

Ciencia de Datos: Investigación aplicada sobre los accidentes de la compañía COSMO ASTRAL en el sector de la construcción de Honduras mediante el diseño de redes neuronales de inteligencia artificial y su uso como apoyo a los procesos de toma de decisiones preventivas.



Ciencia de Datos: Investigación aplicada sobre los accidentes de la compañía COSMO ASTRAL en el sector de la construcción de Honduras mediante el diseño de redes neuronales de inteligencia artificial y su uso como apoyo a los procesos de toma de decisiones preventivas.

Investigadores:

Roberto Enrique Chang López¹, Universidad Nacional Autónoma de Honduras
Emma Anabel Morales*, Universidad Nacional Autónoma de Honduras
Juan Carlos Chávez*, Universidad Nacional Autónoma de Honduras
Kelvin Nahún Hernández*, Universidad Nacional Autónoma de Honduras
Krystal Pamela Salgado*, Universidad Nacional Autónoma de Honduras
Víctor Manuel Banegas*, Universidad Nacional Autónoma de Honduras"

Resumen

El propósito principal de esta investigación es combinar dos técnicas utilizadas en la construcción de sistemas inteligentes, mediante el uso del software Alyuda Forecaster XL y el software de análisis estadístico SPSS con el propósito de crear una red neuronal para reducir los accidentes laborales que pueden darse en los diferentes proyectos de la empresa COSMO ASTRAL, en función de los factores considerados como críticos con SPSS. En cuanto al uso del software Alyuda Forecaster se realizaron pronósticos de accidentes posibles tomando como fuente de información la base de datos del estudio realizado con los colaboradores de la empresa.

Palabras clave

Inteligencia Artificial, Redes Neuronales, Pronóstico.

Recibido: 02 de setiembre 2019

Aprobado: 12 de noviembre de 2019

DOI: https://doi.org/10.35485/rcap77_3

Roberto Chang, Emma Morales, Juan Chávez, Kevin Hernández, Krystal Salgado, Vicator Banegas. (2020). Ciencia de Datos: Investigación aplicada sobre los accidentes de la compañía COSMO ASTRAL en el sector de la construcción de Honduras mediante el diseño de redes neuronales de inteligencia artificial y su uso como apoyo a los procesos de toma de decisiones preventivas.

Abstract

The main purpose of this research is to combine two techniques used in the construction of intelligent systems, through the use of the Alyuda Forecaster XL software and the SPSS statistical analysis software in order to create a neural network to reduce occupational accidents that may occur in the different projects of the company COSMO ASTRAL, depending on the factors considered critical of SPSS. Regarding the use of the Alyuda Forecaster software, forecasts of possible accidents were made taking as a source of information the database of the study carried out with the company's collaborators.

Keywords

Artificial Intelligence, Neural Networks, Forecast.

¹ PhD. Profesor de Posgrados en posgrados Universidad Nacional Autónoma de Honduras, la Universidad Tecnológica de Honduras, Universidad Internacional Iberoamericana.

* Maestranter del Programa de Posgrado de la Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

1. Antecedentes

Según estadísticas de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), en el informe del día mundial sobre la seguridad y la salud en el trabajo, cerca del 4% del Producto Interno Bruto (PIB) a nivel mundial se pierde debido al costo de las bajas, las muertes y enfermedades en forma de ausencias en el trabajo, tratamientos y prestaciones por incapacidad y fallecimiento. (OIT, 2005). La Constructora COSMO ASTRAL es una empresa hondureña constituida como una sociedad de responsabilidad limitada, cuya razón es satisfacer los gustos y necesidades de sus clientes en el ramo y manejo de la construcción y edificaciones. COSMO ASTRAL, S. de R.L. es una empresa dedicada a la prestación de servicios en el rubro de la construcción de obras civiles, mediante la implementación de un sistema de mejoramiento continuo de procesos y actualmente está en proceso de certificación de la norma ISO 9000.

En fechas recientes, acontecieron dos accidentes significativos que han hecho que la empresa COSMO ASTRAL, revise su manual de políticas de seguridad, entre ellos destacan:

A- 14 de junio de 2018, accidente donde perdieron la vida tres trabajadores y cuatro resultaron heridos con lesiones leves, como consecuencia de la caída de un muro en la construcción realizada en colonia América.

B- 31 de octubre del 2018, colonia Torocagua, donde solo hubo pérdidas materiales, como resultado de un desprendimiento del talud de dos residencias.

Las acciones administrativas que COSMO ASTRAL ha realizado como producto de dichos acontecimientos según lo manifestado por el gerente de recursos humanos, ha hecho que la empresa concentre más atención a las políticas de seguridad a través de:

A- Contratación de personal de acuerdo con competencias y habilidades.

B- Capacitación permanente de las personas asignadas que participan en la ejecución de proyectos.

C- Supervisión por parte de ingenieros residentes a obreros de los diversos proyectos, sobre políticas de seguridad mínima.

D- Aplicación de penalizaciones y sanciones a sus colaboradores, dependiendo de los factores relacionados con los accidentes.

