





Modelo predictor del delito, evaluación preliminar

Ehrenfeld Rohland, Evelyn Daniela, Ingeniero en Investigación Criminal, Master of Science in Inter-American Defense and Security, Washington, DC.
Academia de Ciencias Policiales, Carabineros de Chile, Chile.

John Humberto Ocampo San Martín, Ingeniero en Investigación Criminal, Master of Science in Inter-American Defense and Security, Washington, DC.
Academia de Ciencias Policiales, Carabineros de Chile, Chile.

Enviar correspondencia a **Evelyn Ehrenfeld Rohland**
e-mail:[**evelyn.ehrenfeld@gmail.com**](mailto:evelyn.ehrenfeld@gmail.com)

Crime predictor model, preliminary assessment

RESUMEN

Décadas de investigación empírica demuestran que una parte importante de la delincuencia se concentra en determinados segmentos geográficos/temporales, lo que facilita la predicción delictual. Por eso hoy las estrategias policiales preventivas se basan en el uso de algoritmos y técnicas estadísticas, dejando atrás las decisiones discrecionales o intuitivas. El año 2017 Carabineros de Chile puso en marcha el Modelo Predictor del Delito (MPD), que fue desarrollado en conjunto por el Centro de Análisis y Modelamiento en Seguridad (CEAMOS) de la Universidad de Chile y el Departamento de Análisis Criminal de Carabineros. El objetivo de esta investigación fue evaluar el nivel de acierto y el grado de utilización del MPD en la planificación de servicios policiales, por parte de las Oficinas de Operaciones en siete comisarías de la Región Metropolitana; identificando la percepción de los comisarios, además de evaluar fortalezas y debilidades del MPD. Entre los principales resultados destaca que el modelo responde al requerimiento para el cual fue adquirido, permitiendo priorizar la planificación de servicios hacia los sectores donde existen mayores probabilidades de ocurrencia de delitos.

PALABRAS CLAVE

Predicción del delito, policía, prevención algorítmica del crimen, Carabineros de Chile

ABSTRACT

Decades of empirical research show that a significant part of crime is concentrated in specific geographic / temporal segments, facilitating crime prediction. That is why today preventive police strategies are based on the use of algorithms and statistical techniques, leaving behind discretionary or intuitive decisions. In 2017, the Carabineros de Chile launched the Crime Predictor Model (MPD), which was developed jointly by the Center for Analysis and Modeling in Security (CEAMOS) of the University of Chile and the Department of Criminal Analysis of the Carabineros. The objective of this research was to evaluate the level of success and the degree of use of the MPD in the planning of police services, by the Operations Offices in seven police stations in the Metropolitan Region; identifying the perception of the commissioners, in addition to evaluating strengths and weaknesses of the MPD. Among the main results, it stands out that the model responds to the requirement for which it was acquired, allowing prioritizing the planning of services towards the sectors where there are greater probabilities of crime.

KEYWORDS

Crime prediction, police, algorithmic crime prevention, Carabineros de Chile

INTRODUCCIÓN

El creciente incremento de la población, especialmente en zonas urbanas, está generando varios desafíos relacionados con la seguridad de las personas, por lo que el uso de nuevas tecnologías resulta imprescindible al momento de comprender como se manifiestan los patrones y tendencias criminales (Catlett, Cesario, Talia, & Vinci, 2019). En las últimas décadas ha surgido desde los gobiernos, las policías y la sociedad en general, la necesidad de abordar la criminalidad con una mirada científica, objetivable desde las ciencias básicas y sus procedimientos, a través de modelos matemáticos y algoritmos destinados a anticiparse a la comisión de un delito, al conjugar diversas variables, tanto aquellas relacionadas con el sujeto activo, como aquellas referidas al territorio, la temporalidad y frecuencia de los delitos, a través de un modelo que predice la relación causal entre diversas variables, pronosticando su ocurrencia y resultados (Bobba, 2012).

La predicción de delitos ha atraído mucha atención en la literatura y se han propuesto varios métodos para descubrir diferentes aspectos de las características que deben presentar para la predicción de delitos (Catlett et al., 2019). El número de delitos en un área específica no solo está condicionado por sus propios registros históricos, sino que también tiene una alta correlación con los registros de delitos de áreas similares (Yi, Yu, Zhuang, Zhang, & Xiong 2018). El aprendizaje automático es útil para la predicción de delitos basada en cuadrículas. Muchos estudios anteriores han examinado factores como el tiempo, el espacio y el tipo de delito, pero las características geográficas de la cuadrícula rara vez se discuten, lo que deja a los modelos de predicción incapaces de predecir el desplazamiento del delito. Los estudios experimentales demuestran la importancia del diseño de características geográficas para mejorar el rendimiento y la capacidad explicativa (Lin, Yen, & Yu 2018).

Las investigaciones basadas en datos son útiles para prevenir y resolver delitos. Investigaciones recientes muestran que el 50% de los delitos son cometidos por un grupo pequeño de delincuentes, por eso las instituciones policiales requieren información temprana sobre la actividad delictiva para responder anticipadamente y prevenir el delito (Hossain, Abtahee, Kashem, Hoque, & Sarker, 2020).

La creciente disponibilidad de tecnologías de la información ha permitido que los organismos encargados de hacer cumplir la ley puedan recopilar datos detallados sobre diversos delitos, con el fin de clasificar los datos y crear herramientas de ayuda para la toma de decisiones y facilitar las investigaciones de los organismos encargados de hacerla cumplir. De esta forma los actuales modelos predictivos ayudan a las instituciones policiales a identificar patrones delictivos y predecir tendencias futuras (Nasridinov, Ihm, & Park, 2013).

El uso de algoritmos ha permitido identificar patrones delictivos, aumentando la precisión predictiva (Malathi & Baboo, 2011). De acuerdo a Catlett et al. (2019) estas tecnologías tienen el potencial de aumentar el despliegue eficiente de los recursos policiales dentro de un territorio determinado y, en última instancia, apoyar una prevención del delito más eficaz, al lograr una buena precisión en la predicción espacial y temporal de la delincuencia en horizontes temporales continuos. Así hoy día el análisis y la prevención del delito requiere de un enfoque sistemático, basado en la eficiencia informática y tecnológica con el fin de identificar y analizar patrones y tendencias del delito, así resulta posible identificar predictivamente regiones o sectores donde existe una alta probabilidad de ocurrencia de delitos (Jain, Sharma, Bhatia, & Arora, 2017).

