

Aplicación de Minería de datos a un Sistema de Mantenimiento Predictivo de Detección de Incendios

Data Mining Application of a Predictive Maintenance System Fire Detection

José A. Fuentes Quiñonez¹, Cortez Vásquez Augusto², Daniel H. Jara Rivas³

^{1,3}Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos

²Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Resumen- Cuando se da tratamiento a grandes volúmenes de datos, es necesario utilizar un conjunto de técnicas computacionales que se conocen como minería de datos. En particular, en edificaciones medianas los dispositivos de detección de humo pueden superar largamente las cien unidades y así mismo requerir el mantenimiento periódico de acuerdo a ciertos patrones de control establecidos previamente. Para cumplir este propósito se requiere de una herramienta para optimizar el mantenimiento de dichos dispositivos a fin de determinar a aquellos que precisan mantenimiento. En el presente trabajo se detalla los conceptos de la minería de datos y su aplicación en el mantenimiento de los sistemas de seguridad para detección de incendio de infraestructuras medianas y grandes. Se propone asimismo una metodología que permita pronosticar la tendencia para el mantenimiento y falla de los detectores de humo de un sistema inteligente, para ello nos basamos en los reportes automáticos generados por el panel del sistema y los reportes escritos de los trabajos de mantenimiento realizados.

Abstract- When treatment is given to large data volumes, it is necessary to use a set of computational techniques known as data mining. In particular, the medium-sized building smoke detection devices can far exceed the one hundred units and fire detection devices require periodic maintenance according to certain pre-established control patterns. To fulfill this purpose requires a crucial tool to optimize the maintenance of such devices to determine which devices require maintenance. This article discusses

Recibido: Abril 2014 / Aceptado: Junio 2014

the concepts of data mining and its application in the maintenance of security systems for fire detection in medium and large infrastructure details. It also proposes a methodology to forecast the trend for maintenance and fault smoke detectors of an intelligent system, we will base it on automatic reports generated by the system panel and written reports of the maintenance work.

Palabras Claves - minería de datos, dispositivo, detector de humo, detector direccionable, detector análogo, detector convencional, reporte de eventos..

Key Words - data mining, device, smoke detector, addressable detector, analog detector, conventional detector, log report.

I. INTRODUCCIÓN

Lo que la ciencia y la tecnología ha conseguido hasta ahora ha sido realmente espectacular.

Solo tenemos que mirar a nuestro alrededor para atestiguar lo que el extraordinario poder de nuestra comprensión de la naturaleza y el conocimiento nos ha ayudado a conseguir. Por medio de inteligencia artificial se intenta obtener sistemas automáticos que puedan realizar tareas reservadas a los humanos. Este enfoque eminentemente tecnológico tiene como propósito la construcción de máquinas y programas capaces de llevar a cabo tareas complejas con una competencia y eficiencia iguales o superior a los de los humanos. En particular, los sistemas de detección de incendio fueron desarrollados para la protección de personas

¹Jose A. Fuentes Quiñonez, e-mail: jfuentes@terra.com.pe

²Augusto Cortez Vásquez, e-mail: cortez_augusto@yahoo.fr

³Daniel H. Jara Rivas, e-mail: dhjarar@gmail.com

y bienes de acuerdo a la norma NFPA 72 americana, dicha norma se tomó como base para los sistemas de detección de incendio en el Perú en el Reglamento Nacional de Edificaciones y Código Nacional de Electricidad [1].

Los sistemas de detección de incendio se dividen en convencionales e inteligentes, siendo los últimos utilizados en instalaciones medianas o grandes, dado que pueden brindar información de su ubicación (para lo cual previamente se ha programado la etiqueta del detector), estado, y otros datos referentes al dispositivo [2], [1].

Para el mantenimiento de los sistemas de detección de incendio, normalmente el personal técnico debe preparar un cronograma de mantenimiento y protocolos de prueba respectivos, dicho cronograma se realiza en forma periódica varias veces al año.

La minería de datos se implementará para minimizar los tiempos de mantenimiento que requieren los detectores de humo y la tendencia de falla, para lo cual utilizará los reportes manuales y los reportes automatizados que brinda el sistema.