Debido a esta problemática es latente no solo para COSMO ASTRAL, sino también para el sector de construcción a nivel nacional, debido a que no existe una normativa legal que sancione a las empresas que no promuevan e implementen normas de prevención de accidentes y de seguridad laboral, por lo que surge la necesidad de desarrollar la presente investigación para que sirva de guía teórica y metodológicamente para el diseño de modelos de gestión de prevención de accidentes en el sector de la construcción.

2. Marco Teórico

A continuación, se presenta la revisión de la literatura de esta investigación, la cual se divide en dos subsecciones la primera recopila y analiza información relacionada al tema de inteligencia artificial y cómo esta puede contribuir a identificar los factores de riesgos para que la empresa Cosmo Astral puede reducir los accidentes laborales, mientras que la segunda aborda estudios y artículos indexados relacionados a factores críticos de riesgo laboral en el sector de la construcción y medidas de prevención y de seguridad laboral.

2.1. Inteligencia Artificial y Redes Neuronales

Olabe (1998) señala que los pioneros de la inteligencia artificial son Minsky, McCarthy, Rochester, Shanon, quienes realizaron una conferencia en el año 1956, sobre dicho tema y que dio lugar al primer contacto con las redes neuronales. Por otra parte, Moreno (2002), menciona que otro de los acontecimientos importantes se presentó en Alemania en donde Von Der Malsburg en 1973, desarrollo un modelo de la emergencia en la corteza terrestre visual de columnas de neuronas que responden a la orientación de los objetos. A partir del año 1986, los avances en el desarrollo de las redes neuronales han sido significativos, debido a que cada año se publican nuevas aplicaciones sobre el área de control de procesos y empresas que fabrican nuevos productos para su eventual comercialización, así como lo explica Matich (2001).

La inteligencia artificial es la ciencia que estudia la forma de diseñar los procesos que exhiban características comunes que se asocian con el comportamiento humano inteligente (García Martínez, 1997). La inteligencia artificial sintetiza y automatiza tareas intelectuales y es, por lo tanto, relevante para cualquier ámbito de actividad intelectual humana. (Russell y Norving, 2004). Uno de los modelos científicos que ha surgido para imitar los procesos de aprendizaje y de inteligencia artificial, es la red neuronal artificial. Las redes neuronales son modelos que intentan reproducir y simular el

comportamiento del cerebro humano por medio de algoritmos (Hilera y Martínez, 1995).

Una red neuronal artificial consiste en un conjunto de elementos de procesamiento, llamados neuronas, los cuales se conectan entre sí. La organización de las neuronas dentro de la red neuronal se denomina topología, y viene dada por el número de capas, la cantidad de neuronas, el grado de conexión, y el tipo de relación entre las neuronas (Koehn, 1994). Las redes neuronales artificiales han sido aplicadas con éxito en gran cantidad de problemas como el reconocimiento de patrones, clasificación, visión, control, predicción, etc. (Zilouchian, 2001)

Según Widrow y Lehr (1990) citados en Porto (1998) se pueden identificar una cantidad significativa de algoritmos de entrenamiento para luego pronosticar o simular resultados en función de los inputs o datos de entrada. En su mayoría éstos utilizan información del gradiente de una función de error para ajustar los pesos de las conexiones, y se les llama algoritmos de gradiente descendente. (Porto, 1998). El verdadero poder de estos algoritmos reside en la búsqueda simultánea de la solución en un conjunto de posibles soluciones. Buscan una solución al problema en cuestión reproduciendo los parámetros de una población a lo largo de una serie de generaciones (Koza, 1997).

Para Llata, Sarabia, Fernández, Arce y Oria (2000), la inteligencia artificial es la transferencia de conocimientos, razón y pensamiento a las máquinas para que ellas puedan desarrollar de manera eficaz y simplificar la solución de problemas mediante modelos establecidos. Las redes neuronales son parte de la inteligencia artificial y se han convertido en una herramienta primordial para la resolución de problemas complejos mediante modelos que contienen patrones, todo ello para subsistir en un mercado cada vez más competitivo y por ende a la toma de decisiones estratégicas.

Por su parte Pérez y García de Ceca (2005), mencionan que el funcionamiento general de las redes neuronales es un conjunto de datos que se recopilan en primera instancia con la preparación de datos que contienen patrones para efecto de resultados hacia una determinada situación problemática. Mientras que Olabe (1998) compara las redes neuronales al igual que el cerebro humano, pues estos presentan características similares, pero más que tener una similitud entre ellas, contienen características como ser: experiencias, donde se educa al tener información histórica o sea una rutina de lo que se está estudiando y se quiere pronosticar.

Según Matich (2001), los primeros en usar las redes

neuronales fueron Warren McCulloch Neurofisiólogo, y Walter Pitts matemático en el año 1943 en el cual modelaron un modelo de red neuronal utilizando circuitos eléctricos. De acuerdo con Moreno (2002), Hebb presento un sistema de regulación de conexiones neuronales, y en ella indica la importancia de la información necesaria para cambiar el valor de la conexión que se encuentra localmente disponible a ambos lados de la conexión. Para Casillas, Blanco y Garijo (2010) la inteligencia artificial puede presentarse mediante diversas técnicas, algunas de ellas son sistemas que resultan muy útiles para la representación del conocimiento, el aprendizaje automático y la ejecución de sistemas basados en reglas.

