

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA CREACIÓN DE PLANES DE CONTINGENCIA CONTRA ACTOS TERRORISTAS

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR THE CREATION OF CONTINGENCY PLANS AGAINST TERRORIST ACTS

Fecha de recepción: 29 de marzo de 2007, Fecha de aprobación: 13 de junio de 2007

Ángela Nieto Gómez • Alexandra Senior Mesa • Erika Andrea Medina Díaz¹

Resumen

Los riesgos culturales, como el crimen común, han sido ampliamente estudiados a nivel espacial. No obstante, en el caso del fenómeno del terrorismo, a nivel nacional, se ha manifestado la inexistencia de información con fines de prevención de desastres. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es zonificar la vulnerabilidad por terrorismo mediante el uso de técnicas de estadística espacial y crear una aplicación que brinde soporte en caso de una emergencia por ataque terrorista, con el propósito de apoyar a las entidades de atención y prevención de emergencias.

El primer producto es el Mapa de Vulnerabilidad por Terrorismo para la Zona Urbana de Bogotá D.C.; para su elaboración se recolectaron y se espacializaron registros históricos de atentados terroristas ocurridos entre 1991 y 2005. Mediante técnicas de estadística espacial se comprobó la existencia de autocorrelación espacial entre atentados terroristas y se delimitaron los sectores de mayor vulnerabilidad. Los resultados obtenidos se presentan cartográficamente.

El segundo producto, Sig Planea (Sistema de Información Geográfica para la Creación de Planes de Contingencia contra Actos Terroristas) está dirigido a apoyar la planeación, por parte de las entidades de atención de emergencias, y a satisfacer sus necesidades de información y consulta en caso de una emergencia.

Palabras clave: atención y prevención de emergencias, estadística espacial, patrones espaciales, sistemas de información geográfica, terrorismo, vulnerabilidad.

Abstract

Cultural risks such as common crime have been widely studied at the spatial level. However, in the case of the terrorism phenomena at national level one can notice an absence of information oriented to disasters prevention.

For this reason, the objective of the present project is to find the terrorism vulnerable areas by using spatial statistic techniques and to develop an application capable of supporting emergencies caused by terrorist attacks, in order to improve emergency prevention and attention planning.

The first product was The Vulnerability Map of Terrorism for the Urban Zone of Bogotá. For its elaboration historical records of terrorist attacks occurred between 1991 and 2005 were collected and spatialized. Using spatial statistic techniques, it was proved that spatial autocorrelation exists between terrorist attacks and therefore, the high vulnerability areas could be delimited. The results are cartographically exhibited at different levels.

The second product, SIG PLANEA (Geographic Information System for the Creation of Contingency Plans Against Terrorist Acts), aims to: (1) support emergency prevention and attention planning by the organizations in charge, and (2) provide a robust and appropriate response to information needs and queries in emergencies.

¹ Se desconoce la manera en que fue recolectada y si existieron criterios para su recolección, por parte de los periodistas de El Tiempo y por efectivos del CIC de la DIJIN.

Key words: attention and prevention of emergencies, geographic information systems, spatial statistics, spatial patterns, terrorism, vulnerability.

1. Introducción

Actualmente se emplean técnicas de estadística espacial en el ámbito investigativo, con el objeto de determinar sitios de concentración de criminalidad. Se han planteado metodologías para su aplicación [1], de tal manera que entidades de la fuerza pública y centros de investigación de criminalidad puedan administrar óptimamente sus recursos para el manejo del crimen en estudio. Incluso, existen herramientas que se pueden descargar de Internet, las cuales contienen algoritmos de estadística espacial para el entendimiento de la criminalidad como son CrimeStat 3.0 [2] y CASE (Crime Analysis Spatial Extension) [3].

A nivel nacional se han presentado iniciativas dirigidas al seguimiento de la violencia y delincuencia criminal, como es el caso de la aplicación TerraCrime [4], que está enfocada al análisis del crimen y posee información que, tras la localización espacial de un crimen y su pertinente análisis, permite reducir el número de casos de homicidios mediante acciones de represión al crimen y actividades de movilización social. Dicha información se encuentra en una geometría tipo polígono, dado que está asociada a agregaciones espaciales como son municipios o localidades.

Para el caso de Bogotá se ha implementado el Sistema Unificado de Información de Delincuencia y Violencia (SUIDV), cuyo objetivo es hacer seguimiento a las diferentes manifestaciones de violencia y delincuencia ocurridas en Bogotá, con el fin de detectar variaciones importantes que indiquen la necesidad de intervenciones especiales por parte de las autoridades competentes o la adopción de nuevas estrategias para su control [5]. No obstante, entre las manifestaciones de violencia a las que hace referencia no se encuentra el terrorismo. Entretanto, el Centro de Investigaciones Criminales (CIC) de la Dijin (Departamento de Policía Judicial), no hace uso de técnicas de estadística espacial para analizar la criminalidad y sigue empleando archivos planos y estadísticas en una dimensión. No por eso se afirma que entidades como la Policía Nacional o

el Ejército ignoren este tipo de técnicas o estudios, pero dicha información no es de dominio público y, por lo tanto, no es accesible para investigadores de otras entidades estatales que necesitan esta información, como es el caso de las entidades de prevención y atención de emergencias.

