Pronóstico de la actividad delincuencial basado en procesamiento analítico de la información

Ing. Herlan Villanueva Fernandez
JUNIOR Carrera de Ingeniería de Sistemas, Escuela Militar de Ingenieria
La Paz, Bolivia
hvillanuevaf@est.emi.edu.bo

Criminal activity forecast based on analytical information processing

Resumen - El avance tecnológico va de la mano con las necesidades, con el fin de optimizar cierto tipo de procesos para que estos sean mucho más efectivos, es por tal razón que es posible mejorar el proceso de planificación de acciones preventivas, pronosticando delitos mediante el Procesamiento Analítico de la Información disponible, generada en base a las denuncias realizadas por los vecinos en los Grupos de Alerta Vecinal. En base al análisis de la situación actual es que se procede a la obtención, descripción, y exploración de datos de calidad que aplicando las bases teóricas en conjunción con el caso de estudio y efectuando la selección, limpieza, construcción, integración, formateo de los datos, permitirán construir el modelo de pronóstico que realice el Procesamiento Analítico de la Información. La evaluación del modelo de pronóstico toma en cuenta el cumplimiento de los criterios de éxito planteados, y la fiabilidad calculada para el modelo, revisando el proceso en base a los resultados obtenidos para posteriormente proceder a la explotación del modelo. Una vez que el modelo construido se validó exitosamente, se procede a realizar el despliegue convirtiendo el conocimiento obtenido en acciones dentro del proceso de la Institución, en base a los resultados que se presentan en las interfaces del sistema de pronóstico de actos delincuenciales (YATIRI).
Palabras Claves— Pronóstico de la Actividad Delincuencial, Procesamiento Analítico de la Información, Cubo OLAP, Red Neuronal.
Abstract - Technological advance goes hand in hand with needs, in order to optimize certain types of processes so that they are much more effective, it is for this reason that it is possible to improve the process of planning preventive actions, forecasting crimes through Prosecution Analytical of the Information available, generated based on the complaints made by the neighbors in the Neighborhood Alert Groups. Based on the analysis of the current situation, it will proceed to obtain, describe, and explore quality data that apply the theoretical bases in conjunction with the case study and making the selection, cleaning, construction, integration, formatting of the data, improve the forecasting model that
evaluation of the forecast model takes into account the fulfillment of the success criteria, and the calibration calculated for the model, reviewing the process based on the results obtained and then proceeding to exploit the model. Once the constructed model has been successfully validated, proceed to carry out the deployment, converting the knowledge obtained into actions within the Institution process, based on the results presented in the interfaces of the crime forecasting system (YATIRI).
Keywords— Delinquency Activity Forecast, Analytical Information Processing, OLAP Cube, Neural Network.

I. INTRODUCCIÓN

La inseguridad ciudadana es una preocupación central de todos los bolivianos en sus diferentes estratos sociales, principalmente en los espacios urbanos que es donde hay más afluencia de personas [1], pese al significativo interés en solucionar el problema por parte del Gobierno, Alcaldía, Medios de Comunicación, entre otros, aún falta profundizar en algunos puntos importantes.

El avance tecnológico va de la mano con las necesidades, con el fin de optimizar cierto tipo de procesos para que estos sean mucho más efectivos, razón por la cual, si bien los procedimientos con los que se cuenta actualmente para precautelar la seguridad ciudadana de la zona central de la Ciudad de La Paz, cumplen con su objetivo, existe la posibilidad de mejorarlos, realizando la focalización de actos delincuenciales y pronosticando delitos mediante el Procesamiento Analítico de la Información disponible, generada en base a las denuncias realizadas por los vecinos en los Grupos de Alerta Vecinal [2].

Documento recibido el 4 de mayo de 2020. Este trabajo fue apoyado en parte por la Secretaria Municipal de Seguridad Ciudadana y la Dirección de Gobierno Electrónico y Modernización de la Gestión, de la Ciudad de La Paz.

II. SOLUCIÓN PROPUESTA

A. Problema

El análisis de la actividad delincuencial en la zona central de la Ciudad de La Paz, por parte de la Secretaria Municipal de Seguridad Ciudadana, presenta imprecisiones en la información disponible, situación que provoca una inapropiada respuesta por parte de las autoridades destinadas a prevenir delitos en la Ciudad de La Paz.
El problema mencionado anteriormente es originado por que los datos actuales sobre el comportamiento de la actividad delincuencial en la zona central de Ciudad de La Paz, provocan imprecisiones en el proceso de identificación de las características comunes de la conducta delictual. Así mismo la información sobre actos delincuenciales en la Ciudad de La Paz se encuentra almacenada de manera heterogénea, en medios electrónicos y registros manuales, lo que causa que la misma este incompleta dificultando la identificación de zonas críticas. Además de que el análisis mecánico de la información sobre actos delincuenciales en la zona central de la Ciudad de La Paz limita la identificación oportuna de riesgos en el proceso de planificación de acciones preventivas.

