

**DETERMINACIÓN DE PERIODOS Y LUGARES CRÍTICOS DE
INSEGURIDAD EN MATERIA DE HURTOS EN LA CIUDAD DE PALMIRA**

ESTUDIANTES:

CARLOS FELIPE SALDARRIAGA BEJARANO CÓDIGO: 0857256

ANDRÉS ELÍAS ARIAS VARÓN CÓDIGO: 0857586

DIRECTOR:

Ing. RAÚL ANTONIO DÍAZ PACHECO MSc.

UNIVERSIDAD DEL VALLE-SEDE PALMIRA

PALMIRA (2013)

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a Dios porque de Él provienen todas las cosas y a mi señora madre Bárbara Varón Raigoza porque sin su apoyo, esfuerzo y amor no hubiese logrado llegar hasta aquí tanto en la tesis como en mi vida profesional. Agradezco a mi familia y amigos, que de alguna manera siempre estuvieron ahí transmitiendo su apoyo y alegría y también a aquellas personas que estuvieron en su tiempo a mi lado brindándome seguridad y regocijo.

Andrés Elías Arias Varón

Agradezco inmensamente a toda mi familia en especial a mis padres y hermano por brindarme todo el apoyo en el inicio y culminación de lo que me propongo, al igual que a mis amigos que han estado en cada etapa de manera incondicional, de igual manera dedico a las generaciones futuras de la academia que encuentren en este trabajo la inspiración y lo necesario para lograr lo que desea.

Carlos Felipe Saldarriaga Bejarano

Agradecemos a nuestro director Raúl Antonio Díaz Pacheco por su sabiduría, buena crítica y compromiso con nosotros en la elaboración de esta tesis. Y como buen docente que nos formó en nuestra carrera profesional; al igual que Andrés Felipe Betancourt, Coordinador del Observatorio por su gran aporte como asesor.

A la Universidad del Valle por brindarnos todos los conocimientos, herramientas y recursos para la elaboración de la tesis, a la Cámara de Comercio de Palmira por brindarnos todos los recursos informáticos con los cuales se desarrollaron los estudios; igualmente agradecemos a los Observatorios nacionales y de la OEA por la información compartida para hacer de nuestro trabajo de grado una oportunidad viable en la realidad con unas bases sólidas.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE GRÁFICOS

Tabla de ilustraciones

TABLA DE ECUACIONES

TABLAS DEL DOCUMENTO

El estudio y el manejo de los hechos delictivos han evolucionado continuamente conforme las capacidades tecnológicas y las adecuaciones académicas lo permiten logrando apropiar abordajes cada vez más acertados y predictivos según las necesidades de la fuerza policial, es por esto que el uso de plataformas informáticas más envolventes y sofisticadas empleadas en los entornos urbanos son requeridos para capturar infraganti la comisión de hechos delictivos y hasta poder anticiparlos con un despliegue adecuado de la fuerza policial para regular estos sucesos y minimizar sus probabilidades de ocurrencia, generando una sensación y percepción real de seguridad en la ciudad.

Para la realización de la metodología desarrollada en la ciudad de Palmira se cuenta con los datos de hurtos denunciados que han sido procesados y publicados por el Observatorio de Seguridad y Convivencia Ciudadana (OSCCC) de la Fundación Progresamos, adscrita a la Cámara de Comercio de la ciudad, permitiendo así retroalimentar información valiosa para enfocar de mejor manera los esfuerzos y las interpretaciones de resultados que se vayan logrando conforme se avance en el desarrollo y ajuste de la metodología.

La principal motivación es el sentido de retribución a la ciudad como habitante y profesional, reconociendo la capacidad de las herramientas de la ingeniería para generar una metodología alternativa de apoyo al manejo de la situación presentada empleando modelos de redes neuronales y mapas de Kohonen, para la obtención de lugares y periodos críticos de inseguridad en materia de hurtos que al validarse con los resultados de años anteriores se encuentra gran afinidad, resultando ser una metodología de consideración importante para el despliegue de estrategias que contrarresten la problemática.

Los resultados más importantes de la metodología de programación y su validación son la coincidencia de puntos críticos con las ubicaciones históricas además de la evidencia de desplazamientos de las concentraciones de los sucesos, además de presentarse indicadores valiosos en el pronóstico de periodos de tiempo a un nivel de desagregación mensual se logra entender la

problemática como una organización cuya cadena de valor se ve afectada al desagregarle valor desarticulando sucesos de hurtos.

2 OBJETIVO GENERAL

- ✓ Proponer una metodología de programación que permita identificar períodos y lugares críticos de inseguridad en la ciudad de Palmira.

Objetivos específicos

- ✓ Reconocer los elementos que conforman el análisis de la problemática a nivel mundial y nacional para el diseño de la metodología.
- ✓ Generar el modelo de programación que logre identificar lugares y períodos de inseguridad para la ciudad de Palmira.
- ✓ Validar la metodología programación en cuanto a los lugares y periodos que se determinen.

3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La situación actual con respecto a la inseguridad se maneja desde 4 ejes principales, el generador del factor de inseguridad estudiado, el hurto; el agente regulador que busca mitigarlo y generar mayor seguridad, la policía, en el caso local; el soporte de aplicaciones de la academia para entender y confrontar la problemática; y finalmente el entorno, donde convergen los tres componentes anteriormente mencionados y se desenvuelven en un equilibrio de esfuerzos que finalmente conllevan a la situación local presentada en materia de inseguridad.

Cada uno de los integrantes de la situación actual muestra un trasfondo evolutivo al igual que las condiciones internacionales y nacionales que son tendencias en cómo se está trabajando frente a la administración de la seguridad urbana y el estudio del crimen, enfatizando en lo que se presenta directamente en lo local, que para el caso del estudio es la ciudad de Palmira, en la cual a grandes rasgos no se ha generado un avance significativo con respecto a las tendencias mundiales a pesar de que se reconoce que la inseguridad es un problema de gran interés a nivel nacional, lo que relativamente ha permitido que reciba apoyo considerable en la confrontación a las situaciones presentadas, mediante destinación de recursos, formaciones y asesorías de expertos locales, al igual que el análisis estadístico de las variables presentadas en los hurtos.

A continuación se ampliara el primer componente a analizar, el hurto, desde su definición para contextualizarlo dentro del estudio, pasando por la importancia y manera en que se ha estudiado mundialmente, hasta los resultados presentados en la ciudad de Palmira al igual que las estrategias y formas en que se asume la problemática hasta el momento presente.

1.1 HURTOS

Para definir inicialmente se parte de la asociación a uno de los sinónimos directos de mayor concordancia y que expresa en grado amplio el sentido que se busca manejar dentro del estudio, por consiguiente se define de la siguiente manera:

La ejecución de un crimen por lo general tiene unos objetivos los cuales son motivo de evaluación en el criminal, antes de la comisión de su licito, ello está definido como “el objeto, la persona y el lugar” (1) ello da a lugar a la comisión del comportamiento delictual. Teniendo en consideración que para que exista un delito debe existir un lugar que se define como el área que contiene un rango de funciones relativamente restringido, potencialmente controlado por un solo propietario y a menudo identificado como una entidad física dentro de la comunidad. Y de acuerdo a este concepto, los lugares tienen un rango que va desde una micro escala tales como, la esquina de una calle o una parada de auto bus, hasta una escala mayor como un centro comercial. Existen otras teorías que dictan que todo fenómeno social depende del espacio donde sucede como lo puede demostrar la teoría de las ventanas rotas (2) que se basa en la premisa de que el crimen es el resultado inevitable del desorden en zonas donde prevalece el descuido, la suciedad y el maltrato a los bienes públicos.

Definiciones

“Definición de hurto consiste en la sustracción o apoderamiento, sin fuerza a las cosas ni violencia a las personas, de bienes muebles ajenos que tengan un valor de uso o de afección, sin el consentimiento del dueño o poseedor con ánimo de obtener provecho directo o indirecto, esto es, para sí o para terceros.”

“ROBO Conceptualmente: el robo es un hurto calificado por el empleo de violencia a las personas o a las cosas, en el proceso ejecutivo del delito o asegurativo de su producto. Todos los elementos componentes del hurto

(sustracción o apoderamiento, cosa mueble ajena, ausencia de consentimiento del ofendido y propósito de aprovechamiento económico o moral), concurren en el robo. A ellos se agrega la violencia, en orden a darle al hecho individualidad jurídica o a caracterizarlo como infracción específica dentro del mismo género, con la denominación propia de robo.” (3).

“Sustracción: Tanto quiere decir como apoderamiento ilegítimo. Consiste en la extracción de alguna cosa con clandestinidad o sin ella, de la esfera de custodia o poder de hecho del dueño o tenedor, para ser puesta bajo posesión del propio ladrón o de 'un tercero” (3).

“Mueble ajeno: este es el objeto material del delito. La acción material del hurto tiene que recaer sobre bienes muebles ajenos. Sobre inmuebles no puede haber hurto. Dado a que el hurto requiere para su corporización un desplazamiento físico de la cosa, y los inmuebles no 'son susceptibles de traslado material” (3).

Falta de consentimiento, de la víctima: El artículo 19 de la ley 4 del 43 alude, únicamente, a la ausencia de consentimiento del dueño: "sin el consentimiento del dueño", es la locución empleada en la disposición.

Propósito de aprovechamiento: Es este el elemento psicológico propio a la estructuración de la infracción. En la intención de beneficio de la cosa hurtada, sacándola del patrimonio ajeno para ser incorporada al del agente o al de un tercero o para usar indebidamente de ella, radica el factor doloso del acto (3).

3.1.1 HURTOS A NIVEL DE PALMIRA

Entre los resultados de hurtos a nivel de Palmira se encuentran datos consolidados desde el año 2006 hasta el 2012 en los informes de la fundación Progresamos y el observatorio, en ellos se puede destacar un crecimiento de los hurtos de manera lineal durante cada año donde hay en promedio de 104,79 hurtos anualmente. Teniendo en cuenta el indicador de variación de los hurtos, el cual nos dicta en que porcentaje crece o decrece el hurto con respecto al año anterior. Dicho indicador revela cifras alarmantes desde el año 2008 (4), que al pasar al año 2009 tuvo un incremento del 33% dando a entender que los hurtos incrementaron en una tercera parte en el transcurso de ese año. Si se asume que lo ocurrido fue tal vez un evento atípico donde cabe la posibilidad de que el evento sea pasajero, en el análisis dicho supuesto desaparece al demostrar que el hurto no disminuyó como en el caso del año 2007 (5) al 2008, que produjo un decrecimiento del 4% si no totalmente lo contrario generando un crecimiento del 4%, adicional a ese crecimiento se presenta otro aumento para los años 2010 a 2011 periodo que resulta preocupante y al parecer las medidas tomadas para el año siguiente (2012) surten efecto y generan una disminución considerable de 153 casos; gracias a esta interpretación se puede reafirmar la magnitud de la problemática presentada y de cómo se ha tenido un aumento de forma lineal y pese a haber tenido reducciones para el último año es necesario considerar la minimización de cantidad de ocurrencias desplegando pertinentemente los recursos disponibles como fuerza policial e inversión social.

Gráfico : Variaciones de casos de hurtos año 2006 al 2012. (Fuente: Construcción propia con datos de las publicaciones del OSCCC)

Corroborando en el Gráfico se logra percibir como los niveles de casos se han prolongado de una manera preocupante a partir del año 2009 donde se obtuvieron 446 casos reportados con respecto al año anterior (2008),

problemática que se ha seguido viendo en los años posteriores hasta el año 2012 donde se han logra gran progreso con respecto a los años anteriores donde ocurre una situación que es vista de manera oportuna para continuar con el resultado logrado y así reforzar las estrategias tomadas para ese año, sumando en lo posible como propuesta la metodología que se plantea en este estudio.

f

3.1.2 HURTOS A NIVEL INTERNACIONAL

Según el documento de que trata sobre el robo de vehículos en la ciudad de México, se mide o tiene como indicador el robo en términos económicos; es decir la cantidad de dinero que pierde la sociedad por causa de un hurto a un bien específico, este indicador permite clasificar el enfoque a atacar de los entes encargados de la seguridad con el fin disminuir el impacto económico que sufren los afectados provocado por la delincuencia. (6)

¿Qué opinan las personas y cómo valoran el desempeño de la policía?, ¿las actuaciones de la policía son un factor clave en el clima de seguridad o inseguridad? “Lamentablemente, en América Latina la información sobre estas dimensiones es escasa. Los estudios de opinión, una de las herramientas más útiles para abordar investigaciones sobre estos tópicos, suelen tener características técnicas muy limitadas: pocas preguntas, falta de sistematicidad, muestras muy pequeñas, que impiden un análisis desagregado según territorio y perfil sociodemográfico. En rigor, solo es posible cuando existen datos que reflejan dichas variables o campos de información. Sin duda, esto depende también de las líneas de investigación sobre la labor de policías y el rol de la policía en la coproducción de la seguridad.” (7)

En países como Chile se estableció el “índice de desempeño policial” es una construcción o medida estadística diseñada para poner de relieve cambios en la variable “percepción de desempeño”, con respecto al tiempo, situación geográfica. Este índice de percepción permite conocer la valoración de la sociedad, según perfiles, y se compone de tres variables:

- Si la persona hizo o no la denuncia.
- Satisfacción de las personas que denuncian, con la actuación de la policía después de denunciar.
- Satisfacción de las personas con la labor de la policía en su barrio

Estas tres variables se vinculan al desempeño policial y están altamente interrelacionados. Este índice fue creado por otros especialistas y aplicado en países desarrollados (7). Por último hay que tener en cuenta que realmente es más acertado medir el desempeño policial siempre en cuando la persona haya denunciado y dicha denuncia haya sido respondida satisfactoriamente.

Otro indicador de inseguridad es la percepción ciudadana ya que “Estudios (8) sugieren que el miedo es mayor a la probabilidad real de ser víctima, principalmente por el proceso de compartir experiencias traumáticas con relación al crimen entre amigos y familiares, y finalmente, por el papel que cumplen los medios de comunicación en la forma como se difunden las noticias” (9). La percepción de la ciudadanía genera unos impactos psicológicos que afectan la economía de un entorno, dificultando el desarrollo económico de una sociedad debido al incremento tanto de los costos indirectos como directos, dado a que debe haber una inversión en seguridad y por ello los negocios deben estar en la capacidad de generar las utilidades lo suficientemente grandes para atenuar el costo de capital. Y esto es causado por la estigmatización debido al miedo de que surja un posible robo o una pérdida de dinero que conlleve a la quiebra de una empresa.

3.1.3 HURTOS A NIVEL NACIONAL

Entre los delitos contra el patrimonio en el año 2011 la revista “criminalidad” (10) comunicó que la policía tuvo un total de 60.171 capturas en (las cuales representan el 27% del total). La modalidad que tuvo mayor impacto a nivel nacional fueron los hurtos a personas, con un total de 34.974 casos (58% del total) corroborando lo dicho en este trabajo sobre el impacto que tiene el hurto a personas respecto a otras modalidades, como se comprobaba en el Numeral IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE HURTOS CON MAYOR RELEVANCIA de este documento para el caso de Palmira, seguido del hurto a entidades comerciales, con 9.762 capturas (16%). Entre los mayores números de capturas por este título se encuentra la Policía Metropolitana de Bogotá, con una participación del 25% (14.783 capturas), seguida de la Policía Metropolitana de Medellín, con 4.125 casos (7%). Cabe de destacarse la importancia que tienen los hurtos a personas en el país debido a su gran participación sobre el total de delitos contra el patrimonio, ya sea en departamentos, municipios, comunas, barrios, etc., los casos en general pueden llegar a ser altos como lo es en el caso del municipio de Palmira (un crecimiento promedio de hurtos 104,79 anual).

3.1.4 IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE HURTOS CON MAYOR RELEVANCIA

Teniendo en cuenta información del observatorio de seguridad de la ciudad de Palmira la cual posee información organizada y estadística acerca de los hurtos de la ciudad, se efectúa un análisis que permite saber cuál es la situación más influyente en materia de hurtos, en razón de la víctima y el modo en que el agresor realiza el hurto. Considerando el informe del año 2010 (11) en el que se muestra uno de los aumentos considerables hasta la proporción de cantidades de hurtos que se encuentra en la actualidad. Se obtienen los siguientes datos para detectar la problemática más influyente en materia de hurtos en la ciudad. Según se muestra en el Gráfico .

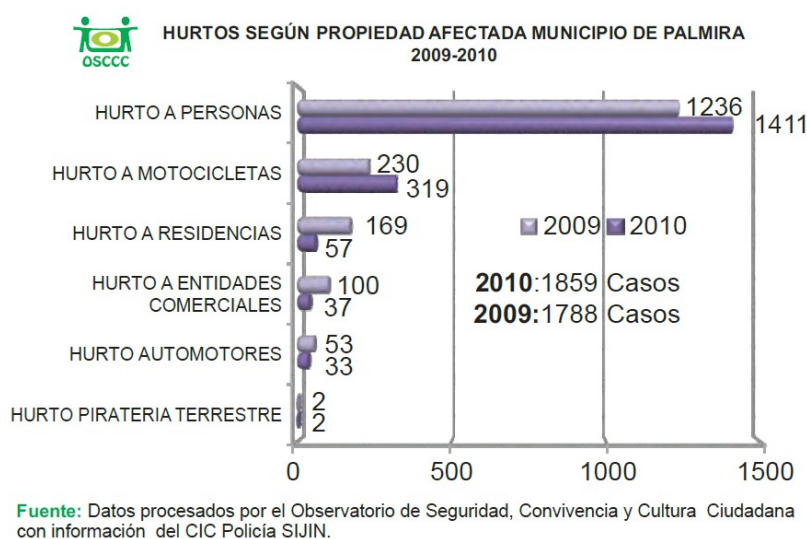


Gráfico : Hurtos según la propiedad afectada (Fuente: publicación del OSCCC informe 2010).

Como se observa en el Gráfico las propiedades más afectadas en el robo de hurtos son la personas y motocicletas que tuvieron un incremento desde (14% y 39% respectivamente) el año 2009 al 2010 y poseen una participación 76% y 17% respectivamente, siendo estas un 93% (la mayoría de los casos 1730). Estos robos se caracterizan por haberse efectuado en zonas públicas de la ciudad de Palmira donde la mayor relevancia de hurtos es a personas y poco a residencias, locales comerciales y vehículos de transporte. En cuanto al

vehículo utilizado o el modo en que se ejerció el hurto se muestra a continuación en el Error: Reference source not found3.

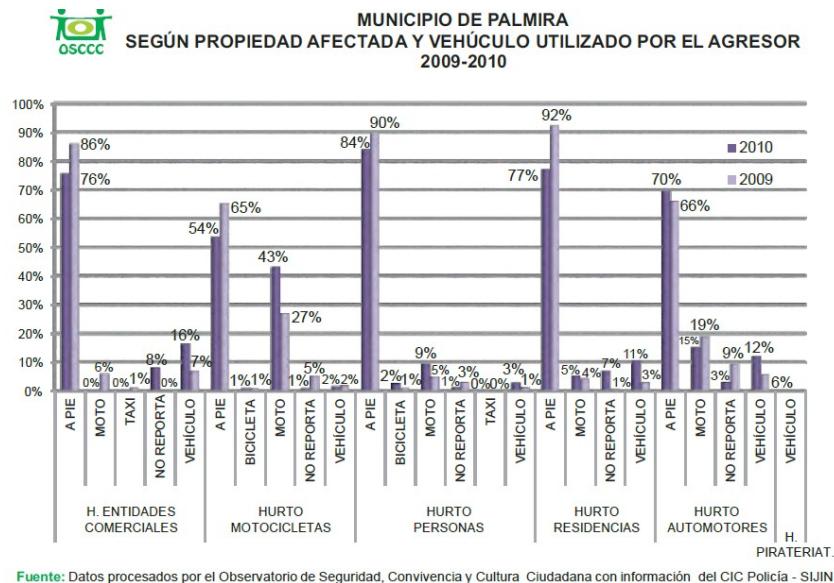


Gráfico : Hurtos según propiedad afectada y vehículo utilizado por el agresor (Fuente: publicación del OSCCC informe 2011).

En él se muestra como se llevará a cabo esos hurtos mostrados en el Gráfico a excepción del hurto de piratería ya que se desprecia al solo poseer dos casos en todo el año 2010 también se observa el porcentaje de participación de cada una de las modalidades (a pie, moto, taxi, no reportada y vehículo). La más sobresaliente son los hurtos a modalidad de “a pie” con el 78% (1450 casos) y el 15% se efectuó con motocicletas (279 casos) y el 3% usaron automóviles (64 casos) durante todo el año 2010.

Teniendo en cuenta el estudio del observatorio de seguridad y convivencia ciudadana se analiza que la mayoría de los casos fueron el hurto a personas con una participación del 78% de los casos de los cuales 65% fueron realizados “a pie”. De esta manera si se realizara un diagrama de Pareto (El diagrama facilita el estudio de las fallas en las industrias o empresas comerciales, así como **FENÓMENOS SOCIALES** o naturales psicosomáticos) o diagrama 80- 20. Dicho diagrama daría como resultado indiscutible de que el

fenómeno debe ser atacado bajo la propiedad de personas y motocicletas con la modalidad de “a pie” con un 73% (p1 y mot1) o a añadiendo la otra modalidad de ejecución del hurto “moto” (aumentaría un 14% más) se tendría un porcentaje del 87%. Todo ellos se comprueba en el siguiente diagrama de Pareto.

P1	
Mot1	
Mot2	Motocicleta
P2	Personas robadas donde
P3	Personas
Re1	
Ent1	

1.2 POLICÍA

Como segundo componente para la situación de la inseguridad se presenta al mediador directo que se encarga de confrontar a los generadores de inseguridad en cuanto a hurto se refiere; la fuerza policial se incluye en el análisis de la situación actual ya que tanto a nivel mundial como local es un estamento gubernamental que tiene la facultad de vigilar y ejercer presión sobre los generadores de inseguridad, amonestando, eliminando o empleando distintos medios establecidos para finiquitar con ese agente en particular. Pero esta labor requiere de un despliegue estratégico y una gestión adecuada, ya que cuenta con recursos limitados comparado con la población que debe cubrir, es por esto que se ve en la necesidad de priorizar lo que tiene disponible y los focos de atención a los que debe atender; estos factores inciden de manera importante para la metodología ya que son quienes se encuentran en el registro directo de los casos ocurridos, siendo esta la materia prima para el estudio, al igual que es el ente que finalmente espera los resultados de la metodología para apropiarlos en una estrategia pertinente, por esto, deben ser legibles y aprovechables, entregando información en valores aprovechables para los despliegues a realizar.

A continuación se presentan los aspectos más relevantes de la policía en distintos niveles para entender las necesidades y aportes que se deben responder con la metodología a desarrollar en el estudio.

La principal estrategia que resulta coincidente tanto nacional como internacionalmente es el acercamiento a la comunidad, resulta importante para la policía, contar con distintos medios y estrategias para comunicarse y retroalimentar lo referente a sucesos de seguridad ciudadana prevaleciendo la inmediatez en la captación de información y respuesta a los hechos, en el caso mundial se cuenta con distintas herramientas informáticas para esto, como es el caso de las plataformas digitales comunicadas vía internet y los medios de comunicación convencionales trasladados de una manera envolvente con el

entorno urbano, siendo el caso de sistemas de cámaras de vigilancia, monitoreo GPS (Sistema de Posicionamiento Global) y líneas de atención inmediata las cuales captan la información en un centro de monitoreo y respuesta a lo que sucede.

En el caso colombiano las plataformas facilitadoras instaladas no han seguido el ritmo vanguardista para seguir la tendencia mundial, por lo cual se opera bajo esquemas más modestos y se trabaja con información de registros, es decir, con tiempo prologando a la ocurrencia de los sucesos delictivos mediante datos de denuncias, apoyándose en medios que incursionan a su favor como los registros en video de cámaras de vigilancia o comunicaciones en noticiarios e inclusive el voz a voz de los habitantes del sector afectado.

Un aporte significativo al entendimiento de la situación actual es la diferencia de recurso con respecto a las organizaciones policiales de otros países, visto desde el motor económico y tecnológico con el que se cuenta, pero esto no es determinante ya que se exploran alternativas significativos, las cuales a continuación se exponen, entendiéndose como mecanismos y herramientas con los que cuenta la Policía Nacional de Colombia para desarrollar sus labores aprovechando los recursos directos y transversales que tiene disponibles.

3.1.5 PLAN INTEGRAL DE CONVIVENCIA Y SEGURIDAD CIUDADANA

Desde la Policía nacional se coordina una metodología para darle manejo a la temática de seguridad y convivencia ciudadana, que inicia con la consolidación del Plan Integral de Convivencia y Seguridad Ciudadana como respuesta de los planes de ordenamiento y de desarrollo estipulados desde el gobierno correspondiente a la vigencia de cada periodo presidencial (cuatro años); el plan integral parte de una convocatoria en la que se hacen partícipes las Alcaldías, Secretarías de Gobierno, la Defensoría del Pueblo, el Departamento Administrativo de Seguridad (D.A.S), Fiscalía, Cámaras de Comercio, el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (I.C.B.F.), Organismos de Prevención de Desastres, Secretaría de Salud, Representantes de Gremios, Unidades Militares y la misma Policía Nacional.

El evento da inicio a ponencias relativas a la problemática donde se exponen indicadores nacionales, internacionales y particulares de cada región del país, dando así un diagnóstico congruente a la situación que se presenta del cual parten los objetivos, metas e indicadores principales de los planes integrales desde los que se generará estrategias y acciones encaminadas. La participación ciudadana es vital para el desarrollo del plan ya que al igual que los demás actores puede exponer con evidencias la ocurrencia de sucesos o fenómenos que impacten en la convivencia y seguridad ciudadana, además de plantear propuestas que permitan solucionar esa problemática o las expuestas por los demás participantes.

La mecánica fundamental de las reuniones es el consenso en las decisiones que se tomen y ser consecuentes en que las estrategias formuladas impacten a la problemática y con los resultados que se buscan en los indicadores; una vez constatadas las acciones y estrategias se vinculan las responsabilidades a cada participante, encargando una gerencia, unos actores directos vinculados a las acciones, antes que retroalimenten los resultados parciales y la proximidad

a la consecución de los objetivos, al igual que la publicación de los resultados para la comunidad y los participantes involucrados.

3.1.6 SERVICIOS CIUDADANOS

La inclusión de este componente de las operaciones de la fuerza policial ayuda a entender la situación actual reconociendo las fuentes de información alternas a la denuncia de los sucesos ocurridos, las cuales pueden llegar a ser aprovechadas para estudios más avanzados en los que se pueda recopilar esta información.