Uno de los sistemas basados en reglas a los que se refiere la inteligencia artificial son las redes neuronales, para comprender a profundidad lo que los aspectos técnicos de este sistema se debe considerar lo dicho por Del Carpio (2005), quien menciona que las redes neuronales son modelos matemáticos que están compuestos por una amplia variedad de elementos organizados en niveles, asimilándose a un sistema de cómputo, estos elementos se interconectan para procesar la información, por lo cual sus respuestas son cambiantes frente a variables externas.

Así mismo, Serrano (2009), define una red neuronal así mismo como un dispositivo no lineal el cual permite la simulación de sistemas no lineales y caóticos, así también una red neuronal es tolerante a fallos, ya que pueden fallar algunos elementos individuales sin tener grandes consecuencias en la respuesta final del sistema, estas son algunas ventajas del uso de las redes neuronales, pero el avance ha sido mayor especialmente con el atractivo de un gran número de aplicaciones. Existen dos formas básicas de clasificación de las redes neuronales, según su estructura, y esto se refiere al número de capas o entradas y salidas que puede tener la red o bien según su algoritmo de aprendizaje el cual puede aprender de 3 formas que son: establecer patrones entre las características que más se repiten, establecer patrones priorizando las variables con más peso y establecer patrones donde se asigna más peso a las variables que resultan positivas (Redes Neuronales, 2016).

2.2. Factores críticos de riesgo laboral en el sector de la construcción

Según, Benavides, Ruíz y García (2001) el sector de la construcción cuenta con mayor riesgo laboral propio por su actividad, ya que las tareas asignadas se realizan en alturas, en construcciones de edificaciones, o bien por labores de excavación, el izado de materiales y el tiempo y las condiciones

climáticas en que se desarrollan, por lo que es necesario contar con un sistema de gestión de la seguridad y salud para el trabajador de dicho sector.

Por tal razón González, Bonilla, Quintero, Reyes y Chavarro (2016), mencionan la importancia del control en las actividades que se realizan en el rubro de la construcción, ya que la falta de supervisión produce una mayor exposición al riesgo propio de la actividad.

El estudio de Acevedo y Yáñez (2016) afirma que los accidentes laborales generan costos, tanto para los trabajadores, las familias, las empresas y a la sociedad en general, los cuales no necesariamente se reflejan en gastos asistenciales y económicos, sino también en la pérdida o disminución en la producción o daños materiales para las empresas y terceros.

González, Bonilla, Quintero, Reyes y Chavarro (2016), consideran que las actividades que se realizan durante los proyectos de construcción son consideradas de alto riesgo, ya que la tendencia es propicia a una mayor ocurrencia de accidentes laborales propios de la actividad, que afectan la integridad física, mental y social de los colaboradores, como la productividad de las empresas. De igual manera se evidencia de acuerdo con varios estudios realizados en España, los cuales coinciden en sus resultados, en donde queda probado que el mayor riesgo de accidentes se genera en el rubro de la construcción, cuya fuerza laboral pertenece a la población inmigrante que busca un futuro mejor en ese u otros países que presentan mejores condiciones económicas que las de sus países de origen. Es importante mencionar que dicha fuerza laboral ocupa puestos de menor cualificación, en condiciones de menor ventaja, con mayor inseguridad laboral, y a menor costo (Rubiales, Agudelo, López y Ronda, 2010).

Lo anterior muestra la necesidad de estudiar los factores que propician los accidentes en el sector de la construcción, y con base en dicho estudio generar un análisis detallado de las causas que originan los accidentes de trabajo, permitiendo que las empresas adopten medidas de prevención y control de la accidentalidad, puesto que, una obra bien organizada es, generalmente una obra segura, planificada, dirigida y controlada, tal como Mocondino y Ojeda (2012) afirman.

Arias (2011a), menciona que entre las causas más frecuentes que se han reportado en la ocurrencia de accidentes están las siguientes: la rotación de los trabajadores en las actividades que desempeñan,

pues los obreros en construcción cambian de tareas constantemente. Por ejemplo, un mismo trabajador puede cumplir con las tareas de llenado, así como con las tareas de movilización del material o pasa a realizar actividades de edificaciones. En función de lo anterior Arias (2011b), considera que dicha rotación de trabajo hace que las normas de seguridad no sean interiorizadas por los trabajadores; o que las mismas pierdan constancia, ya que en la práctica no se les da la misma relevancia de empresa a empresa, o de obra en obra. A todo esto, se le debe sumar la falta de formación de los obreros ya que muchos de ellos tienen un nivel educativo bastante bajo o cuentan con niveles de escolaridad mínimos. Y esta falta de formación, les resta prudencia y profesionalismo en la ejecución de las tareas que realizan y esto se materializa con la falta de uso del equipo de protección personal.

Al respecto de lo anterior Otero (2003), explica que cuando una actividad es rutinaria en el trabajo, se reducen los riesgos de sufrir accidentes, debido al manejo constante y especialización, pero eso no pasa en la construcción porque, los trabajadores rotan de labores dentro de un mismo trabajo o proyecto. Pero no solo se da la rotación dentro de las empresas mismas, sino que también se da una alta rotación de personal en el sector de la construcción debido a que este no forma parte de la planta de empleados, pues estos son contratados de acuerdo con los proyectos y las personas cambian de un proyecto a otro de forma constante. Y esto se debe a la alta incidencia de tercerización que existe en el sector construcción.