El terrorismo puede ser analizado mediante técnicas de estadística espacial, al igual que otros riesgos culturales, en virtud que posee una dinámica similar a la de otros fenómenos criminales: “El crimen no se expande a lo largo de los mapas [...] se acumula en algunas áreas y está ausente en otras. La gente puede equivocarse sobre los riesgos en algunos lugares, pero no se equivoca en que el riesgo de ser víctima de un crimen no es geográficamente constante” [1]. No se puede asumir la aleatoriedad del atentado, puesto que los terroristas buscan impactar el mayor número de blancos en el menor espacio posible. Mediante estos actos publicitan a la organización y causan pánico en la población con una menor continuidad de acciones [6]. Esto indica, claramente, la predilección por sitios que presenten actividades mixtas, como en el caso del centro de Bogotá. No obstante, algunas zonas de conglomeración de usos como el Centro Administrativo Nacional (CAN) cuentan con niveles de seguridad más altos que otras, haciendo que los terroristas pierdan movilidad y prefieran sitios de menor concentración de usos, más seguros para su actividad. Adicionalmente, si una modalidad de atentado demuestra ser efectiva, otras organizaciones terroristas tenderán a copiarla, por ejemplo, la guerrilla copió la detonación de automotores del narcotráfico por la capacidad de carga de explosivos. Sin embargo, la transición de una modalidad a otra lleva tiempo, así que no se puede predecir qué modalidad van a elegir las organizaciones terroristas ni cuando va a ser implementada [7].

La metodología de estudio propuesta se basa en la sugerida por el estudio del crimen común del Departamento de Justicia de Estados Unidos, en el documento Mapping Crime: Understanding Hot Spots [1], la cual propone el estudio de registros históricos y las técnicas adecuadas para su georeferenciación y posterior estudio. También fueron incorporadas técnicas utilizadas por otras instituciones, como el Centro de Estudios de Crimina-

lidad y Seguridad Pública Universidad Federal de Minas, en Brasil –UFMG [4] y por Ned Levine, del Instituto Nacional de Justicia de Estados Unidos [2]. Sin embargo, la metodología propuesta en este artículo es única, porque aporta una estructura adecuada para el entendimiento del fenómeno, no contemplado en las metodologías enunciadas. Para su definición fue necesaria la comprensión del fenómeno del terrorismo y su tratamiento a nivel mundial [6] [7], para luego proceder a las características locales mediante el estudio del archivo histórico, que aportó la tipología particular del terrorismo colombiano, a partir de las apreciaciones de los eventos, por parte de los medios de comunicación y de los cuerpos policiales.

Partiendo de la hipótesis de que los ataques terroristas presentan patrones espaciales que pueden ser modelados para zonificar la vulnerabilidad, se plantea el objetivo de desarrollar una aplicación que sirva de apoyo a las autoridades pertinentes en la elaboración de planes de contingencia enfocados a atender a la población afectada por ataques terroristas, mediante el empleo de una herramienta SIG. En primera instancia, este proceso comprende la elaboración del Mapa de vulnerabilidad por terrorismo para la zona urbana de Bogotá D.C.

Una vez concluido el mapa, se desarrolló la aplicación Sistema de Información Geográfica para la Creación de Planes de Contingencia contra Actos Terroristas (SIG PLANEAT), la cual está dirigida específicamente al comité operativo del Sistema Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias (SDPAE), grupo de entidades públicas y privadas, organizadas, con el fin de contribuir a minimizar los daños causados por emergencias ocurridas en la ciudad [8].

2. Metodología

2.1. Metodología para la obtención del Mapa de vulnerabilidad por terrorismo para la zona urbana de Bogotá D.C.

2.1.1. Diseño de investigación

Como metodología de investigación se realizó un estudio de tipo no experimental descriptivo con

estadística correlacional espacial. Primero, es necesario determinar los procedimientos para la obtención de registros históricos de atentados terroristas ocurridos entre enero de 1991 y marzo de 2005 en Bogotá D.C. Para su recolección, clasificación y depuración, es necesario establecer una serie de estándares que faciliten dichas tareas, como un formato de recolección de información histórica y un formato de atentados terroristas 1991/2005 (que contendrá la transcripción digital del archivo Formato de Recolección). Por otra parte, el medio de comunicación que se eligió fue El Tiempo, debido a que durante todo el periodo de estudio tuvo publicación constante.

Para la complementación y la verificación de los registros obtenidos del archivo histórico, se debe conseguir documentación proveniente de alguna entidad de la Fuerza Pública. La información consolidada se debe someter a un proceso de depuración, que consiste en el rechazo de registros que no puedan ser espacializados o que presenten inconsistencias en su descripción. Debido a que, por una parte, los datos comprenden un periodo de catorce años, en el cual la ciudad ha ido evolucionando, y por otra, a la latente subjetividad en la recolección de la información, se deben llevar a cabo dos fases, las cuales –dependiendo de las características del registro– hay que seguir para cumplir con la veracidad deseada para espacializar el atentado.

En la primera fase se debe realizar una visita de campo para evaluar la existencia del sitio objeto de atentado en el año 2005 y la veracidad de la información recolectada. En esta fase se evalúa la obsolescencia de la información, teniendo en cuenta que registros, cuya ubicación no corresponde a la descripción del lugar del atentado y que no hayan podido rastrearse en campo, deben ser clasificados como “no espacializables” y ser aislados. En caso de haber complementado la información del registro o de ubicarlo y encontrar que el uso del sitio objeto del atentado ha cambiado, se registra en el formato y se espacializa, ya que el atentado ocurrido evidencia la vulnerabilidad de esta zona. En la segunda fase se actualiza la nomenclatura en Catastro para subsanar registros con inconvenientes, como los que han presentado cambios en nomenclatura. Se debe realizar un proceso de eva-

luación de calidad de la base de datos obtenida, para suministrar a los posibles usuarios del mapa la medida en que esta información puede ser útil en la creación de planes de contingencia para sus respectivas áreas.