II. FUNDAMENTO TEÓRICO

A. Minería de Datos

La utilización de las técnicas de Inteligencia Artificial (IA) para la solución de problemas diversos ha tenido un notable incremento en los últimos años [12]. Específicamente, la minería de datos (MD) se define como la aplicación de técnicas computacionales de exploración (automática o semiautomática) y análisis de grandes cantidades de datos para descubrir principalmente patrones, relaciones y reglas [4], permitiendo la creación de modelos, que debido al gran volumen de datos no serían fácilmente descubiertas por el ser humano; la MD permite crear representaciones abstractas de la realidad, pero es el descubrimiento del conocimiento (KDD, por sus siglas en inglés) el que se encarga de la preparación de los datos y la interpretación de los resultados obtenidos, los cuales dan un significado a estos patrones encontrados [5].

En [6] se define el proceso de extracción de conocimiento KDD mediante una secuencia de fases:

Preparación de datos:

Selección: se integran y recopilan los datos, se determinan las fuentes de información que pueden ser útiles y dónde conseguirlas, se identifican y seleccionan las variables relevantes en los datos y se aplican las técnicas de muestreo adecuadas.

Todo ello se facilita disponiendo de un almacén de datos con la información en formato común y sin inconsistencias.

Exploración: Dado que los datos provienen de diferentes fuentes, se hace necesaria una exploración mediante técnicas de análisis exploratorio de datos, buscando entre otras cosas la distribución de los datos, su simetría y normalidad y las correlaciones existentes en la información.

Limpieza: Aquí los datos se validan, ya que pueden contener valores atípicos, valores faltantes y valores erróneos.

Transformación: En esta fase se realiza la transformación de atributos (numeración, discretización etc.).

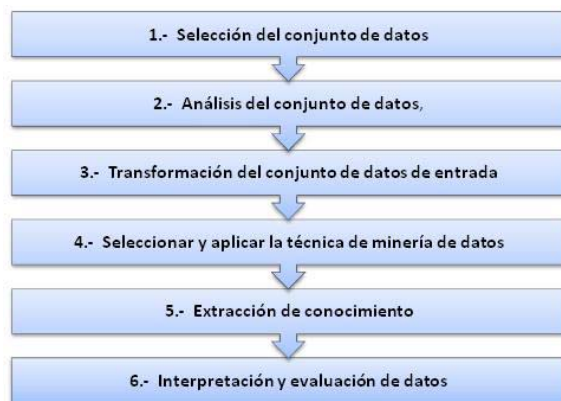


Fig. 1. Proceso de Minería de Datos.

Las cuatro primeras fases se suelen englobar bajo el nombre de *preparación de datos*. En la fase de *minería de datos*, se decide cuál es la tarea a realizar (clasificar, agrupar, etc.) y se elige la técnica descriptiva o predictiva que se va utilizar [13].

Minería de datos:

Evaluación e interpretación: se evalúan los patrones y se analizan por los expertos, y si es necesario se vuelve a las fases anteriores para una nueva iteración.

Difusión se hace uso del nuevo conocimiento y se hace partícipe de él a todos los posibles usuarios. Para propósito de este trabajo, se consideró aplicar la minería de datos a los procesos de mantenimiento de los sistemas de detección de incendio de tal manera que permita reducir los tiempos de mantenimiento preventivo y evitar que se generen falsas alarmas en dispositivos de iniciación de dichos sistemas.

Las técnicas descriptivas de minería de datos se pueden clasificar de acuerdo al tipo de tareas o problemas a los que se pueden aplicar [4]. Las principales tareas son:

Clasificación: Asigna a un registro una o varias posibles clases predefinidas.

Estimación / Predicción: Asigna un valor a una variable dependiente que toma valores numéricos continuos. Esto lo diferencia de la clasificación.

Afinidad de grupos: Análisis de correlaciones. Identifica eventos o transacciones que ocurran simultáneamente.

Clustering: Agrupamiento-segmentación. Divide un conjunto heterogéneo en subconjuntos más homogéneos.