Es la división de servicios en los que se maneja la comunicación con los ciudadanos, facilitando distintas plataformas, entre las más importantes se encuentran las siguientes:

3.1.6.1 ESPACIO VIRTUAL CON LA COMUNIDAD

Por medio de la página web de la Policía Nacional [se tienen dispuestos mecanismos de contacto como los siguientes entre los más relevantes:](#)

CAI Virtual: también conocido como el Centro cibernético policial donde se coordina la base de datos virtual de distintos casos, entre los que se especializa en la seguridad a vulnerabilidad virtual por medio de las tecnologías de la información entre los que se encuentran los medios con los que interactúan las personas como Internet, y artículos electrónicos.

Preguntas y respuestas: espacio donde se exponen las preguntas más frecuentes que se realizan con la respuesta adecuada; centrado en tramites con los organismos policiales, planes de acción frente a un hecho delictivo y procedimientos específicos frente a algún suceso.

Peticiones, quejas, reclamos y sugerencias: Sistema que permite al ciudadano cuestionar el funcionamiento de la organización en pro de su mejoramiento al igual que exponer anomalías al servicio prestado que pueda entorpecer y/o ralentizar el proceso de servir a la comunidad.

3.1.6.2 LÍNEAS TELEFÓNICAS

Este medio posee distintas variantes para llamadas de emergencia a un suceso de inseguridad; para denuncia de actos al margen de la ley que tenga conocimiento concreto; al igual que situaciones extorsivas de las que sea víctima el ciudadano. Este medio le permite a la policía aumentar la solides de la base de datos sobre cada caso en particular para dar con una solución pertinente a la investigación, partiendo de generar congruencias entre los datos obtenidos desde distintas fuentes y la acción inmediata al momento de conseguir un alto nivel certeza para actuar, dándole solución al caso.

3.1.6.3 ALIANZAS DE INFORMACIÓN

Las principales alianzas de información que se poseen como mecanismo indirecto de la participación de la comunidad están dadas con los medios de comunicación por su capacidad de difundir e indagar para presentar notas informativas; por otro lado se cuenta con entidades investigadoras como los Observatorios de Seguridad, Convivencia y Cultura Ciudadana (OSCCC) que se encargan de procesar estadísticamente la información dispuesta por la policía en materia de hurtos, homicidios, accidentalidad vial, entre otros; y presentan propuestas para los planes integrales fundamentados con un estudio estadístico de mayor envergadura que el realizado por ellos mismos.

Una de las herramientas de mayor uso y de buena relevancia es la utilización de mapas para referenciación geográfica de la problemática, planteando a resaltar focos de gran interés en donde se da lugar a una mayor proporción de ocurrencia de los sucesos, este producto generado por el observatorio trae como aporte altamente significativo a la fuerza policía en el conocimiento en concreto de cada uno de los sucesos ocurridos en materia de hurtos dejando a sus interpretaciones cómo priorizar el recurso con el que atienden a la problemática, al igual que evaluar las medidas tomadas durante periodos de tiempo anteriores mediante lo que reflejan los resultados presentados.

El gráfico 5 muestra uno de los insumos que se utiliza actualmente para el análisis de la ubicación de los hurtos en el entorno urbano, agregándole las ubicaciones de los cuadrantes donde se ubican los CAI's de la ciudad, para entender la congruencia de los resultados reales comparado con las estaciones de atención directa que se tienen disponibles.

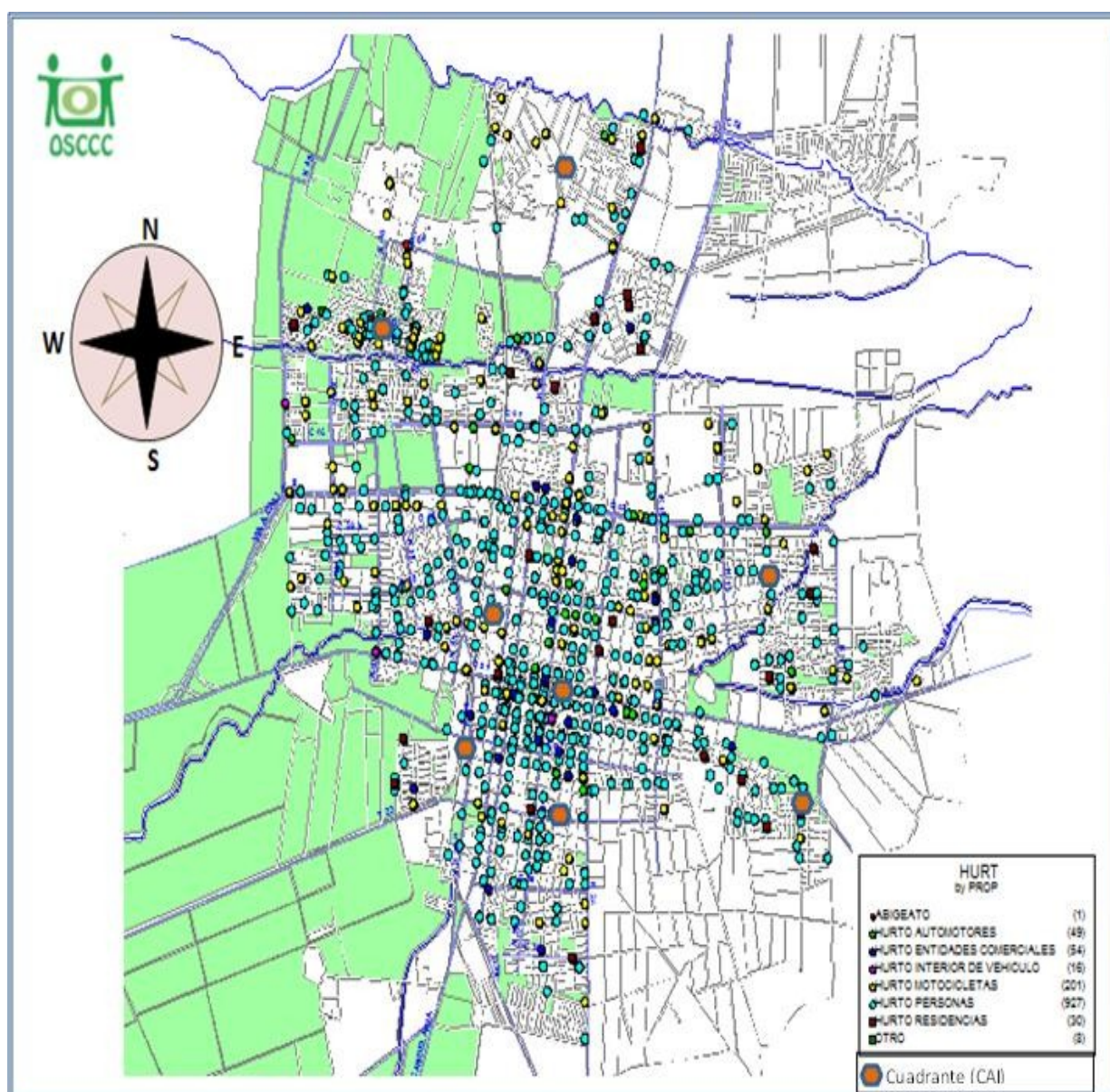


Gráfico : Mapa con los hurtos georeferenciados para el año 2012 con las ubicaciones de los cuadrantes policiales (publicado por el OSCCC 2013 agregando ubicación de cuadrantes para el estudio).

Por parte del análisis de tiempos se presenta igualmente consolidados generales en las publicaciones del OSCCC para cada año teniendo desgloses a días de la semana con más incidencia de hurtos como factor relevante de tiempo dentro de las publicaciones y posteriores socializaciones de información, aportando para el estudio formas de validación de los resultados de la metodología a emplear.

3.1.7 SISTEMA DE INFORMACIÓN ESTADÍSTICO DELINCUENCIAL, CONTRAVENCIONAL Y OPERATIVO SIEDCO

Coordinado por el Centro de Investigaciones Criminológicas (CIC) de la Dirección de Investigación Jurídica (DIJIN) de la policía nacional, es instrumento de apoyo fundamental para el monitoreo de la seguridad mediante la recolección de datos confiables que tienen como fuente principal las denuncias realizadas las cuales permiten desagregarse para consolidar bases fundamentales claras que habilitan la definición de problemas, identificación de causas y factores de riesgo; e igualmente generar despliegues de planes de acciones preventivas, además de brindar un seguimiento y evaluación de las acciones tomadas en distintos periodos de tiempo.

Además de los alcances convencionales de la policía se agregan entes externos que cumplen la función de soporte como resultan serlo los observatorios, entidades en su gran mayoría de origen privado con intereses encontrados en la seguridad y el bienestar de la comunidad a la que pertenecen, con el fin de que se tenga un ambiente apto para la presencia de generadores económicos importantes y estos a su vez tengan la tranquilidad de operar sin preocupación por la desagregación económica que se presenta con los hechos delictivos.

3.1.7.1 OBSERVATORIOS

Son básicamente centros investigativos adscritos a las cámaras de comercio que comparten el compromiso por el desarrollo integral de la ciudad o región a la cual estén en su objetivo, realizando estudios propios e integración de información pertinente de varias fuentes, por medio de alianzas con entidades gubernamentales y universidades para la realización de trabajos multidisciplinarios.

Enfoque fundamental de los observatorios es la seguridad humana, para lo cual busca Integrar estrategias de intervención y aumentar cobertura en la

prevención de prácticas de las diferentes tipos de violencias, estrategias, tomando como base la información obtenida de manera amplia, oportuna, relevante y confiable en materia de seguridad y convivencia ciudadana, con el fin de informar e incidir en la elaboración e instrumentación de políticas públicas para contribuir a la construcción de condiciones que permitan una mejor calidad de vida de los habitantes de la ciudad (Observatorio de Seguridad y Convivencia Ciudadana del Municipio de Juárez, Chihuahua, México)

El método de la Seguridad Humana contiene dos aspectos fundamentales que deben manejarse o aplicarse inseparablemente: uno es la necesaria caracterización del territorio o localidad en la que se trabaja, y el segundo es la obligación de conocer los antecedentes (12)”

La inseguridad urbana no se puede estimar teniendo en cuenta únicamente las cifras oficiales. Para una apreciación real del fenómeno es necesario incluir las variables fundamentales objetivas y subjetivas. Por ello, el Observatorio de la Seguridad utiliza tres indicadores: variación porcentual del número de delitos denunciados (cifras oficiales), la percepción ciudadana (nivel de miedo y riesgo), y la victimización (número de víctimas de hechos delincuenciales) (Observatorio de seguridad Bogotá).

De estos tres factores trabajados por el observatorio de Bogotá, actualmente hace falta por trabajar en el observatorio de la ciudad de Palmira los dos últimos a cambio de contar con el Comité Técnico de Estadística de Criminalidad, escenario de participación al interior avalado por el decreto 166 de marzo de 2004, operando a modo de reunión y con participación de autoridades con funciones de Policía Judicial o de gobierno (SIJIN, CTI, Fiscalía, Policía, Secretaría de Salud, entre otras) en periodos mensuales, teniendo por objetivo principal consolidar la información relativa a la inseguridad ciudadana, discutiendo propuestas orientadas a mejorar la seguridad en el Municipio.

Además de los observatorios que se encuentran asociados a las ciudades como intención privada desde las Cámaras de Comercio se encuentran organismos de cobertura amplia, como es el caso del Observatorio del delito de la policía nacional y el de la organización de los estados americanos (OEA).

3.1.7.2 EL OBSERVATORIO DEL DELITO

En el contexto nacional, la policía posee un observatorio propio el cual es coordinado a nivel nacional en respuesta a la aceptación y buena coordinación con los observatorios privados de las distintas ciudades y países que ha tenido la oportunidad de conocer.

Este observatorio es propio de la policía nacional, en el cual se recopilan las publicaciones más relevantes de tipo investigativa con diferentes orígenes, desde nacionales hasta internacionales, con estudios realizados desde las academias de países latinoamericanos y europeos en conjunto con la fuerza policial y gobierno.

A rasgos generales se busca publicar en las revistas del observatorio estudios que consiguieron resultados importantes y a la vez que resaltan las consideraciones de información contemporánea, como fenómenos actuales y la potencialidad informática que se puede aprovechar con antelación; en paralelo con los resultados a nivel nacional evidenciados en los estudios realizados por los observatorios de cada ciudad que convergen en un informe anual de la situación del país (13).

3.1.7.3 OBSERVATORIO HEMISFÉRICO DE SEGURIDAD DE LA ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS AMERICANOS (OEA)

Es referente en la gestión de los distintos observatorios al igual que para los gobiernos miembros de la alianza de los estados americanos, generando simposios y encuentros para la exposición de avances importantes al igual en paralelo se genera un compartimiento de casos de éxitos y situaciones particulares de los distintos países y ciudades en los cuales se puede encontrar

posibilidades de adaptar estrategias y tácticas al contexto singular que se necesite.

Este observatorio se encarga de realizar y exponer estudios que involucren a los países que conforman la OEA para manejar macro indicadores en materia de seguridad al igual que resultados emblemáticos de una investigación realizada en alguno de los países y que pueda servir de estrategia para los demás; por otro lado el plantel del observatorio ayuda a los países con situaciones particulares de seguridad, apoyando con los procesos que se vayan a adelantar con asesorías.

4 3.2.3.4. HERRAMIENTAS LEGALES CON QUE CUENTAN LOS FUNCIONARIOS JUDICIALES

La policía debe trabajar bajo un reglamento tanto interno como externo el cual le da potestad y alcance de su gestión, parámetro que debe tenerse en cuenta para las adecuaciones que sean posibles adaptar a su gestión, respetando parámetros de intimidad y derechos humanos de los ciudadanos que han sido vulnerados y de quienes son generadores de las situaciones de inseguridad ciudadana.

Desde lo judicial y legislativo se presentan las directrices y planes gestionados desde el gobierno como iniciativas populares y mecanismos de participación de los ciudadanos a través de las representaciones en Cámara de Representantes o iniciativas singulares, las cuales, teniendo como razón una solución o prevención de un problema de inseguridad exponen formas de atacar la problemática, como pueden ser: toques de queda, aumento en cobertura policial, creación o adecuación de infraestructuras de seguridad (CAI, dispositivos de alarmas), restricciones de movilidad y demás por el estilo, que según la importancia y la particularidad de la situación puede acogerse como un programa local e inclusive nacional.

4.1.1 ASPECTOS CLAVES DE LA METODOLOGÍA DESARROLLADA POR LA POLICÍA NIVEL NACIONAL Y LOCAL

Habiendo conocido el modo de operación de la policía y los participantes externos se logran resaltar varios aspectos importantes en cuanto al manejo del factor seguridad de los entornos urbanos y rurales en materia de hurtos, teniendo por hallazgos los siguientes aportes significativos para la construcción de la metodología.

Los estudios parten de una motivación socioeconómica por parte de los organismos privados y académicos impulsados por una necesidad por parte de los organismos gubernamentales en pro del bienestar de los ciudadanos y posteriormente la consolidación de desarrollo de proyectos que involucren obligatoriamente ciertos niveles de seguridad, resaltando las metodologías para el manejo de la problemática de seguridad y más específicamente en la temática de hurtos los siguientes mecanismos y herramientas:

Como fuentes de información principales se tienen las denuncias formales documentadas e informales que se realizan por medios diversos como la vía telefónica, virtual, voz a voz, y demás, que se catalogan para dar como resultado un consolidado que agrupe los datos más relevantes por cuantías, como ubicaciones, periodos de tiempo y fenómenos de gran ocurrencia.

La información es procesada para ofrecerse como publicaciones periódicas que presenten estadísticos en manera cuantitativa, gráfica y geográfica, para el público en general y evidenciarle a las autoridades como se encuentra específicamente la situación de seguridad en materia de cada eje problemático, como los hurtos particularmente (publicaciones del OSCCC con datos de la policía).

Con los hallazgos realizados, los observatorios realizan dos despliegues, el primero la difusión de los resultados que involucra reuniones y exposiciones de los resultados a las autoridades, y el segundo es la generación de propuestas o planes de acción propios que involucren un presupuesto para darle un manejo

adecuado a las situaciones preocupantes evidenciadas para ese periodo de tiempo en el que se está inmerso.

Realización de Planes de acción estratégicos: integrando diversas entidades en encuentros donde se expone la gravedad de problemática y se discuten sobre cuáles serían las mejores formas de actuar frente a la problemática, dejando por sentado el compromiso de las diversas autoridades y actores frente a lo que se instaure como plan.

La Policía aporta al estudio realizado en dos grandes sentidos, primero como a fuente de información directa de los registros de los casos de hurtos en la ciudad gracias a la base de datos SIEDCO y posteriormente es decisor con respecto a los resultados experimentados en los periodos de tiempo previos (publicaciones periódicas del OSCCC y reuniones) y según las recomendaciones como resultado de las distintas socializaciones, este esquema debe tenerse en cuenta al momento de sincronizar sus actividades con los aportes que se puedan generar con el estudio, además de las comparaciones y validaciones de resultados que se tienen disponibles con respecto a los datos comparativos publicados.

1.3 ENTORNO

El lugar como componente importante del análisis de la situación actual brinda el conocimiento o al menos la concepción de este parámetro para así mismo trasladarlo adecuadamente a la metodología, ya que desde la revisión de lo mencionado hasta ahora y lo que posteriormente se corroborará en el estado del arte que el estudio de los lugares generadores y fuentes de inseguridad son cruciales para entender el por qué los eventos delictivos y de inseguridad presenta varios componentes, que van desde la distribución de riqueza en la ciudad, su vulnerabilidad y la percepción del crimen, tanto por hechos cometidos efectivamente como el concepto colectivo en la comunidad; en otras palabras un lugar es tan inseguro tanto por los hechos que suceden concretamente al igual que como los ciudadanos mismos lo consideran.

El entorno urbano toma relevancia con la realización de estudios del orden sociológico y antropológico que por medio de encuestas y entrevistas a las comunidades vulneradas y a personas que de alguna manera se relacionan con el evento delictivo, a lo cual se denomina encuesta de percepción, aportando una medición de inseguridad según lo percibido por los ciudadanos, catalogando ciertos espacios de los entornos urbanos según su concepción de seguridad. Esta percepción se ve alimentada por varios parámetros, como lo son los sucesos registrados que han sido presenciados directamente o han sido conocidos de segunda mano, lo cual da una concepción inicial, que hace tener cuidado con el lugar, a esto se le afianza la importancia si los hechos delictivos se vuelven reiterativos, bien sea por entes motivadores tales como una concentración de riqueza llamativa y relativamente vulnerable, ausencia de entes reguladores de seguridad, organización del crimen y espacios físicos ventajosos para la realización de hurtos, por ejemplo una iluminación inadecuada adecuada, poca circulación de personas, jardines o zonas recreativas abandonadas o deterioradas; concretando estos factores se da como resultado un lugar propenso a la ocurrencia de situaciones delictivas, tanto por cómo se considera como realmente ha llegado a serlo.

Los lugares han sido estudiados desde distintas corrientes, por lo cual fundamentalmente se crean espacios satélites del ente regulador, que en el caso local son los Comandos de Atención Inmediata, conocidos por sus siglas CAI, que posee básicamente dos modalidades, una edificación física y una versión móvil que consta de un vehículo tipo casa rodante que hace la vez de comando a través de distintos espacios según los despliegues que se consideran pertinentes, claro está que no es asegurable que la distribución de estos puntos de control ha sido estructurada de una manera recíproca a los lugares de inseguridad que realmente necesitan de esa presencia.

Como se ha venido mencionando desde la introducción al componente de hurtos están los estudios como el de la teoría de las ventanas rotas (2) han sido eje de atención en como el diseño y la estructuración de los entornos urbanos predispone y propicia el cometimiento de hechos de inseguridad; teorías que evolucionan y van teniendo cada vez más aceptación y validación a través de resultados expuestos y conjeturas con las teorías que atribuyen a la pertinencia de tener en cuenta dichas variables.

En el caso americano se está contemplando una modalidad de abordar la importancia y las variables presentadas en el entorno conocido por sus siglas en inglés CPTED, Prevención del Crimen a Través del Diseño del Entorno (14), teniendo se en cuenta hallazgos psicológicos y la evolución de lo que se ha determinado enfocando los tres factores principales como víctimas, autores y la circunstancia favorable, encontrándose en esta última una doble partida entre medio y ente, dado el hecho de ser un parámetro que según sus características propias y el desempeño de los individuos en él se es considerado como inseguro o seguro, teniendo en cuenta factores como la arquitectura, la adecuaciones físicas y lo vistoso del lugar atribuye a que el lugar sea considerado el grado de cuidado que se tiene en este lugar y la importancia para la comunidad del mismo, que visto desde el punto de los delincuentes se interpreta inherentemente el grado de oportuno que es realizar un hecho delictivo exitoso por las posibilidades de encontrarse con obstaculizadores directos e indirectos, como el accionamiento de alarmas comunitarias,

despliegue de apoyo de vigilancia privada y la misma reacción de la comunidad.

Para la ciudad de Palmira la aproximación más concreta que se ha tenido en cuanto a análisis de percepción recientemente ha sido la Encuesta de Victimización realizada el año 2012 a cargo del Alto Consejero Francisco José Lloreda realizándola en conjunto con la ciudad de Cali, lo cual dio como resultado un diagnóstico inicial de interés en la problemática, y enfatiza en la baja cifra de denuncia con respecto a la sensación de inseguridad que tienen los habitantes, catalogando en un 25% de denuncias sobre los hechos estimados como totales ocurridos (15), esto en relación con una desagregación clara de los sitios de mayor inseguridad percibida no es claro, dado que los datos no llegan a ser tan específicos. Motivados por los resultados del ejercicio se calcula para el segundo semestre del año 2013 realizar una nueva encuesta de victimización exclusivamente para la Ciudad de Palmira, en la que se pueda manejar regularmente la variable de percepción en la medición del crimen y de la gestión ante la problemática; y con respecto al aporte a la metodología, la realización de esta encuesta brindaría una validación alternativa de qué tan aproximados están los lugares críticos que considera el modelo con respecto a lo que se tiene en la percepción ciudadana, y de esta manera saber que ubicaciones afines entre los dos estudios son prioritarias atender para mejorar las condiciones de seguridad ciudadana en mayor proporción.

Otro factor influyente es el “miedo” que se puede entender como el temor del crimen. “El miedo en la ciudad se narra y expresa como una dimensión social desprendida del uso y práctica del espacio vivido; se trata, digámoslo así, de un conjunto de operaciones productoras de miedo, cuya imagen se formula en un temor al otro. Pero cuando hablamos de espacios, lugares y sujetos, nos referimos a un conjunto de miedos acoplados a un imaginario social, desplegado en estereotipos y comportamientos sociales, adheridos a la memoria colectiva” (16).

El análisis de la problemática no debe ser observado por lugares sino también en una segunda dimensión, ya que tales fenómenos criminales también se

desenvuelven en periodos de tiempo donde se concentra los hurtos debido a intereses que coinciden con horarios específicos, los cuales se interrelacionan un objeto, una persona y un lugar. Otros conceptos de preocupación que afecta el entorno donde conviven las personas como la violencia (17). La violencia es el producto de una sociedad que se caracteriza por la desigualdad y la exclusión, sus consecuencias pueden ir desde la pérdida y daños de bienes, lesiones físicas y psicológicas, e incluso la muerte, se pueden encontrar respuestas propias de una percepción de la vulnerabilidad aturdimiento, sentimientos de soledad, angustia entre otros signos. Cuyos Efectos se pueden extender a la familia y a los vínculos interpersonales de la víctima. Reacciones que dependerán de la gravedad del hecho, el rol y función de la víctima, su edad, las circunstancias en que tuvo lugar el mismo, así como si el autor si es conocido o no (18).

Como diagnóstico inicial con respecto al análisis del entorno urbano para la ciudad de Palmira es muy poco lo que se ha explorado a comparación con las herramientas y alternativas vigentes aplicadas en otros países y que se están comenzando a contemplar, siendo una labor que depende de encuestas generalizadas y mecanismos paralelos para inferir una posible percepción de los ciudadanos, al igual que llamadas informales por las líneas telefónicas con las cuales aún no se ha establecido un mecanismo directo para captar estas variables y atender a lo que se considera dentro de este estudio como Lugares Críticos de Inseguridad desde la tendencia del análisis de la percepción, además de las herramientas y estrategias planteadas por la policía nacional y el comando local, que ha sido producto de la adaptación y lectura de los resultados registrados en los informes del observatorio y las diferentes reuniones propias y en las que participan entes externos en calidad de asesores, dejando finalmente en ellos la decisión de cómo seguir manejando el entorno dentro de lo que consideran posible y certero.

Retomando los abordajes académicos, se considera prudente y viable la posibilidad de generar una aproximación adecuada con la información disponible en la determinación de lugares críticos con lo que se ha evidenciado

y adelantado con herramientas de la ingeniería, permitiendo desde el estudio de hurtos cometidos y denunciados la construcción de una metodología que permita adaptar y nutrir una programación de lugares de inseguridad en materia de hurtos desde una postura netamente ligada a los hechos ocurridos pero que a su vez resulte comparable con la concepción de prioridades que se maneje en la actualidad, con la diferencia de que el resultado se encuentra refinado y delimitado de tal manera que el ideal comparativo estaría entre las coincidencias magnas entre la concepción y los hallazgos del estudio, lo cual exige a que la metodología vaya más allá del manejo de históricos de sucesos, trabajando con los resultados un análisis de patrones presentes en cómo operan y se trasladan las ocurrencias de hurtos en los lugares.

Enlazando este numeral con los anteriores que componen el análisis de la situación actual se destaca que en pro a los abordajes establecidos desde lo académico, los estudios de percepción abocan a la posibilidad de manejar entornos dinámicos, alimentándose progresivamente con forme evoluciona la realidad en cuanto al desarrollo urbanístico, modificaciones de infraestructura en orden de lo funcional y estético, parámetros que resultarían a futuro comprobables desde una estructuración de espacios inseguros con forme los datos captados son ingresados al modelo, esto permite comprobar como el diseño del entorno urbano junto a un despliegue preventivo ante hechos de inseguridad contribuyen a un ambiente urbano más seguro y así mismo de manera indirecta una percepción de seguridad, seguida de una recuperación de espacios que se consideraban perdidos por la cohibición por temor a hechos inseguros cometidos en dichos lugares, en otras palabras las condiciones cualitativas deben tenerse en cuenta para el análisis de los resultados de los modelos que se desarrollen para que así mismo se genere un producto de valor integral para las autoridades y expertos en la problemática.

5 ESTADO DEL ARTE

El estado del arte se encuentra dividido en dos partes, la primera es la revisión académica multidisciplinaria que es necesaria para la validación de las variables de lugares y periodos de tiempo en las que se fundamentan los esfuerzos de ingeniería para el desarrollo de los modelos dentro de la metodología. El segundo componente es el consolidado de los artículos más importantes que se revisaron en las bases de datos para la realización del estudio.