Una vez espacializados los registros, se realiza el análisis del archivo histórico de atentados terroristas, que comprende una serie de procesos analíticos dirigidos a la producción del Mapa de vulnerabilidad por terrorismo para la zona urbana de Bogotá D.C., mediante técnicas de estadística descriptiva y espacial. El diagrama 1 presenta los pasos por seguir para su consecución.

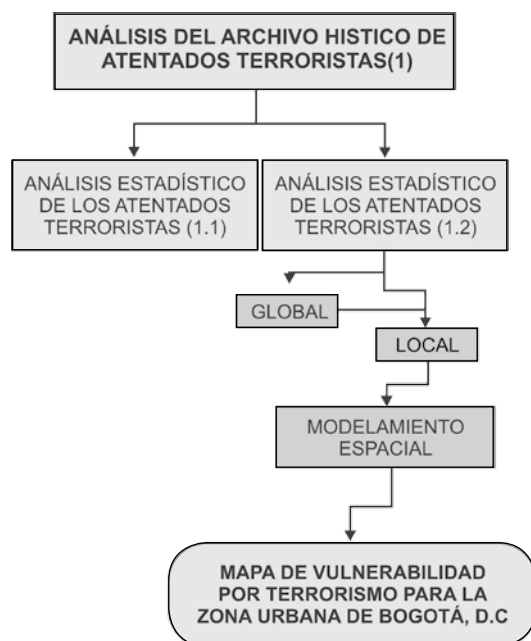


Diagrama 1. Diagrama de flujo del proceso de análisis del archivo histórico de atentados terroristas

2.1.2. Desarrollo del proceso de investigación: Mapa de vulnerabilidad por terrorismo para la zona urbana de Bogotá D.C.

Se revisaron en promedio 359 diarios de El Tiempo por año, desde enero de 1991 hasta marzo de 2005. Se recolectaron tanto atentados (ejecutados y frustrados) como operativos². Luego, se limitó

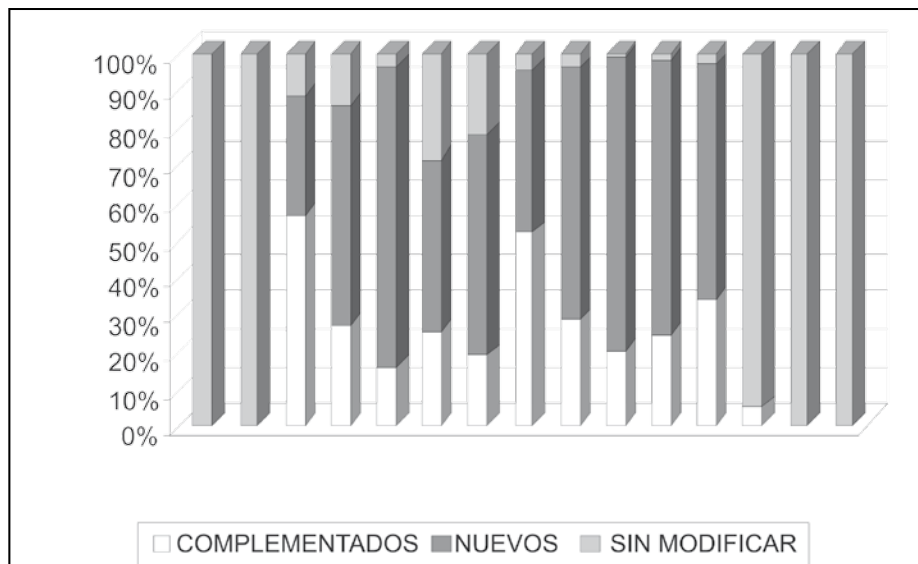
² Algunos operativos hacen referencia a sitios vulnerables a un atentado terrorista, encontrados en allanamientos realizados por la fuerza pública.

la información a la contenida estrictamente dentro del perímetro urbano de Bogotá D.C. El CIC de la Dijin suministró registros desde 1993 hasta 2002, para complementar la información que se recolectó del diario.

Una vez consolidada la información, se realizó un trabajo de campo que permitió evaluar la obsolescencia de ciertos atentados: se verificó la permanencia del lugar en que ocurrió el atentado a 2005. Se visitaron 232 sitios (24,32% del total de atentados recolectados) y se actualizó la nomenclatura utilizando la cartografía del Acuerdo 6 de 1990, las planchas 1:5000 de Catastro para el año 2005 y el Sistema Integrado de Información Catastral (SIIC) de Catastro.

Paso seguido, se espacializaron los atentados en el Mapa Digital de Bogotá D.C., versión 2005, empleando el software ArcView 3.2 sobre la plataforma Solaris, disponibles en el Departamento Administrativo de Catastro Distrital. Se creó una cobertura detallada de geometría tipo punto, gracias a que la información suministrada por Catastro permitió la localización de los atentados a nivel predial. La gráfica 1 presenta la participación del CIC en la información espacializada discriminada por año y la figura 1 muestra el mapa de atentados terroristas ocurridos en Bogotá, durante el periodo comprendido entre los años 1991-2005, con 819 atentados espacializados.