Descripción: Información y Análisis dimensional.

B. Reglamentación de sistemas de detección de incendio.

La instalación de dispositivos de detección y alarma de incendios tiene como finalidad principal, indicar y advertir las condiciones anormales, convocar el auxilio adecuado y controlar las facilidades de los ocupantes para reforzar la protección de la vida humana. Así lo señala Eguiluz, de acuerdo a lo especificado en la reglamentación referida a sistemas de detección de incendio que: “*Los sistemas de detección y alarma de incendios deberán contar con supervisión constante en el área a la cual protegen, con personal entrenado en el manejo del sistema*” [2], lo cual hace imprescindible que dichos sistemas cuenten con el mantenimiento adecuado y periódico de los mismos.

C. Tipos de Sistemas de Detección de Incendio Convencionales:

Aquellos que están compuestos por dispositivos iniciadores y anunciadores que cumplen con las características requeridas por la reglamentación NFPA72 sin que necesariamente cuenten con un panel de control que especifique el lugar o zona donde se genere la alarma o el tipo de alarma.

Inteligentes:

Dispositivos iniciadores, direccionables o análogos, los cuales dan información de la ubicación exacta del dispositivo que se alarmo.

Dispositivos anunciadores, los cuales avisan en forma audible o visual, en caso de un conato de incendio, además de funcionar como indicadores o guías de las rutas de evacuación.

Panel control, ubicado en un sitio específico para ser atendido por personal de seguridad, en el cual se podrá identificar inmediatamente el motivo de la alarma, el lugar, y otro tipo de información, el cual es brindado en forma visual, impresa o interconectada a una microcomputadora.

Relevadores Programables, dispositivo de salida de los paneles que realizan alguna acción automática como consecuencia de la activación de un dispositivo específico o grupo de dispositivos (activación de sistemas de extinción, control de sistemas de aire acondicionado, control de elevadores, etc.).

D. Diferencias entre sistemas de detección de incendio.

La diferencia fundamental entre los dos tipos de sistemas radica en la habilidad de identificar la ubicación específica de cualquier detector. En un sistema convencional el panel de control solamente identifica la zona donde se genera la alarma; en un sistema inteligente cada detector y módulo tienen una dirección única [2].

En pequeñas instalaciones la selección adecuada es la de sistemas convencionales mientras que en medianas o grandes instalaciones, la utilización de sistemas inteligentes es la norma o estándar.

E. Detectores de humo

Un sensor físico es un dispositivo que detecta y/o mide una magnitud, estado o condición físicos (el medido). En otras palabras, es un dispositivo sensible a una magnitud física, estado o condición. Los sensores físicos permiten monitorear y controlar diferentes procesos y fenómenos del mundo físico que nos rodea [6], suministrando a los computadores información, como si fueran una especie de “*sentidos*”. Son considerados dispositivos iniciadores y se activan con las partículas visibles e invisibles que genera la combustión originada por un incendio. En esta investigación, los detectores captan un determinado fenómeno, en este caso humo y cuando el valor de ese fenómeno sobrepasa un umbral prefijado se genera una señal de alarma que es transmitida a la central de control y señalización de una forma muy simple, generalmente como cambio de consumo o tensión en la línea de detección [3] [14][15][16].

Los detectores de humos suelen clasificarse en:

- Fotoeléctricos.
- Iónicos.
- Combinados.

El detector de Humo Iónico, trabaja con base en una cámara formada por dos placas y un material radiactivo (Americio 241), que ioniza el aire que pasa entre las placas, generando una pequeña corriente eléctrica permanente, que es medida por un circuito electrónico conectado a las placas, esta es la condición "normal" del detector.

El detector de Humo fotoeléctrico funciona con el principio de dispersión de luz. En el interior de la cámara del detector se encuentra un LED emisor de luz y un fotosensor. La luz emitida por el LED incide en un área de la cámara donde no puede ser captada por el fotosensor, esta es la condición "normal" del detector.