A su vez al analizar los accidentes laborales, se pueden asociar a riesgos laborales con variables sociodemográficas que son de gran importancia, por las que la edad, el tipo de contrato o actividad a realizar, experiencia, número de colaboradores, horario de trabajo, la fecha y la hora en la que ocurre el accidente, entre otras variables, influyen en la gravedad del mismo, jornadas laborales entre otros, lo que evidencian en su estudio Rodríguez, Martínez y López (2013).

Vásquez (2014), cita a Frank Bird² quien plantea que la falta de control es la principal causa de las pérdidas, ya sean humanas, en la propiedad, en los procesos o que afectan al medioambiente. Sin embargo, identifica de igual manera que para que se produzca un accidente o una pérdida, deben ocurrir una serie de hechos, razón por la cual es necesario analizar estos factores que radican principalmente en la responsabilidad que adquiere la administración a través de la supervisión.

² La teoría de la pirámide de la accidentalidad desarrollada por Frank Bird en 1969, identificó que, por cada accidente grave, hay 10 leves, 30 con daño a la propiedad y 600 sin daños ni pérdidas visibles de acuerdo a un estudio citado por Chinchilla (2002).

3. Metodología

Se aplicaron 106 cuestionarios estructurados con los diferentes actores relacionados con la temática en cuestión, que vendrían a concretarse en las personas que laboran en los proyectos de construcción de la empresa COSMO ASTRAL en la ciudad de Tegucigalpa en el mes de noviembre del 2018, por lo que esta investigación es de tipo no concluyente con corte transversal. Luego de recopilar los datos de entrada para la creación de la red neuronal, se procedió a analizar los factores críticos de mayor riesgo con SPSS y luego a pronosticar el nivel de riesgo que representa un nuevo empleado en la empresa de acuerdo con sus conocimientos y experiencia laboral.

Tarifal y Martínez (2007) mencionan que cuando se ha establecido la estructura de la red neuronal, es necesario que esta aprenda a realizar una tarea o interpretación, ya que la red pasa por una etapa de aprendizaje, y por medio del método de entrenamiento ajusta las ponderaciones de las conexiones entre las entradas y salidas de la base de datos.

Para crear una red neuronal que sea aplicable a cualquier problema, hecho o fenómeno, es necesario seguir las etapas de elaboración que define Del Carpio (2005), las cuales son:

1. Identificar la variable a pronosticar y elaborar una base de datos que permita a la red neuronal identificar las tendencias y el pensamiento crítico implícito.

2. Definir los parámetros necesarios para darle el peso a las conexiones neuronales que se crean en la red.

3. Como paso final se deberán generar en modo de reporte los pronósticos de salida según las variables financieras.

3.1 Instrumento de recolección de datos

Para Sampieri, Baptista y Fernández (2006), el instrumento de recolección de datos es el recurso que utiliza el investigador para registrar la información o datos sobre las variables que tiene en mente. Este instrumento de recolección de datos fue elaborado a través de la adaptación de un cuestionario aplicado en un estudio que se realizó anteriormente denominado cuestionario de percepción de accidentes realizado por Robaina, Ávila y Sevilla (2003). Dicho cuestionario tiene el propósito de conocer la percepción que tienen los trabajadores de la empresa COSMO ASTRAL en relación con la problemática de los accidentes, en función de definir y determinar cuáles son las causas y consecuencias que potencian su ocurrencia.

4. Análisis de resultados

Se ingresan los datos a la plantilla de SPSS, recopilados a través de la encuesta de percepción de accidentes que se aplicó a los trabajadores de la empresa COSMO ASTRAL que contemplaron 16 preguntas cerradas.

		N	Porcentaje
Ejemplo	Entrenamiento	81	77.1%
	Pruebas	24	22.9%
Válido		105	100.0%
Excluido		1	
Total		106	

Tabla1 Resumen de procesamiento de casos
Fuente: Elaboración propia con SPSS

Capa de entrada	Factores	1	Edad
		2	Nivel Educativo
		3	Experiencia laboral
		4	¿Qué tipo de trabajo realiza?
		5	¿Usted utiliza los medios de protección como ser: cascos, lentes, guantes, arnés, chalecos entre otros?
		6	COSMO realiza capacitación en las medias de seguridad, para la prevención de accidentes?
	Covariables	1	¿Cuantos accidentes laborales ha tenido por proyecto?
	Número de unidades	23	
	Método de cambio de escala para las covariables		Estandarizados
Capas ocultas	Número de capas ocultas	1	
	Número de unidades en la capa oculta 1º	1	
	Función de activación		Tangente hiperbólica
Capa de salida	Variables dependientes	1	¿Ha sufrido algún accidente en su trabajo?
	Número de unidades	2	
	Función de activación		Softmax
	Función de error		Entropía cruzada

