



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ORIZABA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

TESIS 1

TRABAJO PROFESIONAL:

**“MODELO DE PREDICCIÓN DE DEMANDA EN EMPRESA DEL
SECTOR TEXTIL DE LA REGIÓN DE ORIZABA UTILIZANDO REDES
NEURONALES ARTIFICIALES.”**

POR:

I.E. ERIKA BEATRIZ TREJO RAMÍREZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. OSCAR BÁEZ SENTÍES

CO-DIRECTOR DE TESIS: DR. MIGUEL JOSUÉ HEREDIA ROLDÁN

ORIZABA, VERACRUZ, MÉXICO.

SEPTIEMBRE 2024

Orizaba, Veracruz, 13 de septiembre de 2024

Dependencia: **División de Estudios de
Posgrado e Investigación**Asunto: **Autorización de Impresión**

OPCIÓN: I

C. TREJO RAMIREZ ERIKA BEATRIZ
Candidato(a) a Grado de Maestro(a) en:
INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRESENTE

De acuerdo con el reglamento de Titulación vigente de los Centros e Institutos Tecnológicos Federales del Tecnológico Nacional de México, de la Secretaría de Educación Pública, y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la Comisión Revisora le hizo respecto a su Trabajo Profesional titulado:

**"MODELO DE PREDICCIÓN DE DEMANDA EN EMPRESA DEL SECTOR TEXTIL DE LA
REGIÓN DE ORIZABA UTILIZANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES"**

Comunico a usted que este Departamento concede su autorización para que proceda a la impresión del mismo.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA - TÉCNICA - CULTURA®



OFELIA LANDETA ESCAMILLA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



OLE/magh

OG-13-F06



Av. Oriente 9 Núm.852, Colonia Emillano Zapata. C.P. 94320 Orizaba, Veracruz.
Tel. 01 (272)1105360 e-mail: dir_orizaba@tecnm.mx tecnm.mx | orizaba.tecnm.mx



Declaración de originalidad y cesión de derechos

Orizaba, Veracruz, el día 18 del mes de septiembre del año 2024.

La que suscribe

C Erika Beatriz Trejo Ramírez

Declaro que esta tesis, que tiene una extensión de 191 cuartillas, ha sido escrita por mí y constituye el registro escrito del trabajo de la tesis titulada

“Modelo de predicción de demanda en empresa del sector textil de la región de Orizaba utilizando redes neuronales artificiales”

del programa: Maestría en Ingeniería Industrial bajo la asesoría y dirección del Dr. Oscar Báez Sentíes y del Dr. Miguel Josué Heredia Roldán y no ha sido sometida en ninguna otra institución previamente.

Todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal y, en los casos que así lo requieran, cuento con las debidas autorizaciones de quienes poseen los derechos patrimoniales. Por lo tanto, me hago responsable de cualquier litigio o reclamación relacionada con derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad al Tecnológico Nacional de México campus Orizaba.

También declaro que, al presentar esta tesis, cedo los derechos del trabajo al Tecnológico Nacional de México campus Orizaba para su difusión, con fines académicos y de investigación, bajo las regulaciones propias de la institución y que si existe algún acuerdo de confidencialidad de la información lo haré saber en forma escrita para que se omitan las secciones correspondientes.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y del director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: depi_orizaba@tecnm.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente de este.



Erika Beatriz Trejo Ramírez

Nombre y firma

Agradecimientos

Cuando escucho la palabra gratitud, de inmediato viene a mi mente mi amado hijo, Carlos. Me siento dichosa y orgullosa de poder llamarme su madre. Le agradezco profundamente por el amor genuino que me muestra constantemente y por ser la mayor inspiración para alcanzar mis metas.

Siempre guardaré un profundo agradecimiento hacia mis padres, por su apoyo incondicional que ha sido de gran valor para mi niño y para mí, así como su presencia constante en todos mis triunfos y tropiezos, ofreciendome palabras de aliento y amor.

A mi director de tesis, agradezco su paciencia, su forma de transmitir conocimientos de manera profesional y de incalculable valor, así como su dedicación, constancia y tolerancia, pues su entrega y paciencia han sido fundamentales en mi camino hacia esta meta tan deseada. Sin sus palabras y correcciones precisas, no habría podido alcanzar este punto.

Agradezco las enseñanzas que recibí de mis queridos profesores de la maestría en Ingeniería Industrial, sus conocimientos eran minuciosos y exactos. Les debo todo lo que sé. Dondequiera que vaya en mi carrera, llevará conmigo sus enseñanzas y todos sus valiosos consejos.

Quiero expresar mi gratitud al Tecnológico Nacional de México campus Orizaba que me ha brindado la oportunidad de obtener el título de maestra. Agradezco a cada uno de los directivos por su trabajo y gestión, ya que sin ello no habría tenido las bases ni las condiciones necesarias para adquirir conocimientos.

Por último, agradezco a CONACYT por el apoyo que me fue otorgado en estos años, siendo de gran utilidad para dedicarme a tiempo completo a la realización de mis estudios.

Dedicatoria

Mi amado hijo Carlos:

Desde el momento en que llegaste a este mundo, mi existencia adquirió un nuevo y extraordinario sentido, porque tu presencia en mi vida ha sido, sin lugar a duda, la mayor bendición que he recibido. Desde entonces, cada amanecer, cada anochecer y cada sueño que se convierte en realidad son dedicados a tu bienestar y felicidad, ya que eres la razón de mi existir, mi niño amado.

Tu presencia es como un faro en medio de la oscuridad, iluminando mi camino y dándome fuerzas para superar cualquier obstáculo. Eres mi debilidad pero al mismo tiempo mi fuente más poderosa de fortaleza; tu sonrisa y el brillo de tus ojos son el motivo que me inspiran a seguir adelante.

Que mis enseñanzas sean el cimiento sobre el cual construyas tu futuro, y que cada logro que alcances sea motivo de orgullo y alegría para ambos. Sé que juntos somos capaces de alcanzar cualquier meta que nos propongamos.

Mi mayor deseo es que alcances el éxito, la plenitud y la felicidad en tu vida, que cada paso que des sea firme y certero, y que cada obstáculo sea superado con valentía y determinación.

No olvides quién eres realmente: un hombre fuerte, valiente, inteligente, valioso, capaz y muy amado; y eso nada ni nadie lo podrá cambiar, pues tu esencia es pura y maravillosa.

Siempre contarás con mi guía cuando así lo necesites, dispuesta a brindarte todo mi amor para que crezcas en plenitud. En cada sueño que persigas, ten la certeza de que estaré a tu lado, y en cada latido de mi corazón encontrarás la paz en medio de la tempestad, donde siempre estarás seguro y amado incondicionalmente.

Con amor, mami.

Resumen

La predicción de la demanda se considera un tema de importancia para las empresas del sector textil por los beneficios que trae consigo, mediante la implementación de redes neuronales artificiales, un método de inteligencia artificial es posible obtener resultados precisos.

En el capítulo uno se aborda la información más relevante de la empresa dedicada a la confección de prendas de vestir industriales ubicada en la región de Orizaba, Veracruz, donde se realizó el presente.

En el capítulo dos se presenta el marco teórico, en el cual se definen los conceptos más relevantes acerca de los temas a tratar para una mejor comprensión para el lector.

En el capítulo tres se describe la metodología que consta de cuatro fases para la elaboración de los modelos predictivos de demanda mediante redes neuronales artificiales.

Para finalizar en el capítulo cuatro se presentan los resultados de la implementación del modelo predictivo de demanda, creando las redes neuronales en Matlab, Excel y posteriormente en una aplicación para dispositivos móviles para la visualización de estas.