B. B Objetivo

Ante la problemática existente se ha planteado desarrollar un sistema para el pronóstico de la actividad delincuencial en la zona central de la Ciudad de La Paz basado en el Procesamiento Analítico de la Información, que coadyuve a las autoridades de seguridad ciudadana a planificar acciones preventivas para así contar con una respuesta apropiada ante actos delincuenciales.
Es así que para lograr lo anteriormente mencionado inicialmente se trabajara en la consolidación de los datos disponibles sobre el comportamiento de la actividad delincuencial en la zona central de la Ciudad de La Paz, para generar información que precise la identificación de las características comunes de la conducta delictual. Así mismo se sistematizará la información existente sobre actos delincuenciales precisando la zona central de la Ciudad de La Paz para contar con datos homogéneos que permitan construir una base de hechos organizada y completa que identifique zonas críticas. Además de que se construirá un modelo analítico con información consolidada sobre la ocurrencia de delitos en la zona central de la Ciudad de La Paz que coadyuve en la oportuna identificación de riesgos en el proceso de planificación de acciones preventivas.

III. TEORÍA BASE

Para el desarrollo del presente Trabajo se hará uso de la Ingeniería de Sistemas la cual nos permitirá construir la solución planteada alcanzando los objetivos propuestos en los tiempos planificados [3], y mediante la Ingeniería de Software se utilizaran las tecnologías y herramientas específicas para el diseño, construcción, desarrollo y mantenimiento del sistema a desarrollarse [4], el cual mediante la Inteligencia Artificial permitirá modelar los conjuntos de datos que estén trabajando en forma automática para así agilizar y optimizar la planificación de las acciones preventivas ante actos delincuenciales [5].

La Inteligencia de Negocios permitirá establecer y cuantificar los indicadores indispensables para realizar el pronostico de la actividad delincuencial en base al análisis de los datos históricos [6], utilizando para ello un cubo de procesamiento analítico en línea (OLAP) el cual permite mostrar y sumar grandes cantidades de datos e información en forma ágil [7]. Así mismo para establecer las características comunes del comportamiento delincuencial se hizo un análisis de la delincuencia en Bolivia y en la ciudad de la paz considerando principalmente los datos históricos del INE [8].

El modelo de pronóstico es una expresión matemática que representa de manera más simple el fenómeno a ser analizado para una mejor comprensión [9], el cual será desarrollado y desplegado en base a la metodología CRISP-DM, misma que cuenta con las siguientes etapas: Entendimiento del negocio, Entendimiento de los datos, Preparación de los datos, Modelamiento, Evaluación, Despliegue [10].

IV. DESARROLLO Y DESPLIEGUE DEL MODELO DE PRONOSTICO

Para cumplir con la finalidad del presente Trabajo de Grado se empleó los conocimientos detallados anteriormente, y en base a la metodología CRISP-DM.

A. Comprensión del negocio

Inicialmente se recolecto información pertinente de la institución para determinar las funciones y atribuciones relacionadas al presente trabajo, además para entender el funcionamiento del proceso con el que se cuenta para la planificación de acciones preventivas.

En cuanto a las distintas clasificaciones de actos delincuenciales que existen se tomo en cuenta los siguientes
tipos de actos delincuenciales: Hurto agravado, Violencia física, Violencia psicológica, Robo a casa, Robo a persona, Robo a vehículo, Robo a comercio, Vandalismo, mismas que son propias de la Secretaria Municipal de Seguridad Ciudadana.

- En base a la información estadística recolectada se estableció las características comunes del comportamiento delincuencial las cuales son:

- Donde se suscitan más actos delincuenciales es en la zona central de la Ciudad de La Paz, ya que existe mayor actividad comercial y por ende más movimiento de personas.
- La mayoría de los hurtos suceden sin que la víctima se percate de la situación.
- Los antisociales trabajan en grupos organizados estudiando la conducta de sus víctimas.
- Los que se dedican a asaltar domicilios no suelen delinquir en una zona específica.

Finalmente, en esta etapa se determino los objetivos de exploración de datos junto con los criterios de éxito de exploración de datos y el plan de proyecto mismos que fueron claves para la conclusión de sistema a desarrollar.

B. Comprensión de los datos

Inicialmente se analizó las hojas Excel proporcionadas para establecer un modelo de base de datos inicial la cual sufrirá modificaciones para obtener como resultado un cubo OLAP, posteriormente se determino las variables claves para el modelo de pronóstico las cuales se detallan en la

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
TipDelito	Se lo consideraría como variable para identificar los delitos más comunes
Zona	Es indispensable ya que detalla la zona donde ocurre el delito coadyuvaría a identificar las zonas criticas
Fecha	Es importante para el modelo de pronóstico porque con esta se pueden definir los días de la semana donde ocurren más delitos.
Hora	Es importante para el modelo de pronóstico porque con esta se pueden definir las horas del día donde ocurren más delitos

Tabla 1.
TABLA I ATRIBUTOS RELEVANTES

Una vez identificado los atributos relevantes se procedió a verificar la calidad de los datos, asegurándose de que se encuentren completos y correctamente descritos a través del
missing data donde se pudo evidenciar que existen 9975 campos que se encuentran en blanco, además se identifico la existencia de caracteres especiales en los datos.

C. Preparación de los datos

1) Selección de los datos: Se analizo el comportamiento de tres de las variables seleccionadas anteriormente, determinando los estados posibles que pueden tomar cada uno de ellos.