Tabla 2. Información de la red
Fuente: Elaboración propia con SPSS

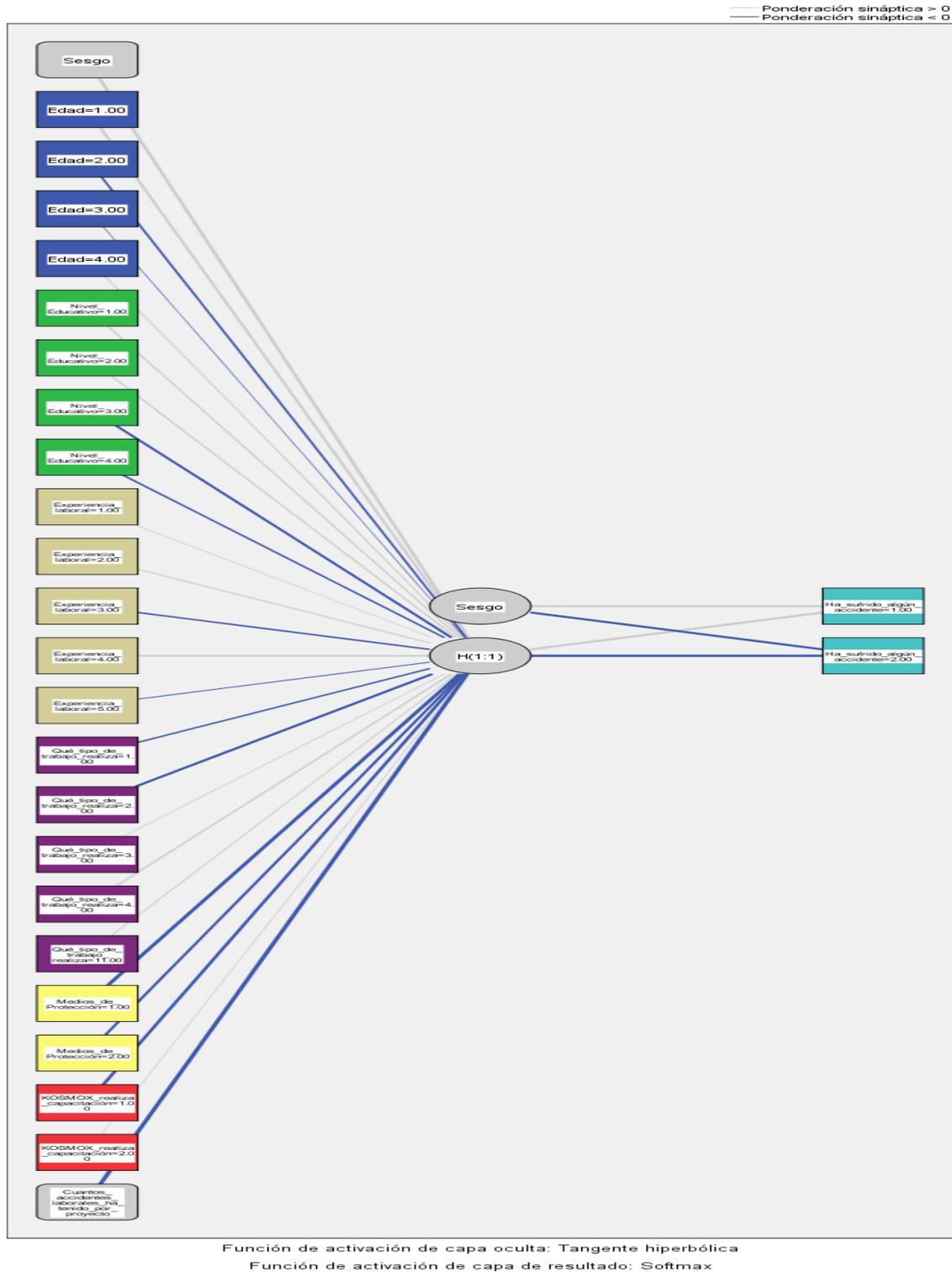


Figura 1 Red Neuronal en SPSS
 Fuente: Elaboración propia con SPSS

Ejemplo	Observado	Pronosticado		
		Si	No	Porcentaje correcto
Entrenamiento	Si	21	9	70.0%
	No	1	50	98.0%
	Porcentaje global	27.2%	72.8%	87.7%
Pruebas	Si	10	1	90.9%
	No	2	11	84.6%
	Porcentaje global	50.0%	50.0%	87.5%

Tabla 3. Clasificación..Variable dependiente: ¿Ha sufrido algún accidente en su trabajo?
Fuente: Elaboración propia con SPSS

De acuerdo con los resultados obtenidos una vez creada, entrenada y probada la red neuronal, en la cual se consideraron como factores determinantes para la ocurrencia de accidentes: la edad, el nivel educativo, la experiencia laboral, el tipo de trabajo que realiza, la utilización de los medios de protección y la capacitación en cuanto a medidas de seguridad, para la predicción de accidentes de los trabajadores de la empresa COSMO ASTRAL.

Se observa que existe un porcentaje de 87.7% de que los colaboradores de la empresa han sufrido accidentes y la probabilidad de que ocurra un nuevo accidente es de 87.5%. Esta probabilidad de acuerdo con la red neuronal es relativamente alta. Razón por la cual es necesario identificar cuáles de los factores críticos son más incidentes causantes de accidentes laborales, para posteriormente tomar las decisiones preventivas con la finalidad de disminuir el número de estos en los diferentes proyectos de la empresa.