1.4 ACADEMIA

En el ámbito académico se han realizado numerosos estudios en diversas ciencias como lo son la criminología, la perspectiva policial, la psicología y hasta la ingeniería; cada una trata temas diferentes teniendo como objetivo atenuar y erradicar la problemática de la inseguridad para lo cual se poseen despliegues, herramientas y adaptaciones de su conocimiento al que más se ajuste, bien sea el individuo, el entorno o la ocurrencia misma de los sucesos.

Las investigaciones que se han llevado a cabo en las distintas escuelas del conocimiento través del tiempo en el tema de los hurtos han planteado como horizonte la predicción del hurto para antecederse y poder detenerlo o simplemente aumentar la dificultad para los entes que generan estas actividades con el fin de disminuir su incidencia. Las inclinaciones de dichos trabajos se enfocan en la identificación de lugares de hechos o intervalos de tiempo donde ocurren los hurtos.

Para tener un inventario de como la academia aporta al abordar los distintos fenómenos relacionados con los hurtos y la inseguridad se ha planteado separar en tres grandes grupos de conocimiento para el estudio que se está realizando, teniendo los grupos de criminología, psicosocial y la ingeniería, los cuales serán expuestos a detalle en cuestión de sus desarrollos, formas de abordar y los aportes significativos para la consolidación de una metodología de periodos y lugares críticos de inseguridad bien sustentada desde lo académico.

Los aportes de las ramas de Criminología y Psicosocial son detallados en el anexo 11.4 ya que a pesar de no ser de la academia fundamentada en la que se está realizando el estudio generan aportes significativos para el entendimiento de la problemática y la construcción de la metodología

5.1.1 INGENIERÍA

Otros ámbitos en los cuales se ha ido abarcando el estudio de los componentes de la inseguridad y el crimen, ha sido en el campo de las ciencias exactas y en la aplicación de las mismas, que visto desde el grupo académico de la ingeniería, presenta influencias de los estudios económicos y empleo de medición estadística de la problemática se ha visto en la necesidad y responsabilidad de aportar con la generación de ideas y adaptación del conocimiento aplicable a las variables que componen las situaciones de inseguridad.

Para esto, se han desarrollado analogías con el fin de poder utilizar herramientas de forma en que pueda ser aplicadas contundentemente, entre las cuales se encuentran investigaciones en el ámbito comercial y de ingeniería (19), como lo es usar técnicas de pronósticos econométricas al igual que otras propias de la ingeniería industrial que generaban resultados similares para predecir las posibles tendencias de crimen bajo la analogía de que la incidencia del crimen es netamente la búsqueda de un lucro y por ello las técnicas econométricas buscan hacia qué dirección se dirigen estos comportamientos delictuales a través del tiempo y determinar si dichas incidencias poseen una tendencia predecible y observable con el fin de atacarlas o antecederse y por ende generar una mejor distribución de recursos policíacos.

Entre otros estudios realizados en estas temáticas se han encontrado la aplicación de modelos de teorías de juegos, el cual es un modelo de interacción entre criminales y policía, con el supuesto dado de que el objetivo del criminal es encontrar algún lucro de las acciones que realizan. Básicamente el modelo lo que busca es maximizar el costo de los agentes del crimen y minimizar el costo que incurren los agentes policiales por la criminalidad existente, todo ello teniendo en cuenta todas las variables que participan en la teoría de juegos.

Otros estudios en la identificación de lugares y periodos de tiempo, tienen en cuenta el pensamiento humano en donde la delincuencia tiene un comportamiento determinístico y no aleatoria, ni probabilística, en este sentido la criminología busca predecir el comportamiento del ser humano y con ello poder anticipar sus preferencias en cuanto a tiempo y lugares, con la finalidad de realizar una captura. En cuanto a lo dicho la ciencia de la ingeniería logra realizar una analogía en cuanto al pensamiento humano y su comportamiento con el fin de utilizar las redes neuronales como técnica cuantitativa para lograr predecir la tendencia de los criminales en términos de lugares y periodos de tiempo.

Generando una convergencia entre las academias más importantes que se están centrando en el manejo de las problemáticas de la inseguridad asociada a los hurtos se logra encontrar que es necesario desarrollar herramientas que sean acordes al momento presente, a la vez, que contemplen la parte psicosocial para el entendimiento del modus operandi y la percepción de la seguridad; mientras se genera una metodología que pueda cuantificar y prevenir la ocurrencia de los sucesos teniendo como parámetros ideales los lugares y espacios de tiempo en que se desarrollan.

Dentro de la situación actual se logra relucir como se está manejando la situación de la seguridad a nivel mundial y local, permitiendo conocer los aspectos más importantes a tener en cuenta y así mismo atenderlos, con los parámetros, restricciones y supuestos que llevan implícitos; a la vez que se logra validar la posibilidad de abordar la situación desde las herramientas de la ingeniería, teniendo como precedente los casos de estudios relativos ya desarrollados, además de la existencia de herramientas puntuales para conseguir determinar periodos de tiempo y ubicaciones de las ocurrencias de inseguridad en materia de hurtos, teniendo además, fuentes de datos a disposición por parte de los observatorios y la base de datos SIEDCO para generar una metodología apropiada y de esa manera ofrecer un análisis ciertamente innovador y provechoso para las autoridades y analistas de la situación de inseguridad por la que atraviesa la ciudad de Palmira.

5.1.2 CADENA DE VALOR

La estructuración de las organizaciones como cadena de valor resulta útil para comprender el funcionamiento de cada uno de sus componentes y como cada uno aporta a la generación de valor y la prosperidad del sistema; desde una perspectiva de entendimiento de la inseguridad urbana, se realiza el ejercicio de estructurar bajo la cadena de valor a los generadores de inseguridad y hurtos en las ciudades como si fuese parte de una organización delictiva tal como se sugiere en el artículo de Cortés Yofre y Parra Rodolfo (19), para así comprender cada uno de sus eslabones y reconocer el impacto de manera prospectiva de lo que puede ocurrir al ejercer una estrategia enfocada a disminuir y/o erradicar esta problemática; más específicamente en cuanto al aporte y las consideraciones frente a la concepción de periodos y lugares críticos de inseguridad en materia de hurtos generados en la ciudad y de tal manera generar estrategias que vayan más allá para anular o disminuir el efecto de las actividades realizadas por estos entes.

El gráfico 6 representa las estructuras convencionales de la cadena de valor en las organizaciones.

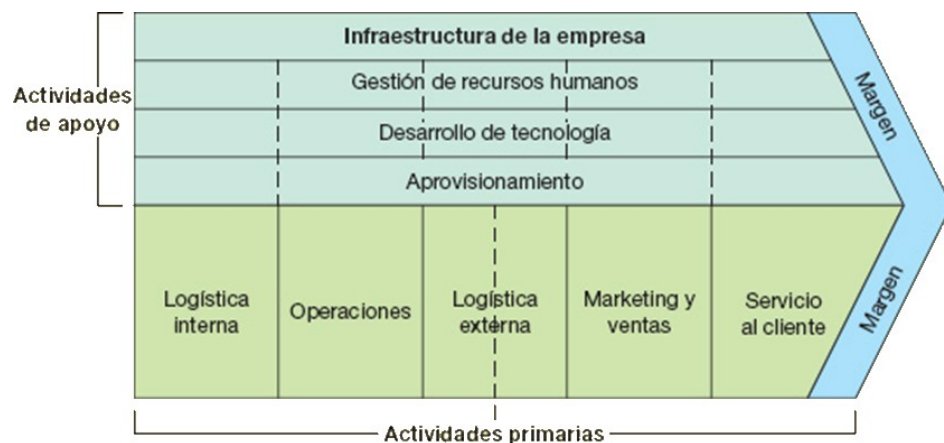


Gráfico : estructura gráfica de la cadena valor en las organizaciones.

A continuación se explica la asociación a la estructura de cadena de valor del fenómeno de la inseguridad urbana a nivel nacional, que resulta igualmente

valido para entender la problemática local de la cual se está desarrollando la metodología; se tiene como fuerte factor la influencia del mercado de sustancias ilegales manejadas desde el narcotráfico y como esta actividad afecta el entorno urbano y es una de las razones fundamentales que ocasionan los sucesos de hurtos a personas, siendo estas actividades parte de su cadena de valor en la que convergen con particulares en la forma de operar para generar estos sucesos.

Por otro lado se sale del contexto llevar a la analogía componentes de la cadena de valor como el desarrollo tecnológico y el servicio al cliente ya que se requiere de información más precisa que para efectos del estudio no generan un aporte significativo como el que tiene el conocimiento de los demás eslabones que finalmente impactan con la seguridad urbana materializada en actividades ligadas a los hurtos a personas.

Direccionamiento estratégico:

Objetivos estratégicos de los organismos narcotraficantes y “agremiaciones” criminales para maximizar las ganancias, vinculadas directamente con el mercadeo, manteniendo y ampliando su territorio de venta, promover la venta y consumo de los productos.

PROCESOS MISIONALES

Logística interna:

Coordina las entradas necesarias para la producción de los estupefacientes en el caso del narcotráfico, involucrando laboratorios artesanales, la gestión de transporte de las materias primas desde cultivos ilícitos hasta los sub-transportes que se tienen entre las elaboraciones en laboratorios a destinos de empaque en dosis y su posterior comercialización directa.

En el caso del crimen directo al hurto se entienden como la provisión de las herramientas, insumos y medios necesarios para cometer los delitos, yendo desde lo más simple como un objeto contundente o una navaja que se puede

conseguir sin restricción alguna, hasta armas de fuego, vehículos y/o mecanismos sofisticados que poseen procedencia dudosa o delictiva por sus restricciones de adquisición lo que indica una cadena de abastecimiento delictiva fuerte que circula entre las adquisiciones ilegales producto de hurtos y el abastecimiento con estos bienes para cometer más delitos y ampliar sus ingresos, en otras palabras las mismas entradas de bienes hurtados se clasifican y destinan entre la utilidad para las actividades que desarrolla la organización y la generación de valor al adquirir a bajo costo los bienes u obtener ganancias desproporcionadas con la venta de dichos bienes.

Operaciones

Dentro de las operaciones se agrupan en grandes rasgos los componentes necesarios para la generación del producto final que se comercializa, los grupos son los siguientes:

Cultivos ilícitos: siembra, cosecha y envió de estas materias primas a la transformación en laboratorio.

Aprovisionamiento de las sustancias químicas: bien sea por medio convencional para las que no tienen restricciones de compra o por medios ilícitos al tratarse de sustancias limitadas involucrando todo un despliegue logístico de recursos para conseguirlo.

Transformación: consta de procesos químicos para la transformación de los materiales a la base y producto final posterior que se vende.

Empaque: separación de las raciones de producto terminado según se vaya a distribuir (consumidores directos, clientes no finales y destinos internacionales).

Logística externa

Involucra los procesos necesarios para la distribución y comercialización del producto, incluyendo la distribución desde el laboratorio en que se produce el estupefaciente, la bodega de almacenamiento, la administración de “Ollas”

(puntos de venta dentro de los territorios que manejan) y la distribución del producto a los detallistas, conocidos como jibaros para el caso del micro-tráfico.

Los componentes de la logística externa de estas organizaciones se diferencian al patrón general que emplean las organizaciones convencionales, en cuanto al manejo y administración de cada uno de los eslabones, debido a que existe una clara posesión o al menos sincronía en lo que comunica un proceso a otro, permitiendo una protección general del sistema y tomar medidas para el aprovisionamiento según sean las condiciones que se presenten actualmente en alguno de los entornos y la mismas dificultades y riesgos presentes que influyan en el desempeño de las labores de transformación del producto.

Marketing y ventas

Esta labor se presenta por medio de degustaciones e influencias indirectas que van teniendo las personas hacia el producto, a su vez el hecho de que sea considerado como tabú dentro de del sentido de lo correcto en la sociedad incentiva a que haya una necesidad por interactuar con él, con respecto a la recompra las condiciones del producto generan gran trabajo, ya que al ser un producto psicoactivo y estupefaciente genera una necesidad química de volver a consumir, haciéndose cada vez mayor hasta generar una dependencia, lo que hace que la labor en marketing no sea tan extenuante para esta organización.

PROCESOS DE SOPORTE

Aprovisionamiento

Productos básicos elaborados (Bases, Cocaína, heroína, marihuana, etc.), sustitutos farmacéuticos e industriales para la producción del producto final o comercialización dentro de su misma cadena de suministro; este abastecimiento está compuesto por materias primas provenientes de la parte agrícola que dentro del territorio nacional son considerados cultivos ilícitos; por otro lado se presentan las sustancias químicas necesarias para la

transformación las cuales generalmente requieren de una regulación previa a la adquisición, lo cual indica que desde el aprovisionamiento se están generando hechos delictivos lo cual demuestra que desde este punto se está agregando valor a la organización.

Adicionalmente al proceso que facilita las entradas, son necesarios mecanismos que permiten la acumulación del capital desde un enfoque al sustento de los procesos misionales y refuerzo del logro de los objetivos con procesos que dispongan adecuadamente de unas condiciones necesarias, en el caso del crimen organizado se encuentran actividades como la territorialización y desterritorialización, proceso que consta de conquistas de territorios urbanos para la venta del producto, involucrando guerras entre las organizaciones las cuales requieren de métodos violentos y herramientas para ellos, como lo son las armas blancas, de fuego, objetos contundentes y logística para desplegar defensas y ataque contra las organizaciones que compiten y ante el mismo ente policial; en otras palabras el objetivo es proteger los puntos de venta y generar las condiciones para tener nuevos mercados.

Paralelamente se pueden agregar unidades económicas que van relacionadas a la organización de la cadena de valor, en las cuales se consideran los centros de recolección de productos hurtados, conocidos popularmente como “deshuesaderos”, lugares claves en que los delincuentes llevan lo que han logrado hurtar para obtener la retribución económica bien sea directa o indirecta en la negociación del bien en cuestión para disponer de sus ingresos en necesidades personales que en su gran mayoría corresponde al consumo de sustancias psicoactivas, por lo cual se puede incluir dicho proceso dentro del soporte de la organización, ya que permite un ingreso adicional, fortalecimiento de los territorios a la vez que generar prosperidad en sus clientes para que consuman los productos.

Recursos humanos

La gestión humana a través de la cadena de valor se ve envuelta por relaciones de afinidad como lo son los barrios de residencia y la similitud entre

las actividades que desarrollan, llevándoles a ser parte de la organización bien sea para las actividades desarrolladas en los lugares de expendio o en la elaboración y el transporte mismo del producto, además se incluye al agente delictivo que ocasiona las situaciones de inseguridad bien sea por acto de necesidad para consumir u otra finalidad, además de los efectos causados al generar presencia.

Salidas del Sistema

Se encuentran los productos esperados para los consumidores finales, no necesariamente los consumidores son los que los compran directamente, ya que pueden ocurrir procesos de distribución y venta por fuera de su cadena lo que implica la externalización del negocio, permitiendo llegar indirectamente a territorios externos sin desplegar tanta logística ya que no corre por cuenta de ellos.

CONSIDERACIONES ADICIONALES

Analogía de producción push por el mismo consumo del producto y necesidad de los clientes que han llegado a depender de él hacen posible que el esquema productivo se maneje bajo este modelo, es decir que se produzca en función a la capacidad y no tanto en función de la demanda a satisfacer, ya que finalmente todo se consume, no se trata de un bien perecedero o de un producto que haya tenido un estudio de mercado o un pronóstico convencional como es el caso de otros productos, pero igualmente como se menciona previamente, el marketing y la publicidad tan inherente que tiene el estupefaciente es tan fuerte que permite dichos resultados mediante un desempeño bajo el esquema push, contrario a las nuevas tendencias que apelan por una producción bajo las necesidades del cliente netamente, Pull lo cual se puede entender por la misma escases y a la vez competencia entre estas organizaciones por abastecer al mercado, estos resultados se pueden evidenciar en el fortalecimiento del grupo o banda como tal, desde la cantidad

de integrantes hasta la capacidad de sus operaciones en el aprovisionamiento del producto en cada vez más territorios y más consumidores.

El hecho de que las organizaciones deban asegurar su permanencia y manejen el esquema de territorios y la violencia como medio para conseguirlo, están en la posibilidad de utilizar esos mismos medios para generar otros medios de ingreso como lo son tipos de hurtos premeditados y elaborados, teniendo armas para su realización, en otras palabras lo que se entiende como unidad de negocio alterna son generadores tanto de capital para la misma organización como generadores de inseguridad en materia de hurtos y en materia de otros parámetros como los posibles homicidios y extorciones.

Teniendo presentes los aspectos más importantes de la cadena de valor, se presenta en el gráfico 7 el esquema que ha dado como resultado para este tipo de organizaciones, encontrando resaltadas las actividades importantes para la inseguridad en materia de hurtos a nivel urbano, las cuales posteriormente se analizarán más a fondo con respecto al impacto que se debe generar identificando los periodos y lugares críticos de inseguridad en los que participan para así mismo conocer cómo se afecta toda la cadena en función de las estrategias que puedan surgir con la información obtenida, debido a que estos componentes relacionados con los hurtos son los que generan valor para la organización y la reincidencia en la comisión de estos actos delictivos.

CADENA DE VALOR DE LA ORGANIZACIÓN QUE APORTA A LA INSEGURIDAD EN MATERIA DE HURTOS

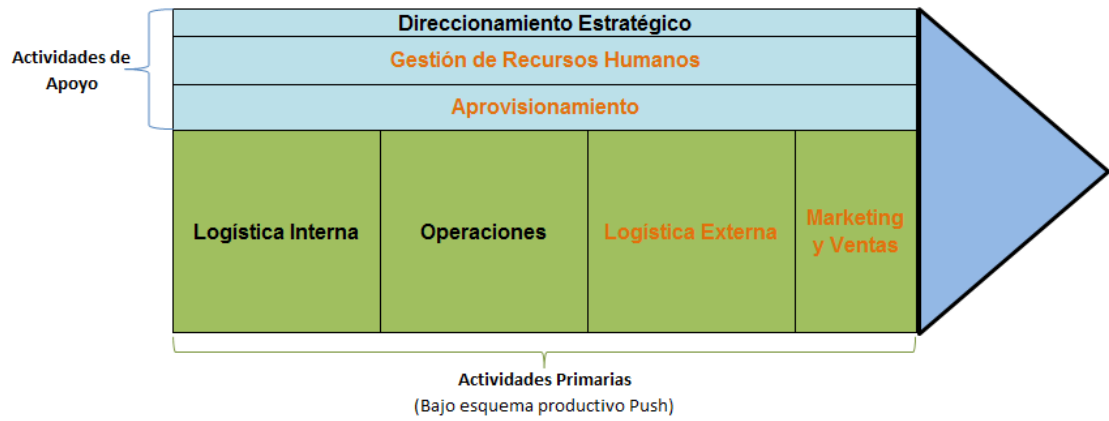


Gráfico : Esquema de la cadena de valor de la organización que incide en la inseguridad en materia de hurtos en entornos urbanos. (Elaboración Propia)

1.5 CONSOLIDADO DE ARTÍCULOS de mayor aporte al estudio

“EL ROBO DE VEHÍCULOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO” Vilalta Perdomo Carlos j., 2009, Gestión Política Pública Volumen 20, México.

En ese artículo se analiza los patrones espaciales y temporales del delito de robo de vehículos en la ciudad de México. Realizando un enfoque analítico que permite que la detección probabilística de hotspost (Puntos Críticos) y la predicción de promedio de robos por día de la semana de acuerdo con cada delegación de la ciudad. Todo ello se realizó hasta donde lo permite la confiabilidad de los datos, teniendo en cuenta los errores muestrales. Los hallazgos se discuten en relación con acciones de política pública para la prevención y reducción en la incidencia de este delito. Los resultados obtenidos demostraron que el robo de vehículos tenía un comportamiento estable en análisis mensuales y anuales en cambio cuando se analiza en comportamientos diarios y semanales se encuentran variaciones importantes para el estudio. De esta manera se detecta que el robo de automóviles posee una lógica geográfica y temporal parcialmente predecible.

“MÉTODOS ECONOMETRICOS PARA EL PRONÓSTICOS DE DELITOS EN EL GRAN SANTIAGO” Toledo Astudillo Rodrigo, 2005, Universidad de Chile, Chile.

Su objetivo es probar cuan efectivos pueden ser los modelos multi-ecuacionales del tipo vectores auto regresivos (VAR) y los modelos de sistemas de ecuaciones, para desarrollar pronósticos de corto plazo de delitos, aplicado a la comuna de Santiago en el período que comprende el primero de enero de 2001 y el 30 de junio de 2004. Se reanalizaron los estadísticos para encontrar patrones de tendencia, estacionalidad y variación cíclica para periodos de tiempo mensuales, semanales y diarios. También se usaron métodos de pronósticos clásicos como suavización exponencial con tendencia, estacional, simple y con Estacionalidad Aditiva. Se encontró que La distribución de delitos en los distintos cuadrantes de la comuna de Santiago tiene

características distintas, es decir, no presentan los mismos patrones de comportamiento a lo largo del tiempo. Y por ellos es conveniente realizar proyecciones para cada uno de los cuadrantes o clusters. En términos de pronósticos la utilización de uno u otro modelo de predicción, dependerá del cuadrante que se está analizando no existiendo un único modelo que permita generar las mejores proyecciones para todos los casos.

“CARACTERÍSTICAS DE LA VIOLENCIA HOMICIDA EN BOGOTÁ”, Formisano Michel, 2002, Economía-Uniandes, Colombia.

El objetivo de este trabajo fue realizar un análisis adecuado, tanto en el tiempo como en el espacio, de las particularidades y determinantes de la violencia homicida en Bogotá. Para llevar esto a cabo, el artículo es pionero en la utilización de Indicadores Locales de Asociación Espacial (I de Moran y C de Geary), buscando encontrar los determinantes de los homicidios en Bogotá, explicar la existencia de zonas con elevadas tasas de homicidio y establecer cuáles son las políticas más adecuadas en pro de la disminución de los homicidios. Para este fin, se construyen mapas y se hace uso de la econometría espacial. La utilización de esta metodología econométrica es fundamental en el estudio de eventos que toman lugar en un espacio determinado, ya que incorpora una variable de contigüidad (rango de vecindad para los puntos establecidos), la cual es ignorada con otras metodologías. Adicionalmente la econometría espacial permite determinar qué variables explican el contagio y la difusión de los homicidios; bien sea la tasa de homicidios *per se* o las diferentes variables explicativas del modelo econométrico, lo cual lleva a recomendaciones de política totalmente diferentes.”

“BUILDING A COMPUTER MODEL FOR CRIME TREND PREDICTION IN NIGERIA”. Emeka C. E., Oknokwo O. R, Osuagwu O. E., 2012, International Journal of Academic Research Vol. 4, Azerbaiyán.

“Cuando muy pocos recursos se destinan a la lucha contra la delincuencia y la prevención, la criminalidad aumenta con la factura asistente en la sociedad, pero cuando los recursos son demasiados y son asignados al control de la delincuencia, el desperdicio se produce y otros sectores vitales se ven privados

de los recursos necesarios. Por lo tanto, el gobierno necesita una herramienta para predecir la tendencia futura del crimen. En este trabajo, un modelo de redes neuronales que utiliza múltiples capas Perceptron (MLP) para predecir la tendencia de la delincuencia que se han desarrollado y los datos policiales disponibles se utilizaron para simular la tendencia de la delincuencia en los próximos 50 años. Hubo una fuerte correlación positiva entre la salida del modelo y el conjunto de datos de Policía.

“MODELIZACIÓN Y PREDICCIÓN DE SERIES DE TIEMPO FINANCIERAS UTILIZANDO REDES NEURONALES” Maradona Gustavo, Balacco Hugo, 2011, Económica Volumen 57, Argentina

El objetivo perseguido en el presente trabajo lo constituye la modelización y predicción de series temporales financieras utilizando redes neuronales. Al respecto, se optó por trabajar con una red neuronal con dos capas ocultas, una capa para la función umbral lineal y otra para función arco-tangente. Igualmente, ha resultado importante la aplicación de estas metodologías en el modelado y predicción de series económicas y financieras reales con el fin de ganar una mayor experiencia en su uso, ya que, tal como lo señalan Granger y Teräsvirta (1993), no hay suficientes indicios que permitan determinar cuáles modelos podrían ser los más adecuados en la representación empírica de relaciones económicas (20).

“NARCOMENUDEO: UN NEOLOGISMO PARA DESCRIBIR LA VENTA DE ESTUPEFACIENTES” Cortés Yofre Luis, Parra Rodolfo, 2011, DIALNET OAI Articles, Colombia.

Se enfoca en adaptar definiciones empleadas en el estudio de organizaciones formales como es el caso de la mezcla de mercado para entender la mecánica del narcomenudeo y cómo influye en el entorno urbano “Los comportamientos de los actores involucrados en la compra, venta y consumo de drogas ilícitas propician alteraciones a la convivencia pacífica de los habitantes de esos sectores, tanto en su ámbito individual como colectivo.”, aportando a la construcción de la cadena de valor presentada en este estudio y sus implicaciones en el desarrollo de sus actividades mientras se da una

transformación del entorno urbano ocasionando finalmente una percepción y una inseguridad real.

“MODELO APLICADO DE TEORÍA DE JUEGOS PARA EL ESTUDIO DEL CRIMEN EN LA VÍA PÚBLICA” Lobato José L., Weber Richard, Figueroa Nicolás, 2009, Revista Ingeniería de Sistemas, Chile.

En este trabajo se plantea un modelo de teoría de juegos que emula la interacción entre criminales y policías en la vía pública. El modelo se basa en teoría de juegos en una red de transporte, en donde las rutas de la red simulan a las opciones de delitos disponibles y los flujos a los criminales, los cuales pueden actuar organizada o desorganizadamente. El juego supone efectos de congestión en las rutas tanto por un aumento de flujo (criminales) o por la asignación de recursos policiales. La metodología fue probada utilizando datos reales de la localidad, específicamente denuncias de delitos de la Región Metropolitana. Además, se realiza un análisis de robustez de la metodología planteando diferentes escenarios de modelación. Los resultados se analizaron con base a los parámetros de calibración del modelo y a los resultados de las asignaciones óptimas de recursos policiales. Este abordaje ha servido dentro del estudio para tener consideraciones en la construcción de la metodología y en búsqueda de herramientas que contengan parámetros propios del fenómeno en su consideración, como es el caso de entender las opciones de delito y los flujos de sucesos por cómo pueden comportarse en el entorno urbano, además da a entender ciertos factores posteriores que se pueden emplear para el aprovechamiento de los resultados de los modelos, planteándolos tanto como recomendaciones para ejercicios posteriores como para el entendimiento de ciertos patrones presentados en los datos generados.