La frecuencia de ocurrencia de los tipos de delitos se detalla en la Figura 1.

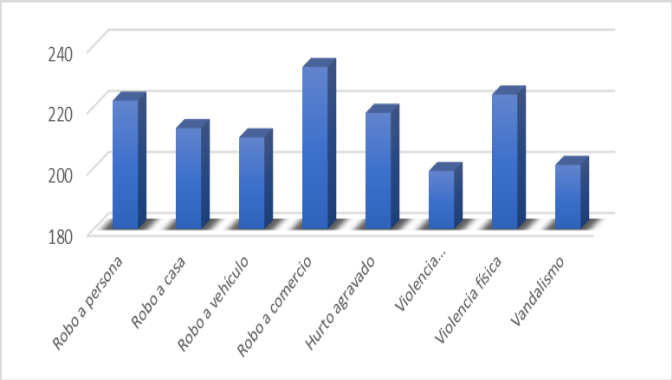

Fig. 1. Distribución de la Frecuencia de Atributo Tipo de Delito

De acuerdo con la información proporcionada y clasificada los tipos de delitos que tienen mayor frecuencia en ocurrir en la zona central de la Ciudad de La Paz son: Robo a comercio, Violencia física, Robo a persona.

El siguiente atributo que se cuantifico y grafico fue el lugar de ocurrencia, como se detallan en la Figura 2.

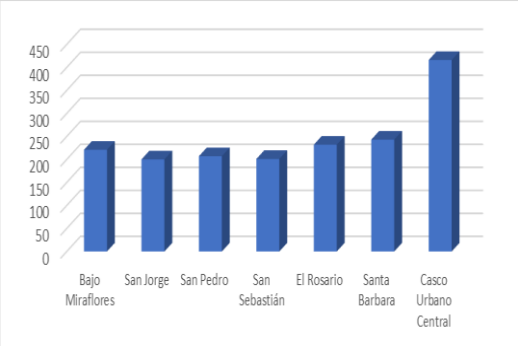

Fig. 2. Distribución de la Frecuencia de Atributo Zona

En la zona que más delitos se cuantifico fue en el Casco Urbano Central, en cuanto a las demás zonas no se puede observar una diferencia significativa casi todas poseen una frecuencia similar.

El siguiente atributo que se detallo fue la hora de ocurrencia, como se detalla en la Figura 3.

Fig. 3. Distribución de la Frecuencia de Atributo Hora

Se identificaron dos rangos de horarios donde ocurren mayor cantidad de los distintos actos delincuenciales, los cuales son de 20:00 a 2:00 y de 6:00 a 8:00 en cuanto a los demás horarios no se diferencian significativamente.

2) Limpieza de los datos: En base a las observaciones realizadas en la verificación de calidad de los datos se identificó 9975 campos en blanco de los cuales ninguno afectaría directamente al desempeño del modelo de pronóstico, así mismo se identificó datos que contenían caracteres especiales para subsanar este problema sin afectar la información proporcionada se remplazó todos los caracteres empleando la herramienta SPSS Modeler, para que posteriormente se pueda interpretar el data set sin errores. Las categorías que se reemplazaron fueron las siguientes: San Sebastián, Robo a vehículo, Violencia psicológica, Violencia física.

Posteriormente se procedió a realizar un análisis de patrones de imputación múltiple para identificar cualquier otro ruido en los datos, el resultado de este análisis fue positivo ya que se pudo constatar que el 100% de la información se encuentra completa y consolidada

3) Construcción de los datos: Se procedió a analizar los registros limpios y se procesaron los datos para producir atributos derivados, nuevos datos a partir de existentes, se agregaron tres campos los cuales permitirán un análisis más detallado, son los siguientes:

- Mes: Este atributo describe el mes en que se cometió el acto delincuencial como se detalla en la Figura 4.
- NroDiaMes: Este atributo presenta el día calendario del mes en que ocurrió un delito como se presenta en la Figura 5.
- NroDiaSem: Este tributo presenta los días en que ocurrieron las actividades delincuenciales como se muestra en Figura 6.

Como se puede observar en la Figura 4 los meses en los que se suscitaron mayor cantidad de actos delincuenciales son Abril, Junio, Julio, y no existe una diferencia significativa de ocurrencia de delitos entre los demás meses.

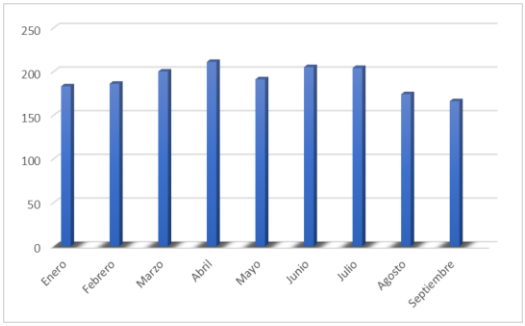

Fig. 4. Distribución de la Frecuencia de Atributo Mes

Como se puede observar en la Figura 5 se determinaron que días calendario del mes es donde se suscitan más actos delincuenciales, los cuales son los días 10, 19, 25, 28, en cuanto a los demás días no existe una diferencia significativa.