Con los resultados obtenidos se demostró la eficiencia de los modelos predictivos para el próximo periodo de ventas, siendo de gran utilidad en la toma de decisiones para la empresa en cuestión. Y con ello verificando el cumplimiento de los objetivos planteados.

Palabras clave: redes neuronales, industria textil, predicción de demanda, inteligencia artificial.

Abstract

Demand prediction is considered an important issue for companies in the textile sector due to the benefits it brings. By implementing artificial neural networks, an artificial intelligence method, it is possible to obtain accurate results.

Chapter one addresses the most relevant information about the company dedicated to the manufacturing of industrial clothing located in the region of Orizaba, Veracruz, where this study was carried out.

Chapter two presents the theoretical framework, in which the most relevant concepts about the topics to be discussed are defined for a better understanding for the reader.

Chapter three describes the methodology consisting of four phases for the development of predictive demand models using artificial neural networks.

Finally, in chapter four, the results of the implementation of the demand predictive model are presented, creating the neural networks in Matlab, Excel and later in an application for mobile devices for their visualization.

With the results obtained, the efficiency of the predictive models for the next sales period was demonstrated, being very useful in decision making for the company in question. And thereby verifying compliance with the stated objectives.

Keywords: neural networks, textile industry, demand prediction, artificial intelligence.

Contenido

Introducción	1
Planteamiento del problema	3
Objetivo general	5
Objetivos particulares.....	5
Justificación.....	6
Hipótesis.....	9
Metodología	10
Capítulo 1. Generalidades	12
Información de la empresa.....	12
Antecedentes	12
Instalaciones.....	14
Servicios.....	15
Estructura organizacional.....	16
Misión	18
Visión.....	18
Valores	19
Código de ética	20
Diagramas de la empresa	21
Equipo de ventas	23
Políticas de calidad	23
Lineamientos operativos.....	24
Indicadores	26
Capítulo 2. Marco Teórico	29
Antecedentes de la Industria textil en México	29
Inteligencia artificial	30
Orígenes y desarrollo de la inteligencia artificial	32

Inteligencia artificial en la industria, así como en pequeñas y medianas empresas.....	34
Redes neuronales artificiales.....	35
Neurona artificial.....	36
Arquitectura de redes neuronales artificiales.....	38
Clasificación de redes neuronales.....	41
Tipos de aprendizaje.....	44
Propiedades para la creación de la red neuronal.....	45
Entrenamiento de redes neuronales.....	48
Predicción de demanda.....	52
Predicciones basadas en redes neuronales artificiales.....	52
Matlab.....	54
ProModel.....	59
Visualización de estadísticas en pantalla.....	60
Muestreo no probabilístico.....	61
Capítulo 3. Metodología.....	63
Fase 1. Analisis.....	63
Recolección y organización de datos de la demanda.....	63
Definición de las variables.....	64
Creación de base de datos según los históricos.....	65
Análisis de la información de la demanda.....	65
Fase 2. Diseño.....	66
Determinación de parámetros para crear variables en Matlab.....	66
Creación de redes neuronales en Matlab.....	66
Entrenamiento de las redes neuronales.....	68
Arquitectura de redes neuronales.....	70
Creación de redes neuronales artificiales en Excel.....	70
Fase 3. Implementación.....	70
Elaboración de red neuronal artificial en aplicación de dispositivo móvil.....	70

Fase 4. Operación.....	71
Capítulo 4. Implementacion de la metodologia.....	72
Fase 1. Analisis.....	72
Recolección y organización de datos de la demanda.....	72
Definición de las variables.....	75
Creación de base de datos según los históricos	76
Análisis de la información de la demanda	79
Fase 2. Diseño.....	82
Determinación de parámetros para crear variables en Matlab	82
Creación de redes neuronales artificiales en Matlab.....	85
Entrenamiento de las redes neuronales	87
Arquitectura de las redes neuronales	89
Elaboración de redes neuronales artificiales en Excel	91
Fase 3. Implementación	94
Elaboración de red neuronal artificial en aplicación de dispositivo móvil	94
Fase 4. Operación.....	95
Resultados.....	95
Diferencia entre datos reales y datos entrenados	99
Comparación de resultados datos entrenados contra datos reales.....	102
Comparación de resultados datos entrenados contra datos calculados	107
Conclusiones y recomendaciones.....	111
Referencias.....	114
Anexos.....	121
Base de datos demanda total	121
Base de datos demanda mezclilla.....	144
Base de datos demanda oxford.....	152
Red neuronal en Excel para datos calculados	168
Aplicación de prediccion de demanda	172

Indice de figuras

Figura 1	14
Figura 2	14
Figura 3	15
Figura 4	21
Figura 5	22
Figura 6	37
Figura 7	39
Figura 8	40
Figura 9	47
Figura 10	55
Figura 11	57
Figura 12	58
Figura 13	58
Figura 14	60
Figura 15	64
Figura 16	67
Figura 17	67
Figura 18	68
Figura 19	69
Figura 20	73
Figura 21	74
Figura 22	75
Figura 23	80
Figura 24	80
Figura 25	81

Figura 26	82
Figura 27	87
Figura 28	88
Figura 29	89
Figura 30	90
Figura 31	90
Figura 32	91
Figura 33	95
Figura 34	96
Figura 35	96
Figura 36	98
Figura 37	98
Figura 38	99
Figura 39	100
Figura 40	101
Figura 41	102
Figura 42	103
Figura 43	104
Figura 44	105
Figura 45	106
Figura 46	107
Figura 47	108
Figura 48	109
Figura 49	110
Figura 50	172
Figura 51	172
Figura 52	173
Figura 53	174

Figura 54	174
-----------------	-----

Indice de tablas

Tabla 1.....	66
Tabla 2.....	76
Tabla 3.....	77
Tabla 4.....	78
Tabla 5.....	79
Tabla 6.....	83
Tabla 7.....	84
Tabla 8.....	85
Tabla 9.....	92
Tabla 10.....	93
Tabla 11.....	93
Tabla 12.....	94
Tabla 13.....	121
Tabla 14.....	144
Tabla 15.....	152
Tabla 16.....	168

Glosario de términos

Algoritmos de aprendizaje automático: Conjunto de instrucciones que permiten a las máquinas aprender de los datos.

Arquitectura de la red neuronal: Estructura y configuración de una red neuronal artificial que determina su funcionamiento y capacidad de aprendizaje.

Backpropagation: Algoritmo que ajusta los pesos de las conexiones entre las neuronas en una red neuronal para reducir el error y mejorar la eficiencia.

Base de datos: Colección estructurada de información almacenada de manera electrónica que se utiliza para realizar análisis y tomar decisiones.

Bordados: Técnica de decoración textil en la que se cosen hilos para formar diseños.

Camisas de mezclilla: Prendas de vestir hechas de tejido de mezclilla.

Camisas de oxford: Prendas de vestir fabricadas con tela oxford, un tipo de tejido.

Cientes minoristas: Consumidores finales que compran productos para uso personal.

Región de Orizaba, Veracruz: Ubicación geográfica de la empresa textil.

Demanda: Cantidad de bienes o servicios que los consumidores están dispuestos a adquirir a un determinado precio y momento.

Desarrollo sostenible: Modelo económico que busca satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas.

Diversificación industrial: Estrategia que consiste en ampliar la gama de productos y servicios ofrecidos por una empresa para reducir riesgos y aumentar la competitividad.

Eficiencia energética: Uso racional de la energía para minimizar el impacto ambiental y reducir los costos de producción.

Estrategia de precios: Planificación de cómo fijar los precios de los productos o servicios de una empresa para maximizar los beneficios.