“IMPUTATION OF TIME SERIES DATA VIA KOHONEN SELF ORGANIZING MAPS IN THE PRESENCE OF MISSING DATA” M. A. Malek, S. Harun, S. M. Shamsuddin, I. Mohamad, 2008, World Academy of Science, Engineering and Technology Vol. 17

En el estudio se explica cómo se puede emplear la técnica de mapas de Kohonen para generar clústeres naturales para la aplicación en estaciones

climatológicas; el aporte significativo que genera el artículo es la comprobación de que los mapas de Kohonen generan clústeres desde un algoritmo claro y basado en el patrón de aprendizaje de los datos que adquiere, al igual que el aporte en la formulación del modelo y adaptación de los conceptos para lo que se desea desarrollar dentro de la metodología.

A continuación a manera de resumen se presentan en una tabla los artículos que brindaron mayor aporte a la realización del trabajo de grado entre los mencionados previamente, desde los fundamentos hasta los aspectos cruciales que han dado el sentido al estudio realizado.

Autor	Año	Aporte al Trabajo de Grado
Toledo Astudillo Rodrigo	2005	Demuestra la importancia de manejar la variable de tiempos de ocurrencias de los delitos y la aplicación de métodos de pronóstico a la vez que se sectorizan los estudios por cuadrantes desglosados.
Formisano Michel	2002	La importancia de analizar las variables de tiempo y espacio junto con las particularidades y determinantes de la violencia en una ciudad.
C.E. Emeka, O.R.Okonkwo, O.E. Osuagwu	2008	Se da a conocer que la aplicación de modelos de redes neuronales para el estudio del crimen brinda aportes significativos a la vez que resulta acertado el abordaje.
Pérez Chavarría Miguel Ángel, Hidalgo Silva Hugo Homero, Ocampo Torres Francisco	2001	Presenta los algoritmos básicos para aplicar redes neuronales a estudios de predicción de series de tiempos.
Cortés Vargas Yofre Luis, Parra Cely Rodolfo	2011	Aporte a la construcción avanzada de la cadena de valor para entender a los generadores de la inseguridad ciudadana como organización
M. A. Malek, S. Harun, S. M. Shamsuddin, I. Mohamad	2008	Realiza la generación de clústeres por medio de mapas de Kohonen, además de dar a conocer las bases para la formulación de este tipo de modelos.

Tabla : Resumen de artículos más influyentes en el estado del arte para el estudio realizado.

6 MARCO TEÓRICO

Para la construcción de los modelos utilizados dentro de la metodología desarrollada en el estudio se tienen en cuenta dos grandes pilares académicos: el análisis espacial y el temporal, entendidos dentro del trabajo de la siguiente manera.

EL ANÁLISIS ESPACIAL:

Comprende modelos teóricos formulados matemáticamente para cuantificar la variación geográfica en un entorno. De esta manera es indispensable proyectar como el entorno evoluciona con el tiempo y poder identificar cuáles son los factores en el medio, que contribuyen a la aparición de los fenómenos delictivos (6). “El comportamiento criminal en el espacio es una aproximación geográfica al estudio del crimen el cual explícitamente considera la distribución geográfica de las oportunidades para el crimen y los aspectos sociales, económicos, físicos y psicológicos en el comportamiento espacial criminal. Esto conlleva que un sitio en particular congregue una mezcla de oportunidades que identifican a ese lugar en concreto”

EL ANÁLISIS TEMPORAL:

También llamado series de tiempo comprende los métodos que ayudan a interpretar datos que se distribuyen a través del tiempo, de esta manera extraer información representativa que me permitan modelar comportamientos secuencialmente con el objetivo de realizar proyecciones a futuro, las cuales pueden tener comportamientos de tendencia, variación estacional, variación cíclica y variación aleatoria.

“La predicción del crimen se ha usado como cualquier problemática en donde se tiene datos en una serie de tiempo. La técnica más utilizada para esto son las redes neuronales en reemplazo de técnicas de series de tiempo tradicionales” (21).

1.6 REDES NEURONALES

Son modelos simplificados de las redes biológicas. Que tratan de extraer las excelentes capacidades del cerebro para resolver ciertos problemas complejos como: visión, reconocimiento de patrones o control moto-sensorial (22)

“Entre las aplicaciones más comunes de las RNA (redes neuronales) están: el reconocimiento de patrones, regresiones no lineales, procesamiento de señales, modelos financieros, aproximación de funciones, control, predicción de *series de tiempo*, etc.” (23) .

Normalización de los datos

Todos los datos de entrada para la aplicación de cualquier modelo referente a redes neuronales deben de estar normalizado ya que estos modelos trabajan con variables de este tipo. En otras palabras los valores deben estar comprendidos entre 0 y 1. Para ello se debe de tener desde un principio todos los datos a utilizar en el modelo para así identificar entre ellos el dato mayor y el menor. La normalización de los datos sigue la siguiente formula

$$x_t = \frac{a_t - \text{Min}}{\text{Max} - \text{Min}}$$

Ecuación 5. Para Normalizar datos

Dónde:

a_t = son los valores orginales de la serie de tiempo

Min=valor mínimo de la serie de tiempo

Max=valor máximo de la serie de tiempo

x_t =serie de tiempo normalizada (valor entre 1 y 0)

Una vez que los modelos de redes han terminado con el procesamiento de los datos estos generan los valores finales de manera normalizada. Por ello es menester desnormalizarlos para obtener el resultado real del modelo. Para ello se usa la siguiente formula.

$$b_t = z_t * \text{Max} - \text{Min} + \text{Min}$$

Ecuación 5. Para Desnormalizar datos

b_t =valores desnormalizados que generan los modelos de redes neuronales

Min=valor mínimo de la serie de tiempo

Max=valor máximo de la serie de tiempo

zt=valor generado por el modelo de redes neuronales (entre 0 y 1)

Ventajas de las redes neuronales

Las redes neuronales artificiales ofrecen ventajas como:

- **No linealidad:** el procesador neuronal básicamente es no lineal y, por consecuencia, la red neuronal también.
- **Transformación entrada-salida:** el proceso de aprendizaje consiste básicamente en presentar a la red ejemplos y modificar sus pesos sinápticos de acuerdo con su respuesta. Aprende, por lo tanto, una transformación entrada/salida.
- **Adaptabilidad:** la red tiene la capacidad de adaptar sus parámetros aun tiempo real.
- **Tolerancia de fallas:** debido a la interconexión masiva, la falla de un procesador no altera seriamente la operación.

- **Analogía con las redes biológicas:** esto permite la utilización mutua del conocimiento de las dos áreas,

Modelo de una neurona artificial

La *neurona* es la unidad de información fundamental en una red neuronal. En la Ilustración se muestra el modelo de una neurona artificial. Donde J son el número de valores de entrada, i representa el número de neuronas

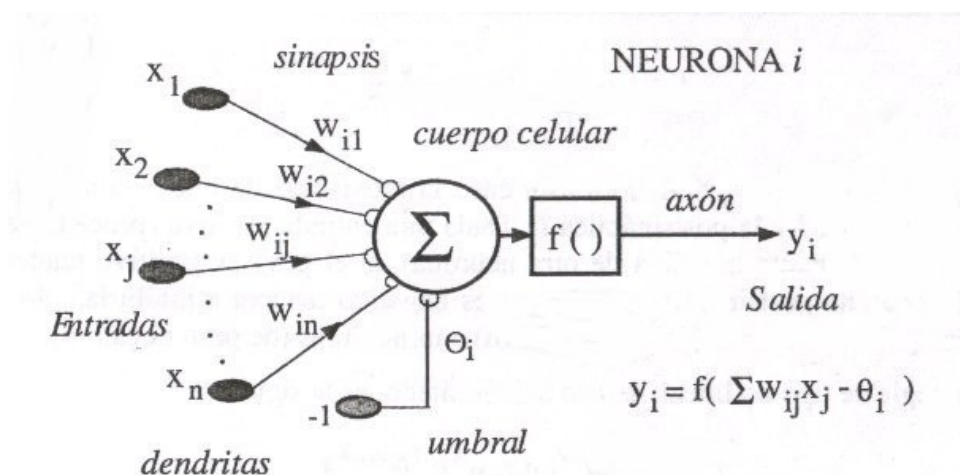


Ilustración : modelo de neurona estándar.

Se denomina **procesador** elemental o neurona a un dispositivo simple de cálculo que, a partir de un vector de entrada procedente del exterior o de otras neuronas, proporciona una única respuesta o salida. Los elementos que constituyen la neurona de etiqueta i son los siguientes (24).

x_j = Entradas de la red neuronal, artificial (valores entre 0 y 1). Las entradas representan las dendritas de una red neuronal biológica.

w_{ij} = Es la matriz de pesos de la red neuronal $j \times i$. Representa la sinapsis de una red neuronal biológica.

y_i = Es el resultado de la red neurona final de la red neuronal artificial en la neurona i . Representa el estímulo final o respuesta de una red neuronal biológica.

θ_i = Es el valor que define el tope el cual debe tener $\sum_{j=1}^m w_{ij}x_j$ para que el estímulo se considere positivo o negativo. Si es positivo es porque supera el umbral, y es negativo porque es inferior al umbral

Punto de suma de entradas: aqui se realiza la combinación lineal o suma de todas las entradas multiplicadas por sus correspondientes pesos w_{ij}

Función de activación F (...): es una función, que puede ser lineal o no lineal,

que limita el rango de la salida de la neurona i

Umbral: es un valor formado por una entrada fija e igual a -1, multiplicado por

los pesos w_{i0}

ECUACIONES:

a. Acumulación:

$$h_i(t) = \sum_{j=1}^m w_{ij} x_j$$

Ecuación 5. Acumulación

b. Función de activación:

$$y_i = F(h_i(t))$$

Los pesos w_{ji} son parámetros escalares que se van ajustando según la aplicación de una regla de aprendizaje de manera de cumplir con la relación entrada/salida y la función de activación se selecciona de acuerdo al objetivo del problema y a los valores que se requiera en la salida del problema (20)

Función de activación o función de transferencia

La selección de la función de activación $F(\dots)$ depende del criterio del investigador y del problema en estudio. A continuación en la Tabla se muestran los diferentes tipos de funciones de activación que aplica el modelo

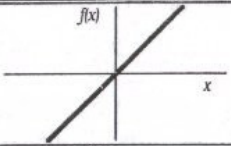
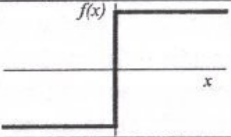
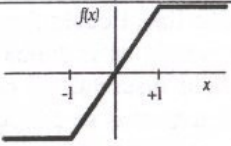
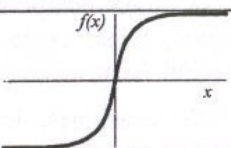
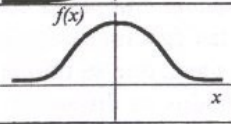
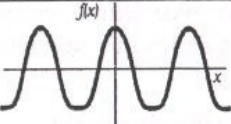
	Función	Rango	Gráfica
Identidad	$y = x$	$[-\infty, +\infty]$	
Escalón	$y = \text{sign}(x)$ $y = H(x)$	$\{-1, +1\}$ $\{0, +1\}$	
Lineal a tramos	$y = \begin{cases} -1, & \text{si } x < -1 \\ x, & \text{si } -1 \leq x \leq 1 \\ +1, & \text{si } x > 1 \end{cases}$	$[-1, +1]$	
Sigmoidea	$y = \frac{1}{1 + e^{-x}}$ $y = \text{tgh}(x)$	$[0, +1]$ $[-1, +1]$	
Gaussiana	$y = Ae^{-Bx^2}$	$[0, +1]$	
Sinusoidal	$y = A \sin(\omega x + \varphi)$	$[-1, +1]$	

Tabla : Funciones De Activación habituales.

Función lineal: Cuando la entrada de la función de activación es igual a la salida.

Función de escalón: Cuando la salida de este tipo de función de activación pueden ser 1 o 0. Se usa para problemas de clasificación.

Función lineal a tramos: Cuando su salida está entre -1 y 1. Si los valores de entrada son mayores a 1 la respuesta de la función es 1 y si son menores a -1 el valor de salida es -1.

Función Sigmoidea o logística: Empleada cuando “su salida comprende valores entre 1 y 0. Es la función de activación más usada en redes neuronales y se recomienda para problemas de predicción” (20) . Esta fue la función que se utilizó para alimentar el modelo

Función Tangente Hiperbólica: Es semejante a la función sigmoidea, pero su salida está entre -1 y 1. Se utiliza con frecuencia en redes multicasas.

Función gaussiana: Su rango esta entre 0 y 1. Se utiliza en redes neuronales de función base radial, las cuales pueden aplicarse a problemas de predicción.

Aprendizaje

Es la etapa en el que la red neuronal se ajusta o se entrena para que sus valores de salida se han los más parecidos a los valores esperados

“La red neuronal aprende variando sus parámetros, en particular los pesos

sinápticos w_{ji} y el umbral de polarización θ . El aprendizaje es un proceso por el

cual los parámetros se adaptan, por la interacción continua con el medio ambiente. El tipo de aprendizaje está determinado por la forma en que se realiza dicha adaptación. Este proceso implica la siguiente secuencia de eventos” (22):

- La red neuronal es estimulada por el medio ambiente.
- La red neuronal ajusta sus parámetros.
- La red neuronal genera una nueva respuesta.

Cuando se constituye un sistema neuronal, se parte de un cierto modelo de neurona y de una determinada arquitectura de red, es decir que previamente se deben plantear el número de valores de entrada (o el número de dendritas de la red), el número capas ocultas y el número de neuronas que tendrá dichas capas ocultas y el número de valores de salida, y Establecer los pesos

sinápticos w_{ji} iniciales como nulos o aleatorios. Para que la red resulte

operativa es necesario entrenarla, lo que constituye el **modo de aprendizaje**.

(24) La función de aprendizaje se define de la siguiente manera:

$$w_{ijt+1} = w_{ijt} + \Delta w_{ij}(t)$$

El proceso de aprendizaje es totalmente **iterativo**, actualizándose los pesos una y otra vez, hasta que la red neuronal alcanza el rendimiento deseado.

Paradigmas de aprendizaje. Es la forma como las redes neuronales interactúan con el medio, los cuales son:

- Aprendizaje supervisado: “un maestro” guía de la red. La misión del algoritmo es ajustar los pesos de la red de manera tal, que dado un conjunto de entradas las salidas proporcionadas por la red neuronal

deberían coincidir lo más posible con las salidas especificadas del patrón de entrenamiento.

- Aprendizaje no supervisado: los pesos son modificados únicamente en respuesta a las entradas de la red, es decir no están sujetos algún objetivo especial. Estos algoritmos tienen como misión realizar algún tipo de agrupamiento debido a que aprenden a categorizar los patrones de entrada en número finito de clases.
- Aprendizaje híbrido: en este caso, coexisten en la red los dos tipos básicos de aprendizaje, el supervisado y el no supervisado. Los cuales tienen lugar normalmente en distintas capas de neuronas.
- Aprendizaje reforzado: en el proceso de entrenamiento es importante distinguir entre el nivel de error alcanzado al final de la fase de aprendizaje para el conjunto de datos de entrenamiento, y el error que la red ya entrenada comete ante patrones no utilizados en el aprendizaje, lo cual mide la capacidad de **generalización** de la red. Interesa más una buena generalización que un error muy pequeño en el entrenamiento, pues ello indicaría que la red ha capturado correctamente la tendencia subyacente en los datos.

Algoritmo de aprendizaje corrección del error

Se considera que se debe aprender a asociar p pares de entrada y salida, x_{ju} y

t_{iu} $\{1 < u < p\}$ donde la vector x_{iu} representa una entrada que debe dar como

valor final (y_i) un valor de salida denominado t_{iu} . Para generar tal valor se

debe encontrar la matriz de pesos w_{ij} que optimice la red neuronal.

La presencia de un ambiente estocástico implica la necesidad de utilizar una descripción probabilística. Considerando la siguiente señal de error (22):

$$e_i = (t_{iu} - y_{iu})$$

Ecuación 5. error simple

Donde el (E) error cuadrático medio para obtener la matriz w_{ij} óptima se presenta de la siguiente manera:

$$E_{w_{ij}} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (t_{iu} - y_{iu})^2$$

Ecuación 5. error cuadrático medio generalizado para el modelo de redes neuronales

“el aprendizaje usualmente se planteara como un procedimiento para alcanzar el conjunto de pesos óptimo” (24) De este modo, un algoritmo de aprendizaje para el asociador lineal debería obtener un conjunto de pesos que minimicen esta expresión del error.

Sujeto
$$w_{ijt+1} = w_{ijt} + \Delta w_{ij}(t)$$

Ecuación 5. Actualización de los pesos de la red

Donde
$$\Delta w_{ijt} = \eta \cdot e_{it} \cdot x_{iu}$$

Donde η es un factor de aprendizaje entre 0 y 1

$$w_{ijt+1} = w_{ijt} + \eta \cdot e_{it} \cdot x_{iu}$$

Prosiguiendo

$$w_{ijt+1} = w_{ijt} + \eta \cdot (t_{iu} - y_i(t)) \cdot x_{iu}$$

Por último la formula se desglosa totalmente en:

$$w_{ijt+1} = w_{ijt} + \eta \cdot (t_{iu} - w_{ij}(t)x_{iu}) \cdot x_{iu}$$

1.7 EL PERCEPTRON MULTICAPA (MLP)

“Las redes multicapas son aquellas que disponen de un conjunto de neuronas agrupadas en varios (2,3, etc.) niveles o capas. En estos casos, una forma para distinguir la capa a la que pertenece una neurona, consistirá en fijarse en el origen de las señales que recibe a la entrada y el destino de la señal de salida.” (25)

“los perceptrones multicapa (MLP, por sus siglas en inglés) parecen ser la arquitectura de redes neuronales artificiales más utilizada para la predicción de series de tiempo no lineales” (26). Si añadimos capas intermedias (ocultas) aun perceptron simple, obtendremos un perceptron multicapa. Esta arquitectura suele entrenarse mediante el algoritmo denominado retropropagacion de errores.

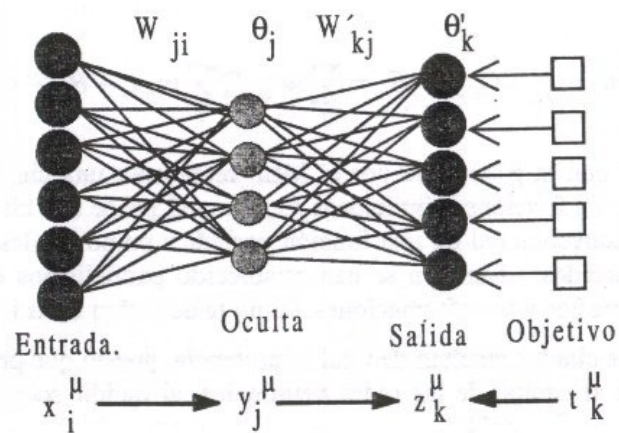


Ilustración : Arquitectura de un MPL.

Denominaremos a las entradas x_i a las entradas de la red, y_i las salidas de la

capa oculta y z_k a las salidas de la capa final; t_k serán las salidas objetivo

(target). Por otro lado, w_{ij} son los pesos de la capa oculta y θ_j **sus umbrales**,

w'_{kj} son los pesos de la capa de salida y θ'_k **sus umbrales**. La operación MPL

con una capa oculta y neuronas de salida lineal se expresa matemáticamente de la siguiente manera. (24).

La ecuación de las neuronas ocultas j es:

$$y_j = f(\sum_i w_{ij} x_i - \theta_j)$$

Ecuación 5. salida de las neuronas ocultas

Siendo $f(.)$ de tipo sigmoideo, como lo son las siguientes ecuaciones:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

Ecuación 5. función de activación sigmoideo con un rango entre 0 y 1

$$f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} = \tanh(x)$$

Ecuación 5. función de activación sigmoideo con un rango entre -1 y 1

La ecuación de las neuronas de salida k serán:

$$z_k = \sum_j w_{kj} y_j - \theta_k$$

Por último se reemplaza y_j para desglosar la formula totalmente

$$z_k = \sum_j w_{kj} \left(\sum_i w_{ji} x_i - \theta_j \right) - \theta_k$$

Ecuación 5. salida general del perceptron multicapa

Aprendizaje por retropropagación de errores

“es la generalización del algoritmo para perceptron continuo cuando se tiene múltiples capas popularmente utilizado para la solución de problemas de clasificación y pronostico” (20)

Una solución para entrenar los nodos de las capas ocultas pertenecientes a arquitecturas multicapa la proporciona el algoritmo de retropropagación de errores o BP (24).

Sea un MPL de tres capas, cuya arquitectura se presenta en la Ilustración 2, las entradas, salidas, pesos y umbrales, la operación global de esta arquitectura se expresa del siguiente modo.

$$z_{k\mu} = jw'_{kj}y_{j\mu} - \theta'_{\mu} = jw'_{kj}f(w_{ij}x_i - \theta_j - \theta'_{\mu})$$

Las funciones de activación de las neuronas ocultas $f(h)$ son del tipo sigmoideo con “h” el potencial postsináptico o local a la función con que se parte el error cuadrático medio se muestra a continuación.

$$E(w_{ij}, \theta_j, w'_{kj}, \theta'_{\mu}) = \frac{1}{2} \sum_{\mu} [t_{k\mu} - f(jw'_{kj}y_{j\mu} - \theta'_{\mu})]^2$$

“La minimización se lleva a cabo mediante el descenso por el gradiente, pero en esta ocasión habrá un gradiente respecto de los pesos de la capa de salida y otro respecto a los de la oculta”.

Si la actualización está en función del número de iteraciones “t” y depende de

un factor de aprendizaje ε , entonces, la actualización se definirá como los

pesos actuales de la red de la capa oculta sumado la derivada parcial respecto a dichos pesos, y los pesos de la capa de salida sumado la derivada parcial respecto a dichos pesos como se muestra a continuación:

$$w'_{kjt+1} = w'_{kjt} + \delta w'_{kj}$$

Ecuación 5. Actualización de los pesos de la capa de salida

$$w_{jit+1} = w_{jit} + \delta w_{ji}$$

Ecuación 5. Actualización de los pesos de la capa oculta

Entonces para hallar los valores de $\delta w'_{kj}$ y δw_{ji} tales que minimicen el error

cuadrático medio. Se debe de hallar la derivada parcial del error cuadrático

medio respecto a los pesos w'_{kj} y w_{ji} y remplazar los valores respectivos para

la actualización. Se define las derivadas parciales como:

$$\delta w'_{kj} = -\epsilon \partial E \partial w'_{kj} \quad \delta w_{ji} = -\epsilon \partial E \partial w_{ji}$$

Donde las expresiones de actualización de los pesos se obtienen solo teniendo en cuenta las dependencias funcionales y aplicando adecuadamente la regla de la cadena.

$$\delta w'_{kj} = \epsilon \mu \Delta'_{k\mu} y_{j\mu}, \text{ con } \Delta'_{k\mu} = [t_{k\mu} - f(v'_{k\mu})] \partial f(v'_{k\mu}) \partial v'_{k\mu}$$

Ecuación 5. Gradiente de la capa de salida

$$\delta w_{ji} = \epsilon \mu \Delta_{j\mu} x_{i\mu}, \text{ con } \Delta_{j\mu} = (k \Delta'_{k\mu} w'_{kj}) \partial f(v_{j\mu}) \partial v_{j\mu}$$

Ecuación 5. Gradiente de la capa oculta

“En estas expresiones está implícito el concepto de propagación hacia atrás de los errores que da nombre al algoritmo. En primer lugar se calcula la expresión

$\Delta'_{k\mu}$, denominaremos señal de error, por ser proporcional al error de la salida

actual de la red, con el que calculamos la actualización $\delta w'_{kj}$ de los pesos de la

capa de salida. A continuación se *propagan hacia atrás los errores* $\Delta'_{k\mu}$ a

través de la red, proporcionando así las señales de error $\Delta_{j\mu}$, correspondiente a

las sinapsis de la capa oculta; con estas se calcula la actualización δw_{ji} de las

sinapsis ocultas” (24).

Etapas de un proceso de una red multicapa

1. Establecer aleatoriamente los pesos y umbrales iniciales ($t=0$)
2. Para cada patrón μ del conjunto de aprendizaje

2.1. Llevar a cabo una fase de ejecución para obtener la respuesta de la red

ante el patrón μ -esimo

2.2. Calcular las señales de error asociadas $\Delta'_{k\mu}$ y $\Delta_{j\mu}$

2.3. Calcular el incremento parcial de los pesos y umbrales debidos a cada

patrón μ

3. Calcular el incremento total (para todos los patrones) actual de los pesos

$\delta w'_{kj}$ y δw_{ji}

4. Actualizar los pesos y umbrales.

5. Calcular el error actual. $t=t+1$, y volver al paso 2 si los resultados no son satisfactorios

1.8 MODELO DE MAPAS DE KOHONEN

Los mapas de Kohonen fueron desarrollados a lo largo de la década de los ochenta por el físico finlandés Teuvo Kohonen, de entre las clases de problemas del mundo real en los que han demostrado su eficacia: clasificación de patrones, cuantificación vectorial, reducción de dimensiones, extracción de rasgos, monitorización de procesos, análisis exploratorio,. (24)

En este modelo, las neuronas se organizan en una arquitectura unidireccional de dos capas la primera es la capa de entrada o sensorial, que consiste en M neuronas, una por cada variable de entrada, que se comportan como buffer, distribuyendo la información procedente del espacio de entrada a las neuronas

de la segunda capa. Las entradas son muestras estadísticas $x_t = R_m$ de espacio sensorial. El procesamiento se realiza en la segunda capa que forma el

mapa de rasgos que consiste en una estructura rectangular de $n_x \times n_y$

neuronas. Se etiquetan las neuronas M de entrada con el índice k ($1 \leq k \leq m$), y

las $n_x \times n_y$ neuronas del mapa con un par de índices $i = (i, j)$ ($1 \leq i \leq n_x, 1 \leq j \leq n_y$).

Cada neurona k está conectada a todas las neuronas (i, j) del mapa mediante

el peso sináptico w_{ijk} .

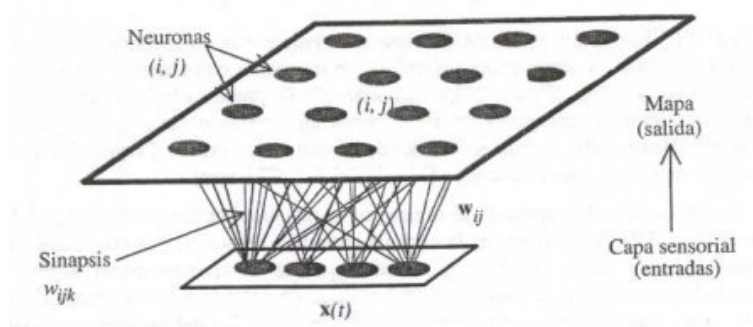


Ilustración 3: Representación gráfica de la fase de ejecución.