Se debe considerar que la vigilancia policial predictiva basada en algoritmos no debe analizarse como un artefacto tecnológico aislado, sino como parte de un sistema sociotécnico más amplio que está incrustado en las estructuras organizativas y las culturas de los cuerpos policiales, por eso para alcanzar los niveles más altos de efectividad en la predicción y prevención de los delitos se necesita alinear y motivar a los actores humanos para lograr mayores resultados con los desarrollos tecnológicos (Egbert & Leese, 2021).

En Chile el Plan Nacional de Seguridad Pública “Seguridad para Todos 2014-2018” (Ministerio de Interior y Seguridad Pública, 2014), incluyó un proyecto denominado Mapeo Predictivo o Predictor, el que con posterioridad dio origen al proyecto Modelo Predictor del Delito (MPD), el cual fue desarrollado en conjunto por el Centro de Análisis y Modelamiento en Seguridad (CEAMOS) de la Universidad de Chile y el Departamento de Análisis Criminal de Carabineros de Chile. Esta herramienta predictiva fue implementada a contar del segundo semestre del año 2017 en el Sistema de Análisis de Información Territorial (S.A.I.T. 2.0), administrado por el Departamento de Análisis Criminal.

De acuerdo a CEAMOS (2016), el MPD incluye tres software de predicción, cuyos nombres tienen que ver con el método utilizado por cada equipo de desarrollo (Prospectivo, Sistemas Expertos y Multikernel). El software Prospectivo identifica una superficie de riesgo que es función del tiempo y su origen se encuentra en el software desarrollado por Kate Bowers, Shane Johnson y Ken Pease en el University College of London (Bowers, Johnson, & Pease, 2004). El software sistemas expertos está basado en la Teoría de Dempster-Shafer (Bloch, 1996) y la teoría de las funciones de belief (Sun, Srivastava, & Mock, 2006), para calcular probabilidades y obtener de esa manera una superficie de riesgo para el delito. Finalmente el software Multikernel, se basa en la estimación del riesgo criminal mediante funciones espacio-temporales llamados kernels (Daley & Vere-Jones, 2008), utilizando métodos paramétricos como Gaussian Mixtures Models (GMM, Dempster, Laird, & Rubin, 1977) para la

parte espacial, ya que los kernels gaussianos son buenos interpoladores de riesgo, mientras que para el temporal se utilizan kernels gaussianos periódicos ya que son excelentes extrapoladores de información (Johnson, Bowers, Birks, & Pease, 2009). Además, se incluyen herramientas de multiresolución temporal como la transformada Wavelet, con el objetivo de identificar cuáles son los periodos de tiempo de mayor representatividad de las señales de estudio. Este algoritmo procesa dos conjuntos de datos que engloban las tendencias históricas (data a priori) y últimas tendencias (data a posteriori) de la actividad criminal, permitiendo controlar las ponderaciones espaciales, temporales y entre procesos a priori y a posteriori.

CEAMOS (2016) ajustó los modelos predictores a los tres turnos en que se desarrollan los servicios policiales en la población. Estos modelos fueron probados y evaluados en forma paralela, generando el algoritmo definitivo en base a los resultados y desempeños obtenidos, el que fue aprobado para su utilización desde el segundo semestre del año 2017 a través de la Plataforma S.A.I.T. 2.0, la cual estaría destinada a apoyar la planificación de los servicios policiales preventivos, en base a la determinación de los sectores donde existen mayores probabilidades de ocurrencia de hechos delictuales.

Una vez ejecutado el predictor, se obtiene información desglosada para los cinco turnos siguientes, a fin de que sea procesada por la Oficina de Operaciones de cada Unidad Territorial (Carabineros de Chile, 2010), transformándose en un insumo más para la planificación eficiente y oportuna de los servicios policiales, debiendo también verificar con posterioridad el grado de cumplimiento de los patrullajes en los sectores definidos y eventualmente, determinar los factores que inciden en su cumplimiento para retroalimentar el ciclo de la planificación de los servicios policiales (Departamento de Análisis Criminal Carabineros de Chile, 2017).

De esta forma el objetivo de esta investigación fue evaluar el nivel de acierto y el grado de utilización del MPD para la planificación de servicios policiales, por parte de las oficinas de operaciones en siete comisarías de la Región Metropolitana; además de identificar la percepción de los comisarios a través de una encuesta tipo Likert, como también identificar las fortalezas y debilidades del MPD.

MÉTODO

Se realizó una investigación basada en la complementariedad paradigmática. El enfoque cuantitativo, permitió la recolección, procesamiento y análisis de los datos asociados al acierto y utilización del MPD, siendo complementados con un enfoque cualitativo, con el fin de describir la percepción y análisis FODA del MPD. La investigación es descriptiva y su diseño no experimental de tipo transversal (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

Los datos fueron levantados el mes de abril de 2018, de entre 37 comunas de la Región Metropolitana correspondientes a Santiago, Cerrillos, Cerro Navia, Conchalí, El Bosque, Estación Central, Colina, Independencia, La Cisterna, La Florida, La Granja, La Pintana, La Reina, Las Condes, Lo Barnechea, Lo Espejo, Lo Prado, Quilicura, Maipú, Huechuraba, Pedro Aguirre Cerda, Ñuñoa, Providencia, Pudahuel, Macul, Quinta Normal, Peñalolén, Renca, San Joaquín, San Miguel, San Ramón, Vitacura, Puente Alto, Recoleta, San Bernardo, Melipilla y Talagante, en las cuales se despliega la herramienta MPD dentro de la plataforma S.A.I.T. 2.0.

Para determinar el nivel de acierto y utilización, se seleccionaron siete comunas que cumplieron con las siguientes condiciones: la comisaría abarca la totalidad de la comuna; el Índice de Cobertura Policial fuera igual o superior a 0,5, con una demanda entre 9 y 14, además de poseer una clasificación de clúster alta, lo cual corresponde a Información proporcionada por el Sistema Integrado de Control de Gestión para Carabineros de Chile. S.I.I.C.G.E.