Gestión de inventario: Proceso de supervisar y controlar los niveles de existencias de una empresa.

Histórico de datos: Registro de información pasada que se utiliza para analizar tendencias y patrones que permitan realizar predicciones futuras.

Ineficiencia: Falta de eficacia en el uso de recursos que impide alcanzar los objetivos de manera óptima.

Innovación: Proceso de introducir novedades y mejoras en productos, servicios o procesos para aumentar la eficiencia y la competitividad.

Institutos de formación profesional: Instituciones educativas que ofrecen capacitación en diversos oficios y habilidades.

Inteligencia artificial: Campo de la informática que busca desarrollar sistemas capaces de realizar tareas que requieran de la inteligencia humana, como el aprendizaje, el razonamiento y la resolución de problemas.

Iteración: Realizar múltiples repeticiones de una acción con el propósito de lograr un fin o resultado deseado.

Matlab: Software de cálculo numérico y programación utilizado en investigación, desarrollo y modelado matemático.

Mercado competitivo: Entorno económico en el que varias empresas compiten por atraer a los consumidores.

Metodología de trabajo: Procedimientos y técnicas utilizadas para llevar a cabo las actividades de una empresa de manera eficiente.

Modelo predictivo: Herramienta que utiliza datos históricos para prever eventos futuros.

Modelo predictivo de demanda: Se refiere a un modelo matemático o estadístico que utiliza datos históricos para predecir la demanda futura de un producto o servicio.

Objetivos a largo plazo: Metas que una empresa se propone lograr en un periodo prolongado de tiempo.

Oportunidades de crecimiento: Situaciones favorables que pueden ser aprovechadas para expandir el negocio.

PEPS: Siglas de Primeras Entradas, Primeras Salidas, un método de gestión de inventario que consiste en vender primero los productos que fueron adquiridos primero.

Pequeñas y medianas empresas (PYMES): Empresas con un número limitado de empleados y facturación anual, que suelen ser motores de la economía en muchos países.

PIB: Producto Interno Bruto, indicador que mide el valor de mercado de todos los bienes y servicios producidos en un país en un período de tiempo determinado.

Planeación: Proceso de establecer metas, determinar los recursos necesarios y definir las acciones a seguir para lograr los objetivos propuestos.

Planificación estratégica: Proceso mediante el cual se establecen objetivos a largo plazo y se determinan las acciones necesarias para alcanzarlos.

Política: Conjunto de normas y pautas que rigen el comportamiento y las decisiones de una empresa.

Programación de adquisición de materia prima: Establecimiento de un plan para comprar la materia prima necesaria en el momento adecuado.

PYME: Pequeña y Mediana Empresa.

Redes neuronales artificiales: Modelo computacional inspirado en el funcionamiento del cerebro humano que se utiliza para el procesamiento de información, toma de decisiones y realizar predicciones complejas.

Rentabilidad: Capacidad de generar beneficios o ganancias a corto y mediano plazo.

Rendimiento: Capacidad de una empresa para alcanzar sus metas y obtener beneficios.

Toma de decisiones: Proceso de elegir entre diferentes opciones para solucionar un problema o alcanzar un objetivo.

Introducción

La empresa textil donde se desarrolló el presente se considera dentro de las pymes, elabora prendas de vestir, principalmente uniformes y realiza bordados de logos y leyendas, el producto con alta participación en el mercado son las camisas de mezclilla y oxford. Entre sus clientes se encuentran institutos de formación profesional, empresas de marcas prestigiadas a nivel internacional, así como clientes minoristas. Su ubicación se localiza en la región de Orizaba, Veracruz. Cuenta con más de 20 años en funcionamiento, en los cuales se ha consolidado en el mercado, mostrando una tendencia hacia el crecimiento y modernización.

Se realizó un análisis a la empresa textil, mediante éste se puede definir la problemática presentada, por ello se determinó elaborar un modelo de predicción de demanda.

Actualmente la inteligencia artificial engloba un amplio campo, debido a que es utilizada en cualquier tema de aplicación que involucre al ser humano. Por ello, su aplicación en diversas áreas de estudio se incrementa día a día.

La inteligencia artificial es importante en las predicciones, usando algoritmos de aprendizaje automático, asimismo es capaz de aprender de datos históricos y encontrar patrones ocultos que los humanos no pueden detectar fácilmente para hacer predicciones más precisas y veloces en tiempo real, incluso sirve para facilitar la correcta toma de decisiones y en consecuencia hacer que las empresas, así como la sociedad en general sean más eficientes (Cano Zapata, 2020).

Expertos han realizado evaluaciones a las técnicas que ofrece la inteligencia artificial para temas de predicción, y se determinó que la más adecuada a emplear son las redes neuronales artificiales, debido a que son beneficiosas para predicciones en diversas situaciones y determinar con exactitud los resultados (Martínez Noriega, 2021).

Una red neuronal artificial es un sistema de tratamiento de información que imita la forma en que funcionan las neuronas del cerebro humano. Las redes neuronales están compuestas por interconexión de elementos llamados “neuronas”. Estas redes pueden aprender de casos reales y adaptarse a nuevos datos (Cardozo Rueda, 2022). Existen diferentes tipos de redes para datos no lineales, como es la retro propagación que consiste en cuatro pasos: inicialización, activación, entrenamiento con pesos e iteraciones, tiene como objetivo ajustar los pesos de los enlaces entre las neuronas según el error que se produce al comparar la salida de la red con la respuesta real. De esta forma, se reduce el error y se mejora la eficiencia de la red (Cardozo Rueda, 2022).

El presente trabajo tiene como objetivo la obtención de un modelo predictivo de la demanda. El primer paso es la creación de una base de datos sobre el histórico de ventas de la empresa textil basado en el conocimiento, organización y considerando la importancia del comportamiento de la información (Rivero Albarrán, 2022). Como siguiente paso, se determina la arquitectura de una red neuronal artificial que se ajuste mejor a los objetivos programados, con la finalidad de que los resultados calculados sean lo más próximos a los datos reales y con ello lograr una predicción precisa. Finalmente, implementarla en la empresa originando que opere de manera eficiente y con mayor rentabilidad a corto y mediano plazo en un mercado altamente competitivo (Pavón Valencia, 2019).

Planteamiento del problema

Posteriormente de realizar un análisis a la empresa textil se puede definir la problemática presentada, esta se puede describir en cuatro aspectos. El primero es una incorrecta metodología de trabajo implementada, falta de planeación, el desconocimiento de la demanda, y por último la inexistencia de un histórico de datos (Flores Ávila, 2023). Así que por lo tanto se determinó elaborar un modelo de predicción de demanda; ya que es de gran importancia en toda empresa que se dedique a la comercialización, independientemente del tamaño de esta.

Conociendo el proceso de producción de las prendas de vestir se identificó que la empresa textil ha trabajado con la política de PEPS se conoce como un sistema de primeras entradas primeras salidas y consiste en que la mercancía que sale del almacén es bajo el orden en que se recibe (Rocha Medina, Gutiérrez Sánchez, Espitia Ferraro, Moya Espinosa, & De Arco Patermina, 2020), particularmente para la empresa el orden en que se recibe el pedido u orden de compra, entre otros criterios basados en la experiencia, es el orden en que se realiza la producción.

El método PEPS tiene algunas desventajas que pueden afectar el rendimiento de una empresa. Entre ellas se encuentran: la ineficiencia en la gestión de inventario, la valoración errónea del inventario, la inconsistencia en la calidad del producto y el enfoque limitado en el cumplimiento de fechas de entrega. Estos problemas se deben a que el método PEPS no considera la demanda real de los productos, los cambios en los costos, la calidad de los productos o las necesidades de los clientes. Por lo tanto, se determinó que surge la necesidad de modificar la metodología de trabajo implementada.