Para el Análisis del Archivo Histórico, en primera instancia, se realizó el análisis estadístico de la información, en el que se empleó estadística descriptiva para las variables autor, localidad, tipo de blanco, tiempo –categorizado por año, mes, día de la semana y hora del día), impacto –recoge la información de las pérdidas humanas y daños materiales del atentado [7], teniendo en cuenta adicionalmente el artefacto utilizado y la cantidad de heridos, variables incorporadas por las autoras– y ocurrencia del atentado –en el que se evalúa qué atentados fueron ejecutados y frustrados. Entre otros resultados, se encontró que los blancos predilectos para la ejecución de atentados terroristas son: los elementos de infraestructura urbana, como vías y puentes (12%); los comercios de influencia local (11%) y zonal (9%), y el transporte público (8%). Las localidades que han sufrido



Gráfica 1. Participación de la información del CIC en los registros especializados discriminados por año

mayor número de ataques terroristas en el periodo de estudio son: Teusaquillo, Santa Fe y Kennedy; los años de mayor actividad terrorista son 1996 y 2002, que coinciden con la época de elecciones y del total de atentados espacializados, el 80,68% fueron ejecutados exitosamente, de tal forma que la vulnerabilidad de la ciudad es alta, debido a que la efectividad de las organizaciones terroristas es mayor, a pesar de los esfuerzos de la fuerza pública. Sin embargo, se observó la mayoría de atentados son de bajo impacto (76,07%) y que cinco de los seis atentados catalogados con un impacto muy alto se han perpetrado recientemente (desde 2002), lo que indica un aumento progresivo en el impacto de estos eventos.

Si se toma como insumo los resultados de los procesos determinísticos, se realizó el Análisis Exploratorio Espacial (Esda), dado que el fenómeno del terrorismo es discreto (sólo se posee información de las coordenadas x y del atentado) y la dificultad de asignar intensidad (existen zonas con una gran concentración de atentados, mientras que otras no presentan atentados) se decidió analizar la información mediante la teoría de Patrones Puntuales Espaciales. Por consiguiente, los estadísticos Centrográficos Tipo Punto permitieron establecer la existencia de anisotropía en sentido nororiental. Los Tipo Polígono aportaron la extensión geográfica de los eventos y confirmaron la anisotropía en

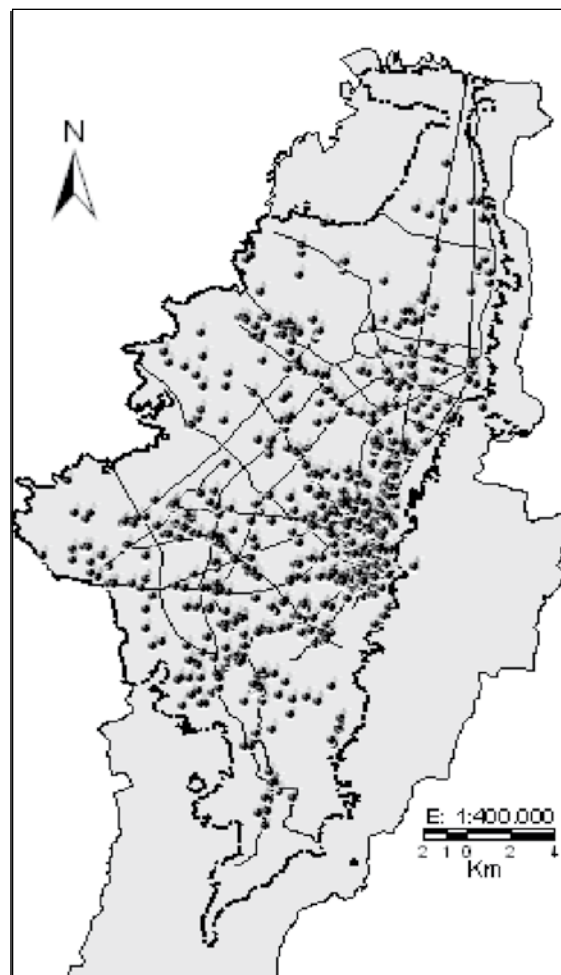


Figura 1. Mapa de atentados terroristas ocurridos en Bogotá, durante el periodo comprendido entre los años 1991-2005

21°36'19.9656". Mediante un histograma de frecuencia versus intensidad de atentados/km² en las Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ), se encontró que la distribución es leptocúrtica y sesgada positivamente, en virtud a que existen UPZ con una alta intensidad de atentados (p.e. Las Nieves), mientras que la mayoría presentan una intensidad/km² igual a cero. Las UPZ con valores atípicos fueron detectadas mediante el uso del Mapa de Voronoi (propiedad agrupamiento), el cual se visualiza en la figura 2. Las UPZ que presentaron valores atípicos altos fueron: 20 de Julio, Bosa Occidental, Kennedy Central, Los Libertadores, Quiroga y Tunjuelito; las UPZ que presentaron valores atípicos bajos fueron Alfonso López, Bavaria, Ciudad Montes, Country Club, Danubio, La Floresta, Marco Fidel Suárez, Pardo Rubio y Parque El Salitre.