La muestra quedó constituida por un total de 630 turnos, que incluyeron 5.081 cuadrículas en cada turno, en las cuales se verificó el área predicha por el MPD, contrastándola con la georreferenciación de los casos y de los controles de identidad vinculados en ese turno, determinando si estaban dentro o fuera del área predicha.

Instrumentos

La operacionalización de las variables se hará de acuerdo con lo siguiente:

Acierto del Modelo Predictor del Delito: se obtendrá de la contrastación entre la predicción y la ocurrencia de delitos en el área espacio-temporal predicha. En este sentido y a fin de conocer si el comportamiento delictual se encuentra en un rango de normalidad, se evaluará la cantidad de delitos ocurridos en el período en estudio respecto de los años 2015, 2016 y 2017, para lo cual se considerará el mes, día de la semana y turno equivalente.

Utilización del Modelo Predictor del Delito: se evaluó la asignación de tareas al personal destinado al área territorial señalada por el modelo en la temporalidad indicada, considerando la información entregada por las oficinas de operaciones para la planificación de los servicios policiales a través de la Carta de Situación (tareas específicas), mediante la utilización del dispositivo SIMCCAR en base a la cantidad asignada a cada turno, y mediante el levantamiento de los controles preventivos realizados en el área predicha para la temporalidad señalada.

Percepción del Modelo Predictor del Delito: se aplicó una encuesta para identificar la percepción de los mandos de las comisarías asociadas a las 37 comunas en las

cuales se despliega la herramienta a través de una escala de actitud tipo Likert, obteniendo información relevante de los principales usuarios del modelo y que será medida a través de su diseño, prevención, gestión, y capacitación. El instrumento final quedó constituido por 30 preguntas, alcanzando una adecuada consistencia interna (fiabilidad Alfa de Cronbach=0,95).

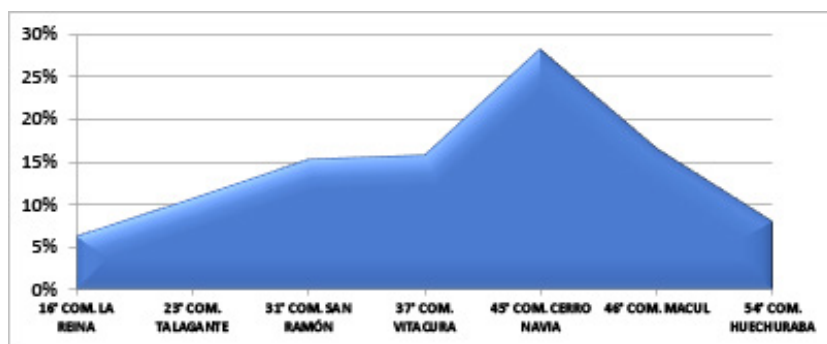
Fortalezas y debilidades del Modelo Predictor del Delito: esto se evaluó a través de la técnica de trabajo grupal o “Focus Group”, con el fin de proponer orientaciones y sugerencias para su mejoramiento. Se incluyeron seis profesionales que se desempeñan en el Departamento de Análisis Criminal y poseen conocimiento del MPD, más un moderador que fue el encargado de hacer las preguntas y dirigir el encuentro.

RESULTADOS

Nivel de Acierto del Predictor del Delito.

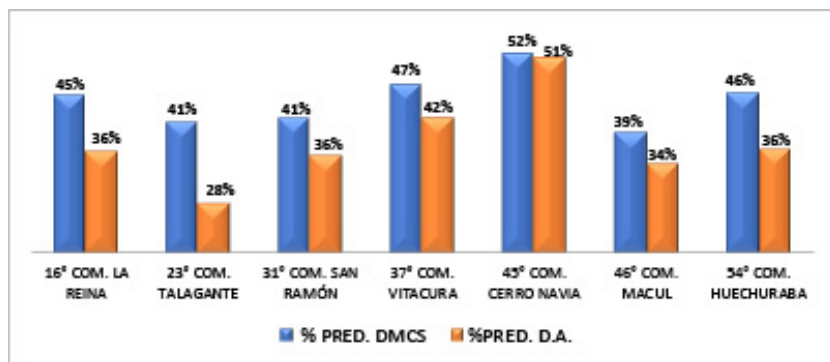
En la figura 1 se muestra el porcentaje de superficie predicho para cada turno del mes de abril del año 2018 en cada una de las cuadrículas determinadas por el MPD, de las siete comisarías seleccionadas. Las menores proporciones se explican por la morfología heterogénea de éstas, dado que presentan grandes superficies no destinadas al comercio o habitabilidad, como es el caso de La Reina, Huechuraba y Talagante.

Figura 1. Porcentaje de superficie predicha por MPD.



a) El nivel de acierto del MPD, se calculó considerando la cantidad de Delitos de Mayor Connotación Social (DMCS) y delitos agrupados (D.A., incluye robo con fuerza y robo con violencia) que ocurrieron efectivamente dentro de la superficie marcada por el predictor (cuadrículas) a partir de todos los delitos de la comuna. Como se aprecia en la figura 2, la 45° Comisaría Cerro Navia presenta el mayor porcentaje de acierto para ambas categorías, sin embargo, al ponderarla con la cantidad de superficie predicha, disminuye drásticamente el acierto.

Figura 2. Porcentaje de acierto del MPD por Unidad



En la Tabla N° 1 es posible apreciar que el MPD presenta un mayor acierto para el primer y segundo turno, siendo el martes el que alcanza la mejor predicción. En términos generales el predictor presenta mejores resultados para los DMCS versus delitos de robo agrupados (D.A.).

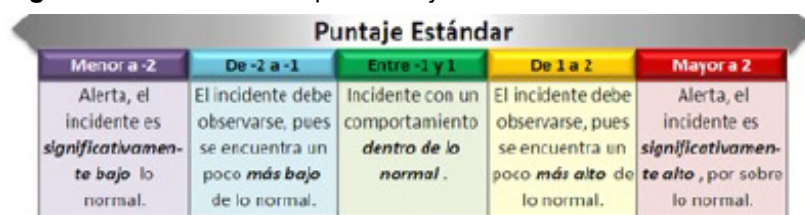
Tabla 1. Porcentaje de acierto del MPD por temporalidad.