La planificación estratégica es esencial para el éxito de una empresa. Ayuda a establecer metas claras, gestionar eficientemente el tiempo, fortalecer la organización y aprovechar oportunidades de crecimiento. Por lo tanto, es importante contar con un plan estratégico bien

elaborado y seguirlo de manera consistente para lograr el éxito empresarial. Sin un plan estratégico, se corre el riesgo de perderse en tareas irrelevantes y no lograr alcanzar los objetivos a largo plazo.

La planificación estratégica también permite identificar oportunidades de crecimiento y mejora en la empresa. Al establecer un marco de referencia, esto es metas y objetivos claros y eficientes, con un plan para alcanzarlas es posible analizar el entorno y tomar decisiones informadas sobre cómo aprovechar las oportunidades que se presenten, con ello es posible evaluar constantemente el desempeño y realizar los ajustes necesarios para garantizar el éxito a largo plazo (Sumba Bustamante, Cárdenas Borja, Bravo Ayala, & Arteaga Choez, 2020).

Se establece la importancia de conocer el comportamiento de la demanda de los productos, aunque puede ser difícil de predecir debido a una variedad de factores internos y externos que pueden cambiar rápidamente, estos pueden ser los cambios en el mercado debido a factores externos, como cambios en las tendencias del mercado, la entrada de nuevos competidores, cambios en la economía, la variedad de canales de venta como tiendas en línea y tiendas físicas, lo que conlleva a ser difícil de rastrear la demanda a lo largo de estos canales y determinar cómo se relacionan entre sí.

Mediante el conocimiento de la demanda es posible elaborar un histórico de datos, puesto que se elabora mediante la recopilación de datos de ventas anteriores, junto con información sobre los factores que pueden haber afectado la demanda, como los eventos especiales, tendencias del mercado, etc. El histórico de datos se concentra en una base de datos, la cual es útil para desarrollar un modelo predictivo de la demanda.

Una vez conocida la demanda de la empresa, y con una base de datos elaborada, es posible llevar a cabo un modelo predictivo de la demanda, que se puede considerar como una planeación

estratégica, ésta es de gran importancia en toda compañía enfocada en la venta de productos o servicios. Para ello se seleccionó el modelo de redes neuronales artificiales.

Teniendo como beneficios ayudar a la empresa a contribuir con la toma de decisiones sobre el futuro de la empresa, aspectos sobre de la planeación estratégica mejorando el control de horarios, programación de adquisición de materia prima, programar de la producción, determinar la gestión del inventario, satisfacer la demanda prevista, estrategia de precios y demás. Con todo ello implementar políticas para lograr una metodología de trabajo más adecuada.

Objetivo general

Desarrollar un modelo predictivo de demanda con redes neuronales artificiales para la empresa textil, basado en el comportamiento del histórico de datos, con la finalidad de generar mayor rentabilidad a corto y mediano plazo, lograr una planificación estratégica adecuada y con ello una metodología de trabajo idónea.

Objetivos particulares

- Recolectar información para la elaboración de una base de datos para conocer y organizar la información de la demanda.
- Determinar la arquitectura de la red neuronal artificial que se ajuste mejor a las características de la demanda real.
- Elaborar una red neuronal artificial, entrenarla y analizar los resultados.

Justificación

Con base en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la UNESCO, en el objetivo 9 que aborda temas de la industria, innovación e infraestructura, el cual menciona que construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación, menciona que, entre otros rubros como son la industrialización inclusiva, sostenible y la infraestructura; la innovación en la industria favorece a la economía y a los ingresos, los cuales son la clave para la introducción de nuevas tecnologías y facilitar el comercio nacional.

La innovación y el progreso tecnológico son clave para encontrar soluciones sostenibles a los desafíos económicos y medioambientales, como mejorar la eficiencia energética y la eficiencia de los recursos.

Las redes neuronales son una poderosa herramienta para analizar grandes volúmenes de datos y detectar patrones complejos que pueden resultar difíciles de identificar con enfoques tradicionales. En la industria textil, donde diversos factores pueden impactar la demanda, como las tendencias de la moda, variaciones climáticas y eventos promocionales, el uso de redes neuronales permite predecir de manera precisa y ágil los niveles de demanda futuros.

Además, las redes neuronales tienen la capacidad de adaptarse y aprender de forma continua con la incorporación de nuevos datos, lo que las hace perfectas para modelos de predicción en entornos cambiantes como el sector textil. Al integrar redes neuronales en los procesos de toma de decisiones, las compañías textiles pueden mejorar la eficiencia, reducir costos, minimizar el desperdicio de materiales y elevar la satisfacción del cliente al anticipar con mayor exactitud las necesidades del mercado. La implementación de redes neuronales en la industria textil representa una innovación que impulsa la eficiencia y precisión en la predicción de la demanda, aspecto fundamental para el éxito de las empresas en un mercado tan competitivo.

A nivel mundial, la inversión en investigación y desarrollo (I+D), como porcentaje del PIB, aumentó de un 1,5 % en el 2000 a un 1,7 % en el 2015, y continuó casi en el mismo nivel en el 2017. Sin embargo, en las regiones en desarrollo fue inferior al 1 % (ONU, 2015).

Las pequeñas y medianas empresas que se dedican al procesamiento industrial y la producción manufactura son las más críticas en las primeras etapas de la industrialización y por lo general, son los mayores creadores de empleos. Constituyen más del 90% de las empresas de todo el mundo y representan entre el 50 y el 60% del empleo (ONU, 2015).

Los países menos adelantados tienen un inmenso potencial de industrialización en alimentos y bebidas (agroindustria) así como textiles y prendas de vestir, con buenas perspectivas de generación de empleo sostenido y mayor productividad (ONU, 2015).

La industria de prendas de vestir es una de las industrias más grandes y dinámicas del mundo, y tiene el potencial de generar empleo y productividad en muchas economías.

En términos de empleo, la industria de prendas de vestir es especialmente importante en los países en desarrollo, donde a menudo es una de las principales fuentes de empleo y una fuente importante de ingresos para las comunidades locales. En estos países, la industria de prendas de vestir a menudo proporciona empleo a trabajadores que no tienen acceso a otras oportunidades de trabajo, y puede ayudar a reducir la pobreza y mejorar el bienestar económico.

Además del empleo, la industria de prendas de vestir también puede ser una fuente importante de productividad. La innovación en la producción y el diseño de prendas de vestir puede mejorar la eficiencia y la calidad de los procesos de producción, lo que puede aumentar la productividad y reducir los costos.

Dentro de las metas del objetivo 9 se destaca el punto 9.5 Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en

particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo (ONU, 2015).

Otro punto de interés es el 9.b el cual apoya el desarrollo de tecnologías, la investigación y la innovación nacionales en los países en desarrollo, incluso garantizando un entorno normativo propicio a la diversificación industrial y la adición de valor a los productos básicos, entre otras cosas (ONU, 2015).

En el contexto de las predicciones de demanda, una red neuronal puede ser utilizada para analizar datos históricos de ventas u otros indicadores de demanda y predecir la futura demanda de un producto o servicio en un período específico. La red neuronal, a través de su capacidad de reconocimiento de patrones, puede detectar relaciones complejas entre diferentes variables que podrían impactar a la demanda y ajustar su modelo en consecuencia (Cardozo Rueda, 2022).