(Operación normal de la red), los pesos permanecen fijos. En primer lugar,

cada neurona (i, j) calcula la similitud entre el vector de entrada x , $x_k, 1 \leq k \leq m$ y

su propio vector de pesos sinápticos w_{ij} , según cierta medida de distancia o

criterio de similitud establecido. Se declara la vencedora $g=(g_1,g_2)$, cuyo vector de pesos es el más similar al de entradas (24).

$$dw_{g,x} = \min_{j \in \{0\}} \{d\{w_{ij}, x\}\}$$

Fase de aprendizaje

Cada neurona del mapa sintoniza con diferentes rasgos del espacio de entrada. El proceso es el siguiente. Tras la presentación y procesamiento de un vector de entrada $x(t)$, la neurona vencedora modifica sus pesos de manera que se parezca un poco más a $x(t)$. El proceso se repite para numerosos patrones de entrada, de forma que al final los diferentes vectores de referencia sintonizan con dominios específicos de las variables de entrada, y tienden a representar la función de densidad de probabilidad $p(x)$ del espacio sensorial (24).

Sin embargo el modelo de mapa de Kohonen aporta una importante novedad, pues incorpora a este esquema **relaciones entre neuronas próximas en el mapa**. Para ello introduce una **función de vecindad**. La utilización de la función de vecindad en el modelo de mapas auto organizados aporta respecto del modelo competitivo sencillo dos ventajas adicionales el ritmo efectivo de convergencia se mejora y el sistema es más robusto frente a variaciones en los valores iniciales de los pesos (27). La vecindad define un entorno alrededor de la neurona ganadora actual; su efecto es que durante el aprendizaje se actualizan tanto los pesos de la vencedora como los de las neuronas pertenecientes a su entorno (24).

El mapa representa una imagen del espacio sensorial, pero de menor número de dimensiones, reflejando con mayor fidelidad aquellas dimensiones del espacio de entrada de mayor varianza. La proyección se realiza de manera óptima, en el sentido de que la topología del espacio de entrada se preserva en lo posible sobre la red (entradas x similares se corresponden con neuronas próximas) (24).

Algoritmo de aprendizaje

Se debe tener en cuenta que no existe un algoritmo de aprendizaje totalmente estándar para los SOFM (**Self-Organizing Feature Map**) no obstante, el resultado final es bastante independiente de los detalles de su realización concreta, como puedan ser los pesos sinápticos de partida, el esquema de la actualización del ritmo de aprendizaje, o la forma establecida para la vecindad.

1. **Inicialización de los pesos** sinápticos w_{ijk} . Se puede partir en $t=0$ de diferentes configuraciones: pesos nulos, aleatorios de pequeño valor absoluto (lo más habitual), o con un valor de partida predeterminado
2. En cada iteración, **presentación de un patrón** $x(t)$ tomado de acuerdo con la función de distribución normal $p(X)$ del espacio sensorial de entrada (en la muy habitual situación de disponer solamente de un conjunto finito de patrones de entrenamiento, basta con tomar al azar uno de ellos y presentarlo en la red)

3. Para cada neurona $i=(i,j)$ en paralelo del mapa, se calcula la similitud

entre su vector de pesos sinápticos w_{ij} y el actual vector de entradas x .

un criterio de medida de similitud muy utilizado es la distancia euclidiana

$$d_{w_{ij},x} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (w_{ijk} - x_k)^2}$$

4. Determinación de la neurona ganadora $g=g_1, g_2$, cuya distancia sea la

menor de todas

5. **Actualización de los pesos** sinápticos de la neurona ganadora

$g=g_1, g_2$, y los de sus neuronas vecinas. La regla más empleada es:

$$w_{ijkt+1} = w_{ijkt} + \alpha_t \cdot h_{i-g,t} \cdot (x_{kt} - w_{ijkt})$$

Ecuación 5. Actualización de pesos sinápticos

Donde α_t es un parámetro denominado **ritmo de aprendizaje**. La función

$h(.)$ se denomina **función de vecindad**, puesto que establece que neuronas son las vecinas a la actualmente ganadora. Esta función depende de la distancia entre la neurona i y la ganadora g , valiendo cero cuando i no pertenece a la vecindad de g (con lo que sus pesos no son actualizados), y un número positivo cuando si pertenece (sus pesos si son modificados). Como veremos, la vecindad es un conjunto de neuronas centrado en la

ganadora. Tanto α como el radio de la vecindad disminuyen monótonamente con t .

6. Si se ha alcanzado el número máximo de iteraciones establecido, entonces el proceso de aprendizaje finaliza. En caso contrario, se vuelve al paso 2

En el aprendizaje, el número de iteraciones debe ser lo suficientemente grande por requerimientos estadísticos, así como proporcional al número de neuronas del mapa (a mas neuronas, son necesarias más iteraciones), e independiente del número de componentes de x . aunque 500 iteraciones por neurona es una cifra adecuada, de 50 a 100 suelen ser suficientes para la mayor parte de los problemas (28).

Ritmo de aprendizaje y función de vecindad

La función de aprendizaje $\alpha(t)$ es una función monótonamente decreciente

con el tiempo, siendo habitual su actualización mediante una función lineal

$$\alpha_t = \alpha_0 + (\alpha_f - \alpha_0) \frac{t}{t_{\alpha}}$$

Ecuación 5. Función de aprendizaje

Con α_0 el ritmo de aprendizaje inicial (<1.0), α_f el final ($\cong 0.01$) y t_{α} el máximo

número de iteraciones hasta llega a α_f .

La función de vecindad $h(i-g, t)$ define de cada iteración t , si una neurona i

pertenece o no a la vecindad de la vencedora g . la vecindad es simétrica y

centrada en g, de ahí que representemos como uno de sus argumentos de la

distancia entre la neurona genérica $i = (i, j)$ y la vencedora $g = (g_1, g_2)$, pues

$$i-g = (i-g_1)^2 + (j-g_2)^2$$

Ecuación 5. Función de vecindad

La función de vecindad más simple es del tipo escalón,

$$h(i-g, t) = 0, \text{ si } |i-g| > R(t) \quad 1, \text{ si } |i-g| \leq R(t)$$

La función vecindad posee una forma definida, pero su **radio** $R(t)$ varia con el

tiempo. Se parte de un valor inicial R_0 grande, que determina vecindades

amplias, con el fin de lograr la ordenación global del mapa.

$$R_t = R_0 + (R_f - R_0) \frac{t}{t_R}$$

Ecuación 5. Función de decrecimiento del radio de la vecindad

Donde t es la iteración y t_R el número de iteraciones para alcanzar R_f .

Aplicaciones:

Extracción de características más relevantes de n conjuntos de datos. Tiene una gran aplicabilidad. De entre clases de problemas del mundo real como: clasificación de patrones, extracción de rasgos, monitorización de procesos, análisis exploratorio, visualización y minería de datos (24) todo ello debido a su aprendizaje no supervisado que le permite realizar cluster o agrupamiento de datos.

7 CONSTRUCCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PROGRAMACIÓN

Después de haber estudiado la situación actual desde varios enfoques se llega a entender que la metodología por parte de la ingeniería industrial puede dar respuesta inicialmente a pronosticar los lugares y periodos de tiempos susceptibles a ocurrencia de sucesos de inseguridad en materia de hurtos, pero para tratar esta problemática es necesario ir más allá para lo cual se plantea lo siguiente; siendo posible la realización de pronósticos para actos delictivos y hurtos en particular (29) pero el obtener lugares y periodos críticos, que es el manejo más aprovechable para la fuerza policial, debe ir acompañado de un pronóstico que contemple los datos más acertados y que a su vez el modelo utilice los datos adecuados sabiendo diferenciar cuales aprovechar y cuales omitir.

El punto de partida del modelo debe ser determinar los lugares críticos de inseguridad, una vez identificados, con los datos de estos espacios críticos se debe realizar la siguiente fase en la que se determinen los periodos de tiempo en los que se tienen más ocurrencias dentro de esos lugares. Este manejo permite que el modelo se programe a priorizar el manejo de información disponible, dándole una primera importancia a la variable de ubicación y posteriormente a estas buscarle las incidencias en espacios de tiempo en donde hay mayores repercusiones.

Inicialmente esta parte de la metodología puede ser vista como la aproximación estadística que se realiza en los informes de las publicaciones del Observatorio de Seguridad, a diferencia que se puede tener más detalle con los espacios de tiempo ya que los lugares críticos pueden resultar más visibles, por esto la programación toma importancia al abordar la problemática desde las redes neuronales ya que además de saber interpretar y aprender del pasado es necesario estar preparado para tiempos futuros, lo cual es posible desde este abordaje ya que el aprendizaje por medio de esta programación permite relucir los patrones incidentes en temporalidades y conforme se implementan las

decisiones tomadas desde estos resultados es posible que aprenda de los resultados y renueve la concepción de cómo están ocurriendo los sucesos.

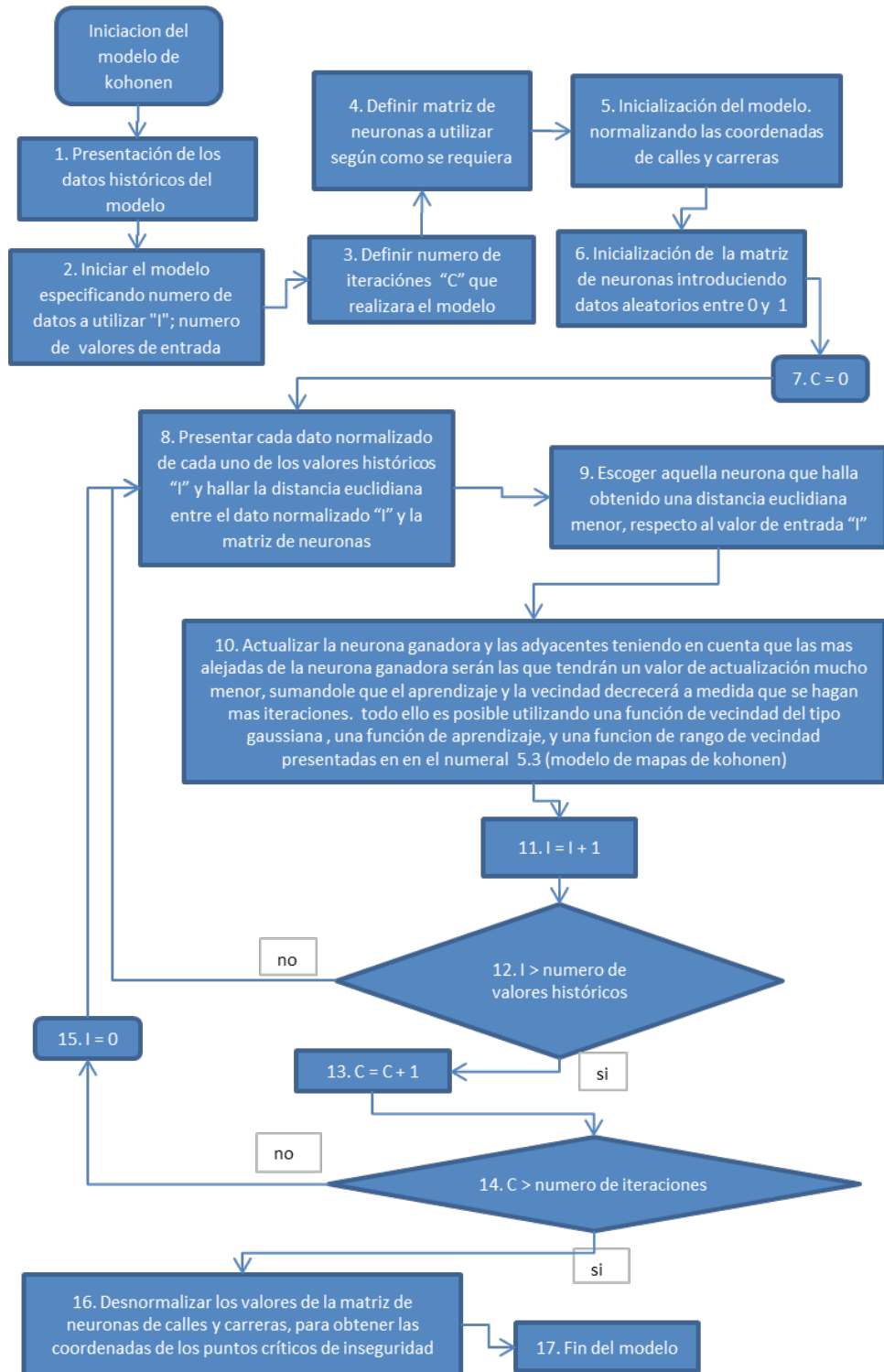
La decisión de emplear redes neuronales para la metodología se fundamenta en el nivel de correlación de los datos y los errores de pronóstico que presenta a comparación de los métodos de pronóstico convencionales, a pesar de que el tiempo en resolver los casos es mucho mayor, permite tener mayor confianza en los datos que está entregando.

1.9 ALGORITMO DEL MODELO DE REDES NEURONALES Y MAPAS DE KOHONEN

El modelo es formulado inicialmente en las hojas de cálculo de Excel y con ayuda del lenguaje de programación de Visual Basic se logra que el algoritmo sea realizado sistemáticamente con cada iteración, teniendo por separado los procesos para la determinación de lugares críticos y de periodos de tiempo como una fase posterior que se alimenta con los datos de los lugares determinados, lo cual permite mayor precisión en la calidad de los datos procesados al igual que la pertinencia predecesora establecida por ordenar inicialmente las ubicaciones de las incidencias críticas para luego entender los patrones de tiempo que se presentan en las zonas particulares como tal.

A continuación se mostrará el algoritmo utilizado en la metodología para series de tiempo utilizando redes neuronales, y para lugares utilizando mapas de Kohonen.

7.1.1 ALGORITMO DE MAPAS DE KOHONEN AJUSTADO A CALLES Y CARRERAS



Fuente: Elaboración propia.

Para mostrar el funcionamiento del algoritmo lo acompañaremos con una prueba escritorio con un ejemplo sencillo el cual irá desarrollando cada uno de los pasos del algoritmo. Se aclara que el modelo que se utilizó para este documento fue una red de 7x7, el cual se realizaron unas 120 iteraciones para cada modelo para los años 2011 y 2012 donde en el año 2011 se utilizaron 1121 datos y en el año 2012 con 805 datos de entrada, todo ello fue realizado con por medio de Excel utilizando el lenguaje de programación de VISUAL BASIC, los tiempos de corrida respectivamente para cada modelo fueron 54 min y 45 min respectivamente realizados en un computador con procesador “I3 Intel -3240 (3,40GZ)”. Para esta demostración como para la de redes neuronales en el literal 6.1.2 que ciertos desarrollos de fórmulas resultan sumamente extensos aun para las proporciones de la prueba por lo cual se dejan indicadas para lograr un entendimiento concreto del algoritmo sin redundar en las operaciones matemáticas de proporciones mayores.

1. **“Presentación de los datos históricos del modelo”**. en este caso se muestra una tabla con 2 datos de entrada con sus respectivas coordenadas en calles y carreras

COORDENADAS DEL SUCEDO DE UN HURTO		
DATO #	CALLE	CARRERA
1	2	3
2	4	1

Tabla : Datos históricos para la prueba de escritorio del primer modelo.

2. **“Iniciar el modelo especificando número de datos a utilizar “I”; número de valores de entrada”**. aquí se indica el número de valores a utilizar de los datos históricos expuestos en el modelo. En este caso específico se utilizaran solo 2 datos históricos.

HISTÓRICOS	CALLES	CARRERAS
1	2	3
2	4	1

Tabla : Valores de los datos históricos empleados para alimentar el modelo.

3. ***“Definir número de iteraciones “C” que realizara el modelo”***
4. ***“Definir matriz de neuronas a utilizar según como se requiera”***. es decir que a mayor número de neuronas de salida, habrá un número mayor de clúster posibles que la red puede realizar para este caso usaremos una red de 2X2 o sea 4 neuronas de salida.
5. ***“Inicialización del modelo. normalizando las coordenadas de calles y carreras”***. Para este paso se puede utilizar la **ecuación 5.1** de este documento. Los datos normalizados se encuentran a continuación

1	0	1
2	1	0

Tabla : Datos históricos normalizados.

6. ***“Inicialización de la matriz de neuronas introduciendo datos aleatorios entre 0 y 1”***. Debido a que hay dos neuronas de entrada, que representan las calles y carreras. Ello indica que Habrán dos

matrices. Llamaremos la matriz X como la matriz para los datos de

calles, y la matriz Y para datos de carreras

Wij,X	wi1x	wi2x
w1jx	0,5	0,14
w1jx	0,28	0,77

Tabla : Matriz X, de las 4 neuronas de salida.

Wij,Y	wi1x	wi2x
w1jy	0,7	0,23
w1jy	0,4	0,77

Tabla : Matriz Y, de las 4 neuronas de salida.

7. ***“C = 0”***. indica que se inicia con la iteración cero
8. ***“Presentar cada dato normalizado de cada uno de los valores históricos “I” y hallar la distancia euclidiana entre el dato normalizado “I” y la matriz de neuronas”***. En este punto se halla la distancia euclidiana aplicando la **ecuación 5.16** con los datos de las

matrices X y Y , y con cada valor de entrada “I”. se toma el primer valor

(calle 2, 3, donde normalizado es 0,1 respectivamente) y se halla la distancia euclidiana como se muestra a continuación.

Se muestran los cálculos del primer dato histórico con dos de los 4 pesos de las matrices Wij en este caso se utilizan W_{11} y W_{12}

Distancia euclidiana W_{11}

$$2(0-0.5)^2+(1-0.7)^2=0,58309519$$

Distancia euclidiana W_{12}

$$2(0-0.14)^2+(1-0.23)^2=0,78262379$$

Se crea una matriz con las distancias euclidianas

DISTANCIAS EUCLIDIANAS WIJ	Wi1	Wi2
W1j	0,58309519	0,78262379
W2j	0,66211781	0,80361682

Tabla : Distancias euclídeas para los valores de las matrices.

9. ***“Escoger aquella neurona que haya obtenido una distancia euclidiana menor, respecto al valor de entrada “I””. Se escoge la neurona W₁₁ debido a que posee la distancia euclidiana más pequeña 0.5830.***

10. ***“Actualizar la neurona ganadora y las adyacentes teniendo en cuenta que las más alejadas de la neurona ganadora serán las que tendrán un valor de actualización mucho menor, sumándole que el aprendizaje y la vecindad decrecerá a medida que se hagan más iteraciones. todo ello es posible utilizando una función de vecindad del tipo gaussiana, una función de aprendizaje, y una función de rango de vecindad presentadas en el capítulo 5.3 (modelo de mapas de kohonen) de este documento”. para este caso específico la neurona que se actualiza es la neurona W₁₁, entonces la matrices X y Y en las coordenadas W₁₁ recibirán una actualización según la siguiente formula de actualización.***

$$w_{ijkt+1} = w_{ijkt} + \alpha t \cdot h_{i-g,t} \cdot (x_{kt} - w_{ijkt})$$

Y la función de ritmo de aprendizaje

$$\alpha_t = \alpha_0 + (\alpha_f - \alpha_0) t t \alpha$$

Donde $\alpha_0 = 0.01$, $\alpha_f = 1$, numero de iteracciones $t \alpha = 2$, Para este caso el valor

de t es 1 debido a que es la primera iteración. Es decir que α_1 es igual a 0.505

La actualización queda de la siguiente manera:

$W_{ij,X}$	w_{i1x}	w_{i2x}
w_{1jx}	$W_{11x} = 0,5 + 0.505*(0-0.5) = 0.25$	0,14
w_{1jx}	0,28	0,77

Tabla : Matriz X, de las 4 neuronas de salida del paso 10.

$W_{ij,Y}$	w_{i1x}	w_{i2x}
w_{1jy}	$W_{11y} = 0,7 + 0.505*(1-0.7) = 0.8515$	0,23
w_{1jy}	0,4	0,77

Tabla : Matriz Y, de las 4 neuronas de salida del paso 10.

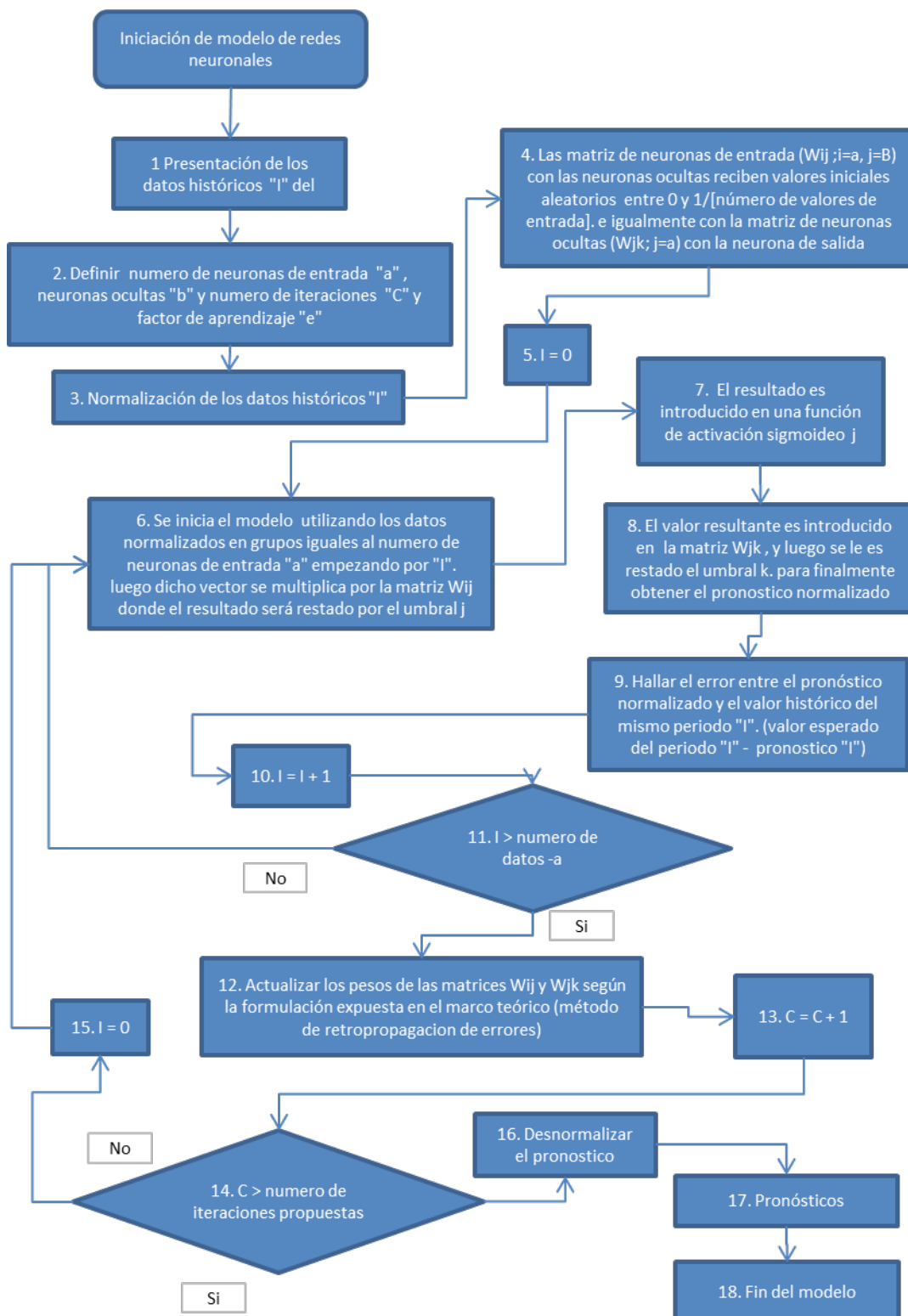
11. " **$I = I + 1$** ". significa que se continua con el valor siguiente es decir se realiza todos los cálculos antes mencionados pero esta vez con el valor histórico **número 2 (calle 4 con carrera 1, el cual normalizado es 1,0 respectivamente)**

12. " **$I > \text{número de valores históricos}$** ". una vez completado el procedimiento con cada una de los valores históricos del modelo. Se

procede, a realizar todo de nuevo. Pero reajustando las fórmulas de actualización que están en función del número de iteraciones “C”.

13. “ **$C = C + 1$** ”. indica que se pasa a la siguiente iteración.
14. “ **$C > \text{número de iteraciones}$** ”. Indica que si se pasa del número de iteraciones propuestas el modelo deja de iterar.
15. “ **$I = 1$** ”. Si el modelo aún no ha llegado al número de iteraciones propuesto con anterioridad este vuelve a realizar el procedimiento desde el primer dato “I”.
16. “***Desnormalizar los valores de la matriz de neuronas de calles y carreras, para obtener las coordenadas de los puntos críticos de inseguridad***”. Aquí se utiliza la fórmula de desnormalización planteada en el **la ecuación 5.2** de este documento.
17. “***Fin del modelo***”

7.1.2 ALGORITMO DE REDES NEURONALES AJUSTADO A SERIES DE TIEMPO



Fuente: Elaboración propia.

Para mostrar el funcionamiento del algoritmo lo acompañaremos con una prueba escritorio con un ejemplo sencillo el cual ira mostrando cada uno de los pasos del algoritmo donde utilizaremos parte de los datos utilizados en el modelo planteado en este documento en este caso los datos de numero de hurtos ocurridos en Palmira desde el mes de Septiembre a Diciembre del año 2011.

1. “Presentación de los datos históricos i ”

Mes	Serie de Tiempo
septiembre	39
octubre	39
noviembre	47
diciembre	64

Tabla : Históricos empleados para prueba de escritorio de redes neuronales.

2. “Definir número de neuronas de entrada “ a ”, neuronas ocultas “ b ” y numero de iteraciones “ l ” y factor de aprendizaje “ e .” En el estado del arte la metodología la cual restringe el número de iteraciones es escoger el valor del error que se quiere alcanzar. Es decir que el modelo seguirá iterando hasta alcanzar dicho error, por ello la metodología que usamos implica elegir el número de iteraciones que se decidan. Si al finalizar las iteraciones no se logra un resultado satisfactorio simplemente se vuelve a iterar. Para este caso sencillo se elige 2 neuronas de entrada, 2 en la capa oculta y una de salida que es la que se recomienda para realizar predicciones

3. ***“Normalización de los datos históricos”***. para normalizar los datos históricos se utiliza la formula expuesta en el capítulo 5.1 de este documento, obteniendo:

Histórico Normalizado
0
0
0,32
1

Tabla : Valores normalizados de la serie de tiempos.

4. . ***“Las matriz de neuronas de entrada (W_{ij} ; $i=a$, $j=b$) con las neuronas ocultas reciben valores iniciales aleatorios entre 0 y $1/[\text{número de valores de entrada}]$. e igualmente con la matriz de neuronas ocultas***

(W_{jk} ; $j=a$) con la neurona de salida”. se define la matriz w_{ij} que

representa las conexiones entre las neuronas de entrada i y las neuronas

de la capa oculta j . Los valores iniciales de la matriz son aleatorios y preferiblemente deben ser entre intervalos muy pequeños menores a 1.

matriz w_{ij}		
W_{ij}	w_{i1}	w_{i2}
w_{1j}	0,4	0,32
w_{2j}	0,23	0,34
umbral j	0,2	0,15

Tabla : valores de iniciación de la matriz.

