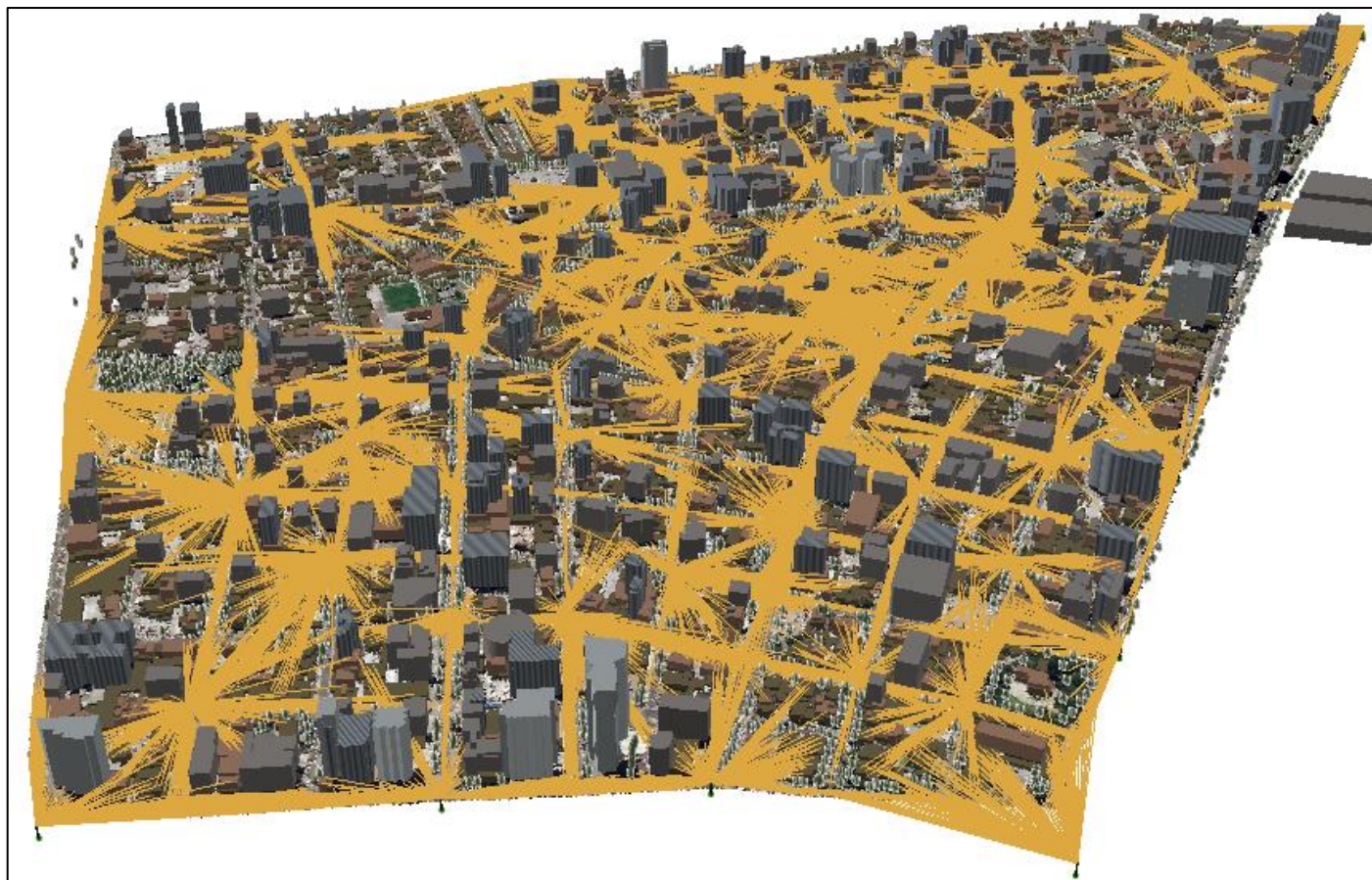


Figura 55. Representación 3D del sector "La Mariscal", los segmentos de color amarillo obscuro, representan las líneas de visión de las cámaras del sistema actual y las propuestas en este estudio

4.5. Reubicación de cámaras de seguridad

Las cámaras de videovigilancia del SIS ECU 911 están distribuidas y ubicadas en sitios estratégicos a nivel nacional para combatir a la delincuencia mediante un monitoreo en tiempo real (4600 Cámaras de Videovigilancia, s.f.).