La predicción de demanda será útil por varias razones, tales como: ajustar la producción, esto es asegurarse de que está produciendo los productos adecuados en la cantidad correcta, para satisfacer las necesidades del mercado; disminuir costos de producción, administrar mejor sus inventarios, evitando así la acumulación de excedente de inventario o la faltante, y así ayuda a reducir los costos de almacenamiento y a garantizar que la empresa tenga suficientes productos disponibles para satisfacer las necesidades del mercado, la introducción de nuevos productos o la eliminación de productos antiguos (Chicaiza Ipiales, 2019).

El uso de redes neuronales para resolver problemas de predicción de la demanda en la industria se puede considerar como una forma de innovación, ya que conlleva la aplicación de tecnologías avanzadas de inteligencia artificial (Fernández Gómez, 2020).

Al implementar estos métodos, contribuye al aumento de la capacidad tecnológica y fomento del desarrollo de la innovación en la industria de prendas de vestir. La innovación es una prioridad, porque solo a través de ella podemos mejorar la competitividad de la economía, lograr el crecimiento y generar empleos de calidad.

Hipótesis

La Hipótesis es una declaración formulada sobre la distribución de probabilidad o el valor de un parámetro de una o varias poblaciones, con el propósito de evaluarla a partir de la información recopilada de una muestra aleatoria de las poblaciones en cuestión. Esta técnica, conocida como Prueba de Hipótesis Estadística, suele ser referida de manera abreviada como Prueba de Hipótesis por conveniencia (Arriola Rodríguez & Hernández Mortera, 2022).

La tarea de asignar qué hipótesis será la Hipótesis Nula (H_0) y cuál será la Hipótesis Alternativa (H_1) resulta ser especialmente crucial en situaciones en las cuales las pruebas a favor de cualquiera de las hipótesis no arrojan conclusiones definitivas. En estos casos, se ha establecido convencionalmente que la H_0 no será rechazada hasta que las pruebas muestrales sean lo suficientemente concluyentes. Por lo tanto, generalmente se designa a lo que se quiere probar como H_1 , mientras que su complemento se refleja en H_0 para evitar dar ventajas indebidas. Esta distinción deriva en los nombres asignados a las hipótesis, siendo la H_0 denominada como Hipótesis Nula y la H_1 como Hipótesis Alternativa, reflejando el deseo de encontrar evidencia que permita rechazar la H_0 en favor de la H_1 (Arriola Rodríguez & Hernández Mortera, 2022).

Por lo tanto, se determinan las hipótesis de la siguiente manera:

Hipótesis nula H_0 :

Los valores obtenidos de la red neuronal artificial no alcanzan el 95% de similitud con el comportamiento de los valores reales de la demanda.

Hipótesis alternativa H_1 :

Los valores obtenidos de la red neuronal artificial superan el 95% de similitud con el comportamiento de los valores reales de la demanda.

Metodología

La metodología que se ajusta más al cumplimiento de los objetivos planteados para elaborar el modelo predictivo es la metodología de Jenkins, ésta consiste en una secuencia lineal de pasos denominados fases, con ellas se definen y dan forma al sistema, estas fases son: análisis, diseño, implantación y operación. La metodología de Jenkins se utiliza para sistemas duros, esto es, que son sistemas que se pueden representar por modelos matemáticos como son las redes neuronales artificiales (Heredia Roldan, 2023). Esta metodología se presenta en el capítulo tres detallando cada una de las cuatro fases que a continuación se muestran.

Fase 1. Análisis

- Conocer el proceso de producción de prendas de vestir
- Identificar y formular la problemática
- Recolectar y organizar la información de la demanda
- Definir las variables
- Crear una base de datos según los históricos
- Analizar la información de la base de datos

Fase 2. Diseño

- Definir redes neuronales referente a la base de datos en Matlab
- Entrenar a las redes neuronales
- Analizar los resultados obtenidos y verificar su precisión
- Elaboración de redes neuronales en Excel

Fase 3. Implementación

- Elaboración de redes neuronales para que sea disponible en aplicación de dispositivo móvil

Fase 4. Operación

- Analizar los resultados obtenidos y verificar su precisión
- Generar conclusiones y recomendaciones.

Capítulo 1. Generalidades

Información de la empresa

Durante más de 20 años, la empresa se ha enfocado en la venta mayorista de uniformes, ofreciendo productos y servicios a nivel nacional. Tiene a la venta uniformes de calidad, los cuales también pueden ser personalizados con bordados a la medida.

Además, cuenta con alianzas comerciales con algunas de las empresas más grandes de México, a quienes suministran los uniformes. Estas asociaciones sólidas son testimonio de su buena reputación como proveedores confiables y profesionales. Cuentan con el compromiso de la excelencia que los impulsa a seguir creciendo y mejorando cada día, para satisfacer las necesidades y superar las expectativas de los clientes. Forman parte de la industria de los uniformes y siguen expandiéndose como un negocio que ofrece productos de calidad y manteniendo relaciones comerciales sólidas con los clientes a lo largo y ancho del país (Ruiz Solano, 2023).

Antecedentes

Los antecedentes que se consideraron para la creación de la empresa textil abarcan aspectos sociales, económicos y culturales. Este análisis se realizó hace más de 20 años atrás, dichos aspectos han evolucionado a lo largo del tiempo, los cuales son los siguientes (Ruiz Solano, 2023):

Identificación de la necesidad: Se identifica la creciente demanda de uniformes empresariales por parte de diversas empresas y negocios, ya que estos uniformes son una forma efectiva de promover la imagen corporativa y fomentar la unidad entre los empleados.

Investigación de mercado: Se realiza una investigación exhaustiva del mercado para determinar la viabilidad y rentabilidad de la venta de uniformes empresariales. Se analizan las tendencias del mercado, la competencia existente y las posibles oportunidades de crecimiento.

Experiencia en el sector textil: Los fundadores de la empresa cuentan con una amplia experiencia en el sector textil, lo que les proporciona el conocimiento necesario para seleccionar los mejores materiales y diseños para los uniformes, asegurando la satisfacción del cliente.

Adquisición de maquinaria especializada: Se realizó una inversión en maquinaria de bordado por computadora de alta calidad, lo que permite ofrecer un servicio de bordado personalizado y de alta precisión a los clientes.

Establecimiento de alianzas estratégicas: Se establecen alianzas con proveedores de materiales de alta calidad a precios competitivos, lo que garantiza el suministro constante de los insumos necesarios para la producción de los uniformes.

Desarrollo de una cartera de clientes: Se establecen contactos con empresas y negocios locales para ofrecerles productos y servicios. Se diseñan estrategias de marketing y promoción para aumentar la visibilidad de la empresa y atraer a nuevos clientes.

Diversificación de productos: Además de los uniformes empresariales, se decide ofrecer una amplia gama de prendas como camisas, blusas, playeras y gorras para satisfacer las necesidades de diferentes sectores y clientes.

Servicio de venta al mayoreo y menudeo: Se establece la posibilidad de comprar los productos al mayoreo, brindando descuentos a los clientes que adquieran grandes cantidades de uniformes. Asimismo, se ofrece la opción de comprar de forma individual o en cantidades reducidas, lo cual permite atender las necesidades de diferentes tipos de clientes.

Instalaciones

Se encuentra ubicado en la ciudad de Orizaba Veracruz, donde se realizan las ventas de forma presencial. Así cómo es posible realizar pedidos de manera remota. Dentro de las instalaciones se cuenta con el equipo para realizar bordado por computadora. El frente de la empresa se muestra en Figura 1.

Figura 1

Frente de empresa textil



Tiene en exhibición algunas prendas para utilizarlas como referencia cuando se realizan las ordenes de pedidos como se muestra en la Figura 2.