Nota: el umbral j representa una variable límite para cada neurona j de la capa oculta, su parámetro multiplicativo es siempre -1

Una vez definido la matriz de w_{ij} , el paso siguiente es definir los valores

iniciales de la matriz w'_{jk} siguiendo los mismo criterios que se tuvieron en

la matriz w_{ij} , hay que recordar que la matriz w'_{jk} representa las

conexiones de las neuronas ocultas j y las neuronas de salida k que en

este caso solo abra una neurona de salida k debido a que para la

predicción es recomendable solo utilizar una neurona de salida. La matriz

de se muestra w_{ij} a continuación.

matriz W'_{jk}	
W'_{jk}	W'_{j1}
W'_{1k}	0,1
W'_{2k}	0,3
umbral k	0,6

Tabla : Neurona de salida empleada para el ejemplo.

5. ***" $I = 0$ "***. Significa que el modelo inicia con el "par" cero

6. ***"Se inicia el modelo utilizando los datos normalizados en grupos iguales al número de neuronas de entrada "a" empezando por "I". luego dicho vector se multiplica por la matriz W_{ij} donde el resultado será restado por el umbral j ". es decir***

Grupo uno o par 1

$$0.04023032034 - 0.2015 = -0.2 - 0.15$$

Grupo dos o par 2

$$0.3204023032034 - 0.2015 = -0.1264 - 0.0412$$

Nota: los valores de los vectores de entrada se encuentran normalizados, al igual que los valores esperados. La palabra “par” es añadida para diferenciar los pares de entrada y salida que tiene una red neuronal. Debido a la estructura de la red. En este caso solo abra dos pares de entrada y salida.

7. “El resultado es introducido en una función de activación sigmoideo j” para este caso se utiliza la ecuación 5.8.

Grupo uno o par 1

$$11 + e^{-(-0.2)} = 0.45016 \quad ; \quad 11 + e^{-(-0.15)} = 0.46257$$

Grupo dos o par 2

$$11 + e^{-(-0.1264)} = 0.46844 \quad ; \quad 11 + e^{-(-0.0412)} = 0.4897$$

8. “El valor resultante es introducido en la matriz W_{jk} , y luego se le es restado el umbral k . para finalmente obtener el pronóstico normalizado”. Es decir:

Grupo uno o par 1

$$0.450160.46257.0.10.3-0.6=-0.4162$$

Grupo dos o par 2

$$0.468440.4897.0.10.3-0.6=-0.4062$$

9. “Hallar el error entre el pronóstico normalizado y el valor histórico del mismo periodo “I”. (valor esperado del periodo “I” menos el pronóstico “I”). es decir:

Par 1 o grupo uno $0.32 - 0.4162 = -0.7362$

Par 1 o grupo uno $1 - 0.4062 = -1.4062$

10. “I = I + 1” significa, que se avanza una unidad en los históricos para hacer el siguiente par. Pero en este caso todos los pares del modelo se realizaron a la vez (par 1 y par 2).

11. “I > número de datos –a” me indica el número máximo de pares que puede realizar el modelo. Una vez superado esta restricción el modelo no calculara más pares de salida. En este caso el número de pares de salida se calcula de la siguiente manera:

- Número de datos=4
- Valor de “a” (definido con anterioridad)=2
- Número de pares = $4 - 2 = 2$

12. “Actualizar los pesos de las matrices W_{ij} y W_{jk} según la formulación expuesta en el marco teórico (método de retropropagación de errores)”. Este numeral es el más complejo de todos debido, a que se deben de hallar los valores que al sumársele a las matrices W_{ji} y W_{kj} generen un mejor resultado en términos de un error mucho menor, para la siguiente iteración. Dichos valores se resuelven gracias a las siguientes formulas.

Actualización de los pesos de la capa de salida

$$w'_{kjt+1} = w'_{kjt} + \delta w'_{kj}$$

Actualización de los pesos de la capa oculta

$$w_{jit+1} = w_{jit} + \delta w_{ji}$$

Error cuadrático medio:

$$E(w_{ij}, \theta_j, w'_{kj}, \theta'_k) = \frac{1}{2} \sum_k [\tau_k - f(jw'_{kj}y_j - \theta'_k)]^2$$

Nota: la letra μ significa el número de pares. Es decir que el error cuadrático

medio realiza la sumatoria de todos los pares de entrada y salida del modelo.

Los gradientes se definen como la derivada parcial del error cuadrático medio respecto a los pesos W_{ji} y W_{kj} teniendo en cuenta la regla de la cadena.

$$\delta w'_{kj} = -\epsilon \partial E \partial w'_{kj} \quad \delta w_{ji} = -\epsilon \partial E \partial w_{ji}$$

Para efectos de este caso se mostraran las ecuaciones de los gradientes $\delta w'_{kj}$

y δw_{ji} . Una vez ya hecho las respectivas derivadas parciales.

$$\delta w'_{kj} = \varepsilon u([t_{ku} - z_{ku}] \cdot \frac{1}{1 + e^{-(w'_{ij} x_{iu})}})$$

Ecuación 6. Gradiente respecto w'_{kj}

$$\delta w_{ji} = \varepsilon u[k(t_{ku} - z_{ku} \cdot w'_{kj}) \cdot \frac{1}{1 + e^{-(w'_{ij} x_{iu})}} \cdot [1 - \frac{1}{1 + e^{-w'_{ij} x_{iu}}}] \cdot x_{iu}]$$

Ecuación 6. Gradiente respecto w_{ji}

Nota: las ecuaciones 6.1 y 6.2 fueron creadas teniendo en cuenta la función sigmoidea, de la ecuación 5.8.

Nota 2: la constante “ ε ” indica el factor de aprendizaje de la red neuronal.

Algunos autores recomiendan valores entre 0.01 y 0.05 para esta constante (20). Para este caso de ejemplo la constante corresponderá a 0.05.

Ahora según las ecuaciones 6.1 y 6.2 se puede realizar la actualización de los pesos de las matrices W_{ij} y W_{kj} . para el caso de ejemplo hallaremos primeramente

los pesos actualizados de la, matriz w'_{kj} . Como se muestra a continuación

$$\delta w'_{11} = [-0.7362 \cdot 0.45016 + -1.4062 \cdot 0.46844] = -0.049$$

Donde

$$t_{11} - z_{11} = -0.7362 ; \quad t_{12} - z_{12} = -1.4062$$

$$\frac{1}{1 + e^{-(i w_{i1} x_{i1})}} = 0.45016 ; \quad \frac{1}{1 + e^{-(i w_{i1} x_{i2})}} = 0.46844$$

Por último el peso w'_{11} actualizado es igual

$$w'_{11t+1} = 0.1 + (-0.049) = 0.05$$

Para hallar el peso actualizado de w'_{12} se utilizan los mismos pasos antes

mencionados, donde

$$w'_{12t+1} = 0.2436$$

Una vez calculado todos las de actualizaciones de w'_{jk} el paso siguiente es

calcular los pesos w_{ji} aunque en este ejemplo solo lo hallaremos con $j=1$ e $i=1$

para demostrar cómo se realiza el cálculo en el algoritmo construido en el lenguaje de programación **Visual Basic de Excel**. Como se muestra a continuación.

$$\delta w_{11} = [-0.7362 * 0 * 0.45016 * 1 - 0.45016 - 1.4062 * 0 * 0.46844 * 1 - 0.46844] * (0.1)$$

Respuesta $\delta w_{11}=0$

Donde

$$t_{11}-z_{11}=-0.7362 \quad ; \quad t_{12}-z_{12}=-1.4062$$

$$x_{11}=0; x_{12}=0$$

$$w'_{11}=0.1$$

$$11+e-w_{11}x_{11}=0.45016$$

$$11+e-w_{11}x_{12}= 0.46844$$

Así como se muestra en el ejemplo anterior, se calculan el resto de variables

w_{ji} que faltan en el modelo utilizando como referencia la ecuación 6.2. teniendo

cuidado al realizar las multiplicaciones y sumatorias necesarias.

13. *“ $C = C + 1$ ” indica el paso a la siguiente iteración*

14. *“ $C > \text{número de iteraciones propuestas}$ ” es la restricción la cual indica que cuando el modelo sobrepase el número iteraciones planteadas con anterioridad se pueda proseguir al paso 16.*

15. *“ $I=0$ ” reinicia el indicador de pares para calcularlos nuevamente en la siguiente iteración..*

16. *“desnormalizar el pronóstico” para ello se debe utilizar la Ecuación 5.2*

17. Y 18 *salida “pronósticos” y fin del modelo.*

1.10 VALIDACIÓN DE LA ALTERNATIVA METODOLÓGICA DE PRONÓSTICOS CON REDES NEURONALES

Básicamente se comparó las redes neuronales con las metodologías clásicas de pronósticos como lo son *promedio móvil*, *suavización exponencial simple* y *suavización exponencial doble*. Todo ello para demostrar que las redes neuronales pueden tener resultados muchos más acertados o pronósticos mucho mejor ajustados a la realidad, debido a que la técnica de redes neuronales es conocida por generar todo tipo de funciones. Para ello se evalúa con 3 indicadores de decisión para las 4 metodologías, como lo son la MAD (error promedio absoluto), ECM (error cuadrático medio) y CORR (coeficiente de correlación), primeramente el ECM y la MAD nos indicara el error asociado para cada pronostico respecto a un valor esperado y el CORR nos mostrara que tan parecidos son los pronósticos respecto a los valores esperados para cada pronostico. Estos indicadores fueron comparados con una serie de tiempo de 24 periodos mensuales de “delitos contra el patrimonio en Palmira desde el año 2010-2011 que se muestran en la tabla 15.

Cantidad de Hurtos Palmira 2010-2011 Zona 2			
2010		2011	
Enero	49	Enero	116
Febrero	55	Febrero	49
Marzo	54	Marzo	92
Abril	58	Abril	55
Mayo	61	Mayo	101
Junio	74	Junio	45
Julio	64	Julio	55
Agosto	55	Agosto	46
Septiembre	51	Septiembre	39
Octubre	32	Octubre	39
Noviembre	43	Noviembre	47
Diciembre	37	Diciembre	64

Tabla : Datos Históricos de hurtos del año 2011 de la ciudad de Palmira para la zona 2 que contiene las comunas más influyentes (6, 2 y 4).

La Tabla 15 contiene 24 datos históricos de los cuales se utilizó los primeros 14 datos para inicialización del modelo en las técnicas clásicas (promedio móvil, suavización exponencial y suavización exponencial doble) y los otros 10 como validación. Los métodos antes mencionados se resolvieron utilizando el “solver” del Excel. En el caso de las redes neuronales solo se utilizaron 4 datos de entrada con 2 capas ocultas; utilizando todos los datos históricos como entradas sin requerir de valores para inicialización.

promedio móvil				suavización exponencial				suavización exponencial doble				
N	12			Alfa	0,01			alfa	0,01	beta	0,99	
	CORR	MAD	ECM		CORR	MAD	ECM			CORR	MAD	ECM
	-0,11	24,69	707,67		-0,46	16,19	427,09			-0,75	18,22	465,02
Xt	Pronóstico	IEI	E^2	St	Pronóstico	IEI	E^2	St	St[2]	Pronóstico	IEI	E^2

Datos reales		57				57				17,54	-23,81			
Marzo	92	92	57	35	1.225,00	57,35	57	35	1.225,00	18,28	-23,38	59,3	32,7	1.069,50
Abril	55	73,5	92	37	1.369,00	57,33	57,35	2,35	5,52	18,65	-22,96	60,37	5,37	28,82
Mayo	101	82,67	73,5	27,5	756,25	57,76	57,33	43,67	1.907,37	19,47	-22,54	60,68	40,32	1.625,54
Junio	45	73,25	82,67	37,67	1.418,78	57,64	57,76	12,76	162,9	19,73	-22,12	61,91	16,91	285,9
Julio	55	69,6	73,25	18,25	333,06	57,61	57,64	2,64	6,95	20,08	-21,7	61,99	6,99	48,93
Agosto	46	65,67	69,6	23,6	556,96	57,49	57,61	11,61	134,77	20,34	-21,28	62,28	16,28	264,96
Septiembre	39	61,86	65,67	26,67	711,11	57,31	57,49	18,49	342	20,53	-20,86	62,37	23,37	546,35
Octubre	39	59	61,86	22,86	522,45	57,13	57,31	18,31	335,19	20,71	-20,44	62,33	23,33	544,15
Noviembre	47	57,67	59	12	144	57,02	57,13	10,13	102,52	20,97	-20,03	62,28	15,28	233,43
Diciembre	64	58,3	57,67	6,33	40,11	57,09	57,02	6,98	48,67	21,4	-19,61	62,39	1,61	2,6

Tabla : Resultados comparativos entre las técnicas empleadas.

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN		MAD	ECM	NÚMERO E ITERACIONES REALIZADAS
0.9253		6,5965	67,3398	10000
REDES NEURONALES				
Históricos reales 2010-2011				
#	Históricos reales	Pronóstico	Error absoluto	Error cuadrático
Enero	49			
Febrero	55			
Marzo	54			
Abril	58			
Mayo	61	54,65	6,35	40,35
Junio	74	56,56	17,44	304,19
Julio	64	54,64	9,36	87,58
Agosto	55	55,20	0,20	0,04
Septiembre	51	48,28	2,72	7,42
Octubre	32	38,75	6,75	45,59
Noviembre	43	40,28	2,72	7,39
Diciembre	37	29,60	7,40	54,71
Enero	116	111,01	4,99	24,90
Febrero	49	58,87	9,87	97,51
Marzo	92	89,83	2,17	4,72
Abril	55	51,13	3,87	15,01
Mayo	101	92,77	8,23	67,67
Junio	45	50,84	5,84	34,09
Julio	55	73,68	18,68	348,91
Agosto	46	45,29	0,71	0,50
Septiembre	39	42,84	3,84	14,75
Octubre	39	48,92	9,92	98,36
Noviembre	47	48,30	1,30	1,70
Diciembre	64	73,56	9,56	91,41

Tabla : Resultados de las redes neuronales con los datos enunciados anteriormente.

Como se puede observar en la Tabla 16 y Tabla 17, el modelo que recibe menor error y mayor correlación es la metodología de redes neuronales (**MAD 6,5965 ECM 67,3398 y una correlación 0.9253**, expuestos en la Tabla), pero para alcanzar dicho valor el modelo requirió de un tiempo estimado de 24

min de procesamiento de datos e iteraciones (en un computador con procesador I3 Intel -3240 (3,40GZ)). Al comparar el error cuadrático medio obtenido por las redes neuronales frente al error cuadrático medio del promedio móvil se obtiene que el ECM de las redes neuronales equivale al 9.52% del ECM del promedio móvil, y comparado con la suavización exponencial doble equivale al 14.48% de su ECM, indicador que favorece a la utilización de redes neuronales con respecto a las otras técnicas. A pesar de que la metodología genera un error mucho más bajo requiere de un mayor cálculo computacional y por ende un tiempo más prolongado para realizar todas las iteraciones. Por ello a su vez es recompensado con un pronóstico más acorde y mejor ajustado. Por otro lado las otras metodologías no logran ajustarse al comportamiento de los datos reales (correlación negativa -0.11 promedio móvil, -0.46 suavización exponencial simple, -0.75 suavización exponencial doble) debido a la variabilidad del mismo. En el caso de la suavización exponencial simple y doble ocurre que el comportamiento del pronóstico es un poco lineal esto es debido a

que la variable α obtiene un resultado igual a 0.01 (**valor mínimo adecuado**

para pronósticos con suavización exponencial doble y simple) según la solución planteada por la función SOLVER de Excel

Método	MAD	ECM	CORR
Promedio móvil	24,68	707,67	-0,1076
Suavización exponencial simple	16,19	427,09	-0,4637
Suavización exponencial doble	18,21	465,02	-0,7512
Redes neuronales	6,5965	67,33	0,9253

Tabla : resumen de la validación de pronósticos

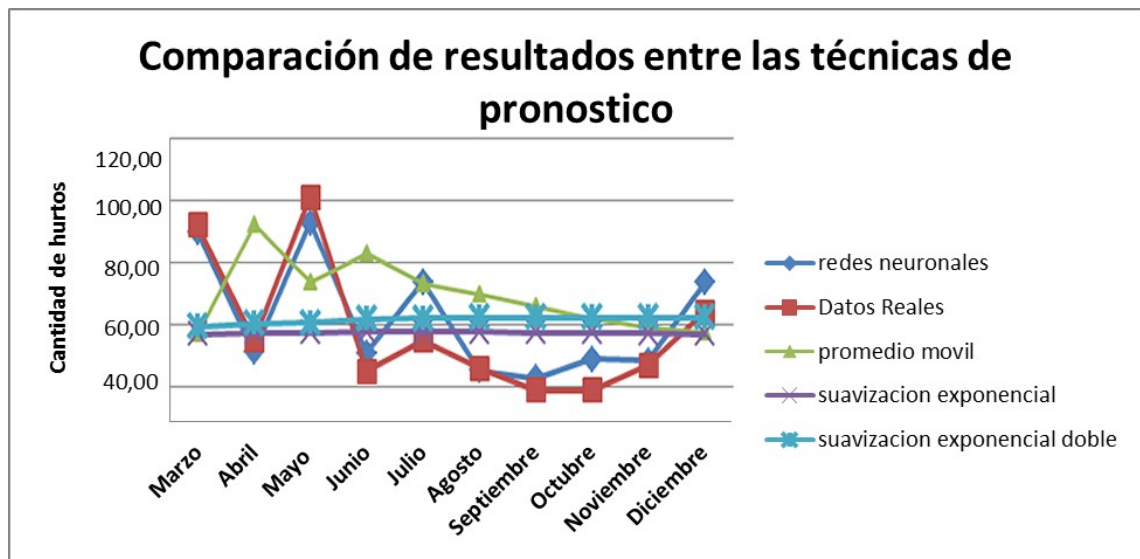


Gráfico : Técnicas de pronósticos.

Como se puede observar en la gráfica 8, la técnica de redes neuronales genera un comportamiento mucho más acorde a los datos originales. Contrario a las otras metodologías de pronóstico, las redes neuronales son capaces de seguir la tendencia de los datos distinto es el caso para los otros tipos de técnicas en las que los valores tienen una dispersión mayor con respecto a los valores reales con los que se debe comparar.

8 VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PROGRAMACIÓN

La dinámica empleada para la validación del modelo consta de comparar los resultados publicados por el Observatorio de Seguridad, Convivencia y Cultura Ciudadana (OSCCC) con respecto a los resultados entregados por la metodología desarrollada para periodos de tiempo comparativos, teniendo en cuenta parámetros de históricos de lugares y periodos de tiempo reincidentes en materia de hurto para encontrar la semejanza y así mismo la pertinencia de lo entregado por el modelo desarrollado y las herramientas inmersas en él.

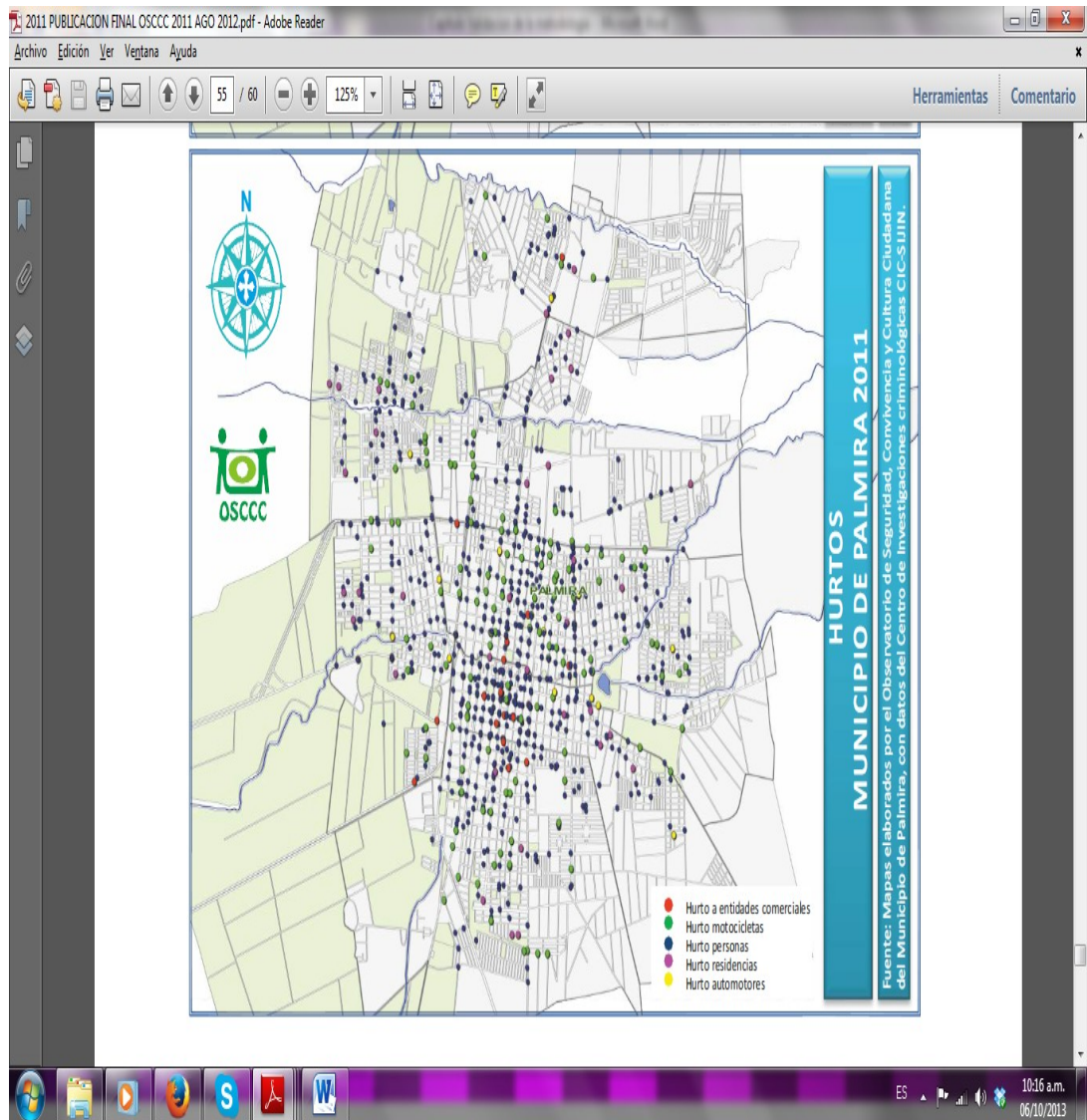
Inicialmente se parte por validar los resultados de la primera fase de determinación de lugares críticos generando mapas con los lugares críticos de inseguridad entregados por el modelo planteado comparándolos con respecto con los resultados presentados en las publicaciones.

1.11 VALIDACIÓN DEL MODELO DE DETERMINACIÓN DE LUGARES CRÍTICOS

Para realizar una validación directa de resultados se compara el mapeo de los hurtos presentado en la publicación del Observatorio de Seguridad, Convivencia y Cultura Ciudadana con respecto al resultado obtenido con el modelo de determinación de lugares críticos según la previsión para ese mismo periodo de tiempo, en este caso se plantea la comparación para los años 2011 y 2012 ya que son los puntos más recientes de comparación que se poseen oficialmente por parte de las publicaciones realizadas además de que permiten comparar los resultados de la misma metodología para determinar patrones comunes y la evolución de los sucesos de inseguridad entre los años estudiados.

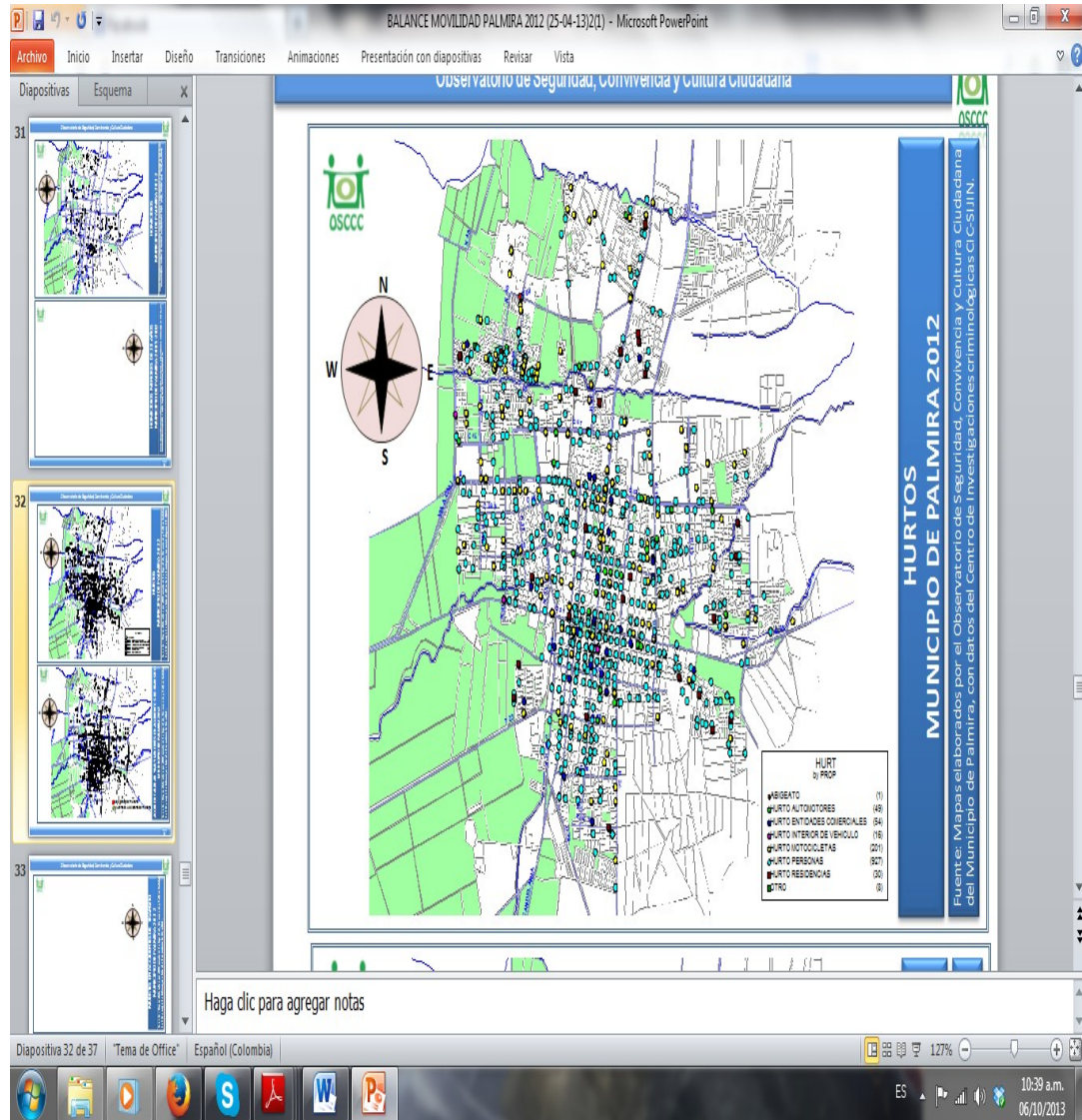
A continuación se presenta inicialmente el mapa publicado en la edición del año 2011 del Observatorio de Seguridad, Convivencia y Cultura Ciudadana para los hurtos ocurridos en la ciudad, y posteriormente se hace la presentación del mapa con los puntos críticos obtenidos según la metodología empleada con el modelo, realizando lo mismo para los valores del año 2012.