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	TOTAL
PRIMER TURNO								
%PRED. DMCS	46,3%	57,5%	45,6%	48,0%	42,8%	45,1%	45,7%	47,4%
%PRED. D.A.	40,1%	50,4%	39,9%	36,6%	37,9%	47,2%	40,4%	41,9%
SEGUNDO TURNO								
%PRED. DMCS	57,1%	62,2%	47,5%	45,9%	49,9%	56,8%	51,3%	53,0%
%PRED. D.A.	44,7%	39,9%	31,4%	37,2%	36,6%	45,3%	38,4%	39,2%
TERCER TURNO								
%PRED. DMCS	26,9%	30,7%	36,9%	29,4%	26,7%	29,0%	39,8%	31,2%
%PRED. D.A.	31,1%	30,3%	43,3%	26,2%	29,8%	31,5%	36,0%	32,5%
TOTAL								
%PRED. DMCS	44,7%	50,7%	43,6%	41,8%	40,3%	43,6%	46,2%	44,5%
%PRED. D.A.	39,5%	40,5%	38,0%	33,5%	34,8%	41,1%	38,3%	38,0%

b) Establecer el comportamiento normal de casos asociados a delitos de mayor connotación social (DMCS) y delitos agrupados de robo (D.A.).

Con la finalidad de descartar que los resultados pudieran estar afectados por un quiebre en el comportamiento histórico, se obtuvo el promedio de los últimos tres años, y posteriormente se calculó la normal estadística de modo de conocer la variación que presentan los casos del año 2018 (muestra) respecto del comportamiento considerado como histórico, categorizándolos y asignándoles un color (Figura 3).

Figura 3. Semaforización por Puntaje Estándar Normal



En tabla 2 se aprecia que la 46° Comisaría Macul presenta un aumento significativo en los casos DMCS durante el período analizado, la 45° Comisaría Cerro Navia alcanza un comportamiento más alto de lo normal, otras 3 comisarías muestran un comportamiento más bajo de lo normal y sólo 2 presentan un comportamiento dentro de lo normal.

Tabla 2. Frecuencia de casos DMCS años 2018, 2017, 2016 y 2015

UNIDAD	DMCS 2018	DMCS 2017	DMCS 2016	DMCS 2015	PROM.	NORMAL	SEMÁF.
16° COM. LA REINA	309	322	397	390	370	-1,46	
23° COM. TALAGANTE	131	111	159	182	151	-0,54	
31° COM. SAN RAMÓN	237	183	228	251	221	0,47	
37° COM. VITACURA	274	334	390	484	403	-1,70	
45° COM. CERRO NAVIA	202	177	164	202	181	1,09	
46° COM. MACUL	307	283	269	293	282	2,10	
54° COM. HUECHURABA	277	290	303	355	316	-1,13	
TOTAL	1737	1700	1910	2157	1922		

Los casos de delitos agrupados de robo (D.A.), se muestran en tabla 3. En esta se aprecia que nuevamente la 45° Comisa Cerro Navia presenta un aumento significativo que pudiera interferir en el Modelo Predictor del Delito, tres comunas poseen un comportamiento un poco más bajo de lo normal y las restantes 3 presentan un comportamiento dentro de lo normal.

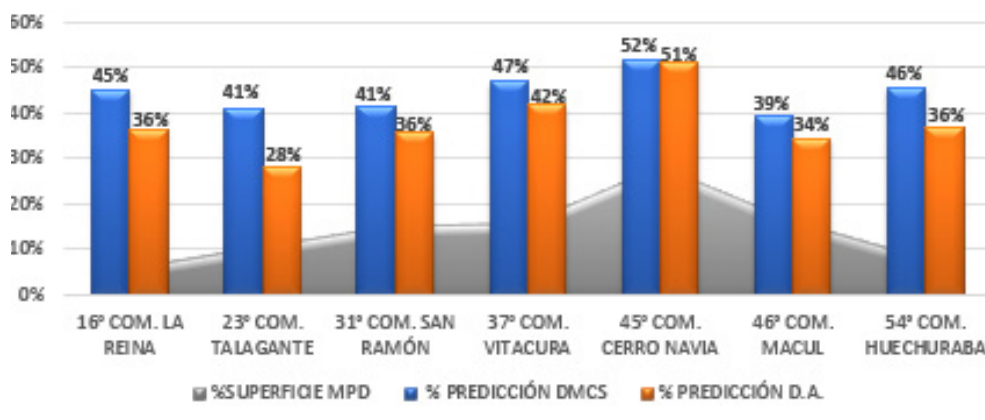
Tabla 3. Frecuencia de casos D.A. años 2018, 2017, 2016 y 2015

UNIDAD	D.A. 2018	D.A. 2017	D.A. 2016	D.A. 2015	PROM.	NORMAL	SEMÁF.
16° COM. LA REINA	186	201	222	258	227	-1,42	
23° COM. TALAGANTE	74	56	100	109	88	-0,51	
31° COM. SAN RAMÓN	133	96	151	144	130	0,09	
37° COM. VITACURA	197	254	294	373	307	-1,82	
45° COM. CERRO NAVIA	133	117	109	124	117	2,18	
46° COM. MACUL	208	198	197	211	202	0,77	
54° COM. HUECHURABA	131	146	187	189	174	-1,77	
TOTAL	1062	1068	1260	1408	1245		

c) Determinar si existe relación entre superficie predicha y nivel de acierto determinado para el MPD.

En la figura 4, al comparar la proporción existente entre el acierto del modelo predictor y la proporción de la superficie predicha, es posible establecer que el mayor nivel de acierto está asociado a una mayor superficie predicha por el MPD, sin embargo, para el caso de las comunas con menor superficie predicha, no es posible de ser establecido en base a las proporciones.