Figura 2

Prendas en exhibición



Asimismo, dentro de las instalaciones se cuenta un pequeño almacén donde se tienen las prendas en existencia disponibles para su venta, como se observa en la Figura 3.

Figura 3

Mercancía en existencia



Servicios

Los diversos servicios que ofrece la empresa textil para garantizar la satisfacción de la demanda de los clientes se mencionan a continuación dando una pequeña reseña de estos (Ruiz Solano, 2023):

Uniformes deportivos: se ofrece una amplia gama de uniformes deportivos para equipos, escuelas y clubes. Pueden personalizar los uniformes con nombres, números y logotipos.

Ropa de trabajo: brinda opciones de ropa de trabajo duradera y de alta calidad, como chalecos de seguridad, pantalones de trabajo y chaquetas reflectantes.

Artículos promocionales: Suministra productos promocionales personalizados, como gorras. Estos artículos son ideales para regalos corporativos o para promocionar su marca.

Bordado en diferentes superficies: El sistema de bordado por computadora permite bordar logotipos y diseños en una amplia gama de superficies, como bolsos, mochilas, toallas, gorros y más.

Estructura organizacional

La estructura organizacional se refiere a la forma en que una empresa organiza y distribuye su personal, responsabilidades y recursos para alcanzar sus objetivos de manera eficiente y efectiva. Es la división de funciones y tareas dentro de la organización, así como las relaciones de autoridad y comunicación entre los distintos niveles jerárquicos. La estructura organizacional define cómo se distribuyen las responsabilidades, quién reporta a quién, y cómo se coordina el trabajo en la organización. Es fundamental para el funcionamiento y rendimiento de una empresa, ya que permite una clara asignación de roles y responsabilidades, promueve la coordinación entre los diferentes departamentos y facilita la toma de decisiones. Una estructura organizacional bien diseñada y adecuada a las necesidades de la empresa contribuye al logro de sus objetivos de manera eficiente y eficaz (Cuan Rojas, Medina Payares, & Rojas Donado, 2020).

La estructura organizacional de la empresa de uniformes empresariales se puede describir de la siguiente manera (Ruiz Solano, 2023):

Gerente general: Responsable de la dirección estratégica y toma de decisiones clave en la empresa.

Gerente de ventas: Encargado de desarrollar estrategias de ventas y gestionar el equipo de ventas.

Gerente de producción: Supervisa el proceso de producción, coordina las actividades de los empleados y se asegura de que se cumplan los plazos de entrega.

Departamento de diseño y desarrollo: Encargado de diseñar los uniformes empresariales, camisas, blusas, playeras y gorras de acuerdo con las necesidades de los clientes.

Equipo de ventas: Se encarga de la promoción y venta de los productos, así como de brindar asesoramiento a los clientes.

Departamento de compras y logística: Responsable de gestionar las compras de materias primas y coordinar la cadena de suministro para asegurar que los productos estén disponibles a tiempo.

Departamento de producción: Responsable de la fabricación de los uniformes y productos, así como del proceso de bordado utilizando la tecnología de bordado por computadora.

Departamento de control de calidad: Se encarga de garantizar que los productos cumplan con altos estándares de calidad antes de ser entregados a los clientes.

Departamento de administración y finanzas: Responsable de la gestión financiera y administrativa de la empresa, incluyendo la contabilidad, tesorería y recursos humanos.

Departamento de servicio al cliente: Encargado de proporcionar soporte y atención al cliente, resolver dudas y gestionar reclamos.

Técnicos de bordado: Especialistas encargados de operar y mantener las máquinas de bordado por computadora, así como de realizar el bordado en los productos.

Esta estructura organizativa permite una clara división de responsabilidades y una eficiente gestión de todos los procesos involucrados en la fabricación y venta de uniformes empresariales y productos bordados para satisfacer las necesidades de los clientes y garantizar su satisfacción (Cuan Rojas, Medina Payares, & Rojas Donado, 2020).

Misión

La misión organizacional es la combinación del propósito y las actividades distintivas de una empresa en comparación con otras. La elaboración de la misión refleja la filosofía de los líderes estratégicos, revela la identidad de la empresa, su principal producto o servicio, y las necesidades fundamentales del cliente. Por lo tanto, una misión bien definida comunica los valores y prioridades de la empresa, y debe abarcar la necesidad que la empresa busca satisfacer y la contribución que espera hacer a la sociedad (Cuan Rojas, Medina Payares, & Rojas Donado, 2020).

La misión es proporcionar a los clientes productos de alta calidad y personalizados, cumpliendo con sus necesidades específicas de uniformes empresariales, camisas, blusas, playeras, gorras y bordados por computadora. Se esfuerzan por brindar un excelente servicio al cliente (Ruiz Solano, 2023).

Visión

Es fundamental que las empresas establezcan un objetivo ambicioso pero alcanzable a largo plazo, que sirva como guía para sus acciones y esfuerzos. Este objetivo debe ser cuidadosamente definido y debe reflejar la visión de la empresa en un plazo de cinco a diez años. Debe ser considerado como el logro más significativo y global que la empresa aspira alcanzar a mediano y largo plazo, y debe inspirar y motivar a los miembros de la organización. La claridad y el alcance de este objetivo deben generar entusiasmo y dedicación en todo el equipo de trabajo (Cuan Rojas, Medina Payares, & Rojas Donado, 2020).

Se ven como una empresa líder en el mercado de uniformes empresariales en la región de Orizaba Veracruz, reconocida por la calidad de los productos y servicios. Buscando expandir su

alcance en el mercado, ofreciendo un amplio catálogo de productos y bordados personalizados que satisfagan las demandas de los clientes a nivel nacional (Ruiz Solano, 2023).

Valores

Los valores son los principios fundamentales que guían el comportamiento de una empresa y que orientan a las personas en su actuar. Estos valores son clave para alcanzar la misión y visión de la empresa, así como para facilitar la implementación de cambios estratégicos. Identificar y promover los valores adecuados también contribuye a aumentar la productividad y a crear un ambiente de trabajo exitoso. Los valores van más allá de ser simples ideas abstractas, ya que representan metas concretas y mensurables que deben lograrse a través de los objetivos y propósitos de la organización (Cuan Rojas, Medina Payares, & Rojas Donado, 2020).

Los valores de la empresa textil se muestran a continuación (Ruiz Solano, 2023):

Calidad: están comprometidos a ofrecer productos y servicios de alta calidad, utilizando materiales duraderos y tecnología avanzada en el bordado y confección de las prendas.

Atención al cliente: Valoran la satisfacción de los clientes, por lo que se esfuerzan por brindar un trato cordial, amable y personalizado en todo momento.

Creatividad e innovación: se diferencian por ofrecer diseños únicos y personalizados, a través de la creatividad y la constante innovación en los procesos de producción y diseño.

Responsabilidad social: se preocupan por el medio ambiente, por lo que se comprometen a realizar actividades de manera sostenible y responsable, utilizando materiales eco amigables siempre que sea posible.

Integridad: Actúan con honestidad, transparencia y ética en todos los tratos comerciales, manteniendo la confidencialidad de la información del cliente.

Código de ética

Un código de ética es un manual que establece las conductas que deben ser promovidas entre los colaboradores, así como las conductas que deben ser evitadas. Es un documento formal que contiene normas y lineamientos específicos desarrollados para una empresa en particular. Su objetivo es guiar el comportamiento de directivos, empleados, la empresa en sí misma, partes interesadas externas y la sociedad en general, tanto en el presente como en el futuro (Silene & Morón Mesía, 2021).

El código de ética de la empresa textil consta de 5 principales valores que llevan a cabo día con día (Ruiz Solano, 2023):

Respeto: Respetan y valoran a los clientes, colaboradores y proveedores, sin importar su género, raza, religión u orientación sexual.