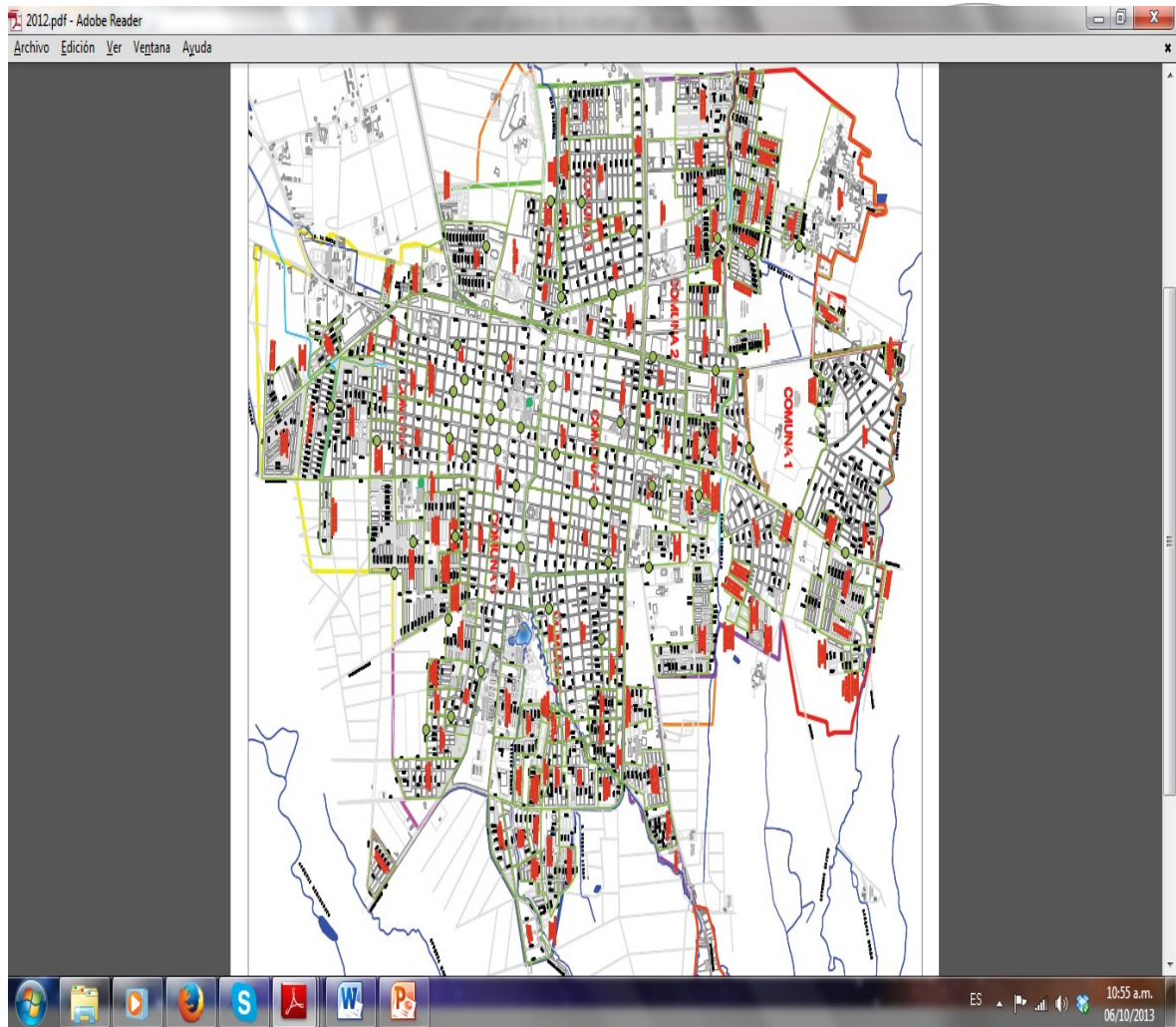
8.1.1 COMPARACIÓN GRÁFICA DE RESULTADOS PARA EL 2011





8.1.2 COMPARACIÓN GRÁFICA DE RESULTADOS PARA EL 2012





A continuación se estudian los resultados mostrados en los gráficos 10 y 12 comparados los gráficos 9 y 11 de las publicaciones respectivamente; primero que todo es visible cómo el modelo realiza una dinámica lo suficiente intuitiva para coincidir las concentraciones más importantes de sucesos críticos sobre las distintas superficies urbanas para los años 2011 y 2012, a pesar de a que aún es una consideración desde la primera revisión visual en el literal siguiente se revisarán puntualmente los lugares críticos y su concordancia con los

resultados para este año y para el año 2012, por ahora únicamente se realiza la comparación gráfica de los resultados del modelo de mapas de Kohonen.

En este esquema comparativo se logra resaltar como los lugares críticos de inseguridad coinciden con los puntos de mayor concentración de sucesos que ocurrieron para el año que se desea predecir, lo cual reafirma lo que se busca con respecto a la determinación de espacios de mayor densidad del fenómeno ocurrido; marcando concentraciones inclusive en lugares retirados de la concentración original para poder interpretarse como focos alternativos que también son generadores importantes, en otras palabras, a pesar de que la cantidad de puntos marcados dentro del mapa sea menor a la cantidad de sucesos reales, estos buscan englobar de la mejor manera todos los espacios susceptibles de ocurrencias, resultando ser bastante intuitivo hasta con los lugares apartados y con poca concentración de ocurrencias.

Con respecto a lo anterior se debe complementar a cada punto determinado por el modelo es un posible foco de propagación para ocurrencia de hurtos, ya que el hecho de focalizar en un cruce de calles y carreras indica cierto grado de vecindad a sus alrededores que debe asumirse dentro del lugar crítico para que posteriormente sean espacios estudiados para la determinación de periodos de tiempo con mayor influencia.

En el capítulo siguiente se hace la revisión a detalle de los lugares críticos de mayor importancia que identifica el modelo para esos años, los resultados de cada uno de los puntos se pueden ver con mayor detalle en los anexos 11.1 11.2 donde se incluyen las matrices con los cruces en calles y carreras de cada punto además de los mapas ampliados para apreciar con mayor detalle cada uno de los valores obtenidos como resultado.

8.1.3 RESULTADOS DE LA PRIMERA FASE DE LA METODOLOGÍA

El hecho de que el algoritmo de mapas de Kohonen no entregue tantos valores como una representación de cada uno de los sucesos no significa que esté omitiendo valores; por el contrario lo que busca es reconocer la tendencia de manera clara eliminando el ruido de valores aparentemente desordenados para así encontrar los focos claros donde se está ubicando la tendencia de sucesos y por ende una fuente potencial que ocasiona la distribución de los sucesos tal como se presenta. Dicho resultado permite generar un indicio sobre los espacios concretos de la ciudad en donde se ha tenido mayor influencia de la inseguridad en materia de hurtos para así generar estrategias y planteamientos enfocados a espacios más considerables a las posibilidades de los despliegues de la fuerza pública sin dejar de atender a la operación rutinaria que también es necesaria; por lo cual, a pesar de que existan puntos que no se consideren como críticos también tienen incidencia de sucesos de este tipo y pueden estar siendo propensos a recibir un desplazamiento de la problemática.

Posterior a la validación de los resultados obtenidos se presenta a manera de resultados la información captada más allá de lo visible entre las comparaciones con los datos reales, identificando patrones de tendencia que se han presentado históricamente y como la metodología empleada los asocia y los pone a prueba a través de sus resultados.

Teniendo como insumo adicional para el análisis se presenta el compendio de valores relevantes presentados en las publicaciones del OSCCC en los que se da a conocer los lugares de mayor relevancia en materia de hurtos a personas, presentándose las comunas mencionadas anteriormente se hace hincapié en los barrios dentro de las comunas que están generando dichas tendencias y han seguido liderando durante estos periodos de tiempo, los barrios son los siguientes:

- Comuna seis: Centro, La trinidad y Colombina

- Comuna cuatro: Colombia, Obrero Santa Rita y Bizerta.
- Comuna dos: Versalles, Berlín, Santa Isabel e Industrial.
- Comuna siete: Barrio Nuevo, Las Delicias, las Américas y El Sembrador.

Dichos barrios y comunas han aportado en la ocurrencia de hurtos a personas de la siguiente manera:

Comuna	Barrio	Cantidad de Hurtos a Personas							
		2011		2010		2009		2008	
6	Centro	117	266	121	243	147	267	70	161
	Trinidad	94		70		73		53	
	Colombina	31		24		16		15	
4	Colombia	47	225	25	159	27	143	25	135
	Uribe Uribe	0		30		24		28	
	Obrero	40		32		23		27	
	Santa Rita	36		23		18		15	
	Bizerta	34		9		13		14	
2	Versalles	31	164	23	158	21	137	23	105
	Berlín	19		15		19		5	
	Santa Isabel	17		13		4		11	
	Industrial	7		17		9		7	
7	Barrio Nuevo	52	150	43	141	49	161	37	124
	Las Delicias	15		28		17		16	
	Las Américas	14		15		16		8	
	Sembrador	7		14		14		11	
Total de las cuatro comunas		805		701		708		525	
Total de todas las comunas		1310		1411		1234		801	
Proporción de aporte de las comunas críticas		61%		50%		57%		66%	

Tabla Comparación de aportes de los lugares críticos de más relevancia seleccionados por el modelo (Fuente: elaboración propia con datos de publicaciones del OSCCC).

Estudiando el histórico de lugares críticos para la inseguridad en la ciudad de Palmira desde el año 2008 hasta el 2012 gracias a los informes consolidados del Observatorio se puede analizar la tendencia en la que se han presentado mayor cantidad de hurtos, presentándose las comunas seis, cuatro y dos como los mayores lugares en la ocurrencia de hurtos. Únicamente hasta el año 2009 se presenta que la comuna siete se sitúa en las primeras posiciones, lo cual fue cambiando en los años siguientes teniendo una disminución de ocurrencias dentro de estos barrios con respecto a los casos presentados en las demás comunas.

Pese a ser relativamente poca la cantidad de barrios realmente representativos dentro de la comuna seis, la cantidad de ocurrencias es superior a la de

cualquiera de los barrios de las otras comunas, esto se justifica por la concentración económica considerable en estos espacios, teniendo la zona céntrica de Palmira en la que se han consolidado gran parte del comercio que ha acompañado tradicionalmente a la ciudad, al igual que ser parte limítrofe con el sector de la galería y la convergencia misma de los medios de transporte sobre esta zona, en otras palabras se reafirma lo estudiado en la situación actual acerca de cómo el hurto afecta económica y socialmente el desarrollo de la ciudad y así mismo las situaciones inseguras apuntan a donde les resulta más atractivo cometer este tipo de delitos, siendo subsecuente con el estado del arte se logra identificar que el patrón de aprendizaje inmerso en el algoritmo consigue que los clúster que entrega el modelo está acoplados según va entendimiento las ocurrencias (30) . Por otro lado se presentan en las demás comunas patrones claros de preferencia hacia los barrios mencionados, teniendo por común entre ellos la convergencia relativa de personas para ciertas actividades (laborales, necesidades de transporte, comerciales) en las cuales se evidencia una oportunidad clara por parte de quienes buscan cometer hurtos; además de la presencia de urbanizaciones recientemente construidas y habitadas como el caso del barrio Sembrador, una construcción urbana relativamente nuevas que tiene capacidad para conectarse con otros barrios y lo que implica con respecto a las actividades que los ciudadanos puedan desarrollar en estos entornos (vivienda, recreación, laborar, y demás), para lo cual mucho de los planes cuadrantes deben estudiar cómo responder a estas nuevas áreas urbanas, redistribuyendo el recurso para brindar seguridad y patrullaje.

Con la realización de la metodología para los periodos comparativos más recientes se encuentra afinidad con las comunas históricas evidenciadas en las publicaciones además de la presencia de desplazamientos, como es el caso que para ambos años trabajados por la metodología se identifican a las mismas comunas y barrios críticos teniendo énfasis en los cruces y como estos de un año a otro (Véanse gráficos 9 y 11), pese a seguir siendo críticos sufren ciertos desplazamientos entre calles y carreras del mismo barrio; dando puntualidad se toma como ejemplo lo ocurrido con el barrio La Trinidad, el cual para el año

2011 presento puntos críticos en los cruces de Calle 30 con Carrera 25, Carrera 25 con Calle 27 y Carrera 25 con Calle 33, los cuales para el siguiente año no se presentaron sino en los cruces de: Carrera 24 con Calle 31, Carrera 26 con Calle 29; Carrera 28 con Calle 28 además de una concentración adicional en la Carrera 28 con calle 31, lo cual indica como la comuna y barrio han presentado un aumento en las incidencias de hurtos según lo aprendido por la metodología para anticipar lo ocurrido en ese año, situación que se afirma con los resultados en las publicaciones para esos años, viéndose el incremento en los sucesos para ese barrio desde la perspectiva visual que se confronta con las 94 ocurrencias del año 2011.

Lo anterior indica que a pesar de que los puntos críticos, bien puedan entenderse como los mismos barrios predilectos, estos presentan un desplazamiento de las actividades delictivas de este tipo por algún motivo, razón por la cual resulta provechosa la realización de la metodología en cuanto al aprendizaje de estos patrones presentados en las ubicaciones permitiendo entender el flujo de los hurtos, lo cual a través de otras variables de inferencia puede entrar a justificar mejor estos sucesos, en una primera aproximación deductiva se atribuye a factores como los siguientes:

- Crecimiento del comercio en nuevos espacios de la zona céntrica, cambiando la tendencia de crecimiento hacia la zona de la galería hasta los puntos en donde se han posicionado nuevas tendencias comerciales y de esparcimiento.
- La presencia de nuevos negocios, como por ejemplo el caso que se identifica más visible en el barrio el Sembrador donde se genera un desplazamiento que inhibe cierta tendencia de hurtos, como es el caso del centro comercial que entro en funcionamiento en este barrio; ubicado en la carrera 19 con Calle 22, lo cual trajo consigo una renovación del espacio público que antes se podía considerar como un espacio muy solitario en cuanto al flujo de personas en el espacio público por la misma naturaleza del espacio, en la que no se presentaban actividades

comerciales y/o de esparcimiento como las que genera este tipo de negocios.

- El flujo de fuerza policial en los espacios; se contempla la posibilidad de evaluar los patrullajes de policía, a pesar de que no se cuente con esa información para el desarrollo de la metodología se puede inferir la posibilidad de que los patrones de hurtos se desplacen debido a la ausencia de este ente durante ciertos espacios de tiempo para el cometimiento de los hurtos.

Dentro de las deducciones a partir de los desplazamientos de los hurtos se tienen en cuenta los efectos en la presencia de nuevos locales comerciales y mediante un análisis más prospectivo es posible dimensionar dos tipos de fenómenos importantes; por un lado los espacios en los cuales se tiene predeterminados por un flujo comercial como es el caso del centro son los que más han sufrido consecuencias de inseguridad en materia de hurtos; por otro lado la generación de negocios formales dentro de espacios que carecían de estos genera un esparcimiento de personas y modificaciones al diseño urbano que evoca a unas posibilidades menores de que se presenten hurtos por ciertas modalidades que antes hubiesen resultado efectivas en esos mismos lugares, por ejemplo lo que se puede evocar a que el barrio el sembrador haya dejado de estar en el escalafón de ocurrencias en su comuna, situación que coincide con el crecimiento del comercio y mejoramiento del entorno público generado por la entrada en funcionamiento del centro comercial ubicado en la Carrera 19 con Calle 22 y los nuevos negocios que se abrieron a sus alrededores, lo cual para el año 2012 dentro de la metodología no es considerado un lugar crítico de inseguridad sino cuadras más apartadas.

Siendo una metodología que continuamente se alimenta con los datos disponibles, será posible medir de manera dinámica los resultados de las estrategias tomadas según lo presentado por entregas anteriores del modelo y así mismo medir la efectividad de estas estrategias y contemplar posibles ajustes para lograr resultados cada vez más satisfactorios.

1.12 VALIDACIÓN DEL MODELO DE DETERMINACIÓN DE PERIODOS DE TIEMPO

Al igual que para la validación de la primera fase del modelo, se realiza una comparación con valores para el año 2012 tanto de la publicación realizada por el observatorio como para los resultados del modelo de ese año.

Según se tiene empleado inicialmente en la metodología se determinan los periodos de tiempo exclusivamente para los lugares críticos que se generaron como resultado del primer modelo, para lo cual se realiza un filtro a la base de datos principal de la cual solo se toman los valores de los clústeres que resultan ser los lugares críticos.

Zona 2		
	Desde	Hasta
Calle	25	48
Carrera	5	37

Tabla : Rango de calles y carreras para la determinación de periodos de tiempo críticos de la agrupación de lugares críticos determinados por el modelo de mapas de Kohonen para el año 2012.

Se tiene como primer hallazgo que a dicho nivel de desagregación los datos resultan ser pocos como para realizar pronósticos a nivel diario, por lo cual se opta por emplear el modelo para la determinación de periodos de tiempo a nivel mensual, además de que las cifras emitidas en las publicaciones oficiales rondan en estas cifras de tiempo lo cual ayuda a validar la pertinencia del modelo, los niveles de pronósticos diarios se podrían realizar, pero la cantidad de los datos no resulta lo suficientemente grande para afirmar con alto nivel de confianza que los resultados son fieles a la realidad o al menos a lo convencional que entregaría la técnica empleada.

Comparando los resultados históricos de las publicaciones del observatorio se tiene que hacer observación previa de que la entrega de periodos de tiempo es de carácter general con los sucesos dentro del periodo anualizado más no de

lugares específicos como tal, como si es el caso del entregable por parte de la metodología planteada, esto implica que la validación con respecto a los datos reales debe ser reservada al momento de compararse para no emitir juicios realizando una comparación directa de los resultados para que se puedan reconocer otros elementos que validen los resultados, como los indicadores del pronóstico y similitudes generales de los patrones presentados en los datos y de tal forma será posible generar las consideraciones y recomendaciones posteriores para realizar interpretaciones más avanzadas de los resultados teniendo datos oficiales con los que contrastar.

Gráfico : Ejemplo de presentación de periodos de tiempo expuestos en las publicaciones del Observatorio. (Fuente: OSCCC)

En aras de validar los puntos críticos de mayor incidencia de hurtos se decide pronosticar en función de periodos de tiempo los puntos críticos y espacios circundantes de los espacios representativos de la comuna 6, donde se ubican los barrios representativos por la cámara de comercio los cuales son el barrio Centro y La trinidad principalmente, este clúster de ubicaciones críticas se denomina zona 2 dentro de la metodología por cómo se agrupan los puntos obtenidos en la primera fase que van desde las calles 25 a 48 cruzándose con las carreras 5 a 37, estos lugares son los mismos que se pueden visualizar resaltados en el gráfico 11.

Los indicadores del pronóstico del proceso realizado evidencian resultados satisfactorios con respecto a lo esperado en errores de pronóstico y la correlación misma de los datos, a continuación se presenta la ficha técnica de dichos indicadores.

Aspecto técnico	Resultado
Coeficiente de correlación	92,53%
MAD	6,5965
ECM	67,3398
Número de iteraciones realizadas	10000
Tiempo de ejecución del modelo	24 min

Procesador del computador	I3 Intel -3240 (3,40GZ)
---------------------------	-------------------------

Tabla : Aspectos técnicos de la corrida del modelo para la zona 2 de pronóstico.

Pese a un tiempo computacional relativamente largo, los resultados resultan prometedores, bajo la metodología de redes neuronales es posible inclusive realizar más o menos iteraciones si se desea, lo que variaría sería la calidad de los resultados. Posteriormente se presentan en la gráfica 13 los resultados de lo pronosticado para el año 2012, partiendo de datos históricos de los años 2010 a 2012 para esas mismas ubicaciones.

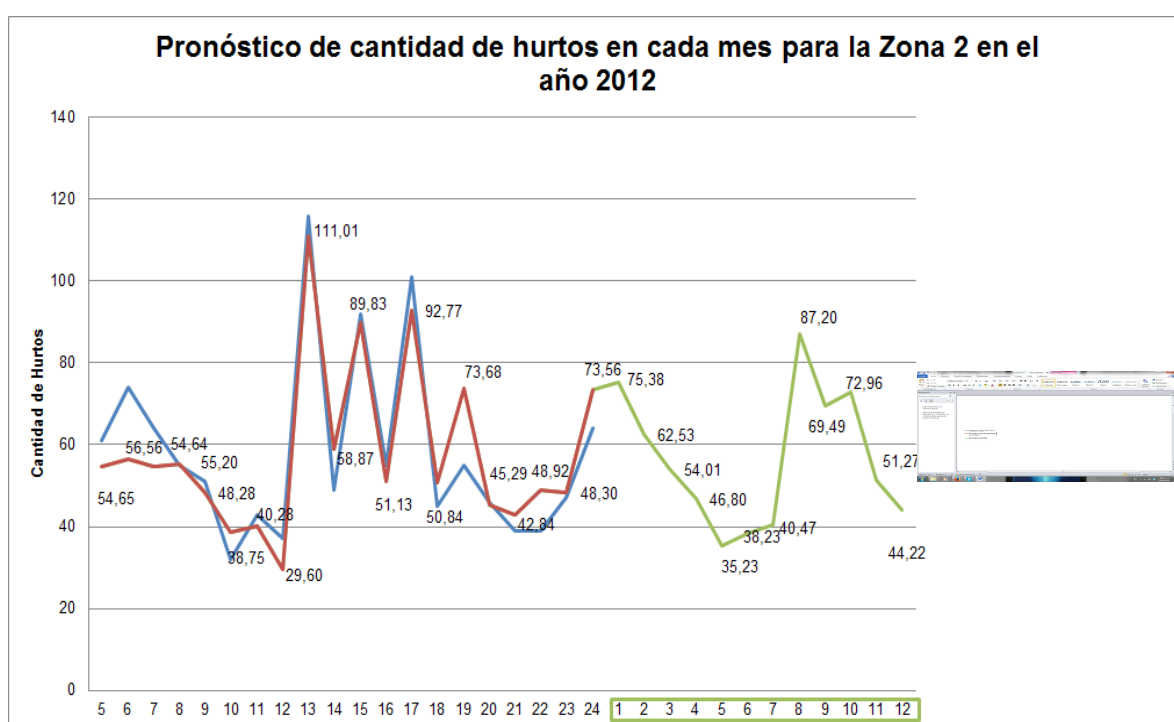


Gráfico : Pronóstico de periodos críticos para el año 2012.

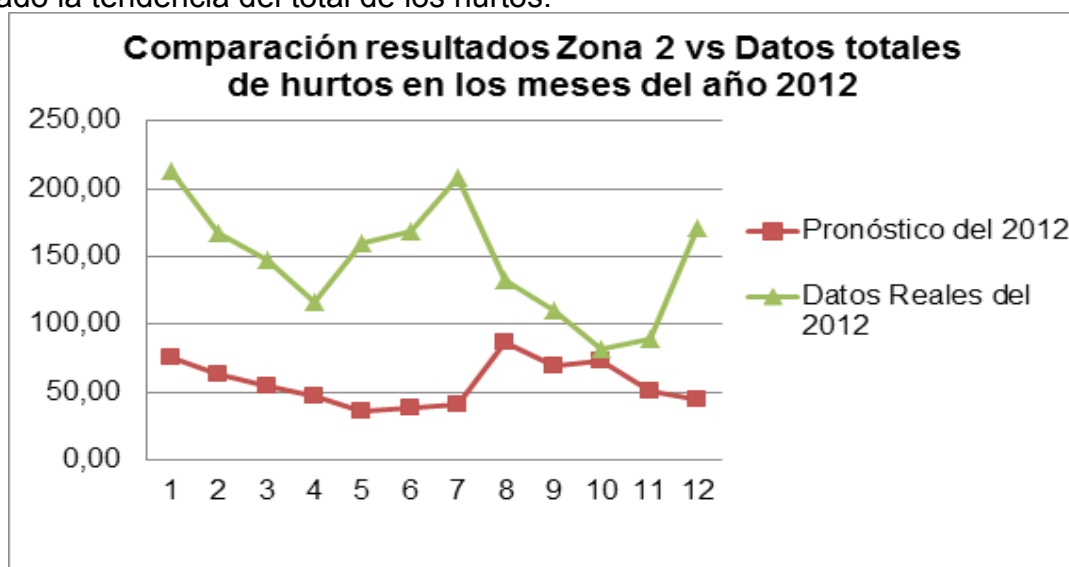
Detallando visualmente y teniendo como apoyo adicional los aspectos de errores y correlación obtenidos se logra entender cómo los resultados generen dicha tendencia, la cual se asemeja a ciertos patrones presentes en los dos años que se utilizaron para realizar el pronóstico, además de eso se tiene una gran afinidad entre el pronóstico de entrenamiento y los históricos lo cual indica que continuando en el tiempo de pronóstico para el 2012 se tienen buenos indicios para determinar que los datos pronosticados resultarán confiables y semejantes en el tiempo tal como logra entender el patrón de los históricos

alimentados, esta hipótesis es puesta a prueba en el siguiente literal donde se compararán los resultados del pronóstico con respecto a los valores presentados por el observatorio.

8.1.4 RESULTADOS DE LA SEGUNDA FASE DE LA METODOLOGÍA

Teniendo como nivel de desagregación del tiempo el componente mensual se habla de periodos de tiempo críticos de inseguridad a los meses con mayores ocurrencias, esquema que se utiliza para realizar las comparaciones con los datos publicados por el OSCCC para dicho año, a pesar de no ser una medida de tiempo muy específica por las razones argumentadas, es posible realizar estrategias interesantes encaminadas a despliegue de recursos en esos periodos críticos de inseguridad en materia de hurtos.

En un paso subsecuente y como método correcto para la validación se debe realizar la comparación de resultados con respecto a los datos publicados por el OSCCC en ese año, para lo cual no se presentan los datos discriminados como es el caso de la metodología, por lo cual se debe realizar la comparación de lo obtenido para la zona 2 con respecto a los datos totales, lo cual sirve para poner a prueba si esa concentración máxima de datos determina en cierto grado la tendencia del total de los hurtos.