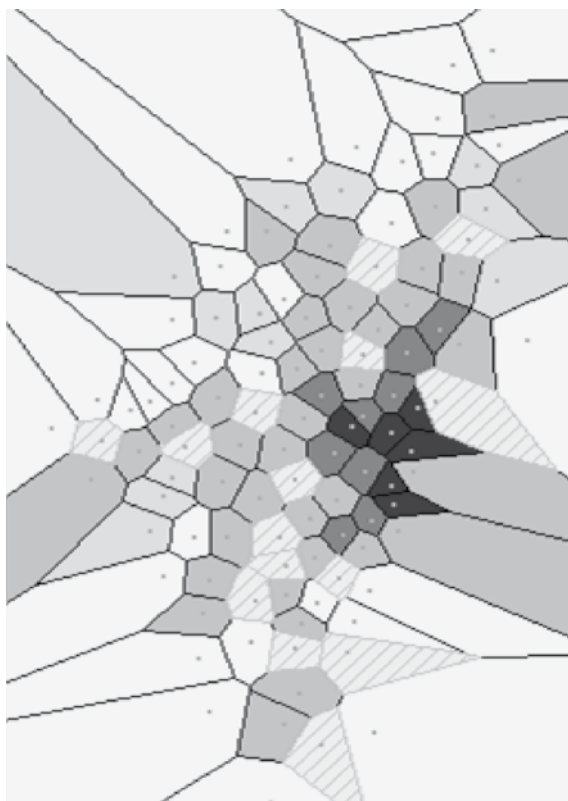


Figura 2. Mapa de Voronoi (propiedad agrupamiento). Tonalidades claras de gris representan una intensidad de ocurrencia baja. A medida que se oscurecen los colores, aumenta la intensidad de ocurrencia de atentados terroristas. Las zonas achuradas corresponden a UPZ con valores atípicos de intensidad.

Mediante el análisis de autocorrelación global, se deseaba probar la siguiente hipótesis:

H₀ = los ataques terroristas no presentan patrones espaciales (son aleatorios).

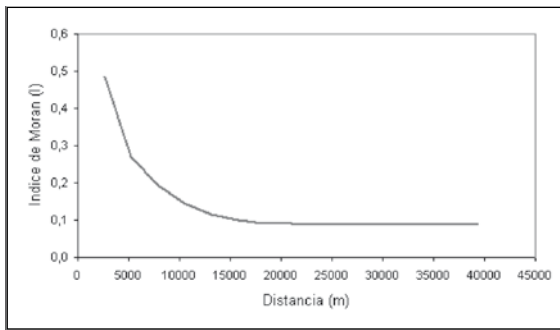
H_a = los ataques terroristas presentan patrones espaciales.

Por lo tanto, se tomó la intensidad de atentados terroristas/km² ocurridos en cada UPZ y se realizaron cuatro pruebas:

- Índice de Moran I: el nivel de significancia obtenido (0.0011) es bastante alto, lo que indica que existe autocorrelación espacial en la muestra. Además, como $I > E(I)$, se confirma que existe agrupamiento –clustering– en la muestra. El valor p para dos colas según el cual se debe rechazar H₀ es de 0,0001, lo que confirma que los atentados terroristas tienen relación con su ubicación.
- Índice de Geary C: al probar su significancia utilizando una distribución normal se encontró que el 83,40% de atentados presenta un comportamiento similar, lo cual demuestra que existe autocorrelación espacial en la muestra. Como $C > 1$, existe autocorrelación espacial negativa; es decir, existe dispersión. El índice de Geary difiere del de Moran, dado que Geary evidencia la presencia de agrupamientos locales irregulares que afectan su significancia. como se había visualizado mediante el Mapa de Voronoi.
- Correlograma de Moran: en la gráfica 2 se puede visualizar que a partir de los 20 km el índice de Moran toma valores constantes aproximados a 0,1, exhibiendo que a mayor distancia menor autocorrelación espacial. Distancias mayores a 20 km presentan autocorrelación espacial baja. A los 2 km se presenta el mayor valor de autocorrelación espacial, lo cual indica que dentro de este radio están contenidos el mayor número de atentados terroristas.

Intervalos

- Índice de Pielou C: mediante esta prueba se determinó que la distribución de los puntos se aleja del supuesto de completa aleatoriedad espacial a un nivel de significancia del 0.001, lo que indica que existe correlación espacial en un 99,9% de los atentados terroristas (a un grado de confianza del



Gráfica 2. Correlograma de Moran para las 112 UPZ a 15

99.9%). Como $C_{Teórico} < C_{Muestra}$, existe evidencia de agrupamiento de atentados terroristas.

Una vez rechazada H_0 a nivel global, se realiza el análisis de autocorrelación local; mediante el índice del vecino más cercano se corroboró que a nivel local existe mayor agrupamiento que el esperado en una muestra aleatoria. A partir de dicha información, se calcularon zonas calientes para visualizar los agrupamientos que está presentando el fenómeno. La figura 3 presenta las zonas calientes del centro de Bogotá, que están delimitadas por polígonos convexos y elipsoidales.

Como se encontró autocorrelación espacial, tanto a nivel global como local, se realizó el modelamiento espacial, con el objeto de determinar la probabilidad de ocurrencia de un atentado terrorista en la ciudad, cualificado mediante las UPZ. Para esto, se realizaron dos procesos:

- Cálculo de la probabilidad mediante Poisson: se obtuvo un mapa coroplético en el que se visualiza, por UPZ, la probabilidad de ocurrencia de un atentado terrorista.
- Cálculo de la probabilidad mediante Kriging Probabilístico: se obtuvo una superficie que ilustra zonas con igual probabilidad de ocurrencia, la cual se visualiza en el Anexo 1, mientras que en la tabla 1 se detalla el error de la predicción de esta superficie.

El diagrama 2 presenta los niveles de información que posee el mapa de vulnerabilidad por terrorismo para la zona urbana de Bogotá D.C., producidos durante la ejecución del proyecto.