Integridad: Realizan actividades comerciales de manera honesta, transparente y ética, evitando cualquier tipo de corrupción o práctica ilegal.

Confidencialidad: Mantienen la confidencialidad de la información de los clientes y colaboradores, asegurando su privacidad y seguridad.

Cumplimiento de normas: Cumplen con todas las leyes y regulaciones nacionales e internacionales que apliquen a la empresa y los productos.

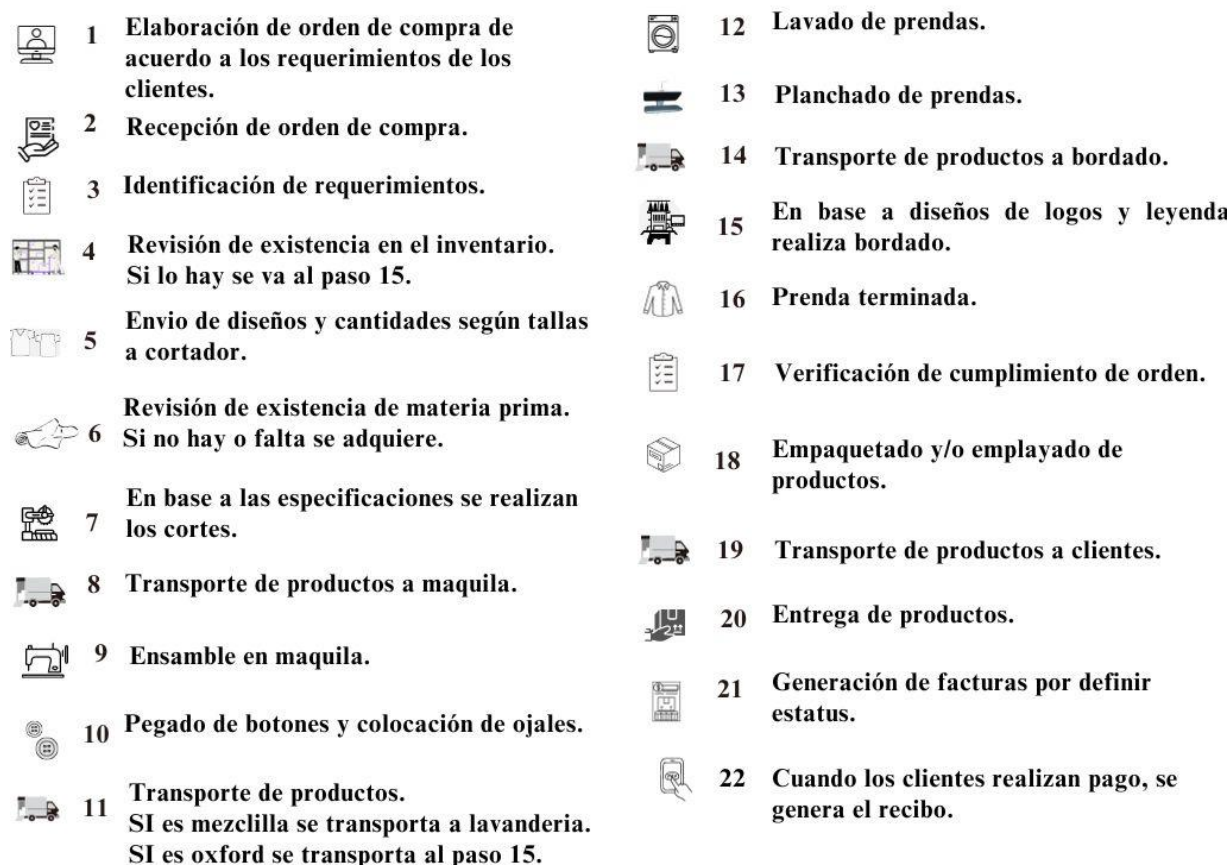
Trabajo en equipo: Fomentan un ambiente de colaboración y respeto mutuo entre los miembros de su equipo, promoviendo el crecimiento y desarrollo personal y profesional de cada uno de ellos.

Diagramas de la empresa

Después de realizar un análisis de la empresa fue posible elaborar un algoritmo en el cual se puede describir cada uno de los pasos, los cuales son en total 22 pasos a seguir desde la recepción de la orden de compra de los clientes hasta el pago y la factura de los productos como se puede apreciar en la Figura 4, en cada ocasión que se recibe una nueva orden de compra se realiza el algoritmo.

Figura 4

Diagrama de proceso actual de producción de uniformes en empresa textil

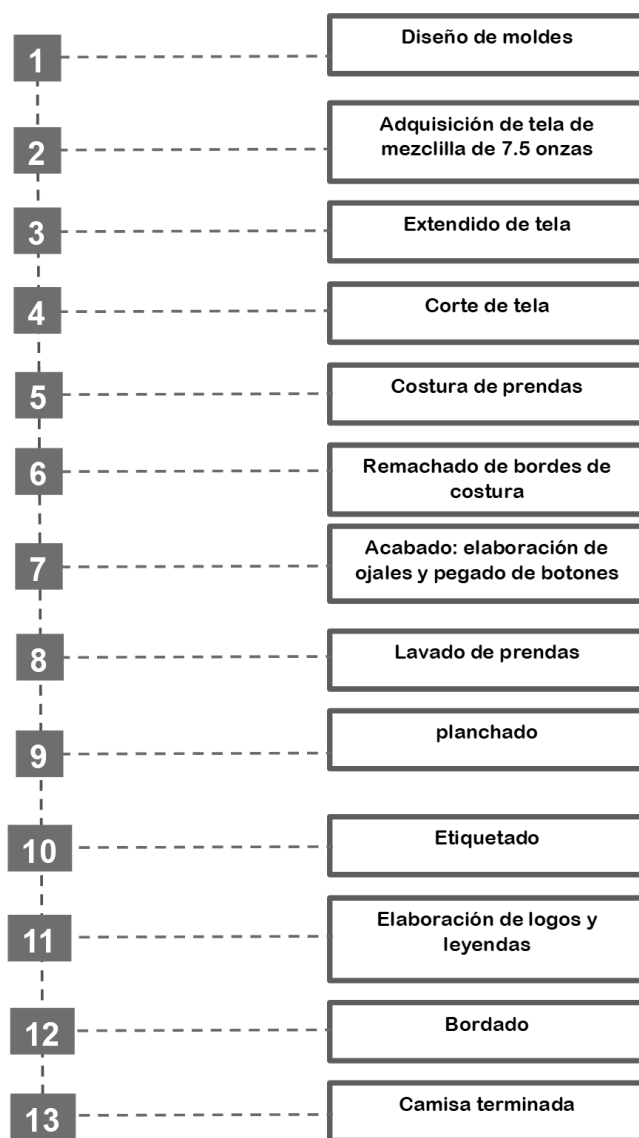


Así mismo se elaboró un diagrama en el cual se mencionan los pasos a seguir, pero esta vez específicamente del proceso en que se elaboran las camisas, el cual consta de 13 pasos,

iniciando con el diseño de los moldes y finalizando con la camisa terminada, este se puede observar en la Figura 5.

Figura 5

Diagrama de elaboración de camisas de mezclilla



Equipo de ventas

Políticas de calidad

Las políticas se definen como lineamientos que ofrecen una guía general para la toma de decisiones por parte de la gerencia de un negocio. Estas directrices establecen los límites de actuación en todos los niveles de la organización, clasifican aspectos relevantes y sirven como referencia para las decisiones que deben tomar tanto la dirección como la administración de la empresa. Asimismo, se considera que las políticas son actividades ideológicas orientadas a la toma de decisiones por parte de un grupo con el fin de lograr ciertos objetivos organizacionales (Cuan Rojas, Medina Payares, & Rojas Donado, 2020).