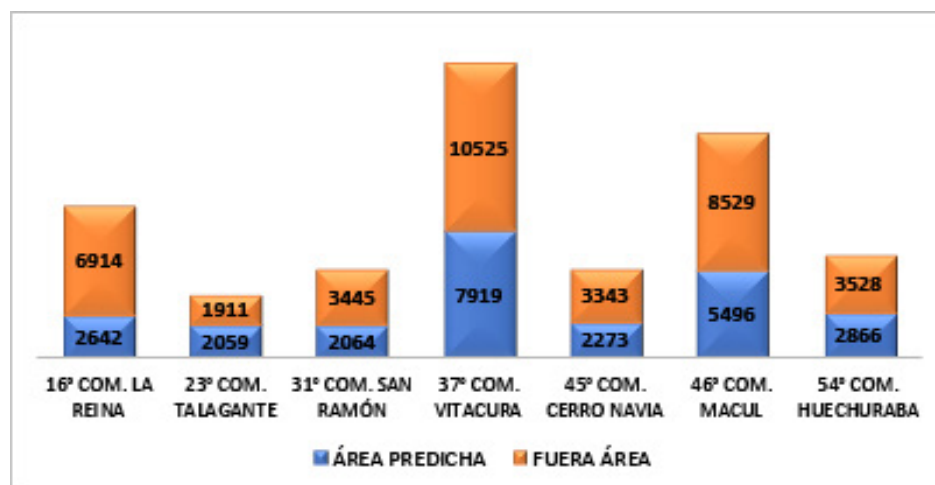
Figura 4. Superficie predicha MPD y nivel de acierto MPD



Utilización del Modelo Predictor del Delito

Al determinar cuántos controles preventivos fueron efectuados en las cuadrículas determinadas por el MPD, fue posible apreciar que el porcentaje varía según la Comisaría, presentando la 23° Comisaría Talagante el mayor porcentaje y la 16° Comisaría La Reina el inferior, es decir, no existe una relación directa, permanente y estable entre el porcentaje de superficie predicha por el modelo y el porcentaje de controles preventivos que se realizan en dicha superficie. Resulta interesante advertir que existe una gran variabilidad en la cantidad de controles georreferenciados según sea la comisaría (Figura 5).

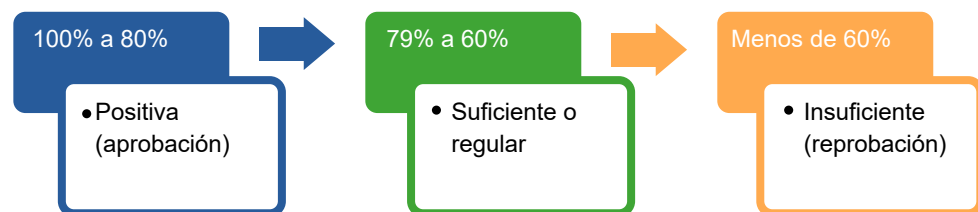
Figura 5. Controles de identidad respecto de su realización



Percepción del Modelo Predictor del Delito.

Para el análisis de los resultados del cuestionario de actitudes tipo Likert, se consideró como criterio de aprobación del MPD haber respondido 5 (muy de acuerdo) y 4 (de acuerdo), mientras que se considera desaprobación responder con un 2 (en desacuerdo) y 1 (muy en desacuerdo), mientras que la valoración 3 (ni de acuerdo ni en desacuerdo), se valora como negativa debido a que denota desconocimiento o ambigüedad, por lo que se presenta en forma diferenciada. De igual forma y considerando las características de la evaluación, se establece un criterio definido en base a un razonamiento lógico por parte de los investigadores, a fin de elevar la exigencia en cuanto a la evaluación del MPD (Figura 6).

Figura 6. Criterio de evaluación para cuestionario



Fortalezas y debilidades del MPD.

Al ingresar las palabras a Wordle o nube de palabras, la representación visual de estas adquieren un mayor tamaño a medida que son más frecuentes en el texto, con lo cual se identifican aquellas que se repitieron más veces en el “Focus Group”, permitiendo conocer los conceptos que fueron enfatizados y que permitieron guiar la construcción de la matriz FODA (Figura 7).

Figura 7. Nube de palabras obtenida en “Focus Group”.



En la tabla 4 se presentan los temas más relevantes considerados por los investigadores. Así se muestran tres aristas en el desarrollo de “Focus Group”: (a) implementación, (b) nivel de acierto y (c) mejoras.

Tabla 4. Matriz FODA

INTERNAS	EXTERNAS
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<p>F.1. El nivel de acierto está dentro del estándar internacional en modelos predictivos.</p> <p>F.2. Disponibilidad y automatización de los datos de manera fácil y directa.</p> <p>F.3. El modelo se encuentra integrado a las SIMCCAR lo que permite su operación en el territorio y el control de línea.</p> <p>F.4. Obliga a los mandos territoriales a empoderarse de los sistemas y a conocer su realidad delictual.</p> <p>F.5. Potenciamiento del análisis criminal a nivel local.</p> <p>F.6. El modelo es administrado solo por Carabineros.</p> <p>F.7. La institución conoce más del 90% de los casos policiales en Chile.</p> <p>F.8. Existe una valoración positiva por parte de los comisarios en cuanto a su diseño.</p> <p>F.9. Existe la percepción positiva de los comisarios respecto de las prestaciones que ofrece el modelo para hacer frente a la prevención y gestión.</p> <p>F.10. Está integrado en el Sistema de Análisis de Información Territorial S.A.I.T., permitiendo la superposición de capas adicionales de interés para el análisis criminal.</p>	<p>O.1. Mostrar los niveles tecnológicos y humanos en el manejo de la información que tiene la Institución para enfrentar el delito.</p> <p>O.2. Posicionar a la institución como referente en el análisis criminal y predicción delictual.</p> <p>O.3. Replicar el modelo en el extranjero para potenciar la marca Carabineros de Chile.</p> <p>O.4. Actualización y perfeccionamiento del modelo, en sintonía con los procesos de mejora continua.</p> <p>O.5. Integrar e involucrar a otros actores responsables de la seguridad pública.</p> <p>O.6. Mejorar la capacidad de análisis criminal.</p> <p>O.7. Actualizar los planes y programas -formación, capacitación, especialización, perfeccionamiento- relacionados con Análisis Criminal a través de los planteles educacionales de Carabineros.</p> <p>O.8. Contribuye a mejorar las estrategias policiales preventivas.</p> <p>O.9. Utilización para generación de compromisos a partir de las sesiones STOP.</p> <p>O.10. Dar a conocer las prestaciones del modelo a los propios carabineros.</p>