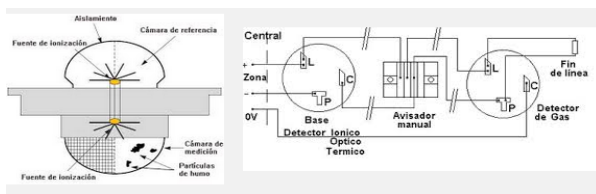


Fig. 2. Detector de humo iónico [16].

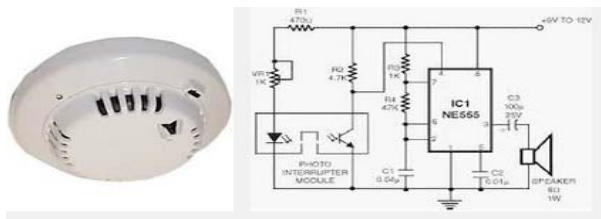


Fig. 3. Detector de humo fotoeléctrico [16].

F Norma NFPA

La NFPA (*National Fire protection Association*) es la organización principal mundial para el desarrollo y diseminación de conocimiento sobre seguridad contra incendios y de vida. Los códigos contra incendios de la NFPA establecen sólidos principios para la protección y seguridad

G. De los reportes generados

En los sistemas convencionales solo se tienen reportes escritos en los que se indican las acciones tomadas con respecto a la activación, falla o mantenimiento de los dispositivos de detección de incendio.

En los sistemas inteligentes se cuenta con los reportes escritos, reportes automatizados brindados por el panel de detección, los cuales son denominados *log device* y *log report*.

Los reportes denominados *log device* que generan los sistemas de detección inteligentes, dan información de ubicación, estado del detector, porcentaje de oscurecimiento, estado para

mantenimiento y otra información necesaria de uso o de servicio.

Los reportes denominados *log report* que generan los sistemas de detección inteligente, proporcionaron información sobre el estado del sistema, cuando se activo un dispositivo, cuando fallo, cuando indico que requiere mantenimiento.

III. METODOLOGÍA UTILIZADA

Para optimizar el mantenimiento de los sistemas de detección de incendio se realizaron las tareas de clasificación, estimación y predicción.

A. Clasificación

La clasificación consistió en examinar las características de un objeto y asignarlo dentro de un conjunto predefinido de clases [9]. Dado que los objetos a ser clasificados son representados por registros en una tabla de un archivo o base de datos, la clasificación consistió en agregar una nueva columna con un código clase de algún tipo [7].

Para la optimización del mantenimiento se utilizó los *log report* del sistema y se clasificaron los tipos de eventos generados. Se incluyó una columna adicional para indicar cuando el evento se refiere a detectores de humo o no, dado que el presente trabajo solo esta considerando optimizar los tiempos de mantenimiento de dichos dispositivos.

B. Estimación

Dado que la clasificación se enfrentó con resultados discretos (si o no, nivel de riesgo bajo, medio o alto), la estimación se ocupó de salidas con valores continuos [10][11]. Dadas algunas entradas, la estimación produjo un valor para alguna variable continua desconocida, por ejemplo, tiempo de parada de buses. En el presente caso la estimación será dada de acuerdo al nivel de criticidad de la ubicación de los detectores, el tipo de falla presentada del sistema entre otros.

C. Predicción

Los modelos predictivos pretenden estimar valores futuros o desconocidos de variables de interés [5]. La predicción es lo mismo que clasificación y estimación, excepto que los registros están clasificados de acuerdo algún valor o comportamiento futuro. En una tarea de predicción la única forma de verificar la precisión de la clasificación es esperar y ver [7].

En esta tarea se analizó los reportes automatizados y escritos, para determinar si se puede establecer el periodo de tiempo de las fallas producidas o en los requerimientos de mantenimiento de los detectores de humo.

IV. RESULTADOS

La aplicación se circunscribió solamente a sistemas inteligentes de detección de incendio. Para este trabajo se utilizó los paneles de detección de incendio direccionables marca Silent Knight®, modelos IFP-50, IFP-100, IFP-1000, 5600, 5700, 5808, 5820XL

Se utilizó el reporte de estado de los detectores de humo o *log devices*, dicho reporte se obtuvo del panel de detección de incendio en los sistemas inteligentes.