A pesar de ello, analizando los resultados de la tabla 10, se puede observar que algunas cámaras se encuentran ubicadas donde no existe una conglomeración de incidentes significativa (ver figura 56), mientras que la tabla 12 muestra que hay lugares muy conflictivos sin ser monitoreados (ver figura 57) y que posiblemente la ubicación de una cámara de videovigilancia podría ayudar a reducir los niveles de emergencias en esa zona.



Figura 56. Registro de incidentes del año 2017(izquierda) y 2018(derecha) de la cámara UIO-381-DOMO



Figura 57. Registro de incidentes del año 2017(izquierda) y 2018(derecha) de la cámara 7-UIO-PROPUESTA

La instalación de nuevas cámaras de videovigilancia es costosa, por tal motivo, se propone reubicar las unidades de videovigilancia que tienen niveles de conglomeración de incidentes bajos.

A continuación, se presenta cuáles son las cámaras sugeridas del sistema de videovigilancia actual para reubicarse, en la ubicación de las cámaras propuestas que presentan alta proporción relativa de incidentes y ha existido un incremento de LQ del 2018 con respecto al 2017 (ver tabla 13).

Tabla 13

Coordenadas de las cámaras del sistema de videovigilancia actual (izquierda), que se sugiere la reubicación en las coordenadas de las cámaras propuestas (derecha)

Código de Cámaras (Actual)	Coordenadas		Código de Cámaras (Propuestas)	Coordenadas	
	Este	Norte		Este	Norte
UIO-57-DOMO	778703,76	9977630,46	15-UIO-PROPUESTA	778898,97	9977527,18
UIO-330-DOMO	779151,31	9976982,72	60-UIO-PROPUESTA	779350,23	9978026,31
UIO-381-DOMO	779101,95	9977198,59	7-UIO-PROPUESTA	779290,92	9977335,45
UIO-521-DOMO	779442,80	9977328,95	4-UIO-PROPUESTA	779445,46	9977780,76

Se tomó en consideración solo las cámaras que se localizan dentro del área de estudio y no las que están en los límites del mismo, ya que las cuencas visuales están limitadas por el MDS del sector “La Mariscal”

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Resumen

Dentro del presente estudio se aplicó técnicas geo-informáticas para la generación de cuencas visuales de cámaras actuales e hipotéticas, a fin de analizar las unidades de vigilancia que registran una mayor proporción de incidentes con respecto a la tendencia normal, con el objetivo de proponer al SIS ECU 911 la ubicación más óptima de futuras cámaras de videovigilancia , además de ayudar a la Policía Nacional a identificar las zonas mayor registro de incidentes de microtráfico, delincuencia y alcoholismo que es característico del sector.

5.2. Conclusiones

Calcular las áreas reales de cobertura visual de las cámaras instaladas del ECU 911 en el sector “La Mariscal” con base a un MDS, permite analizar cuales tienen un mayor o menor campo visual, a fin de poder tomar decisiones y distribuir las para su monitoreo uniformemente a los operadores de manera que la carga laboral de videovigilancia sea la misma para todos, con el objetivo de mejorar la operatividad y salvaguardar la seguridad ciudadana.

La metodología con que trabaja el ECU 911 para levantar información espacial de las áreas visuales no es muy óptima, ya que al ser un método manual no representa el área real de cobertura visual de las unidades de videovigilancia, por lo contrario, con la metodología expuesta en el apartado 3.4, las cuencas visuales se aproximan a la realidad tomando en consideración todas las obstrucciones como: altura de las edificaciones y follaje de los árboles, que se encuentran cercanas a las cámaras.

La obstrucción que merma considerablemente el campo visual de las cámaras de videovigilancia en el sector “La Mariscal” es el follaje de 1822 árboles aproximadamente, la fecha cuando fueron plantados se desconoce, pero muchos de ellos presentan una altura de hasta 8 metros, mientras que las cámaras del SIS ECU 911 están instaladas a 12 metros, por tal motivo, cuando se desea monitorear los actos que suceden en las vías pública, la copa de los árboles cubren lo que

sucede en las aceras de las vías.