Tabla 4. Matriz FODA (continuación)

DEBILIDADES	AMENAZAS
<p>D.1. El nivel de acierto es directamente proporcional con el volumen de datos (casos policiales).</p> <p>D.2. La temporalidad por turnos fragmenta el volumen de casos, distorsionando el nivel de predicción.</p> <p>D.3. Se utiliza para los delitos de robo, dejando fuera el resto de los delitos.</p> <p>D.4. Falta de conocimiento por parte de los comisarios y subcomisarios de los servicios.</p> <p>D.5. Para el cálculo del nivel de acierto no se considera el total de área pintada, distorsionando el resultado.</p> <p>D.6. Existen superficies rurales incorporadas a los cuadrantes urbanos, distorsionando el cálculo de área pintada.</p> <p>D.7. Falta de capacitación.</p> <p>D.8. Falta de control y evaluación.</p> <p>D.9. No se incorpora regularmente en las tareas específicas de la Carta de situación y cuando se incorpora, no se controla su cumplimiento.</p> <p>D.10. La amplitud de la temporalidad (turnos) y de la cuadrícula (150 mts²) no permite especificar un horario acotado para destinar al personal.</p>	<p>A.1. Evidenciar falta de prolijidad del dato en cuanto a su generación, manejo y análisis.</p> <p>A.2. Incorrecta interpretación interna y externa de la información que muestra el modelo.</p> <p>A.3. La predicción se realiza en base a información ingresada al AUPOL, la que puede ser alimentada con información falsa (delitos mal tipificados).</p> <p>A.4. Evidenciar aspectos internos de la institución en las sesiones STOP, que no necesariamente influyen en el problema y en cómo enfrentarlo.</p> <p>A.5. Personas ajenas a la institución conozcan las posibles falencias de gestión que puedan evidenciarse, principalmente en sesiones STOP o cuentas públicas.</p> <p>A.6. Estamentos externos podrían solicitar información y pretender medir la gestión utilizando como base el modelo.</p> <p>A.7. Potenciamiento del análisis criminal en otros estamentos externos (Min. Público) con tecnología similar.</p> <p>A.8. No usar de manera integrada los distintos sistemas institucionales para el análisis criminal.</p> <p>A.9. Vulneración de la seguridad informática (hacker, robo informático, etc.).</p> <p>A.10. Perder la capacidad técnica y supervisión sobre el sistema.</p>

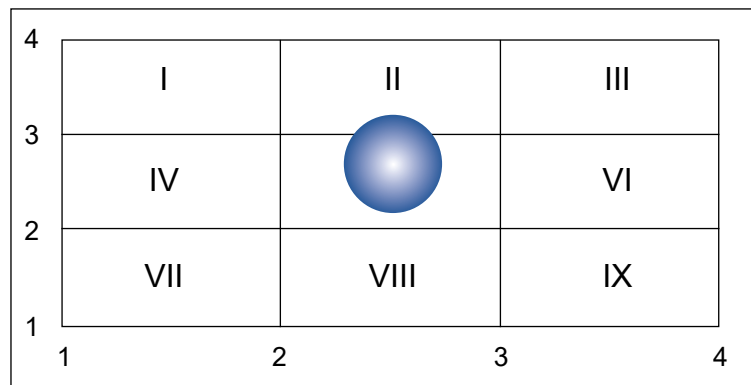
Una vez desarrollada la matriz FODA se procedió a confeccionar la matriz de evaluación de factores internos (MEFI, Tabla 5) y la matriz de evaluación de factores externos (MEFE, Tabla 6), indicando la ponderación de cada uno de ellos, con la finalidad de determinar el cuadrante en el cual se encuentra el Modelo Predictor del Delito, que deben ser interpretados de acuerdo a lo siguiente: Si la esfera se encuentra en los cuadrantes I, II o IV, se debe crecer y construir, mientras que la esfera se encuentra en los cuadrantes III, V o VI, se debe retener o mantener y finalmente si la esfera se encuentra en los cuadrantes VI, VIII o IX, de debe evaluar su continuidad o reformulación.

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE FACTORES INTERNOS (MEFI)	PESO	CAL.	TOTAL
FORTALEZAS			
F.1. El nivel de acierto está dentro del estándar internacional en modelos predictivos.	0,07	4,00	0,28
F.2. Disponibilidad y automatización de los datos de manera fácil y directa.	0,04	4,00	0,16
F.3. El modelo se encuentra integrado a las SIMCCAR lo que permite su operación en el territorio y el control de línea.	0,05	3,00	0,15
F.4. Obliga a los mandos territoriales a empoderarse de los sistemas y a conocer su realidad delictual.	0,03	3,00	0,09
F.5. Potenciamiento del análisis criminal a nivel local.	0,05	3,00	0,15
F.6. El modelo es administrado solo por Carabineros.	0,07	4,00	0,28
F.7. La institución conoce más del 90% de los casos policiales en Chile.	0,06	4,00	0,24
F.8. Existe una valoración positiva por parte de los comisarios en cuanto a su diseño.	0,04	3,00	0,12
F.9. Existe la percepción positiva de los comisarios respecto de las prestaciones que ofrece el modelo para hacer frente a la prevención y gestión.	0,03	3,00	0,09
F.10. Está integrado en el SAIT permitiendo la superposición de capas adicionales de interés para el análisis criminal.	0,07	4,00	0,28
DEBILIDADES			
D.1. El nivel de acierto es directamente proporcional con el volumen de datos (casos policiales).	0,05	1,00	0,05
D.2. La temporalidad por turnos fragmenta el volumen de casos distorsionando el nivel de predicción.	0,05	1,00	0,05
D.3. Se utiliza para los delitos de robo, dejando fuera el resto de los delitos.	0,06	2,00	0,12
D.4. Falta de conocimiento por parte de los comisarios y subcomisarios de los servicios.	0,03	2,00	0,06
D.5. Para el cálculo del nivel de acierto no se considera el total de área pintada, distorsionando el resultado.	0,04	2,00	0,08
D.6. Existen superficies rurales incorporadas a los cuadrantes urbanos, distorsionando el cálculo de área pintada.	0,03	2,00	0,06
D.7. Falta de capacitación.	0,06	1,00	0,06
D.8. Falta de control y evaluación.	0,07	2,00	0,14
D.9. No se incorpora regularmente en las tareas específicas de la Carta de situación y cuando se incorpora, no se contrala su cumplimiento.	0,04	1,00	0,04
D.10. La amplitud de la temporalidad (turnos) y de la cuadrícula (150 mts2) no permite especificar un horario acotado para destinar al personal.	0,06	2,00	0,12
TOTAL	1,00		2,62