A continuación se detalla el significado de cada una de las variables que brinda el reporte de estado de dispositivos:

Sen: Brinda porcentaje de sensibilidad de humo por pie de oscurecimiento o por grado Fahrenheit que provocará una alarma.

ATL: Umbral de alarma. Valor analógico en el cual un detector indicará una condición de alarma.

ACA: Promedio de aire limpio. Igual que CAV, excepto que es el promedio y filtrado con respecto al tiempo.

MT: Umbral de mantenimiento. Valor analógico en el cual un detector necesita de inspección o mantenimiento.

TT: Umbral de falla. Valor analógico en el cual un detector indicará una condición de problema.

CAV: Valor analógico actual. Valor analógico instantáneo del detector.

CA%: Porcentaje de alarma actual. Indica cuan cerca de una alarma esta el valor analógico.

PCA%: Pico de aire limpio. Indica el valor analógico más alto para el detector.

PA%: Pico porcentual de alarma. Similar a CA%, excepto en lo cerca que el valor pico es una alarma.

Status:

Normal: Detector no requiere mantenimiento.

Call Maint: Limpieza recomendada.

Call Trouble: Detector no está cumpliendo con NFP72, requiere limpieza.

NFPA72:

Si, significa que el detector cumple con la norma NFPA72 dentro de los rangos de sensibilidad estipulados.

No, significa que el detector no está cumpliendo con la norma NFP72.

En la Fig. 4, se muestra el reporte de estado de los detectores que se exportó a archivos con formato ASCII o Excel (lo denominamos LOG_DVC) y utilizamos los estados ATL, ACA, CAV, CA%, PA% para los casos de activación de alarmas por detección de incendio. Los estados ACA, MT, CAV, PCA, Status se utilizaron para los casos de mantenimiento del detector. Finalmente los estados TT y Status para los casos de falla del detector.

DETECTOR STATUS

Account 5820: uploaded on 27/02/2003 04:24:34 p.m.

Legend:
Sen: Lists the smoke sensitivity in percent per foot obscuration or degrees F, which will cause an alarm.
ATL: Alarm Threshold. Analog value at which a sensor will indicate an alarm condition.
ACA: Average Clear Air. Same as the CAV except averaged and filtered over time.
MT: Maintenance Threshold. Analog value at which a point is in need of inspection or maintenance.
TT: Trouble Threshold. Analog value at which a point indicate a trouble condition.
CAV: Current Analog Value. Instantaneous analog value of the sensor.
CA%: Current Percent Alarm. Indicates how close the analog value is to alarm.
PCA: Peak Clear Air. Indicates the highest analog value for the sensor.
PA%: Peak Percent Alarm. Same as the CA% except how close the peak value is to alarm.
Status: Normal: Detector requires no maintenance.
 Cal Maint: Cleaning recommended. Detector is close to noncompliance.
 Cal Trouble: Detector is not in compliance with NFPA 72 - needs cleaning, etc.
NFPA72: Yes means that the detector is within compliance of NFPA 72 requirements for a detector operating within its marked and listed sensitivity range.
 No means it is not in compliance.