La cartografía de las zonas en común que pueden ser visualizadas por una o varias cámaras (ver figura 49), es un insumo que ayudaría a la pronta respuesta ante emergencias en el sector “La Mariscal”, cuando se desee monitorear una ubicación y se desconozca las cámaras que tienen líneas de visión con el lugar de los hechos.

“La Mariscal” presenta lugares que pueden ser monitoreados hasta por 5 cámaras, lo cual es una característica favorable del sistema de videovigilancia, ya que, existe la posibilidad al momento que se suscitó una emergencia, la unidad de vigilancia más cercana se encuentre fuera de servicio o en mantenimiento, si así fuese el caso, con base a la figura 49 se seleccionaría otra cámara que tenga cobertura visual con la ubicación deseada.

El modelo en tres dimensiones del sector “La Mariscal”, brinda la oportunidad de georreferenciar los incidentes de una forma diferente con respecto a la tradicional (latitud, longitud), ya que se especificaría la altura de donde está ocurriendo el percance, por ejemplo, el número de piso en el cual, se necesita la presencia de algún recurso del SIS ECU 911, estos nuevos datos servirían para análisis estadísticos y modelaciones en 3D.

La ubicación donde están instaladas 27 cámaras de videovigilancia es la correcta, ya que presentan LQ superiores a 1, es decir al año, registran un número de incidentes con una proporción relativamente mayor a la tendencia normal en el sector “La Mariscal”.

Con base al DLQ, el 58,06% de las cámaras de videovigilancia sugieren que ha existido una reducción de incidentes, mientras que el 41,94% restante ha aumentado, en consecuencia, la mayoría de las unidades de vigilancia están presentando una reducción de nivel de incidentes en sus campos visuales.

La instalación de 22 cámaras al sistema actual de videovigilancia con base a la metodología expuesta en el apartado 3.6, tendría un impacto significativo para la policía en su lucha contra el microtráfico, delincuencia y alcoholismo característico del sector, ya que se monitorearía las 24 horas del día, aproximadamente el 37,97% de la zona rosa más grande de Quito.

La ventaja de generar cuencas visuales de cámaras hipotéticas con base a la presente metodología, tiene como objetivo abaratar costos y mejorar la eficiencia del sistema, ya que no sirve de nada analizar la cobertura visual; si la cámara ya está operando en campo, más bien lo óptimo es realizar una evaluación previo a la instalación para que dependiendo las necesidades se seleccione la mejor ubicación para ubicar cámaras de videovigilancia.

5.3. Recomendaciones

En el caso hipotético que el ECU 911 no cuente con los recursos necesarios para instalar las nuevas cámaras de seguridad, se sugiere se coordine con la Policía Nacional para realizar patrullajes diarios en las ubicaciones de las cámaras propuestas.

Para mejorar la calidad y precisión de los resultados en el cálculo de cuencas visuales, se recomienda en futuras investigaciones, realizar vuelos fotogramétricos para generar MDS actuales de la superficie a analizar.

La metodología expuesta en el apartado 3.3, puede ser muy efectiva para el despliegue de cámaras móviles que pueden montarse en vehículos aéreos no tripulados (UAV).

El LQ y DLQ ofrecen una forma diferente de entender como un área es diferente de otra en niveles de delincuencia, pero muestran una visión alterna al recuento y tasas de delitos, por tal motivo, se sugiere interrelacionar las 3 medidas delictivas para la toma de decisiones.