El análisis de Pearson identificó los factores críticos que tienen una incidencia en la ocurrencia de accidentes en la empresa COSMO ASTRAL, los cuales son: i) la experiencia laboral, ii) las capacitaciones, y iii) el tipo de trabajo que se realiza.

Derivado de lo anterior, la hipótesis de investigación se acepta, debido a que los factores críticos si tienen efecto en la ocurrencia de accidentes de la empresa COSMO ASTRAL, y, por tanto, se deben tomar las medidas preventivas pertinentes con el propósito de disminuir la cantidad de accidentes que se puedan dar en dicha empresa.

Cabe mencionar que el riesgo de accidentalidad es inevitable en este tipo de empresas, puesto que la naturaleza de la actividad a la que se dedican estas, tienen implícito dichos riesgos y eso queda evidenciado en el gran número de estudios y artículos consultados en el marco teórico que fueron consultados a nivel internacional para fundamentar la presente investigación. En ellos se muestra que las causas que potencian la ocurrencia de accidentes están influenciada por factores similares, en su mayoría relacionados con la tercerización del personal cuyos niveles de experiencia laboral y de educación no son los óptimos que se requieren en dicho rubro por la especialización de los conocimientos y habilidades prácticas.

5 Pronostico del Riesgo de Accidente con Alyuda Forecaster XL

Mediante el uso de la herramienta informática Alyuda Forecaster XL, se creó una matriz de riesgos profesionales aplicables a la empresa constructora COSMO ASTRAL, para asignar el grado de riesgo según actividad se realizaron consideraciones mediante criterio de experto, según el tipo de personal que desea contratar la constructora, se evaluaron los mismos 106 empleados de dicha empresa que completaron la encuesta, estos sirvieron de base para poder predecir el riesgo de un nuevo aspirante.

Según el reporte de la matriz de riesgos realizada mediante la herramienta Forecaster XL, la variable que más peso tiene al momento de contratar a nuevo colaborador es la capacitación previa en materia de seguridad laboral.

		Forecasted	
		MEDIO	ALTO
Actual	MEDIO	94	3
	ALTO	1	8

Tabla 4. Matriz creada con el Software Alyuda Forecaster XL
Fuente: Elaboración propia

Input Importance

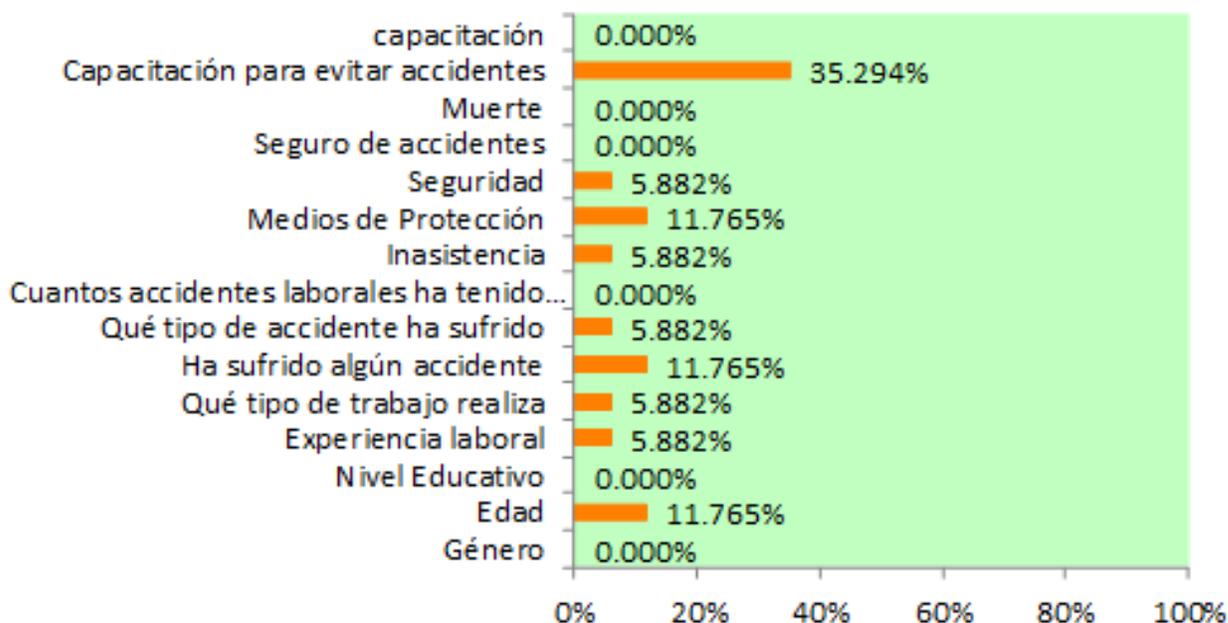


Figura 2 Pesos de importancia de las variables de entrada de la Red Neuronal
Fuente: Elaboración propia con el Software Alyuda Forecaster XL

El grado de riesgos se asigna en función a lo que se espera de un nuevo colaborador, las variables como accidentes sufridos, uso de medios de seguridad, edad, nivel educativo, edad y experiencia laboral mantienen un grado similar de influencia en la valoración del empleado, mientras que las variables con riesgo menor son el seguro y la consideración de las medidas de seguridad, porque que el hecho de poseer un seguro médico da una garantía para cubrir un siniestro ocurrido, pero no garantiza que el riesgo no se materialice.