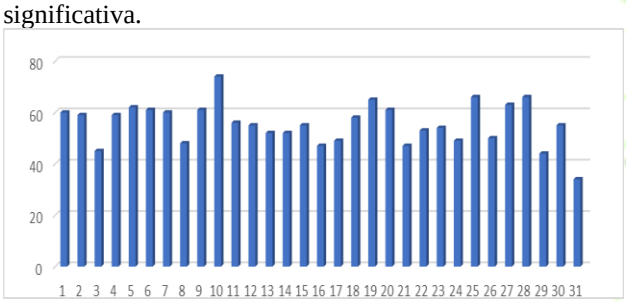

Fig. 5. Distribución de la Frecuencia de Atributo Dia de Mes

En la Figura 6 se presenta de manera gráfica la cantidad de actos delincuenciales suscitados en cada día de la semana, y se pudo determinar que

entre miércoles y sábado es cuando suceden la mayor cantidad de delitos.

Fig. 6. Distribución de la Frecuencia de Atributo Dia de la Semana

Finalmente se modificó el comienzo de la escala en el horario 8 – 10 por la razón de que es en ese horario que comienza la actividad laboral.

4) Integración de los datos: En esta actividad se integró la información construida en la anterior etapa, ya que del campo Fecha de la tabla Denuncia se obtienen tres variables, las cuales son: Mes, Día de Mes, Día de la Semana; la inclusión de los datos debe ser acorde al modelo que se presenta en la Figura 7.

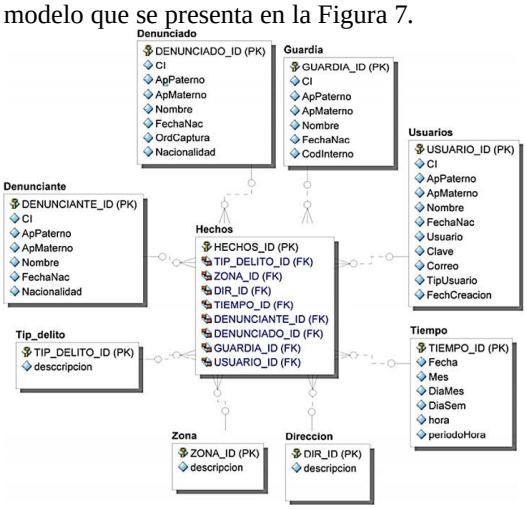

Fig. 7. Modelo Estrella del Cubo OLAP

Los seis atributos que se seleccionaron presentan información suficiente para ser las variables de entrada del modelo de pronóstico y se encuentran listos para ser formateados, es por eso por lo que no se realizó ninguna combinación ni otra actividad.

5) Formateo de datos: Para el desarrollo del modelo de pronóstico se generó el conjunto de datos a analizar (Data Set), el cual tenía que ser un archivo que contenga los datos a ser empleados para la construcción del modelo.

D. Modelado de los datos

1) Selección de la técnica de modelamiento: En base al problema planteado y lo que se requiere pronosticar, se tendrá que utilizar un tipo de algoritmo, que satisfaga los siguientes criterios:

- En un principio no se tiene las probabilidades iniciales de las variables.
- Las variables que intervienen para la ocurrencia de un acto delincuencial no se encuentran relacionadas entre sí.
- El algoritmo debe ser supervisado, las salidas generadas se tendrían que comparar con los valores de salida correctos.
- El modelo debe permitir más de dos variables de entrada.

Realizando un análisis comparativo de los distintos algoritmos considerados se decidió emplear la técnica Redes Neuronales, ya que cumple con lo mencionado en una mayor medida que las demás técnicas como ser Regresión Lineal y Redes Bayesianas.

2) Criterios de prueba: El 30% de la totalidad de los datos serán empleados como data de test, con la finalidad de verificar la medida en que el modelo puede pronosticar actos delincuenciales. En base a los resultados, se construirá la matriz de confusión para establecer que valores presento el modelo cuando el pronóstico fue erróneo, así mismo para saber el porcentaje de aciertos en base a cada valor de la clase.

3) Construcción del modelo: Las bibliotecas que se emplearon son las siguientes: Tensor Flow, Keras, Numpy, Pandas, y Matplotlib. Así mismo se empleo como herramientas de hardware un Procesador Intel core i7 y una GPU Nvidia GEFORCE 840M.

Se realizo un análisis comparativo de los modelos de redes neuronales más conocidos, con la finalidad de seleccionar un modelo de red neuronal acorde al presente proyecto. Posteriormente seleccionó el modelo perceptrón multicapa, ya que es una herramienta de propósito general que tiene la facilidad de dar salidas satisfactorias a entradas que el sistema no ha visto nunca, además de que cumple con los criterios mencionados en la selección de la técnica de modelamiento, en mayor medida que los demás modelos de red neuronal.

La red neuronal propuesta para el presente Trabajo de Grado está conformada por 3 capas como se presenta en la Figura 8, La capa de entrada corresponde a las variables de entrada de la red, compuesta por 6 nodos, la siguiente capa corresponde a la capa oculta la misma que contiene 100 neuronas y la última es la capa de salida que está conformada por un nodo misma que proporciona la probabilidad de ocurrencia pronosticada de los distintos tipos de delitos.