El LQ es una medida que puede ser utilizada para fines de investigación, se recomienda en futuras estudios analizar y modelas las variables que influyen en los valores del cociente de localización, por ejemplo: cercanía a bares, discotecas, tiendas, centros comerciales, paradas de buses, entre otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 4600 Cámaras de Videovigilancia. (s.f.). Obtenido de ECU 911: <https://www.ecu911.gob.ec/camaras-de-videovigilancia/>
- Agustina, J., & Galdon, G. (2011). The impact of CCTV on fundamental rights and crime prevention strategies: The case of the Catalan Control Commission of Video surveillance Devices. *Computer Law & Security Review*, 27(2), 168-174.
- Alaw Forestal. (23 de noviembre de 2011). *Cuencas Visuales*. Obtenido de <http://www.alawaforestal.com/?p=73>
- Andresen , M. (2009). Crime specialization across the Canadian provinces. *Canadian Journal of Criminology and Criminal Justice*, 51(1), 31-53.
- Andresen , M., Wuschke, K., Kinney , J., Brantingham , P., & Brantingham , P. (2009). Cartograms, crime, and location quotients. *Crime Patterns and Analysis*, 2(1), 31-46.
- Ayhan, E., Erden, Ö., Atay, G., & Tunc, E. (2006). Digital Orthophoto Generation with Aerial Photos and Satellite Images and Analyzing of Factors which Affect Accuracy. *XXIII FIG Congress* , (págs. 1-14). Munich, Germany.
- Barragán, G. (2015). Generación de Ortofotos y Cartografía 2D Y 3D mediante procesos Fotogramétricos Digitales con Intergraph Erdas Imagine. *Tesis de pregrado*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí.
- Bastidas, D., & Medina, P. (2010). Estimación de la Densidad Poblacional del Ecuador Continenta. *Analítika*, 1(1), 89-115.
- Bilbao, A. (2016). *La Video Vigilancia en la Seguridad*. Obtenido de Empresa Seguridad y Sociedad (ESYS): <https://www.fundacionesys.com/es/system/files/VIDEOVIGILANCIA%202016.pdf>
- Bjornsson, C. (2014). Cadastre 2014 – From vision to GIS. *Workshop on Standardization in the Cadastral Domain* , (págs. 1-14). Bamberg.
- Borbor, P. (2014). Puntos calientes (hotspot) de robos en Circuitos de la ciudad de Guayaquil. *Tesis de Postgrado*. Universidad San Francisco de Quito, Quito.
- Brantingham, P. L., & Brantingham, P. J. (1998). Mapping crime for analytic purposes: location quotients, counts, and rates. En D. Weisburd, & T. McEwen, *Crime Prevention Studies* (Vol.

- 8, págs. 263-288). St. Louis: Willow Tree Press.
- Brown, B. (1995). CCTV in Town Centres: Three Case Studies. *Police Research Group Crime Detection and Prevention Series Paper*, 68, 1-83.
- Bull, R. (12 de noviembre de 2018). *The Importance of CCTV Surveillance Cameras*. Obtenido de Smart Way: <https://www.smartway.co.nz/2018/11/12/4784/>
- Cámara bullet 1/3". (s.f.). Obtenido de Tienda 24 Horas: <https://www.tienda24hs.com/Camara-bullet-720p-LED-40-metros-alcance-con-IR-4en1>
- Cámara domo PTZ HDTVI. (s.f.). Obtenido de Todo TELECOM: <https://www.todotelecom.com/motorizada-ptz/4788-camara-domo-ptz-hdtvi-1080p-46-165mm-motorizada-ir-120mts-ip66-blanca-incluye-brazo.html>
- Câmara, G., Monteiro, A., Fucks, S., & Carvalho, M. (2004). Spatial Analysis and GIS: A Primer. *Image Processing Division, National Institute for Space Research (INPE), Brasil*.
- Caplan, J., Kennedy, L., & Petrossian, G. (2011). Police-monitored cameras in Newark, NJ: A quasi-experimental test of crime deterrence. *Journal of Experimental Criminology*, 7(3), 255-274.
- Carcach, C., & Musca, G. (2002). Location Quotients of Crime and Their Use in the Study of Area Crime Careers and Regional Crime Structures. *Crime Prevention and Community Safety*, 4(2), 27-46.
- CARTO. (2019). *MAP: 2019 Washington DC Homicides*. Obtenido de <https://www.wusa9.com/article/news/local/data/map-2019-washington-dc-homicides/65-b1f5f233-3a24-45a9-ba8a-66484d059869>
- Carvajal, A. (20 de marzo de 2018). *Reporte de The Economist Group pone a Quito entre las ciudades más riesgosas para el turismo*. Obtenido de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/actualidad/destino-turismo-quito-riesgos-seguridad.html>
- Caycedo, J., & Floréz, A. (1991). "La información Geo-gráfica. Los Diagramas. En *Revista Cartográfica* (Vol. 60, págs. 39-87). México: Instituto Panamericano de Geografía e Historia.
- Chainey, S. (2001). *GIS and Crime Mapping*. Obtenido de <https://www.ed.ac.uk/files/imports/fileManager/chainey.pdf>
- Chainey, S., & Ratcliffe, J. (2005). *GIS and Crime Mapping*. West Sussex: John Wiley and Sons.