Figura 3. Zonas Calientes del centro de Bogotá

Tabla 1	
Error de la predicción de la Superficie de Kriging probabilístico	
Media del error	0,0089
Raíz cuadrada de la media del error (rms)	0,3956
Error promedio estándar (ase)	0,3962
Media del error estandarizada	0,0220
Raíz cuadrada de la media del error estándar (rmss)	1

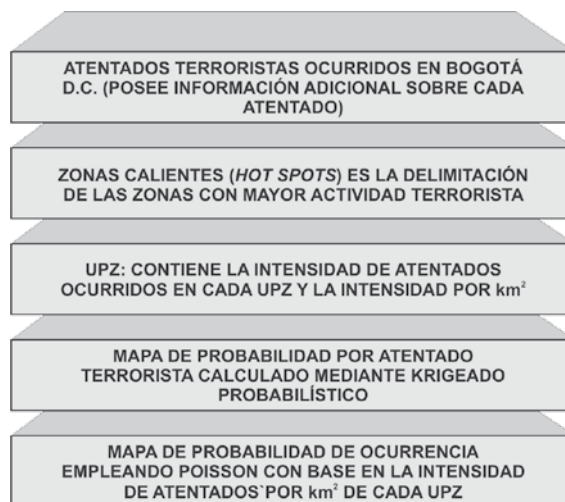


Diagrama 2. Niveles de información del mapa de vulnerabilidad por terrorismo para la zona urbana de Bogotá.

2.2. Diseño y desarrollo de la aplicación Sig Planea

Una vez obtenido el mapa de vulnerabilidad por terrorismo, se seleccionó la zona piloto para implementar la aplicación SIG. Se tuvo en cuenta para su selección: 1) alta actividad terrorista; 2) ubicación estratégica, y 3) extensión adecuada para proveer toda la información requerida en caso de una emergencia. Por tales motivos, se decidió reducir el área de estudio a uno de los cinco puntos críticos de la ciudad (zonas calientes). La zona piloto se puede visualizar en la figura 4. El área de la Zona Piloto es de 14.07 km².



Figura 4. Detalle de la zona piloto tomando como referencia las zonas calientes (Hot Spots) tipo polígono convexo

Para el desarrollo de la aplicación se emplearon complementariamente las metodologías SARA [9] y Métrica para Sistemas de Información [10], abarcando los procesos de planificación, definición y organización del Sistema de Información Geográfica. Se tomaron como insumo los resultados obtenidos en el proceso de elaboración del mapa y se involucró de manera directa al SDPAE, en particular a Secretaría Distrital de Salud, para la cual fueron implementadas las funcionalidades del Sistema de Información Geográfica, que pretende suministrar información suficiente y actualizada

para apoyar el proceso de coordinación en caso de una emergencia y brindar una mejor asesoría en el proceso de creación de planes de contingencia.

Los módulos que se van a considerar dentro de la aplicación SIG corresponden a los planteados como objetivos de los comités técnico y operativo del SDPAE:

- Creación de planes de contingencia contra actos terroristas: brinda la información requerida por las entidades del comité operativo del SDPAE, para gestar planes mancomunadamente, teniendo en cuenta el conocimiento generado en la primera fase (el mapa de vulnerabilidad por terrorismo).
- Atención a emergencias: en los procesos que maneja el comité operativo se encuentra el Protocolo Distrital del Primer Respondiente, en el que se determinan las operaciones logísticas que se van a tener en cuenta cuando se presente una emergencia [11]. El objetivo es diseñar una aplicación que permita acceder a la información requerida para llevar a cabo esta operación. Fueron diseñados para este módulo las siguientes funcionalidades:

- o Ubicación del lugar del atentado y determinación del perímetro de aislamiento: se fundamenta en el Protocolo del Primer Respondiente.
- o Localización de riesgo tecnológico: localización de construcciones que por sus características de uso puedan aumentar el riesgo.
- o Población afectada: número aproximado de personas afectadas caracterizadas según día, hora y localización del atentado.
- o Localización de Centros de Asistencia y Entidades del SDPAE: localización de las sedes de las entidades del comité operativo del SDPAE y de los diferentes centros asistenciales que pueden ofrecer ayuda.
- o Cálculo de rutas óptimas: visualiza la o las rutas óptimas, a partir de puntos ingresados por el usuario (p.e. el punto de partida de una ambulancia y el punto de llegada el Puesto de Mando Unificado: PMU).

Luego del diseño de casos de uso para cada módulo y funcionalidad –en los que se describen las características y los procesos de cada uno–, se reali-

zó el diseño de la base de datos y se creó una Geodatabase personal³. Los niveles de información con los que cuenta son: mapa de vulnerabilidad por terrorismo para la zona urbana de Bogotá D.C. (diagrama 2), entidades del SDPAE (diagrama 3) y centros de Asistencia (diagrama 4).



Diagrama 3. Niveles de Información de las entidades del SDPAE

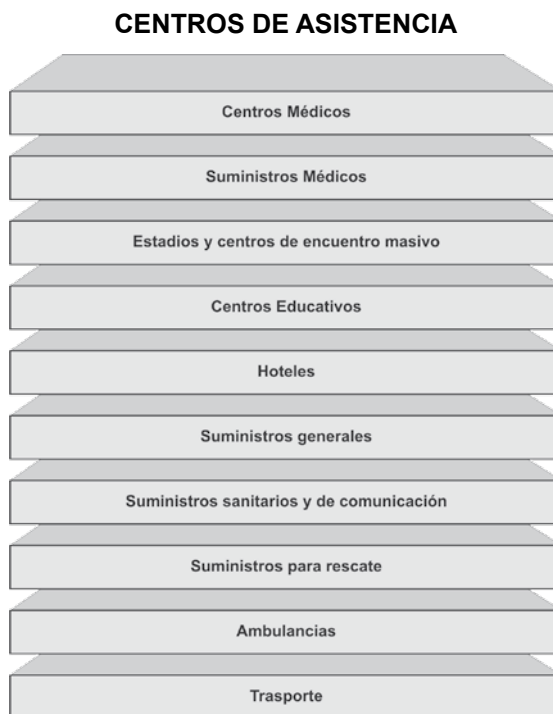


Diagrama 4. Niveles de Información de los Centros de Asistencia

³ Se eligió realizar una Geodatabase personal por efectos prácticos del proyecto: siempre podrá ser migrada a una multiusuario para poder prestar un mejor servicio a los usuarios del SDPAE.