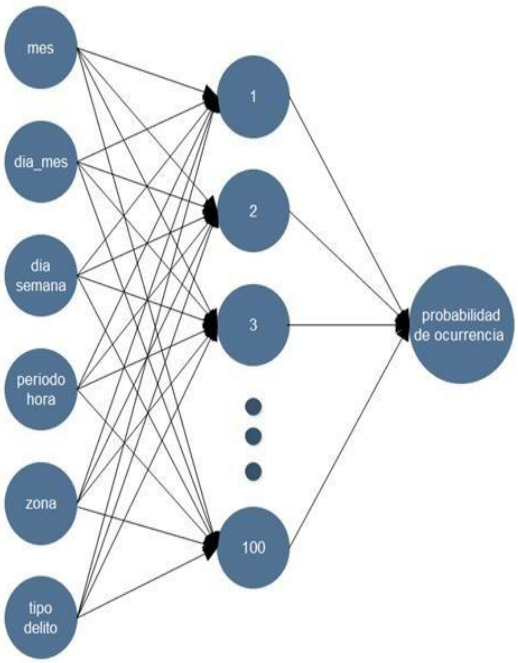

Fig. 8. Topología de la Red Neuronal

Las funciones de activación que se emplearon en la construcción del modelo de pronóstico son:

- RelU: Misma que ofrece una baja probabilidad de que el gradiente desaparezca y un entrenamiento más veloz.
- Sigmoide: Empleada para la capa de salida para asegurar que el valor obtenido de la red neuronal este entre 0 y 1.

Para la construcción del algoritmo de la Red Neuronal Inicialmente se realizó la importación de todas las paqueterías, para después cargar los datos empleando la función read_csv() de la paquetería pandas definiendo las variables de entrada y la variable objetivo. La estructuración de la red se basó en el proceso de experimentación de ensayo error Empleando la clase Dense se definió el modelo de la Red Neuronal, misma que permitió establecer el número de nodos, la función de activación de cada capa.
Después de haber definido y compilado el modelo listo para realizar un cálculo eficiente, empleando la función fit() se pudo entrenar el modelo en base a los datos cargados, estableciendo la cantidad de iteraciones y la proporción de datos empleados para el entrenamiento y la verificación del modelo.
Posteriormente se configuro la evaluación empleando la función evaluate(), la cual permite tener una idea de lo bien que se ha modelado el conjunto de datos actual
Finalmente se procedió a ejecutar el entrenamiento del modelo y se pudo apreciar un mensaje para cada época detallando la pérdida y la precisión de cada uno. La evaluación final del modelo entrenado, y la ejecución en la CPU con un backend de TensorFlow demoro alrededor de 10 segundos, con un porcentaje de acierto del 93%.

E. Evaluación

Los resultados del modelo se han separado para analizar los valores individuales de la clase llamada zona, esto permitirá analizar la zona en la que el modelo ha cometido la mayor cantidad de errores, y establecer si los mismos son coherentes y si pueden ser aceptados, la matriz de confusión como se lo presenta en la Figura 9.

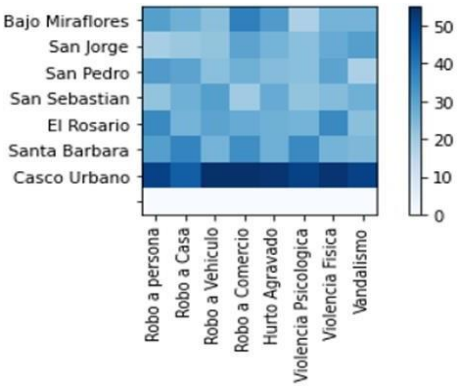

Fig. 9. Matriz de Confusión

Analizando el resultado de la matriz de confusión del modelo se puede observar que la zona Casco Urbano Central posee la mayor cantidad de aciertos este resultado es esperado, ya que el modelo es una abstracción de la realidad, entonces teniendo un 93% de acierto se habría alcanzado un resultado aceptable.

F. Despliegue

1) Plan de despliegue: Inicialmente se debe identificar todas las tareas necesarias para que el modelo de pronóstico sea desplegado en un sistema web, y el sistema completo sea implementado dentro de un ambiente seguro y disponible en todo momento permitiendo así obtener información recabada en base a las denuncias registradas, los duales se los describe en la Tabla 2.

ETAPA	SUBETAPA	DESCRIPCIÓN
Desarrollo	Análisis	Recepción de los datos procesados por el Modelo de pronóstico, realizado en las anteriores fases de la metodología CRISP-DM
	Diseño	

	Codificación	El desarrollo del Sistema de Pronostico se basará en dos componentes: - Diseño - Codificación
Implementación	Desarrollo del sistema	Estará compuesta por el desarrollo de dos componentes: - Código Fuente (Frontend y Backend) - Base de Datos (Datos del Modelo de pronóstico)

TABLA II
ETAPAS DE LA ELABORACIÓN DEL SISTEMA DE PRONOSTICO

En la actualidad, el desarrollo e implementación de sistemas web adaptables a medida se han convertido en la base tecnológica de muchas empresas modernas. Es por esta razón que para el desarrollo del sistema de pronóstico se seleccionó la plataforma web.