- Chainey, S., Tompson, L., & Uhlig, S. (2008). The utility of hotspot mapping for predicting spatial patterns of crime. *Security Journal*, 21(1), 4-28.
- Chen, P., Chen, T., & Yuan, H. (2010). GIS Based Crime Risk Analysis and Management in Cities. *The 2nd International Conference on Information Science and Engineering*, (págs. 3721-3724).
- Conche, F., & Tight, M. (2006). Use of CCTV to determine road accident factors in urban areas. *Accident Analysis & Prevention*, 38(6), 1197-1207.
- Consorcio TRACASA-NIPSA. (2015). *Proyecto de Levantamiento de Cartografía Temática a Escala 1:25000, Lotes 1 y 2*. Obtenido de SIGTIERRAS: http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/Metodologia_Geopedologia_16122015.pdf
- Croneborg, L., Saito, K., Matera, M., McKeown, D., & Aardt, J. (2015). *Digital Elevation Models – A Guidance Note on How Digital Elevation Models Are Created and Used*. Washington: International Bank for Reconstruction and Development.
- Cuesta, R. (2008). *Los Modelos Digitales del Terreno y su uso en Cartografía Temática*. Obtenido de Geoportal IGM: http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/?wpfb_dl=33
- Dammert, L. (2007). *Perspectivas y dilemas de la seguridad ciudadana en América Latina* (Segunda ed.). Quito: FLACSO Sede Ecuador.
- Dalby, C., & Carranza, C. (22 de Enero de 2019). *Balance de InSight Crime sobre los homicidios en 2018*. Obtenido de InSight Crim: <https://es.insightcrime.org/noticias/analisis/balance-de-insight-crime-sobre-los-homicidios-en-2018/>
- Data classification methods*. (2019). Obtenido de Esri: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/map/working-with-layers/classifying-numerical-fields-for-graduated-symbols.htm>
- DC-B3303X. (s.f.). Obtenido de CCTV Center: <https://cctvcenter.com/producto/dc-b3303x/>
- De Floriani, L., & Magillo, P. (2003). Algorithms for visibility computation on terrains: A survey. *Environ. Plan. B Plan. Des*, 30, 709-728.
- Deng, F., Kang, J., Li, P., & Wan, F. (2015). Automatic true orthophoto generation based on three-dimensional building model using multiview urban aerial images. *Journal of Applied Remote Sensing*, 9(1), 095087.
- Ditton, J., & Short, E. (1999). Yes, it works, no, it doesn't: Comparing the effects of open-street