La aplicación SIG desarrollada surge como respuesta a los requerimientos institucionales de mejorar los procesos de atención a emergencias, motivo por el cual, más que crear una avanzada interfaz de usuario, se diseñaron y crearon funcionalidades que satisficieran las necesidades de información y consulta ante una emergencia. Por lo tanto, la aplicación ofrece una interfaz básica de usuario con los menús desplegables y las herramientas necesarias para los procesos complementarios a los programados en las funcionalidades, como pueden ser las herramientas de desplazamiento, zoom y selección. Además, se generaron: el diccionario de datos y el manual de usuario, para que la aplicación pueda llegar a ser empleada por personal con conocimientos básicos en sistemas de información geográfica, en particular en ArcGis 9.0 de ESRI.

3. Análisis de resultados

La propuesta se considera innovadora, pues, a pesar de la existencia de centros de investigación de riesgos vinculados a universidades, como el Centro de Estudios para la Prevención de Desastres (Cepreve) de la Universidad Nacional de Colombia, a centros de investigación de los cuerpos policiales y a la pluralidad de documentos relacionados con el estudio del fenómeno del terrorismo, no se encontraron estudios relativos sobre la espacialización ni sobre la zonificación de atentados terroristas, ni mucho menos destinados a la atención de las víctimas de estos actos. El producto proporciona información que las entidades no poseían para complementar la creación de planes de contingencia contra actos terroristas y se puede perfeccionar incluyendo técnicas de econometría espacial.

Al realizar el análisis de la información recolectada del diario El Tiempo sobre el “modus operandi” de las organizaciones al margen de la ley, se evidenció que las operaciones terroristas van en su mayoría ligadas a decisiones políticas y militares por parte del Estado que no satisfacen los intereses de las organizaciones terroristas. Algunos atentados se dan ante la negativa de comerciantes o empresarios de pagar extorsiones a estos grupos.

Mediante el análisis estadístico se encontró que los grupos que mayor actividad terrorista presentaron durante el periodo de estudio fueron las FARC

y el ELN. La actividad terrorista de las AUC se presenta como enfrentamientos con las FARC y disputas territoriales entre las mismas AUC. En los últimos años se han presentado atentados terroristas con un mayor impacto, lo que es preocupante, ya que el 80,68% de los atentados son perpetrados exitosamente (a pesar que la mayoría son de bajo impacto). Esta información indica que con el tiempo las organizaciones al margen de la ley que emplean el terrorismo se han vuelto más sofisticadas, efectivas, organizadas y numerosas en representatividad en la ciudad. La actividad de inteligencia de las organizaciones terroristas se concentra en algunas localidades y en otras se efectúan los atentados terroristas.

El análisis estadístico espacial permitió realizar las siguientes apreciaciones: la distribución que presentan los atentados terroristas en la zona urbana de Bogotá no es normal y presenta anisotropía en sentido nororiental, debido, en primera instancia, a la orientación de la ciudad, y segundo, a la concentración de atentados terroristas presentada en el centro. Mediante el mapa de Voronoi se observó que la mayoría de usos de las UPZ con valores atípicos son de tipo residencial: de urbanización incompleta, consolidado y cualificado, cuyo valor varía entre muy alto y muy bajo. Por lo tanto, no se halló una relación entre tipo de uso residencial y la incidencia de atentados terroristas en una UPZ.

Mediante los índices I de Moran y C de Pielou, se comprobó al 0,001 de significancia que existe autocorrelación espacial. De partir de la existencia de autocorrelación espacial en los atentados terroristas se puede determinar la existencia de patrones espaciales. Para tal efecto, se realiza el siguiente análisis: En la figura 1 se puede observar que se presentan sitios de la ciudad con una alta densidad de atentados terroristas. También se ha evidenciado que estas “victimizaciones repetidas” han perdurado a través del periodo de tiempo estudiado, siempre y cuando el sitio objeto del atentado exista. Lo destacable de las UPZ más afectadas son los usos, en su mayoría comerciales y dotacionales. En particular, en la zona centro de la ciudad, existen UPZ pequeñas que observadas en conjunto representan una gran cantidad de usos. Como el objeto

de una organización terrorista es crear el mayor impacto con el mínimo esfuerzo, un atentado en el que existe una gran variedad de usos es la mejor opción. Y si se suma el hecho que gran cantidad de la población se debe desplazar hacia estas zonas durante el día, el impacto aumenta. Por lo tanto, existe autocorrelación y existe un motivo intrínseco, para que los atentados se estén agrupando. Con base en la teoría se puede afirmar que el terrorismo presenta patrones espaciales.

En cuanto al modelamiento de dichos patrones, se demostró mediante la obtención de zonas calientes y de los mapas de probabilidad que es posible emplear las conglomeraciones de atentados para encontrar áreas más vulnerables y las probabilidades de ocurrencia de atentados tanto en zonas preestablecidas (UPZ) como en una superficie continua (Krigado probabilístico) que indique zonas de igual probabilidad de ocurrencia (vulnerabilidad). Por consiguiente, la hipótesis “Los ataques terroristas presentan patrones espaciales que pueden ser modelados para zonificar la vulnerabilidad” es verdadera.