2) Desarrollo del sistema de pronóstico: El proceso de desarrollo del sistema se basará en siete fases principales que se detallan a continuación:

• Recolección de requerimientos: En la Tabla 3 se presenta las distintas funcionalidades que tendrá el sistema de pronóstico, misma que será el punto de partida para tener en claro las primeras tareas a realizar.

Nro.	REQUERIMIENTO	TIPO
R1	Gestión de Usuarios	Funcional
R2	Pronóstico de actos delincuenciales	Funcional
R3	Gestión de denuncias	Funcional
R4	Tablero de control	Funcional
R5	Las interfaces del sistema deben ser amigables e intuitivas.	No Funcional
R6	Las operaciones del sistema deben manejarse desde un navegador ya que debe ser orientado a la web.	No Funcional

TABLA III
REQUERIMIENTOS PARA EL SISTEMA DE PRONOSTICO

• Identificación de procesos: Se definió los procesos que el sistema permitirá realizar, mismas que tienen asignadas determinadas tareas que deben cumplir, todo esto se presenta en la Tabla 4.

PROCESO	TAREA
Gestión de Usuarios	- Crear usuarios - Modificar usuarios - Eliminar usuarios - Asignar perfiles a usuarios
Pronóstico de actos delincuenciales	- Pronosticar el tipo de delito a ocurrir en una determinada zona, día, y periodo de hora - Presentar gráficamente el número de pronósticos por tipo de delito y por periodo de hora - Exportar en un archivo pdf los pronósticos generados por el sistema
Gestión de denuncias	- Registrar denuncias - Modificar denuncias - Eliminar denuncias
Tablero de control	Presentar gráficamente el número de: - Denuncias por zona - Denuncias por mes - Denuncias por día del mes - Denuncias por día de la semana - Denuncias por periodo de hora - Denuncias por tipo de delito

TABLA IV TABLA DE PROCESOS PROCESOTAREA

•Identificación de actores: Posibilita la identificación de los usuarios que participaran en el sistema, y sus respectivas tareas con relación al mismo, misma que se presenta en la Tabla 5.

ACTOR	TAREA
Administrador	- Visualizar pronósticos - Acceso al tablero de control - Registro de denuncias - Edición de denuncias - Eliminación de denuncias - Registro de usuarios - Edición de usuarios - Eliminación de usuarios
Usuario	- Visualizar pronósticos - Acceso al tablero de control - Registro de denuncias

TABLA V

REQUERIMIENTOS PARA EL SISTEMA DE PRONOSTICO ACTOR TAREA

- Planificación del sistema: En base a las historias de usuario se pudo comprender de mejor manera las funcionalidades de cada uno de los módulos del sistema de pronóstico.

- Diseño del sistema: Se definieron los prototipos de las interfaces para el sistema de pronóstico de actos delincuenciales, para lo cual se empleó casos de uso para dar una vista general del proceso que se está detallando, como se presenta en la Figura 10.

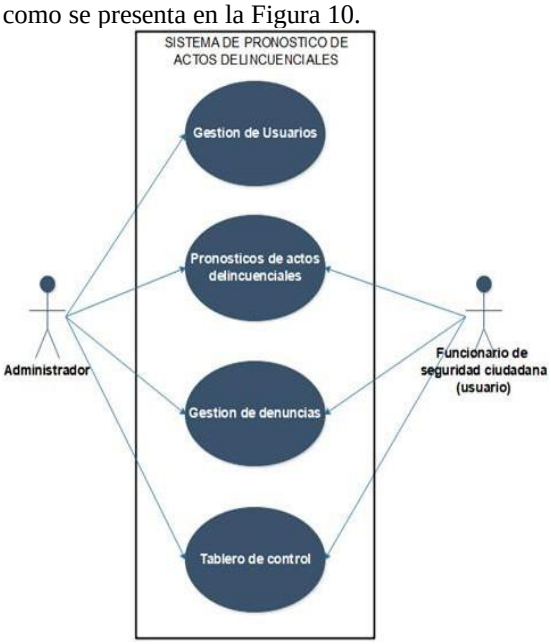

Fig. 10. Casos de uso de Alto Nivel

- Diseño de las interfaces: Se realizo la creación de prototipos iniciales (Mockups) de los módulos del sistema de pronóstico para ello se empleó la herramienta Balzamiq Mockups.

- Desarrollo de la base de datos: Se lo realizo en base al diseño elaborado anteriormente y esta debe estar relacionada correctamente con los formularios que se tienen en las interfaces del sistema de pronóstico misma que se la realizo en MySQL, la cual se la presenta de manera detallada en la Figura 11.