- CCTV in two adjacent town centers. *Crime Prevention Studies*, 10(1), 201-223.
- Dowker, R. (26 de mayo de 2014). *Analog vs. Digital Security Cameras*. Obtenido de New Jersey Solutions: <http://njsolutions.net/analog-vs-digital-security-cameras/>
- Ebdon, D. (1982). *Estadística para geógrafos*. Barcelona: Oikos-Tau.
- ECU 911. (s.f.). *Videovigilancia de ECU911 impidió posible hecho delictivo*. Obtenido de ECU 911.
- Endara, V. (19 de junio de 2016). *¡Foch yeah!* Obtenido de El Telégrafo: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/septimo/1/foch-yeah>
- ESRI. (2002). *Qué es ArcGIS*. Obtenido de ESRI: http://downloads.esri.com/support/whitepapers/ao_/what-is-arcgis-spanish.pdf
- Esri. (2015). *Densidad de Kernel*. Obtenido de Esri: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/spatial-analyst/kernel-density.htm>
- Fan, S. (2012). The Spatial-Temporal prediction of various crime types in Houston,Tx based on Hot-Spot Techniques. *Tesis de Maestría*. Louisiana State University, Louisiana.
- Felícísimo, A. (1999). *Modelos Digitales del Terreno*. Obtenido de Universidad de Oviedo: <http://www6.uniovi.es/~feli/pdf/libromdt.pdf>
- Fernández, E., Vázquez, D., & Belmonte, M. (2013). Los Puntos Calientes de la Delincuencia. *IV Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales 2013*, (págs. 351-363). Madrid.
- Funcia, M. (2 de julio de 2018). *Historia de la Cámara de Seguridad*. Obtenido de Camaras de Seguridad para Casa: <https://camarasdeseguridadparacasa.com/historia-de-la-camara-de-seguridad/>
- Gámir, A., Seguí, J., & Ruiz, M. (1995). *Prácticas de análisis espacial*. Barcelona: Oikos-Tau.
- Gill, M., & Spriggs, A. (2005). *Assessing the impact of CCTV, Home Office Research Study*. Leicester: Home Office Crime Reduction and Community Safety Group.
- GIS Blog. (2015). *Componentes de un GIS*. Obtenido de <https://paulblgis.wordpress.com/2015/12/29/componentes-de-un-gis/>
- ICADEL Ingeniería. (22 de diciembre de 2014). *Modelo Digital de Superficie*. Obtenido de <https://www.icadelingenieria.com/modelos-digitales-de-superficie.html>
- Introducción a la Video Vigilancia*. (2014). Obtenido de Todo Electrónica: https://www.todoelectronica.com/manuales/tipos_camars_seguridad.pdf

- IPC-HDBW1200E-W*. (s.f.). Obtenido de AvantVideo: <https://avantvideo.com/es/sistemas-ip/329-camara-minidomo-red-IP-IPC-HDBW1200E-W-Dahua.html>
- Jácome, E. (30 de abril de 2019). *Quito: La Mariscal tiene cuatro problemas de seguridad por resolver*. Obtenido de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito-mariscal-problemas-seguridad-yunda.html>
- Jumbo, R. (2015). Caracterización de Procesos de Deformación de la Superficie Terrestre Usando la Técnica De Interferometría Diferencial de Radar de Apertura Sintética (DinSAR) en las Microcuencas de Potosí, Cristal, Pechiche y Balsas. *Tesis de Pregrado*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí.
- Kurdi, H. (2014). Review of Closed Circuit Television (CCTV) Techniques for Vehicles Traffic Management. *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, 6(2), 199-206.
- La ‘Zona’ de Quito La Mariscal se organiza en contra de la delincuencia. (16 de junio de 2019). *La Hora*. Obtenido de <https://lahora.com.ec/quito/noticia/1102251128/la-zona-de-quito-la-mariscal-se-organiza-en-contra-de-la-delincuencia>
- Lorraine, G., & Nacerodien, F. (2003). *An Assessment Of Closed Circuit Television Surveillance With Reference To The Benoni Project*. Government of South Africa.
- Ludwig, S. (12 de abril de 2018). *Pro's and Cons for IP vs. Analog Video Surveillance*. Obtenido de Security: <https://www.securitymagazine.com/articles/88854-pros-and-cons-for-ip-vs-analog-video-surveillance>
- Madrid, A., & Ortiz, L. (2005). *Análisis y síntesis en cartografía: algunos procedimientos* (Primera ed.). Bogotá: Universidad de Colombia.
- Magical Earth. (2018). *How safe is to Travel in 2019? Map reveals most DANGEROUS Places in Europe*. Obtenido de <https://www.this-is-italy.com/travel-safe-2019/>
- Manetti, M. (25 de diciembre de 2011). *Analog or Digital CCTV Systems: Which one is right for your property?* Obtenido de Hotel Executive: https://www.hotelexecutive.com/feature_focus/2851/analog-or-digital-cctv-systems-which-one-is-right-for-your-property
- Márquez, C., & Moreta, M. (7 de mayo de 2018). 4 155 cámaras, instaladas en 24 provincias de Ecuador. *El Comercio*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/camaras->