Comparando los resultados se logra percibir como la tendencia de los valores se asemeja, en especial en los primeros cuatro meses al igual que el alza

presentada desde el séptimo al octavo mes, ocurriendo una congruencia con los valores generales de la publicación; el hecho de que se genere este tipo de coincidencias no significan que los resultados de la zona 2 emulan la tendencia de las ocurrencias en los demás espacios de la ciudad, demostrando que no todo patrón de periodos de tiempo aplica para todos los periodos críticos en las demás zonas, en otras palabras, es necesario distinguir rango de valores para cada zona crítica, y así mismo generar los pronósticos de estas zonas, con este hallazgo se reitera la importancia de cómo se ha estructurado la metodología de determinación de lugares y posteriormente de periodos de tiempos para la inseguridad en materia de hurtos en un entorno urbano, teniendo adicionalmente una congruencia con lo mencionado en el estado del arte acerca de cómo los distintos cuadrantes o clústeres presentan distribuciones temporales distintas que deben ser trabajadas de manera aislada (31) .

Es necesario que el estudio de periodos críticos de inseguridad sea realizado de una manera sectorizada, para brindar con mayor detalle una información clara de los espacios de tiempo que se presentan en particular dentro de estos distintos entornos urbanos; desde un aspecto más técnico en la metodología es de recordar que la cantidad de datos que se filtran dentro de los espacios urbanos críticos de menor proporción presentan una cantidad de datos históricos pequeña como para desarrollar un pronóstico lo suficientemente significativo, para lo cual sería necesario de disponer de otro tipo de datos como lo son tentativas de hurtos, hurtos no denunciados y notificaciones por vía telefónica, los cuales ayudarían a tener un panorama más nutrido para dichos espacios; información disponible dentro de los servicios ciudadanos de la policía, la cual coordinada adecuadamente se puede aprovechar tanto para aprovechar completamente la metodología desarrollada como para otros análisis multidisciplinarios que se puedan desarrollar dentro del OSCCC.

Con respecto a la validación de la segunda fase de la metodología únicamente se puede aprobar con certeza desde los parámetros académicos que conllevan la técnica de pronósticos de redes neuronales ha conseguido indicadores

satisfactorios para este tipo de abordajes, quedando pendiente una verificación directa con los datos reales que no se tienen disponibles para efectos del estudio, únicamente aproximaciones con respecto a los datos generales que se presentan en la publicación lo cual permite anticipar con certeza que los resultados del pronóstico son específicos para la ocurrencia de la zona y así mismo se presentan diferentes patrones dependiendo de la ubicación, eso explica el hecho de que los resultados del pronóstico para el año 2012 no coincidan en muchos aspectos con los datos generales en los cuales, al igual que lo ocurrido en la comparación de mapas de lugares críticos con los de la publicación el ruido que genera la presencia de todos los datos hace que la interpretación de patrones y de valores representativos no sea tan clara, para el caso específico de los periodos de tiempo la metodología ha ayudado a entender que la sectorización de los periodos temporales enseña el comportamiento de los hurtos a través del tiempo y el espacio en el que se esté presentando, esto a un nivel avanzado de análisis (permitiéndose con la disposición de datos particulares para los lugares filtrados) ayudaría a comprobar *modus operandi* particulares de cada zona, como es el caso de una primera aproximación como la siguiente: inferir periodos de tiempo ligados dentro de los horarios laborales para el barrio centro por la concentración de potenciales blancos de hurtos relacionados con actividades comerciales.

Habiendo obtenido los lugares y periodos de tiempo se puede dejar a manos de la policía esta información como insumo para la realización de los despliegues pertinentes, además de quedar la posibilidad de generar socializaciones de esta información dentro de la construcción de los planes integrales para que se generen estrategias por varias entidades participantes para concretar una respuesta a los patrones reincidentes en materia de hurtos, apoyada desde la academia por la metodología desarrollada y todos los fundamentos que la componen, como es caso de la analogía con la cadena de valor de las organizaciones, aspecto que también se valida con los resultados constatados.

1.13 VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA CON RESPECTO A LA CADENA DE VALOR

Retomando como se esquematiza a los causantes principales de la inseguridad en materia de hurtos a través de organizaciones al margen de la ley (véase numeral 4.1.2) que bajo sus diferentes actividades de lucro terminan influyendo en situaciones inseguras como los hurtos a personas la aproximación lograda con el modelo permite inferir que a través de los patrones históricos de periodos y lugares de mayores incidencias estén relacionadas con estas organizaciones y sus miembros, permitiendo realizar una desarticulación de estos grupos por medio de despliegues efectivos para la prevención de sucesos de este tipo generando así un efecto mayor sobre su cadena de valor, ya que en el suceso de hurto se genera un aprovisionamiento directo e indirecto de capital tanto para el consumo de sustancias psicoactivas (clientes de esta organización) como para el fortalecimiento mismo de la organización (ingresos alternos a la venta de los productos por unidades de negocio); pese a no ser considerado como uno de los eslabones que inicia con la agregación de valor de estas organizaciones si es de los que genera gran proporción del sustento de las mismas, además de que es la parte más visible de las organizaciones en la parte urbana, tanto por el consumo y venta como las consecuencias sociales y económicas que genera en los entornos directos en los que influye, por lo cual es necesario conocer con certeza además de los lugares en los que están ubicados los grupos delincuenciales, los espacios recurrentes de los mismo para desarrollar sus actividades.

Entendiendo los resultados obtenidos y la analogía manejada para comprender a la problemática como una organización encargada de generar en mayor proporción los hurtos a personas se logra inferir que el componente afectado directamente al conocer los periodos y lugares críticos de inseguridad con antelación y certeza adecuada resulta siendo los procesos de logística externa y de aprovisionamiento secundario por medio de las unidades económicas, ya que con un despliegue adecuado en estos lugares y momentos se desarticula

directamente el medio propicio para el cometimiento de los hurtos a personas generando oportunidades de captura en el instante de la ocurrencia e inclusive evitando futuros casos; ya que como organización establecen ciertos parámetros para cometer las actividades delictivas y así mismo se puede contrarrestar con la información adecuada, como es caso de los resultados presentados desde la metodología, además de una interpretación multidisciplinaria pertinente por parte de expertos del Observatorio y de la Policía para generar una estrategia adecuada para entender las activaciones de fenómenos ligados a la inseguridad en el entorno urbano; que en su mayoría son generadas por esta organización o particulares con necesidades similares a la de los miembros de la misma que están relacionados con el cometimiento de hurtos, entendiéndose que en ellos, al igual que en los ciudadanos comunes se tienen percepciones del entorno dentro de los cuales opera para realizar este tipo de actos.

1.14 LA ASOCIACIÓN DE LUGARES Y PERIODOS CRÍTICOS DE INSEGURIDAD EN MATERIA DE HURTOS

Posterior a la validación de las dos fases de la metodología se realiza una convergencia en la importancia de los parámetros de lugares y periodos críticos de inseguridad en materia de hurtos, previamente se consideraba la importancia de conocer los espacios con mayores incidencias pese a tener todo un entorno urbano al que se atiende con igual importancia, este primer acercamiento se corrobora mediante lo obtenido en la primer fase de la metodología consiguiendo por medio del modelo de mapas de Kohonen los lugares, conociendo además de un punto en específico toda la incidencia que este trae a sus alrededores, lo que en la teoría se conoce como límites de vecindad y tras haber revisado el estado del arte se recuerda como esos puntos de mayor incidencia se tratan de focos importantes de ocurrencia y posible segregación del suceso estudiado. Consecuentemente, si de estas localidades críticas se puede llegar a ser más específico en conocer el momento de mayor incidencia se estaría generando una reacción más acertada con respecto a las ubicaciones de los sucesos con mayor influencia y más aún si se conoce con antelación de estos valores, para lo cual además de conocer el patrón de ocurrencia del pasado, es necesario poder anticipar sucesos posibles en un momento cercano, esto evoca directamente a los tres pilares asumidos dentro de la metodología: determinación de la ubicación crítica, determinación del periodo crítico y el pronóstico de sucesos además del estado del arte mismo en el planteamiento de la sinergia de estas variables (6); lo cual converge el pasado y presente de los acontecimientos con la aproximación futura para brindar una alternativa prospectiva para el abordaje de la problemática de hurtos en la ciudad con un matiz sistemático y organizacional en la concepción de los generadores de los casos, permitiendo inferir sus fortalezas y debilidades reflejadas en la manera de operar y los patrones emitidos por los resultados de la metodología y así mismo desarrollar estrategias cada vez más certeras y oportunas.

9 CONCLUSIONES

- Los elementos destacables en el análisis de la situación actual de la problemática permiten reconocer como a nivel local las limitaciones de recursos policiales y restricciones tecnológicas brindan la posibilidad de contemplar alternativas y así sacar provecho a la información disponible, generando alianzas de información en instituciones públicas y privadas que se reúnen en espacios de debates para la construcción de estrategias, pero aun así se presentan falencias en la apropiación de planteamientos a nivel internacional, dejando parámetros importantes como el análisis de percepción y de entorno inciertos para abordar la problemática de una mejor manera.
- A partir del diagnóstico integral de la situación actual se construye un modelo de programación para la determinación de periodos y lugares críticos que se consolida en una metodología sistemática que acoge técnicas de la ingeniería, donde convergen aspectos claves para que su funcionamiento y resultados sean prospectivos, acertados y a su vez entendidos y acogidos por las instituciones que manejan directamente la problemática.
- Los modelos de programación logran ser validados con los datos reales de los años 2011 y 2012, encontrando el aporte significativo de haber planteado de tal manera la metodología, partiendo de la determinación de lugares para posteriormente estudiar el comportamiento a través del tiempo en cada segmento crítico, evocando a la importancia de eliminar el ruido ocasionado por datos que en un esquema general no hubieran sido posibles de determinar, brindando un aporte significativo a las instituciones al demostrar la capacidad del estudio en revelar patrones singulares de desplazamiento y evolución de la problemática a niveles desagregados para su utilización en futuras estrategias, los cuales pese

a ser de datos únicamente ligados a hurtos a personas evidencian la relación indirecta con los demás tipos de hurtos.

- La metodología desarrollada junto al trabajo que se realiza desde el observatorio (OSCCC), complementa el analizar de los históricos, ofreciendo una previsión y aprendizaje de los patrones presentes en los datos, con lo cual se puede conjugar en resultados más precisos para el desarrollo de estrategias encaminadas a mejorar la seguridad en el entorno urbano.

10 RECOMENDACIONES

Posterior a la realización y validación de la metodología de programación resultan ciertas consideraciones para lograr un ejercicio mejor en momentos futuros que se desee aplicar la metodología al igual que sugerencias resultantes del abordaje realizado desde la ingeniería industrial para las organizaciones que trabajan esta problemática, las siguientes son las recomendaciones más importantes que surgieron a través del trabajo realizado:

- Resulta interesante estudiar la problemática a través de segmentaciones, primero de lugares y posteriormente de tiempos para así diagnosticar cada uno de los lugares y así mismo lograr destinar mejor los esfuerzos.
- Se recomienda que los resultados de la metodología sean vistos por expertos de distintas instituciones para evaluar y reconsiderar las alternativas que tengan disponibles para la realización de estrategias y posteriores planes integrales, para lo cual se considera perfecto el espacio de socialización con el que cuenta el OSCCC a través de la Cámara de Comercio de Palmira y la alcaldía.
- Para unos resultados más desagregados a nivel de pronósticos de tiempo es aconsejable disponer de datos históricos igualmente desagregados en su variable de tiempo con los que se pueda aprovechar el modelo a una escala más directa de uso en procesos como planes cuadrantes, patrullajes y vigilancia urbana.
- Además del análisis y recopilación de casos ocurridos, resultaría altamente provechoso tanto para la metodología como para el análisis convencional contar con una base de datos que incluya las tentativas de hurtos que fueron notificadas por medios como líneas telefónicas, contacto directo con los agentes de la policía y los mismos registros en las cámaras de seguridad disponibles.

11 BIBLIOGRAFÍA

1. *Exégesis de los delitos*. **Ervyn Norza, Céspedes, Walther Alfonso, López-Guaje y María Ximena, Peñalosa-Otero**. 2011, Criminalidad.
2. *Broken Windows. The police and neighborhood safety*. **Wilson, James Q y Kelling, George L**. 1982.
3. **Luis Eduardo, Mesa Velásquez**. *LOS DELITOS DE HURTO Y ROBO, CON REFERENCIA AL CODIGO PENAL COLOMBIANO*. Bogota : s.n.
4. **OSCCC**. *Documento Consolidado Homicidios, Accidentalidad Vial, Hurtos, Lesiones Personales y Decretos de Seguridad 2009*. Palmira : Camara De Comercio, 2010.
5. —. *informe de Consolidado Homicidios, Accidentalidad Vial, Hurtos 2007* . Palmira : Camara De Comercio, 2008.
6. *El robo de vehículos en la ciudad de México*. **Perdomo, Carlos J Vilalta**. 2011, Gestión y Política Pública.
7. *La evaluación del desempeño de la policía*. **Poblete, Patricio Tudela**. 2012, Criminalidad.
8. **León, Roberto**. *La Nueva Violencia Urbana de America Latina*. Buenos Aires : s.n., 2001.
9. *Una Mirada Desde La Criminología*. **Montes, Catalina Bello**. 2005, REVISTA CRIMINALIDAD SEGURIDAD RURAL Y URBANA.
10. *Resultados de la Policía Nacional*. **Céspedes, Ervyn Norza**. 2011, Criminalidad, pág. 165.
11. **OSCCC**. *Documento Consolidado Homicidios, Accidentalidad Vial, Hurtos, Lesiones Personales, violencia intrafamiliar, abuso sexual, maltrato infantil,*

abuso sexual y Decretos de Seguridad 2010. Palmira : Camara de comercio, 2011.

12. **OM**. Observatorio De Medellin . *Observatorio De Medellin* . [En línea] <http://www.repensandolaseguridad.org/metodologia.html>.

13. **OD**. Observatorio_del_delito. *Observatorio_del_delito*. [En línea] 13 de 5 de 2009.
http://www.policia.gov.co/portal/page/portal/Observatorio_del_delito/home.

14. *CPTED (Crime Prevention Through*. **Andreas, Hein**. 2008.

15. **Diego Fernando, Lozano Arias**. Palmira Avanza. *Palmira Avanza*. [En línea] 9 de Noviembre de 2012.
<http://www.palmiraavanza.com/attachments/article/476/BOLET%C3%8DN%20216%20%20%28VIERNES,%209%20DE%20NOVIEMBRE%29.pdf>.

16. *El color del miedo bajo el desorden*. **Cisneros, José Luis y Cunjama-López, Emilio Daniel**. 2011, criminalidad, pág. 18.

17. Violencia crimen y desarrollo social en América Latina y el Caribe. [aut. libro] Mayra Buvinic, Andrew Morrison y Ma. Beatriz Orlando. *Violencia crimen y desarrollo social en América Latina y el Caribe*. mexico : s.n., 2005, págs. 167-214.

18. *Inseguridad urbana y sus efectos*. **Vuanello, Roxana**. 2009, Criminalidad (Policía Nacional · DIJIN), pág. 14.

19. *Narcomenudeo: un neologismo para describir la venta de estupefacientes*. **Yofre Luis, CortésVargas y Rodolfo, ParraCely**. 2011, Criminalidad.

20. **Duarte, Joanna Veronica Collantes**. *PREDICION CON REDES NEURONALES: COMPARACION CON LAS METODOLOGIAS DE BOX Y JENKIS*. 2001.

21. *MODELO APLICADO DE TEORÍA DE JUEGOS PARA EL ESTUDIO DEL CRIMEN EN LA VÍA PÚBLICA*. **Jose L., Lobato, Richard, Weber y Nicolas, Figueroa**. Chile : s.n., 2009, Revista Ingeniera de Sistemas.
22. **Edgar Nelson, Sanchez Camperos y Alma Yolanda, Alanis Garcia**. *Redes Neuronales Conceptos Fundamentales Y Aplicaciones A Control Automatico*. España : PEARSON EDUCACION S.A, 2006.
23. *Predicción de series de tiempo aplicando redes neuronales artificiales*. **Miguel Angel, Pérez-Chavarría, Hugo Homero, Hidalgo-Silva y Ocampo-Torres, Francisco J.** Mexico : Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, 2002.
24. **Molina, Alfredo Sanz**. *Redes Neuronales Y Sistemas Difusos*. Mexico : Rama Editorial, 2002.
25. **Matich, Damián Jorge**. *Redes Neuronales: Conceptos Básicos y Aplicaciones*. Argentina : s.n., 2001.
26. **Veásquez, Juan, Zambrano, Cristian y Vélez, Laura**. *Un paquete para la predicción de series de tiempo usando redes neuronales autorregresivas*. s.l. : Universidad Nacional de Colombia, 2011.
27. **Ritter, H, Martinetz, T y K, Schulten**. *Neuronal Computation And Self-Organizing Maps*. s.l. : Addison-wesley, 1991.
28. **kohonen, T**. *The Self- Organizing Map*. 1990.
29. **Lobato, Jose L., Weber, Richard y Figueroa, Nicolas**. *MODELO APLICADO DE TEORIA DE JUEGOS PARA EL ESTUDIO DEL CRIMEN EN LA VIA PÚBLICA*. Chile : s.n., 2009.
30. **Emeka, C.E., Okonkwo, O.R. y Osuagwu, O.E**. *BUILDING A COMPUTER MODEL FOR CRIME TREND PREDICTION IN NIGERIA*. 2012.

31. **Astudillo, Rodrigo Toledo.** *MÉTODOS ECONOMETRÍCOS PARA EL PRONÓSTICOS DE DELITOS EN EL GRAN SANTIAGO.* Chile : s.n., 2005.
32. *Juvenil delinquency and urban Areas.* **SHAW, Clifford y MCKAY, Henry D.** 1942, University of Chicago Press.
33. **Picón, J. M. Salcedo.** Ciencias jurídicas Y Políticas De La Ciudad De Los Andes. *uvero.adm.ula.ve.* [En línea] 13 de Junio de 2013. http://uvero.adm.ula.ve/pderecho/index.php?option=com_content&view=article&id=757&Itemid=503..
34. **Tirson, Mejia Ricard.** *Psicología Para Abogados.*
35. Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante. *rua.ua.es.* [En línea] 2008. [Citado el: 13 de Abril de 2012.] <http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/3752/51/TEMA%2015%20Psicolog%C3%ADa%20criminal.pdf>.
36. **Arto, Amparo Toral.** Enciclopedia Virtual. *eumed. net.* [En línea] 1 de Abril de 2013. <http://www.eumed.net/tesis-doctorales/ata/e3.htm>.
37. **SERRANO, ROSINA MORENO y VALCARCE, ESTHER VAYA.** *Técnicas econométricas de para el tratamiento de datos espaciales.* Barcelona : Universitat Barcelona, 2000.
38. **Globimed.** Red Tematica. *Globimed.* [En línea] 1 de Abril de 2013. <http://www.globimed.net/ficheros/actividades/Sesion%203%20patron%20superficies.pdf>.
39. **M. A. Malek, S. Harun, S. M. Shamsuddin, I. Mohamad.** *Imputation of Time Series Data via Kohonen Self Organizing Maps in the Presence of Missing Data.* s.l. : ACADEMY OF SCIENCE, ENGINEERING AND TECHNOLO, 2008.
40. **Formisano, Michel.** *CARACTERÍSTICAS DE LA VIOLENCIA HOMICIDA EN BOGOTÁ.* Bogota : s.n., 2002.

12 ANEXOS

11.1 MATRICES CON LOS RESULTADOS DEL MODELO DE MAPAS DE KOHONEN PARA LOS AÑOS 2011 Y 2012.

11.2 MAPAS AMPLIADOS DE LOS PUNTOS FIJADOS COMO CRÍTICOS POR EL MODELO DE MAPAS DE KOHONEN PARA EL AÑO 2011 Y 2012.

11.3 TABLA DE RESULTADOS DEL MODELO DE REDES NEURONALES PARA EL PRONOSTICO DE HURTOS EN LA ZONA 2 PARA EL AÑO 2012.

11.4 APORTES DE LA CRIMINOLOGÍA Y LO PSICOSOCIAL PARA EL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y CONSTRUCCIÓN DE LA METODOLOGÍA

11.5 ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

12.1 APORTES DE LA CRIMINOLOGÍA Y LO PSICOSOCIAL PARA EL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y CONSTRUCCIÓN DE LA METODOLOGÍA

11.4.1 CRIMINOLOGÍA

Es la escuela original y fundamental que se dedica al estudio del crimen como tal, iniciando con métodos de observación científica en el siglo XIX, centrándose en encontrar la razón fundamental de las personas para cometer los delitos, justificadas como anomalías mentales y corporales del individuo; sentido que ha evolucionado un siglo después al interés por la presencia de actos delictivos más en unos lugares que en otros, atribuyendo variables como la desigualdad económica, deterioro físico de los entornos, contrastes culturales y demás parámetros singulares de cada entorno y sus habitantes (32).

Trascendiendo cada vez más a lo moderno, se sintetiza a la criminología con la siguiente definición de Antonio García-Pablos de Molina: “Es una ciencia empírica e interdisciplinaria, que se ocupa del estudio del crimen, de la persona del infractor, la víctima y el control social del comportamiento delictivo, y trata de suministrar una información válida, contrastada, sobre la génesis, dinámica y variables principales del crimen contemplado éste como problema individual y como problema social así como sobre los programas de prevención eficaz del mismo, las técnicas de intervención positiva en el hombre delincuente y los diversos modelos o sistemas de respuesta al delito.”

Lo evidenciado hasta el momento da a entender que históricamente el estudio del crimen data de muchos años atrás, inclusive, se centran bases de filósofos de la antigüedad para entender este componente considerado inherente de la humanidad (33), lo cual justifica el nexo tan familiar que se presente en la misma institución policial para la realización de las investigaciones con los parámetros mencionados, llevándolo a esfuerzos de avanzada en mecanismos netamente forenses en el caso de flagelos a la seguridad e integridad de las

vidas de los implicados. Tanto a nivel nacional como internacional la criminología sigue siendo un componente de la institución que evoluciona y se adapta continuamente según las facilidades tecnológicas y los hallazgos académicos lo permiten, integrando despliegues a la fuerza policial en cada una de las etapas de la gestión de la seguridad ciudadana.

11.4.2 PSICOSOCIAL

Desde el grupo de conocimiento académico de lo criminológico se hacían fuertes bosquejos y era notoria la participación de factores estudiados desde la psicología, sociología y antropología, centrándose en el estudio de los individuos y su forma de asimilar e interactuar con su entorno, permitiendo definir perfiles psicológicos, e inclusive manejar una disciplina de exclusivo enfoque conocida como la psicología del delito (34).

Ferdma (1977) afirma que la conducta delincuente es la interacción de los factores: aprendizaje, la predisposición individual y la reacción social o identificación y la situación en que se produce el hecho delictivo; a lo cual conforme se hace un acercamiento al tiempo presente, se genera un enfoque hacia los distintos individuos que interactúan: quien comete el delito, la víctima y el ente policía o aquel que debe confrontarlo según su obligación; impartiendo análisis a cada sujeto y a la misma construcción mental de lo que significa la seguridad.

Desde el contexto psicológico se han hecho investigaciones en términos de la búsqueda de lugares influyentes. Se han hecho investigaciones sobre cómo se puede contemplar psicológicamente el miedo de las personas para identificar lugares o zonas en las cuales haya una incidencia del crimen por medio de la percepción cualitativa que después se convierte en algo cuantificable para lograr identificar cuál es la causa de que dicho lugar sea reconocido bajo la percepción del ciudadano como un lugar peligroso. Bajo esos criterios entra otra teoría de la psicología que muestra que la infraestructura y el cuidado de

los lugares influyen a que las personas estén menos inhibidas para cometer crímenes. Por ello, dichos estudios sirven como herramienta para manejar esos lugares de manera en que se pueda disminuir la incidencia del crimen en cuanto un mejoramiento de la sociedad que habite en dichas zonas hostiles al igual que la calidad de vida implícita.

Como acuerdo en la academia psicosocial se hace la asociación a que el manejo de la problemática de la inseguridad debe trabajarse a través de un proceso social que necesita analizar los fenómenos implícitos a los hurtos y en general a cualquier generador de inseguridad ciudadana su forma secuencial en el tiempo y en el espacio; par de variables que están presentes en la búsqueda abordada en el trabajo que se está realizando, por lo cual la concepción del miedo, victimización y percepción de seguridad deben ser tomadas en cuenta para la construcción de la metodología a manejar (35) .

Como principal aporte a la construcción de la metodología se afianza la importancia de la conciencia de los periodos y lugares de inseguridad para este componente académico, además de tener en cuenta que los resultados de la metodología deben ser interpretados por expertos en este tema, lo cual brinda una perspectiva más amplia a la interpretación directa de los resultados que desde la ingeniería no se pueda ofrecer por la inferencia e impacto que dichos resultados generen en variables de consideración propia de esta escuela.

ANEXO 11.5 ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

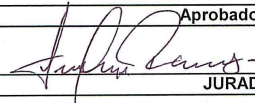
	SEDE PALMIRA Coordinación de Programa Programa Académico de Ingeniería Industrial	ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO
---	---	--

FECHA DE ELABORACIÓN		
DÍA	MES	AÑO
17	01	2014

JURADO CONFORMADO POR LOS PROFESORES:	
LUIS FELIPE RAMIREZ Y JULIO CESAR LONDOÑO	
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO: RAUL ANTONIO DIAZ PACHECO	
ASESOR:	
EVALUADOR: MAURICIO ALEJANDRO BUITRAGO Y LUIS FELIPE RAMIREZ	
TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO:	
DETERMINACIÓN DE PERÍODOS Y LUGARES CRÍTICOS DE INSEGURIDAD EN MATERIA DE HURTOS EN LA CIUDAD DE PALMIRA.	
ESTUDIANTES:	
ARIAS VARON ANDRES ELIAS	CÓDIGO: 200857586
SALDARRIAGA BEJARANO CARLOS FELIPE	CÓDIGO: 200857256

EVALUACIÓN:	
☒ APROBADO: ☐ NO APROBADO: ☐ APROBADO PERO SUJETO A RECOMENDACIONES:	Regístrese esta calificación (letras): <u>CUATRO PUNTO CINCO 4,5</u>  El estudiante debe acoger las recomendaciones del jurado y presentar nuevamente el documento ante el Director del Trabajo. ☐ Requiere ☐ No requiere nueva sustentación. El plazo para nueva sustentación y/o para presentación del documento final es de:

Aprobado por:	Aprobado por:
 DIRECTOR	ASESOR

Aprobado por:	Aprobado por:
 JURADO	JURADO