La tabla 5 muestra un prototipo de plantilla el cual podría ser utilizada por la constructora COSMO ASTRAL para determinar el nivel de exposición a riesgos laborales que tienen los aspirantes a ingresar a la institución.

CONSTRUCTORA COSMOX
VALUACION DE PERSONAL - DEPTO. DE DESARROLLO DEL PERSONAL

NOMBRE DEL SOLICITANTE	JUAN CARLOS CHAVEZ
AREA A LA QUE APLICA	ADMINISTRATIVA
PROYECTO	PAIZ TOROCAGUA

Género	Edad	Nivel Educativo	Experiencia laboral	Qué tipo de trabajo realiza	Ha sufrido algún accidente	Qué tipo de accidente ha sufrido	Cuantos accidentes laborales ha tenido por proyecto	Inasistencia	Medios de Protección	Seguridad	Seguro de accidentes	Considera que las normas de seguridad son útiles	Capacitación para evitar accidentes	COSMO realiza capacitación	COSMO realiza supervisión
HOMBRE	18 - 25	UNIVERSIDAD	DE 6 - 8	INGENIERO SUPERIOR	NO	NINGUNO	1,00	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI

NIVEL DE RIESGO
ALTO

Tabla 5. Plantilla
 Fuente: Elaboración propia.

6 Consideraciones finales

La red neuronal que se creó en el software estadístico SPSS, definitivamente es de gran importancia en los procesos de toma de decisiones preventivas, porque ayuda a identificar los factores de entrada que son críticos para que ocurra un accidente como son: i) la experiencia laboral, ii) las capacitaciones, iii) el tipo de trabajo que se realiza, y iv) el nivel educativo de los trabajadores

Asimismo, se puede calcular las probabilidades de ocurrencia de un accidente de cualquier empleado (nuevo o contratado) en los proyectos de COSMO ASTRAL dependiendo de las experiencias y cualificaciones de estos para que la empresa pueda focalizar sus esfuerzos de manera individual o grupal en aquellos empleados que representan mayor riesgo.

Es necesario que se preparen programas individualizados y grupales de acuerdo con el tipo de actividades que se realizan en Cosmo Astral, ya que unas actividades tienen implícito más riesgo de que ocurran accidentes que otras. Por tanto, los programas de seguridad y contingencias deben de prepararse en función del riesgo y el tipo de accidentes, pues cada área tiene su naturaleza especial y difieren mayúsculamente, incluso dentro de los mismos proyectos.

Referencias Bibliográficas

- Acevedo González, & Yáñez Contreras (2016). COSTOS DE LOS ACCIDENTES LABORALES: CARTAGENA-COLOMBIA, 2009-2012. *Ciencias Psicológicas*, 10(1), 31-41. Recuperado en 29 de noviembre de 2016, de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-42212016000100004&lng=es&tlng=es
- Arias, W. (2011a). Uso y Desuso de los Equipos de Protección Personal en Trabajadores de Construcción. *Ciencia y Trabajo*. Edición N° 40. Abr-Jun; 13 [40]. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Vilton_Raile/publication/277269346_Enfermedades_Pulmonares_No_Malignas_entre_Obreros_del_Cemento-Asbesto_en_Brasil_Un_Estudio_de_Prevalencia/links/560daf2e08aeed9d13753de0.pdf#page=69 [Consultado: 29 noviembre del 2016].
- Arias, W. (2011b). Uso y Desuso de los Equipos de Protección Personal en Trabajadores de Construcción. *Ciencia y Trabajo*. Edición N° 40. Abr-Jun; 13 [40]. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Vilton_Raile/publication/277269346_Enfermedades_Pulmonares_No_Malignas_entre_Obreros_del_Cemento-Asbesto_en_Brasil_Un_Estudio_de_Prevalencia/links/560daf2e08aeed9d13753de0.pdf#page=69 [Consultado: 29 noviembre del 2016].
- Benavides, F., Ruíz, C., & García, A. (2001). Salud laboral: conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales. *Revista Española de Salud Pública*, 75(1), 00. Recuperado en noviembre de 2016 <https://dx.doi.org/10.1590/S1135-57272001000100011>
- Chinchilla, S.(2002).Salud y Seguridad en el trabajo. [En línea]. Disponible en: http://books.google.com.co/books?id=Y35TDM74KmUC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. [Consultado: 15 agosto 2014]
- Del Carpio Gallegos, J. (2005). Las redes neuronales artificiales en las finanzas. Recuperado de: <http://www.re-dalyc.org/pdf/816/81680205.pdf> en noviembre 2016.
- Díaz Casillas, L., Blanco, J., Garijo, M. (2010).Inteligencia artificial. Sistema basado en reglas para la validación del despliegue de servicios. Recuperado de: http://oa.upm.es/8324/1/INVE_MEM_2010_81167.pdf en noviembre 2016.
- Eduardo Tarifa1, E. y Martínez, S. (2007).Diagnóstico de fallas con redes neuronales. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092007000100009 en noviembre 2016.
- García Martínez, R. (1997). *Sistemas Autónomos. Aprendizaje Automático*. Nueva Librería.
- González, Bonilla, Quintero, Reyes y Chavarro (2016). Análisis de las causas y consecuencias de los accidentes laborales ocurridos en dos proyectos de construcción. *Revista ingeniería de construcción*, 31(1). Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732016000100001>
- Hilera J. y Martínez V. (1995). *Redes Neuronales Artificiales. Fundamentos, modelos y aplicaciones*. RA-MA, Madrid.
- Koehn, P. (1994). *Combining Genetic Algorithms and Neural Networks: The encoding problem*. Master's thesis, University of Erlangen and The University of Tennessee, Knoxville.
- Koza, J.R. (1997). *Genetic Programming*. En *Encyclopedia of Science and Technology*, A. Kent y J. G. Williams (eds). 39(24) pp. 29-43
- Llata, J. R., Sarabia, E. G., Fernández, D., Arce, J., & Oria, J. P. (2000). Aplicación de inteligencia artificial en sistemas automatizados de producción. *Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 4(10).
- Matich, D. (2001).Regional Rosario Departamento de Ingeniería Química. Recuperado de: <ftp://decsai.ugr.es/pub/usuarios/castro/Material-Redes-Neuronales/Libros/matich-redesneuronales.pdf> en noviembre 2016.