videovigilancia-ecu911-seguridad-provincias.html

- Martí, S. (2013). Diseño de un sistema de televigilancia sobre IP para el edificio CRAI de la Escuela Politécnica Superior de Gandia. *Tesis de Pregado*. Universidad Politécnica de Valencia, Gandía.
- Martínez, A. (2015). Criminología Ambiental y SIG, una aplicación práctica en Castellón de la Plana. *Tesis de Pregrado*. Universidad Jaime I, Castellón de la Plana.
- McCord, E., Ratcliffe, J., Garcia, R., & Taylor, R. (2007). Non residential Crime Attractors and Generators Elevate Perceived Neighborhood Crime and Incivilities. *Crime and Delinquency*, 44(3), 295-320.
- McCord, E., & Ratcliffe, J. (2007). A micro-analysis of the demographic and criminogenic environment of drug markets in Philadelphia. *Australian & New Zealand Journal of Criminology*, 40(1), 43-63.
- Mesnik, B. (20 de julio de 2016). *The History of Video Surveillance*. Obtenido de Kintronics: The History of Video Surveillance
- National Community Mapping Institute. (2017). *Violent Crime Rate By County (2010 to 2012)*. Obtenido de <http://communitymappingfortheequity.org/map-of-the-day/violent-crime-rate-by-county/>
- Observatorio de Seguridad de Bogotá. (2014). Obtenido de <https://www.ccb.org.co>
- Obtención de Cartografía Escala 1:5000 y Generación de Cartografía Básica Oficial Escala 1:25000 a Nivel Nacional. (2014). Obtenido de Instituto Geográfico Militar: http://www.igm.gob.ec/work/files/lotaip/2016/mayo/planificacion/proyecto_senplades_25000_5000.pdf
- Orueta, A., Pérez, M., Pons, J., & Ruiz, M. (1995). *Prácticas de análisis espacial*. España: Oikos-Tau.
- Ovseník, L., Kazimírová, A., & Turán, J. (2010). Video Surveillance Systems. *Acta Electrotechnica et Informatica*, 10(4), 46-53.
- PagerPower. (2015). *Digital Elevation Models (DEM): Terrain (DTM) or Surface (DSM) data?* Obtenido de PagerPower: <https://www.pagerpower.com/news/differences-digital-elevation-model-dtm-dsm/>
- Pedone, C. (2000). El trabajo de campo y los métodos cualitativos: necesidad de nuevas

- reflexiones. En *Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales* 57. Barcelona: Universidad de Barcelona. Scripta-Nova.
- Petrosian, G. (2011). Police-monitored CCTV cameras in Newark, NJ: A quasi-experimental test of crime deterrence. *Journal of Experimental Criminology*, 7(3), 255-274.
- Pitingolo, R. (2012). *Tracking Serious Delinquencies in America's 100 Largest Metropolitan Areas (1st Quarter 2012)*. Obtenido de METROTRENDS: <https://urban-websites-archived.s3.amazonaws.com/Websites/Metrotrends/metroprod.urban.org/commentary/MetroDelinquency.html>
- Piza, E. (2012). Identifying the Best Context for CCTV Camera Deployment: An Analysis of Micro-Level Features. *Postgraduate thesis*. The State University of New Jersey, Newark, NJ.
- Piza, E., Caplan, J., & Kennedy, L. (2014). Is the Punishment More Certain? An Analysis of CCTV Detections and Enforcement. *Justice Quarterly*, 31(6), 1015-1043.
- Plan Especial "La Mariscal"*. (2017). Obtenido de Gobierno Abierto de Quito: <http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/wp-content/uploads/documentos/documentos/BORRADOR%20DIAGNOSTICO%20PELM.pdf>
- Pozuelo, C. (2017). Criminología Ambiental. La prevención del delito a través del estudio del diseño urbano. *Tesis de Pregrado*. Universidad Abierta de Cataluña, Barcelona.
- Raju, P. (2003). Spatial Data Analysis. *Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology*, 151-174.
- Ratcliffe, J., & Rengert, G. (2008). Near repeat patterns in Philadelphia shootings. *Security Journal*, 21, 58–76.
- Rengert, G., & Lockwood, B. (2009). Geographical Units of Analysis and the Analysis of Crime. En *Putting Crime in its Place: Units of Analysis in Geographic Criminology* (pág. 117). New York: Springer.
- Robinson, J. (2008). Crime and regeneration in urban communities; The case of the big dig in Boston, Massachusetts. *Built Environment*, 34, 46–61.
- Romero, D. (16 de agosto de 2017). *En La Mariscal, en Quito, se busca un plan integral para seguridad*. Obtenido de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/actualidad/lamariscal->