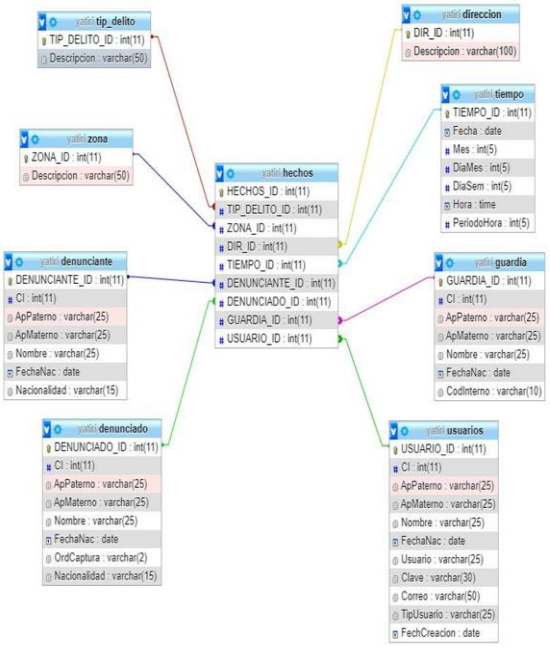

Fig. 11. Modelo Relacional de la Base De Datos

- Desarrollo de interfaces: El desarrollo de las interfaces del sistema se lo realizo en base al Framework Flask el cual permite una interacción optima con el modelo que se lo realizo en Python, permitiendo así una integración sencilla del sistema de pronóstico.

G. Pruebas del sistema

Las pruebas son practicas fundamentales ya que permiten validar y verificar el software. Para ello se comprueba el cumplimiento de los requerimientos que se plantearon anteriormente. En este caso se realizaron pruebas unitarias y de integración.

1) Pruebas unitarias: Las pruebas unitarias se efectuaron durante la codificación del sistema de pronóstico detectando errores en distintas partes del código de las interfaces y del modelo, la detección de estos permitió la depuración y corrección de estos antes de integrarlos al sistema final.

2) Pruebas de aceptación: Las pruebas de aceptación del sistema son de tipo caja negra, que están definidas para cada historia de usuario garantizando el cumplimiento de la funcionalidad que se espera del sistema. Para cada prueba de aceptación se verifico el cumplimiento de las historias de usuario que se definieron en la planificación del sistema.

H. Monitoreo y mantenimiento del sistema

El monitoreo y mantenimiento busca comprobar y tomar las previsiones respectivas para el mejoramiento de los servicios que ofrece el sistema de pronóstico y mantener un control de los patrones de uso de los usuarios, para lo cual se empleara Google Analytics ya que la misma ofrece soporte para móviles además de que es propiedad de una empresa sofisticada como Google.

Con el pasar del tiempo el sistema de pronóstico estará sujeto a cambios es por eso que es necesario detallar las herramientas que se empleó para el desarrollo del Backend como del Frontend.

1) Herramientas de desarrollo del Backend: Se ha utilizado Python en su versión 3.2 y MySQL en su versión 5.6.

2) Herramientas de desarrollo del Backend: Se ha utilizado Flask para la creación de las interfaces web misma que se encuentra en su versión 1.0.2.2.

I. Reporte final

En base al procesamiento analítico de la información que realizara el modelo de pronóstico se presentara los actos delictivos pronosticados por cada zona, en tecnología web, así como también en móvil ya que es un sistema con un diseño adaptable (responsivo) que se acomoda a cualquier tipo de resolución de pantalla.

Además, se cuenta con otros módulos, especialmente el Tablero de Control y el de Gestión de Denuncias, los cuales ofrecen un aporte de mejor calidad a las autoridades de seguridad ciudadana quienes son encargadas de planificar acciones preventivas para mitigar los actos delincuenciales.

V. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

1) Análisis de Costos: La finalidad es establecer el costo total del proyecto, mismo que está conformado por la suma total de los costos fijos y variables del desarrollo e implementación del sistema, la cual se detalla en la Figura 12.

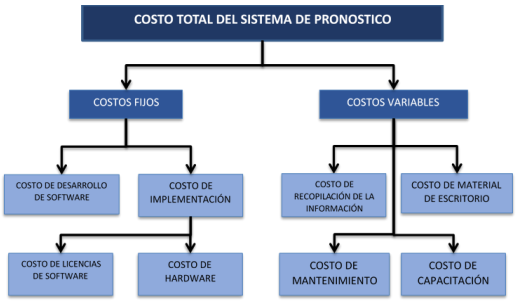

Fig. 12. Diagrama de Costo Total del Proyecto

El costo total de desarrollo del sistema, se lo calculo en base a COCOMO II, mismo asciende a Bs.11671, y los coatos de implementación acienden a Bs. 7655. Así mismo los costos variables acienden a Bs. 4671.5, aciendo un total de Bs. 23992.5, mismo que se lo considera como la inversión inicial para la implantación del sistema de pronóstico.

2) Análisis de Beneficios: Para la estimación de beneficios se considera las ventajas que traerá a la Secretaria Municipal de Seguridad Ciudadana el Sistema de Pronostico de actos delincuenciales propuesto en el Trabajo de Grado, mismos que se detallan en la Figura 13.