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE FACTORES EXTERNOS (MEFE)	PESO	CAL.	TOTAL
OPORTUNIDADES			
O.1. Mostrar los niveles tecnológicos y humanos en el manejo de la información que tiene la Institución para enfrentar el delito.	0,07	3,00	0,21
O.2. Posicionar a la institución como referente en el análisis criminal y predicción delictual.	0,07	4,00	0,28
O.3. Replicar el modelo en el extranjero para potenciar la marca Carabineros de Chile.	0,04	3,00	0,12
O.4. Actualización y perfeccionamiento del modelo, en sintonía con los procesos de mejora continua.	0,04	4,00	0,16
O.5. Integrar e involucrar a otros actores responsables de la seguridad pública.	0,05	3,00	0,15
O.6. Mejorar la capacidad de análisis criminal.	0,06	4,00	0,24
O.7. Actualizar los planes y programas -formación, capacitación, especialización, perfeccionamiento- relacionados con Análisis Criminal.	0,03	3,00	0,09
O.8. Contribuye a mejorar las estrategias policiales preventivas.	0,06	4,00	0,24
O.9. Utilización para generación de compromisos a partir de las sesiones STOP.	0,04	4,00	0,16
O.10. Dar a conocer las prestaciones del modelo a los propios carabineros.	0,04	4,00	0,16
AMENAZAS			
A.1. Evidenciar falta de prolijidad del dato en cuanto a su generación, manejo y análisis.	0,06	2,00	0,12
A.2. Incorrecta interpretación interna y externa de la información que muestra el modelo.	0,05	2,00	0,1
A.3. La predicción se realiza en base a información ingresada al AUPOL, la que puede ser alimentada con información falsa (delitos mal tipificados).	0,07	1,00	0,07
A.4. Evidenciar aspectos internos de la institución en las sesiones STOP, que no necesariamente influyen en el problema y en cómo enfrentarlo.	0,06	2,00	0,12
A.5. Personas ajenas a la institución conozcan las posibles falencias de gestión que puedan evidenciarse, principalmente en sesiones STOP o cuentas públicas.	0,05	2,00	0,1
A.6. Estamentos externos podrían solicitar información y pretender medir la gestión utilizando como base el modelo.	0,05	1,00	0,05
A.7. Potenciamiento del análisis criminal en otros estamentos externos (Min. Público) con tecnología similar.	0,04	1,00	0,04
A.8. No usar de manera integrada los distintos sistemas institucionales para el análisis criminal.	0,05	1,00	0,05
A.9. Vulneración de la seguridad informática (hackeo, robo informático, etc.)	0,04	2,00	0,08
A.10. Perder la capacidad técnica y supervisión sobre el sistema.	0,03	2,00	0,06
TOTAL	1,00		2,60

Los resultados señalan que el Modelo Predictor del Delito tiene una posición de robustez media de acuerdo con cada uno de los elementos levantados a partir del FODA. Los resultados de la Figura 8 muestran que: al encontrarse la esfera en el cuadrante V, el modelo se debe mantener, pero también se deben considerar mejoras al encontrarse la parte superior de la esfera sobre la línea inferior del cuadrante II.

Figura 8. Resultados MEFE y MEFI



DISCUSIÓN

Se logró establecer que el MPD implementado en el Sistema de Análisis de Información Territorial (S.A.I.T. 2.0) de Carabineros de Chile en la Región Metropolitana, responde a los requerimientos para los cuáles fue adquirido, constatando que se ajusta a las necesidades, en cuanto al nivel de predicción y la superficie máxima considerada como área predicha (Catlett et al., 2019; Lin et al., 2018; Yi et al., 2018).

Existe una oportunidad de mejora al masificar su utilización por parte de las oficinas de operaciones, en cuanto a incorporar información en la Carta de Situación (tareas específicas), generando cursos de acción tendientes a verificar su cumplimiento por parte del personal de servicio de población a través de los dispositivos SIMCCAR y posteriormente evaluar su contribución real a la prevención del delito (CEAMOS, 2016; Departamento de Análisis Criminal Carabineros de Chile, 2017).

El modelo da cumplimiento en términos generales al nivel de predicción estimado para el modelo predictor, el que está orientado a los delitos de mayor connotación social, en especial a los delitos agrupados de robo, aun cuando disminuye el nivel de acierto, éste se encuentra en el margen aceptable para un modelo predictor (Bowers et al., 2004; Bloch, 1996; Daley & Vere-Jones, 2008; Dempster et al., 1977; Johnson et al., 2009; Sun et al., 2006)

Es relevante indicar que, a pesar del nivel de acierto en las siete comisarías analizadas, tres de ellas (16° La Reina, 54° Huechuraba y 23° Talagante) poseen un área predicha inferior al 15%, lo que, según las restricciones y fundamentos técnicos considerados en la elaboración del modelo predictor, disminuye la garantía teórica de acierto del modelo, el que fue elaborado considerando una superficie predicha en torno al 20% (CEAMOS, 2016; Departamento de Análisis Criminal Carabineros de Chile, 2017).

La comisaría que destaca con el mejor nivel de acierto corresponde a la 45° Comisaría Cerro Navia con un 51% de predicción, sin embargo, es preciso destacar que, frente a la proporción de casos policiales ocurridos en el área predicha respecto del total de la superficie definida, el nivel de acierto se desplaza a las comisarías con el nivel de acierto más bajo de acuerdo con el primer criterio enunciado.

En cuanto al análisis de la normalidad estadística, con la finalidad de evitar distorsiones en el modelo predictor, no se observa normalidad respecto de los delitos de mayor connotación social que pudiera interferir en el MPD, con la única excepción de los delitos de robo agrupados de la 45° Comisaría Cerro Navia, la que presenta un aumento sobre lo normal en esta tipología de delitos y que podría relacionarse con una mejor predicción para ese segmento delictual y Unidad (Hossain et al., 2020; Nasridinov et al., 2013).