- quito-plan-seguridad-alcaldia.html
- Rossi, T. (2004). Application Of Digital Photogrammetric Methods In The Of Land Cover Change On The Coastal Dunes Of Warren Dunes State Park, Berrien Country. *Master Thesi*. The Michigan State University, Michigan.
- Sadiku, M., Tembely, M., & Musa, S. (2017). Geographic Information Systems. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 7(3), 47-48.
- Sánchez, O. (2014). Análisis espacial del delito: la relación entre el delito y las características sociodemográficas en las delegaciones Benito Juárez, Coyoacán y Cuauhtémoc del D.F. 2010. *Tesis de Maestría*. El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana.
- Sánchez, V. (2016). ¿Son efectivas las cámaras de video vigilancia para reducirlos delitos? *Revista Latinoamericana de Estudios de Seguridad*(19), 162-178.
- Sanz, J. (31 de diciembre de 2017). *Uso de cámaras de seguridad para prevenir el crimen ¿medida útil de Prevención Situacional?* Obtenido de La Escena del Crimen: https://www.laescenadelcrimen.com/crimen/camaras_seguridad_cctv_preencion_situacional/
- Singh, S. (23 de marzo de 2016). *Confused Between DEM, DTM and DSM !* Obtenido de GIS Resources: <http://www.gisresources.com/confused-dem-dtm-dsm/>
- Vázquez, C., & Soto, C. (2013). El Análisis Geográfico del Delito y los Mapas de Delincuencia. *Revista de Derecho Penal y Criminología*, 3(9), 419-448.
- Villota, E. (2013). Creación de una Base de Datos Espacial y Análisis de Compatibilidad entre distintas fuentes de información de Uso de Suelo en la Parroquia Mariscal Sucre en el Distrito Metropolitano de Quito. *Tesis de Postgrado*. Universidad San Francisco de Quito, Quito.
- Vinueza, L. (2012). *Análisis de Información del Delito*. Obtenido de Policía Nacional del Ecuador: <https://www.policiaecuador.gob.ec/departamento-de-analisis-de-la-informacion-del-delito/>
- Vozmediano, L., & San Juan, G. (2010). *Criminología Ambiental: Ecología del delito y de la seguridad* (Primera ed.). Barcelona: Editorial UOC.
- Wesh, Brandon, Farrington, D., & Taheri, S. (2015). Effectiveness and Social Costs of Public Area

- Surveillance for Crime Prevention. *Annual Review of Law and Social Science* 11, 111-130. Obtenido de <http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-lawsocsci-120814-121649>.
- What is ArcGIS 9?* (2004). Obtenido de ESRI: http://downloads.esri.com/support/documentation/ao_/698What_is_ArcGis.pdf
- WorldDEM. (2014). *WorldDEM™ Digital Surface Model - Sutherland, South Africa*. Obtenido de <https://www.intelligence-airbusds.com/en/5751-image-gallery-details?img=35255#.XXKUzyhKjIU>
- Yaagoubi, R., El Yarmani, M., Kamel, A., & Khemiri, W. (2015). HybVOR: A Voronoi-Based 3D GIS Approach for Camera Surveillance Network Placement. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4, 754-782.
- Yang, P., Putra, S., & Li, W. (2007). Viewsphere: A GIS-based 3D visibility analysis for urban design evaluation. *Environ. Plan. B Plan. Des*, 34, 971–992.
- Yomralioglu, T., & McLaughlin, J. (2017). *Cadastre: Geo-Information Innovations in Land Administration* (Primera ed.). Cham: Springer Publishing.