En cuanto al Sig Planea, no es posible realizar una evaluación de la capacidad de atención y respuesta de las entidades de atención de emergencias, debido a que, hasta el momento, no se han efectuado estudios de esta índole en el área de Emergencias. Se espera que en un futuro cercano puedan ser probadas las funcionalidades diseñadas para que las entidades del SDPAE empiecen a agilizar sus procesos de planeación y respuesta en caso de un atentado terrorista.

4. Comentarios finales

- El terrorismo no es inherente a las organizaciones ilegales; se encontraron varios motivos y actores que hacen uso del terrorismo para lograr sus objetivos. Al ser un riesgo cultural es una manifestación de violencia de actores de un grupo social que responden a la dinámica del grupo, la cual depende de las ideologías y los esquemas dominantes del grupo.
- Para que la dinámica de una zona geográfica varíe, se necesita intervención de un agente externo o de un largo periodo de tiempo, para que los agentes que actúan en ella logren transfor-

marla. Por ejemplo: los corredores comerciales que poseen varios usos (comercial, bancario, dotacional, entre otros), permiten la confluencia de varios actores e intereses, esto los hace más vulnerables a un atentado terrorista.

- Se observó que se realizaron estudios similares para determinar patrones espaciales en la delincuencia común, pero en cuanto al terrorismo, este estudio es particular al caso colombiano: la persistencia de las organizaciones terroristas en Colombia, a través del tiempo, ha permitido estudiarlas y poder determinar sus objetivos, que son el insumo para determinar futuros blancos.

Sin embargo, se puede replicar en la metodología, con respecto a objetivos y metodología, lo que hace que se obtengan resultados consistentes y posiblemente distintos, dada la dificultad de predecir comportamiento de patrones sociales en contextos diferentes.

- Los efectos del terrorismo perduran en la memoria de los afectados y la mayoría de la población de la ciudad ha estado expuesta directa o indirectamente a un atentado terrorista; por lo tanto, es fundamental visualizar los fenómenos sociales desde la perspectiva humana que los caracteriza.

Referencias bibliográficas

- [1] González, Alberto, Schofield, Regina y Hart, Sarah. (Agosto de 2005) *Mapping Crime: Understanding Hot Spots*. Washington D.C.: Departamento de Justicia de Estados Unidos, Oficina de Programas Justicia. Instituto Nacional de Justicia, 73 p.
- [2] Levine, Ned. (2004) CrimeStat 3.0. *Nacional Institute of Justice (NIJ), Mapping and Analysis for Public Safety Program (MAPS), and the National Archive of Criminal Justice Data (NACJD) at the Inter-university Consortium for Political and Social Research (ICPSR)*. Estados Unidos de América.
- [3] CMAP. (1 de septiembre de 2005) *Crime Analysis Spatial Extension CASE. Guide to using and understanding CMAP CASE*. Disponible en <http://www.crimeanalysts.com>.
- [4] Iabrudi Tavares, Andrea; Figueiredo Alves Da Silva, Braulio y Alves Vieira, Viviane. *Terra-Crime. Centro de Estudios de Criminalidad y Seguridad Pública Universidad Federal de Manejo de Minas del Brasil –UFMG–*. Disponible en <http://www.crisp.ufmg.br>.
- [5] *Sistema Unificado de Información de Delincuencia y Violencia. SUIDV*. Disponible en <http://www.suivd.gov.co>.
- [6] *National Bureau Of Economic Research Meeting. Quantifying Insurance Terrorism Risk. Cambridge, Massachusetts*. Febrero de 2002. Traducido al español por las autores.
- [7] Woo, Gordon. (Abril de 2002) The Evolution of Terrorism Risk Modeling. *Journal of Reinsurance*. Risk Management Solutions Ltd. Londres, Inglaterra. Traducido al español por las autoras.
- [8] *Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Atención de Emergencias de Bogotá D.C. – SIRE*. 15 de mayo de 2006. Disponible en <http://www.sire.gov.co/cle/opcion.htm>.
- [9] SARA. (Julio de 200) *A Non-technical Guide to Planning and Implementing an On-line Geographic Information System*. Cayuga County Planning Department, New York State Archives and Records Administration. Vol. I, II y III.
- [10] Ficha Métrica Versión 3.0. *Metodología de planificación, desarrollo y mantenimiento de sistemas de información*. Ministerio de Administraciones Públicas, España. 8 de junio de 2006. Disponible en <http://www.csi.map.es/csi/metrica3/>.
- [11] Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (Julio de 2006) *Protocolo Distrital del primer respondiente en la zona de impacto*. Revisado marzo de 2005. Disponible en URL<<http://www.sire.gov.co/2INSTITUCIONAL/Presentaciones%20Institucionales/Emergencias/prime-Respondiente.pdf>>.

Autoras

Ángela Nieto Gómez

Nació en Bogotá D.C, Colombia. Es Ingeniera Catastral y Geodesta de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, de Bogotá D.C., Colombia.

Correo electrónico: angienietog@gmail.com

Alexandra Senior Mesa

Nació en Bogotá D.C., Colombia. Es Ingeniera Catastral y Geodesta de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, de Bogotá DC, Colombia.

Correo electrónico: alexandrasenior@gmail.com

Erika Andrea Medina Díaz

Nació en Bogotá D.C., Colombia. Es Ingeniera Catastral y Geodesta de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, de Bogotá D.C., Colombia.

Correo electrónico: erika.medina@gmail.com

ANEXO I

MAPA DE PROBABILIDAD POR ATENTADO TERRORISTA PARA LA ZONA URBANA DE BOGOTÁ D.C., CALCULADO MEDIANTE KRIGING PROBABILÍSTICO