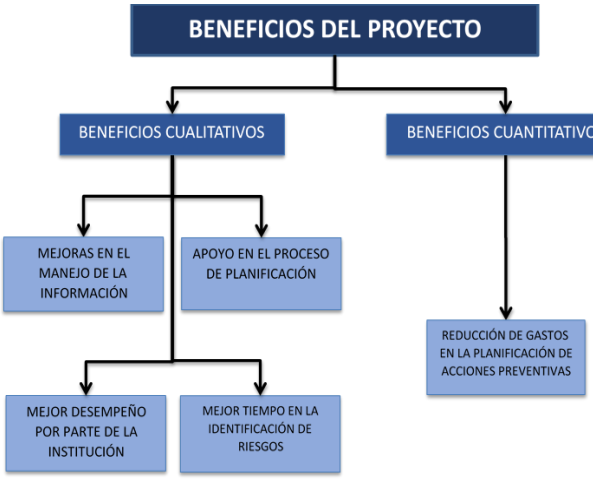

Fig. 13. Diagrama de Beneficios del Proyecto

El personal encargado de realizar la planificación de acciones preventivas está conformado por 5 funcionarios de seguridad ciudadana cuyos salarios ascienden a Bs. 2122, de los cuales 1 se dedican exclusivamente a la identificación de riesgos de seguridad ciudadana, mismo procedimiento que será automatizado por el sistema propuesto. Posterior a la implementación del sistema en la Secretaria Municipal de Seguridad Ciudadana, se generará un ahorro de Bs. 25464 por año.

3) Relación Costo Beneficio: Una vez establecido el costo total del proyecto y el beneficio cuantitativo del mismo se procede a determinar la viabilidad financiera del presente Trabajo de Grado, en base al cálculo de distintos métodos de valoración de proyectos.

- VAN = 44748,79 > 0 ; es rentable.
- TIR = 87,71% > k(12,42%) ; es viable.
- ROI = 186,51% ; es viable.
- IR = 2,86 >1 ; mayores beneficios.

Por lo tanto, según estos cuatro criterios básicos el proyecto presenta una ganancia neta de Bs. 44748,79 con una rentabilidad del 87,71%. Quedando comprobada su viabilidad económica.

VI. CONCLUSIONES

Se consiguió consolidar la mayoría de los datos de las diferentes fuentes disponibles que se consideraron relevantes.

Se logro sistematizar en una base de hechos organizada, la totalidad de la información disponible en la Secretaria Municipal de Seguridad Ciudadana.

El desarrollo del modelo permite generar información que apoya a la toma de decisiones, en el proceso de planificación de acciones preventivas.

Se realizó el análisis costo - beneficio del presente Trabajo de Grado, permitiendo asegurar que el proyecto propuesto es viable económicamente.

VII. RECOMENDACIONES

1) Recomendaciones institucionales:

Propiciar en los diferentes turnos de la Secretaria Municipal de Seguridad Ciudadana la capacidad en el uso del sistema de pronóstico como una herramienta de apoyo.

Realizar frecuentemente la identificación de aspectos comunes del comportamiento delincuencial.

El proceso de prevención del delito en la zona central de la Ciudad de La Paz podría contar con controles y métricas.

La actualización de los datos, así como el entrenamiento del modelo de pronóstico se lo debe realizar periódicamente para incrementar la precisión de los datos proporcionados.

2) Recomendaciones académicas:

El sistema desarrollado para el pronóstico podría ampliarse en otro proyecto que permita la posibilidad de recibir y alertar denuncias

Continuar con la capacidad investigativa sobre las características comunes del comportamiento delincuencial.

El sistema podría enlazarse a la base de datos de la Policía Nacional para poder extraer la información adicional.

El sistema podría mejorar en su desempeño si se agrega más data histórica al modelo proveniente de otras fuentes de información

Referencias

[1] S. Lara Torrico, «Pagina Siete,» La creciente inseguridad ciudadana, 22 Julio 2017.

[2] J. Alanoca Paco, «La Paz implementa grupos de alerta vecinal mediante WhatsApp,» El DEBER, 2 Enero 2019.

[3] B. Blanchard, Ingenieria de Sistemas, Madrid: Graficas Marte, S.A. (Madrid), 1995.

[4] I. Sommerville, Ingenieria del Software, Madrid: PERASON, 2005.

[5] S. Russell y P. Norvig, Inteligencia Artificial un Enfoque Moderno, Mexico: PERASON, 2004.

[6] Sinergia e Inteligencia de Negocio S.L., «Arquitectura de una Solucion de BI,» SINEXUS BI, 18 Junio 2019. [En línea]. Available: https://www.sinnexus.com/business_intelligence/arquitectura.aspx. [Último acceso: 21 Marzo 2020].

[7] R. Rodriguez, L. Tineo y A. Urrutia, «Calificacion Difusa en Cubos OLAP,» RESEARCHGATE, p. 30, 2009.

[8] Instituto Nacional de Estadistica, «Violencia Ciudadana,» Instituto Nacional de Estadistica, 200 - 2016. [En línea]. Available: https://www.ine.gob.bo/index.php/seguridad-ciudadana/introduccion-3. [Último acceso: 22 Marzo 2020].

[9] J. M. Izar, «Modelos de pronostico,» 2007.

[10] IBM Corporation, «Manual CRISP-DM de IBM SPSS,» 2012.

Fecha de Envió del Articulo: 11/05/2020
Fecha de Aceptación de artículo: 28/05/2020