Sobre la utilización del MPD por parte de las oficinas de operaciones para la planificación de los servicios policiales, se logró verificar que es utilizado en la preparación de servicios y para la asignación de tareas al personal que realiza servicios focalizados, tal como se describe en la literatura (Jain et al., 2017).

Respecto de la percepción de los comisarios, el conocimiento del Modelo Predictor del Delito se encuentra en términos generales en la categoría de “suficiente”, con algunos inconvenientes en la utilización e interpretación a través de la SIMCCAR. Asimismo, de las cuatro dimensiones analizadas (i) diseño, (ii) prevención, (iii) gestión y (iv) capacitación, se aprecia que la dimensión capacitación es la de más alta demanda, lo que demuestra el interés por perfeccionar su uso práctico y así alcanzar el máximo potencial del sistema tecnológico (Egbert & Leese, 2021). La capacitación es fundamental para poder entender el funcionamiento del MPD. Además, la evaluación a las diversas estrategias e iniciativas institucionales, en el sentido de llevar adelante procesos de mejora continua, deben propender a instalar una cultura de control y evaluación de manera transversal a la organización (CEAMOS, 2016; Departamento de Análisis Criminal Carabineros de Chile, 2017a; Egbert & Leese, 2021).

En cuanto a la evaluación de factores internos y externos (MEFE y MEFI) a partir de la matriz FODA, el modelo presenta una posición de robustez media y que según parámetros de evaluación debe mantenerse, pero incorporándole las mejoras que

permitan su potenciamiento (Egbert & Leese, 2021), transformando las amenazas en oportunidades, mientras que las fortalezas permiten neutralizar las debilidades, generándose mejoras que permitirían alcanzar un modelo por sobre el estándar actual.

Financiamiento: Este proyecto fue autofinanciado.

Conflicto de interés: Los autores declaran no tener algún conflicto de intereses.

Recibido: 28.05.2021

Aprobado: 10.07.2021

REFERENCIAS

- Bloch, I. (1996). Some aspects of Dempster-Shafer evidence theory for classification of multi-modality medical images taking partial volume effect into account. *Pattern Recognition Letters*, 17(8), 905-919.
- Bobba, R. (2012). *Crime Analysis and Crime Mapping*. Los Angeles: Sage.
- Bowers, K.J., Johnson, S.D. & Pease, K. (2004). Prospective Hot-Spotting: The Future of Crime Mapping? *The British Journal of Criminology*, 44(5), 641-658.
- Carabineros de Chile. (2010). *Nuevo Manual Operativo del Plan Cuadrante de Seguridad Preventiva*. Recuperado de <https://www.carabineros.cl/transparencia/og/og1960.pdf>
- Catlett, C., Cesario, E., Talia, D., & Vinci, A. (2019). Spatio-temporal crime predictions in smart cities: A data-driven approach and experiments. *Pervasive and Mobile Computing*, 53, 62-74.
- Centro de Análisis y Modelamiento en Seguridad de la Universidad de Chile, CEAMOS. (2016). *Informe Técnico Final. Software Computacional de un Sistema Predictivo del Delito Urbano y Rural para Carabineros de Chile*. Recuperado de <https://fairlac.iadb.org/es/sistema-predictivo-delito>.
- Daley, D. J., & Vere-Jones, D. (2008). *Spatial point processes. An Introduction to the Theory of Point Processes: Volume II: General Theory and Structure*, 457-536.
- Dempster, A. P., Laird, N. M., & Rubin, D. B. (1977). Maximum Likelihood from Incomplete Data via the EM Algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 39(1), 1-38.
- Departamento de Análisis Criminal de Carabineros de Chile. (2017). *Manual de Usuario: Predictor Delictual*. Santiago, Chile.
- Egbert, S., & Leese, M. (2021). *Criminal Futures: Predictive Policing and Everyday Police Work*. London, Taylor & Francis.

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación* (5a Edición ed.). México: McGraw Hill.
- Hossain, S., Abtahee, A., Kashem, I., Hoque, M. M., & Sarker, I. H. (2020). *Crime prediction using spatio-temporal data. In International Conference on Computing Science, Communication and Security* (pp. 277-289). Springer, Singapore.
- Jain, V., Sharma, Y., Bhatia, A., & Arora, V. (2017). Crime prediction using K-means algorithm. *GRD Journals-Global Research and Development Journal for Engineering*, 2(5), 206-209.
- Johnson S.D., Bowers K.J., Birks D.J., Pease K. (2009) *Predictive Mapping of Crime by ProMap: Accuracy, Units of Analysis, and the Environmental Backcloth*. In: Weisburd D., Bernasco W., Bruinsma G.J. (eds) *Putting Crime in its Place*. Springer, New York.
- Lin, Y. L., Yen, M. F., & Yu, L. C. (2018). Grid-Based Crime Prediction Using Geographical Features. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(8), 1-16.
- Malathi, A., & Baboo, S. S. (2011). Evolving data mining algorithms on the prevailing crime trend—an intelligent crime prediction model. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 2(6), 1-6.
- Ministerio de Interior y Seguridad Pública. (2014). *Plan Nacional de Seguridad Pública de Chile, Seguridad para Todos 2014-2018*. Recuperado de https://www.interior.gob.cl/media/2014/04/seguridad_para_todos.pdf
- Nasridinov, A., Ihm, S. Y., & Park, Y. H. (2013). *A decision tree-based classification model for crime prediction*. In *Information Technology Convergence* (pp. 531-538). Springer, Dordrecht.
- Sun, L., Srivastava, R. P., & Mock, T. J. (2006). An information systems security risk assessment model under the Dempster-Shafer theory of belief functions. *Journal of Management Information Systems*, 22(4), 109-142.
- Yi, F., Yu, Z., Zhuang, F., Zhang, X., & Xiong, H. (2018). *An integrated model for crime prediction using temporal and spatial factors*. In *2018 IEEE International Conference on Data Mining (ICDM)* (pp. 1386-1391). Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8594999>