ID	Name	Type	Zn	Sen	ATL	ACA	MT	TT	CAV	CA%	PCA	PA%	Status	NFPA72
01-001	QUINTO PISO	Photo	5	3.5	175	61	83	94	61	0	65	3	Normal	Yes
01-002	QUINTO PISO	Photo	5	3.5	169	62	83	94	61	0	67	4	Normal	Yes
01-003	QUINTO PISO	Photo	5	3.5	171	61	83	94	61	0	64	2	Normal	Yes
01-004	QUINTO PISO	Photo	5	3.5	172	62	83	94	62	0	65	2	Normal	Yes
01-005	QUINTO PISO	Photo	5	3.5	171	62	83	94	61	0	65	2	Normal	Yes
01-006	QUINTO PISO	Photo	5	3.5	174	61	83	94	62	0	65	3	Normal	Yes
01-007	QUINTO PISO	Photo	5	3.5	169	60	83	94	60	0	63	2	Normal	Yes
01-008	QUINTO PISO	Photo	5	3.5	172	61	83	94	61	0	65	3	Normal	Yes
01-009	QUINTO PISO	Photo	5	3.5	173	62	83	94	62	0	65	2	Normal	Yes
01-010	QUINTO PISO	Photo	5	3.5	172	62	83	94	62	0	72	9	Normal	Yes
01-011	QUINTO PISO	Photo	5	3.5	176	61	83	94	61	0	64	2	Normal	Yes
01-012	QUINTO PISO	Photo	5	3.5	174	62	83	94	61	0	67	4	Normal	Yes
01-013	QUINTO PISO	Photo	5	3.5	170	61	83	94	62	0	65	3	Normal	Yes
01-014	QUINTO PISO	Photo	5	3.5	173	60	83	94	61	0	74	12	Normal	Yes
01-015	QUINTO PISO	Photo	5	3.5	167	62	83	94	62	0	74	11	Normal	Yes
01-016	QUINTO PISO	Photo	5	3.5	176	62	83	94	62	0	69	6	Normal	Yes
01-017	QUINTO PISO	Photo	5	3.5	176	62	83	94	61	0	66	3	Normal	Yes
01-018	CUARTO PISO	Photo	4	3.5	173	61	83	94	62	0	71	8	Normal	Yes
01-019	CUARTO PISO	Photo	4	3.5	172	62	83	94	63	0	81	17	Normal	Yes
01-020	CUARTO PISO	Photo	4	3.5	169	62	83	94	63	0	76	13	Normal	Yes
01-021	CUARTO PISO	Photo	4	3.5	177	61	83	94	61	0	69	6	Normal	Yes
01-022	CUARTO PISO	Photo	4	3.5	175	61	83	94	60	0	74	11	Normal	Yes
01-023	CUARTO PISO	Photo	4	3.5	168	60	83	94	62	1	68	7	Normal	Yes

Fig 4. Reporte de estado de los dispositivos

Para los estados de alarma, falla o mantenimiento se utilizó el reporte de eventos o *log report*, obtenido desde el panel de detección de incendio de los sistemas inteligentes de detección de incendio, mostrada en la Fig.5.

Fig. 5. Hoja de Cálculo LOG_DVC.

Seguidamente, en la Fig. 6, se muestra el *reporte de eventos* o *log report*, para identificar los estados de alarma, falla o mantenimiento, que fue obtenido desde el panel de detección de incendio de los sistemas inteligentes de detección de incendio.

#	Date	Time	Event
1	02/27/2003	06:25 am	Silence Request
2	02/27/2003	06:25 am	Silence Request
3	02/27/2003	06:25 am	System Reset
4	02/26/2003	09:56 am	Silence Request
5	02/26/2003	09:56 am	System Reset
6	02/26/2003	09:56 am	Silence Request
7	02/26/2003	09:55 am	System Reset
8	02/26/2003	09:34 am	Photo Duct Trbl Rst Zone 003 [M02:P050]
9	02/26/2003	09:34 am	Photo Det Trbl Rst Zone 003 [M02:P022]
10	02/26/2003	09:34 am	Photo Det Trbl Rst Zone 003 [M02:P020]
11	02/26/2003	09:34 am	Photo Det Trbl Rst Zone 003 [M02:P017]
12	02/26/2003	09:34 am	Photo Det Trbl Rst Zone 003 [M02:P014]
13	02/26/2003	09:34 am	Photo Det Trbl Rst Zone 003 [M02:P011]
14	02/26/2003	09:34 am	Photo Det Trbl Rst Zone 003 [M02:P008]
15	02/26/2003	09:32 am	Photo Duct Trbl Rst Zone 003 [M02:P048]
16	02/26/2003	09:30 am	Silence Request
17	02/26/2003	09:30 am	Silence Request
18	02/26/2003	09:30 am	Silence Request
19	02/26/2003	09:29 am	System Reset
20	02/26/2003	09:29 am	Silence Request
21	02/26/2003	09:29 am	System Reset
22	02/26/2003	09:29 am	System Reset
23	02/26/2003	09:29 am	Silence Request
24	02/26/2003	09:28 am	Silence Request
25	02/26/2003	09:28 am	Silence Request
26	02/26/2003	09:28 am	Photo Duct Det Trbl Zone 003 [M02:P048]