- Mocondino J., Ojeda A. (2012). Prevención de los accidentes en el sector de la construcción. [En línea]. Recuperado de: <http://es.scribd.com/doc/133465455/Prevencion-de-Los-Accidentes-en-El-Sector-de-La-Construccion>. [Consultado: 29 noviembre del 2016].
- Moreno, J. (2002a). Redes Neuronales: Conceptos Básicos y Aplicaciones. Universidad Tecnológica Nacional Facultad. Recuperado de: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/9441/tjmm1de1.pdf> en noviembre 2016.
- Olabe, X. B. (1998). Redes Neuronales Artificiales y sus Aplicaciones. Publicaciones de la Escuela de Ingenieros.
- Otero, J. (2003). Modelo para la prevención de riesgos laborales en la construcción de obras. [En línea]. Bogotá: Universidad de los Andes; 2003. Recuperado de: http://guaica.uniandes.edu.co:5050/dspace/bitstream/1992/739/1/MI_ICyA_2005_029.pdf [Consultado: 29 de noviembre del 2016].
- Organización Internacional del Trabajo (2005). La prevención: Una estrategia global. [En línea]. Recuperado de: https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/worldday/products05/report05_sp.pdf. [Consultado: 28 noviembre del 2016].
- Pérez, R. M., & JL García de Ceca, M. R. (2005). Aplicación de redes neuronales a la clasificación de madera estructural. Comparación con otros métodos de clasificación. Congresos Forestales.
- Ponce, P. (2010). Inteligencia Artificial con Aplicaciones a la Ingeniería. Recuperado de: <https://lelinopontes.files.wordpress.com/2014/09/inteligencia-artificial-con-aplicaciones-a-la-ingenieria3ada.pdf> en noviembre 2016.
- Porto, V.W. (1998). Evolutionary computation approaches to solving problems in neural computation. En *The Handbook of Evolutionary Computation*, Bäck, T., Fogel, D., Michalewicz, Z. (eds.). ISBN: 0750303921.
- Redes Neuronales (2016). Neural networks framework. Recuperado de: <http://www.redes-neuronales.com.es/tutorial-redes-neuronales/aprendizaje-reforzado.htm> en noviembre 2016.
- Robaina, C., Ávila, I. & Sevilla, D. (2003). Cuestionario de percepción de accidentes de trabajo. *Revista Cubana de Salud y Trabajo* 2003; 4(1-2):13-6. Recuperado de: http://bvs.sld.cu/revistas/rst/vol4_1-2_03/rst04103.pdf
- Rubiales-Gutiérrez, Agudelo-Suárez, López-Jacob, y Ronda-Pérez, (2010). Diferencias en los accidentes laborales en España según país de procedencia del trabajador. *Salud Pública de México*, 52(3), 199-206. Recuperado en 29 de noviembre de 2016, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342010000300003&lng=es&tlng=es
- Rodríguez Garzón, Martínez-Fiestas y López Alonso (2013). El riesgo percibido por el trabajador de la construcción: ¿qué rol juega el oficio? *Revista de la construcción*, 12(3), 83-90. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2013000300010>, recuperado en noviembre 2016.
- Russell, S., Norving, P. (2004). Inteligencia Artificial. Un enfoque moderno. Segunda Edición. Pearson Educación.
- Serrano, A. (2009) Neuronales Artificiales. Recuperado de: http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31487022/libro_ocw_libro_de_redes.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1480491231&Signature=d3gz8XwaPepR8izS9wH6C2Mry6o%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3Dredes.pdf en noviembre 2016.
- Vásquez, R. (2014). La teoría de la causalidad de Bird. [En línea]. HSEC Recuperado de: <http://www.emb.cl/hsec/articulo.mvc?xid=555&edi=25>. [Consultado: 29 noviembre del 2016].
- Zilouchian, A. (2001). Fundamentals of Neural network. En *Intelligent control Systems Using Soft Computing Methodologies*. A. Zilouchian, M. Jamshidi (eds.). CRC Press.