Fig. 6. Reporte de Eventos

El reporte se exportó al formato ASCII (o Excel) (lo denominamos LOG_RPT). A partir de este reporte, presentada en la Fig.7, se clasificó los tipos de eventos generados, incluyendo una columna adicional para indicar cuando el evento se refiere a detectores de humo o no, dado que el presente trabajo abarco solamente este tipo de dispositivos y su mantenimiento.

Es necesario hacer una puntualización, se analizó la fecha y hora del evento, y el tipo de evento producido (si fue producto de una alarma, falla o requerimiento de mantenimiento).

1	A	B	C	D	E	F
2	Event History					
3	#	Date	Time	Event	Tipo	
4	9	02/26/2003	9:34 AM	Photo Duc Trbl Rst Zone 003[M02:P050]	Photo Duc	
5	8	02/26/2003	9:34 AM	Photo Det Trbl Rst Zone 003[M02:P022]	Photo Det	
6	10	02/26/2003	9:34 AM	Photo Det Trbl Rst Zone 003[M02:P020]	Photo Det	
7	11	02/26/2003	9:34 AM	Photo Det Trbl Rst Zone 003[M02:P017]	Photo Det	
8	12	02/26/2003	9:34 AM	Photo Det Trbl Rst Zone 003[M02:P014]	Photo Det	
9	13	02/26/2003	9:34 AM	Photo Det Trbl Rst Zone 003[M02:P011]	Photo Det	
10	14	02/26/2003	9:34 AM	Photo Det Trbl Rst Zone 003[M02:P008]	Photo Det	
11	15	02/26/2003	9:34 AM	Photo Duc Trbl Rst Zone 003[M02:P048]	Photo Duc	

Fig. 7. Hoja de Cálculo LOG_RPT

Finalmente se obtuvo los reportes de las hojas de servicio que fueron emitidos por el personal de mantenimiento del sistema, en dichos reportes se consignaba el origen del evento atendido, observaciones del área en donde se produjo (para determinar si el evento es producto del entorno donde se encuentra el dispositivo) y sugerencias del personal técnico. Este reporte (que denominamos HOJA_SRVC) permitió crear una columna adicional en donde se especificó si el evento fue producto del dispositivo o se debió a un factor externo. En esta hoja asimismo se incluyó adicionalmente los siguientes campos: Número del detector, Evento (A de alarma, T de falla, M de mantenimiento).

Fig. 8. Hoja de Servicio.

Con estos tres reportes se estableció una tabla en la que se consignó: el dispositivo, la causa del evento, fecha y hora, el nivel de importancia, el tipo de evento. El análisis de esta tabla con técnicas de minería, permitió generar un cronograma de mantenimiento predictivo de los diferentes detectores de humo del sistema y por tanto minimizar las fallas producidas.

1	A	B	C	D
2	Hoja de Servicio			
3	#	Evento		
4	01-001	A		
5	01-002	M		
6	01-003	M		
7	01-004	M		
8	01-005	M		
9	01-006	T		
10	01-007	T		
11	01-008	T		

Fig. 9. Hoja de Cálculo HOJA_SRVC

Para la toma de datos se descargó el reporte de estado de los dispositivos como mínimo una vez al mes, al igual que los reportes de eventos.

Para poder acotar la causa del evento (alarma, falla, mantenimiento) producido por un dispositivo del sistema de detección de incendio fue necesario generar inmediatamente el log device para determinar el estado de los detectores en la hora de producido el evento.

SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO						
N	UBICACIÓN	MARCA	MODELO	SERIE	INVENTARIO(BCR)	ESTADO
						NO OPERATIVO OPERATIVO
1	PANEL SILENK	SILENK				
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
FALLA REPORTADA						
BATERIA BAJA SENSOR DE HUMO						
DIRECCION 33 28 UN FUERTE MASIS						
EVALUACION Y DIAGNOSTICO						
SE RECOMIENDA O RECOMIENDASE						
PANEL						
SERVICIO REALIZADO						
SE CAMBIO DE BATERIAS SUMINDO						
TAMBIEN SE LE BORA SE UNIFICO EL SENSOR						
DE HUMO EL CUAL SE ENCONTRABA SIN DIRECCION						
NO OSILO (SE RECOMIENDA REPROGRAMAR UN NUEVO						
SENSOR						
RECOMENDACIONES						
SE RECOMIENDA LA REPROGRAMACION						
DEL S. HUMO DIRECCION # 28						

VI. CONCLUSIONES

Se ha demostrado que la minería de datos resulta ser una herramienta muy eficiente para abordar problemas de tratamiento de abundantes datos, que por su complejidad, no podrían resolverse aplicando otras técnicas, o que requerirían mayor necesidad de cómputo o más tiempo, es decir requerirían de algoritmos de mayor complejidad.



Fig. 10. Esquema de la Generación del Cronograma de Mantenimiento

Se pone de relieve que el aplicar las herramientas de minería de datos a los sistemas de detección de incendio inteligentes, permitió generar un cronograma de mantenimiento del sistema basado en métodos predictivos, lo que derivó en estimar cuando un detector requiere mantenimiento o cuando debe ser reemplazado.

Este tipo de mantenimiento predictivo permitió a ahorrar tiempo de mantenimiento, lo cual influyó en el costo final del servicio. Como consecuencia se pudo establecer un estimado de stock de repuestos.

VII. REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Vivienda. “Reglamento Nacional de Edificaciones. Decreto Supremo No. 011-2006 – Vivienda, del 05-05-2006”. <http://www.vivienda.gob.pe/dnc/norma.aspx>
- [2] Eguiluz Eduardo, “Tendencias de detección de incendio”, System Sensor.
- [3] N. F.P.A. “Manual de protección contra incendios”. Editorial MAPFRE, 1978.
- [4] Gordon S. Linoff Michel J.A. Berry. “Data Mining Techniques”. Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, Indiana, 2004.
- [5] Hernández Orallo, Jose. “Introducción a la minería de datos”. Edit Prentice Hall España 2004.
- [6] Leija, Lorenzo. “Métodos de procesamiento avanzado e inteligencia artificial en sistemas sensores y Biosensores”. Edit Reverte Ediciones México 2009.
- [7] Millan Alonso Gildardo, “Predicción de Trafico en Redes de Telecomunicaciones basado en Técnicas de Inteligencia Analítica”.
- [8] Pérez César, Daniel Santín Gonzáles. “Minería de Datos –Técnicas y Herramientas”. Ed. Paraninfo – 2007.
- [9] Olshen RA Stone CJ Breiman L, Friedman JH. “Classification and Regression Trees”. New York, 1984.
- [10] Palma Méndez Jose. Inteligencia Artificial. McGRAW-HILL España 2008.
- [11] Pednault B. Rosen F. Tipu C. Apte, E. Grossman and B. White. “Probabilistic estimation based data mining for discovering insurance risks”. IBM Research Division, 1999.
- [12] Russell Stuart “Inteligencia Artificial”. Edit Prentice Hall Mexico 2008.
- [13] Vallejos Sofia. “Minería de Datos” Universidad Nacional del Nordeste – Argentina. 2006.
- [14] Tecnoseguro.com , magazin digital 2014. <http://www.tecnoseguro.com/tutoriales/alarma/%C2%BFcual-es-la-diferencia-entre-un-detector-de-humo-ionico-y-uno-fotoelectrico.html>
- [15] Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España, NTP 215: Detectores de humos http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_215.pdf
- [16] Detector Iónico de humos DIH-90-G, Certificado de Conformidad: CE0099/CPR/A74/0017 <http://www.gmb-systems.com/productos/ionico.html>