Dichas políticas se describen a continuación (Ruiz Solano, 2023):

Satisfacción del cliente: Se comprometen a brindar un servicio al cliente excepcional, asegurándose de comprender y superar las expectativas de los clientes en cuanto a la calidad de los productos y servicios.

Atención personalizada: El equipo de ventas se compromete a proporcionar una atención personalizada a cada cliente, escuchando sus necesidades y brindándoles soluciones adaptadas a sus requerimientos específicos.

Comunicación efectiva: Mantienen una comunicación clara y efectiva con los clientes, manteniéndolos informados sobre el estado de sus pedidos, tiempos de entrega y cualquier otra información relevante.

Cumplimiento de plazos: Se comprometen a cumplir con los plazos acordados de entrega de productos y servicios, asegurándose de que los clientes reciban sus pedidos en el tiempo esperado.

Calidad de los productos: Se esfuerzan por ofrecer productos de alta calidad, seleccionando cuidadosamente los materiales utilizados y realizando un riguroso control de calidad en cada etapa del proceso de producción.

Innovación y variedad: Están siempre atentos a las últimas tendencias y demandas del mercado, ofreciendo constantemente nuevos diseños y opciones atractivas para los clientes.

Mejora continua: Se comprometen a revisar regularmente los procesos y procedimientos de ventas, buscando constantemente oportunidades de mejora para aumentar la eficiencia y la calidad en su departamento.

Capacitación del equipo de ventas: Brindan capacitación constante a el equipo de ventas, asegurando que estén actualizados sobre los productos y servicios, así como sobre las técnicas de ventas más efectivas.

Resolución de problemas: En caso de que surjan problemas o reclamos por parte de los clientes, se comprometen a abordarlos de manera oportuna y efectiva, buscando soluciones justas y satisfactorias para todas las partes involucradas.

Cumplimiento de normativas: Se aseguran de cumplir con todas las normativas y regulaciones aplicables a el negocio, garantizando la calidad y seguridad de los productos y servicios.

Lineamientos operativos

Contar con lineamientos, es decir, directrices claras en una empresa permitirá establecer cimientos robustos que posibiliten un crecimiento y desarrollo a largo plazo, lo cual es fundamental, sobre todo al dar los primeros pasos en el establecimiento de un negocio (Alfonso Rodríguez, 2019).

Los lineamientos operativos que se consideran en la empresa textil son los siguientes (Ruiz Solano, 2023):

Objetivos de venta: Establecer objetivos de ventas mensuales y anuales, con base en el análisis del mercado y las metas de la empresa. Estos objetivos deben ser alcanzables y medibles.

Segmentación de mercado: Identificar los diferentes segmentos de mercado a los que se dirige la empresa, como industrias específicas, profesionales, escuelas, equipos deportivos, entre otros. Desarrollar estrategias de venta adaptadas a cada segmento.

Prospección de clientes: Realizar actividades de prospección para identificar nuevos clientes potenciales. Esto puede incluir la participación en ferias, eventos empresariales, visitas a empresas, entre otros.

Atención al cliente: Brindar un excelente servicio al cliente, entendiendo sus necesidades y ofreciendo soluciones personalizadas. Responder de manera oportuna a las consultas y solicitudes de los clientes.

Cotizaciones y ventas: Preparar y presentar cotizaciones precisas y detalladas de los productos y servicios ofrecidos. Hacer seguimiento de las cotizaciones, realizar negociaciones y cerrar ventas efectivas.

Desarrollo de relaciones comerciales: Establecer y mantener relaciones sólidas con los clientes existentes, fomentando la fidelidad y creando oportunidades de ventas adicionales. Establecer alianzas estratégicas con proveedores u otras empresas complementarias.

Promoción y marketing: Diseñar estrategias de promoción y marketing para dar a conocer los productos y servicios de la empresa. Utilizar diferentes canales de comunicación, como redes sociales, página web, publicidad impresa, entre otros.

Seguimiento de pedidos: Realizar el seguimiento de los pedidos realizados por los clientes, asegurando que se cumplan los plazos de entrega acordados. Mantener una comunicación fluida con el cliente durante todo el proceso.

Manejo de quejas y reclamaciones: Atender de manera eficiente cualquier queja o reclamación de los clientes, asegurando su satisfacción y buscando soluciones efectivas.

Actualización y análisis de mercado: Mantenerse informado sobre las últimas tendencias de la industria, nuevos productos y competencia. Realizar análisis de mercado periódicos para identificar oportunidades de crecimiento y ajustar las estrategias de ventas en consecuencia.

Estos lineamientos operativos ayudarán a orientar y optimizar las actividades del departamento de ventas, buscando maximizar los ingresos y la satisfacción de los clientes en la empresa de uniformes empresariales (Alfonso Rodríguez, 2019).

Indicadores

Los indicadores son herramientas clave para establecer y alcanzar metas cuantificables dentro de una organización. Antes de comenzar, es importante contar con un objetivo definido o un plan estratégico que se desee lograr a través de los indicadores seleccionados. Una vez que se haya determinado el indicador adecuado, es fundamental comunicarlo a las partes interesadas clave del proyecto y proporcionar actualizaciones en tiempo real para mantener a todos informados sobre el avance de este (Martins, 2022).

Los indicadores del departamento de ventas se mencionan a continuación (Ruiz Solano, 2023):

Ventas totales mensuales: Este indicador medirá el total de ventas realizadas por el departamento de ventas en un mes determinado. Será importante para evaluar la eficacia de las estrategias de venta y el desempeño general del departamento.

Ventas por categoría de producto: Este indicador desglosará las ventas totales en diferentes categorías de productos, como uniformes empresariales, camisas, blusas, playeras y gorras. Esto permitirá identificar qué productos tienen mayor demanda y cuáles podrían necesitar una mayor atención en términos de marketing y ventas.

Ventas por cliente: Este indicador medirá las ventas realizadas a cada cliente individualmente, lo cual permitirá identificar los clientes más importantes y medir su contribución al total de las ventas. Esto puede ayudar a establecer estrategias de fidelización de clientes y a identificar oportunidades de venta cruzada.

Nivel de satisfacción del cliente: Este indicador se medirá a través de encuestas de satisfacción del cliente o mediante la recopilación de comentarios y opiniones de los clientes. Será importante para evaluar la calidad del servicio al cliente y permitirá identificar áreas de mejora en la atención al cliente y en la gestión de relaciones con los clientes.

Margen de venta: Este indicador medirá el margen de beneficio obtenido por cada venta realizada. Permitirá evaluar la rentabilidad de las ventas y tomar decisiones informadas sobre la fijación de precios y las estrategias de descuento.

Tiempo promedio de respuesta: Este indicador medirá el tiempo que tarda el departamento de ventas en responder a las consultas y solicitudes de los clientes. Será importante para evaluar la eficiencia del departamento y la calidad del servicio al cliente.

Porcentaje de clientes recurrentes: Este indicador medirá la proporción de clientes que realizan compras repetidas. Será importante para evaluar la lealtad de los clientes y para identificar oportunidades de ventas adicionales a clientes existentes.

Nivel de cumplimiento de pedidos: Este indicador medirá el porcentaje de pedidos que se completan dentro del plazo acordado. Será importante para evaluar la eficacia de la gestión de pedidos y para identificar áreas de mejora en el proceso de entrega de productos.

Capítulo 2. Marco Teórico

Antecedentes de la Industria textil en México

La importancia de los textiles en México existe desde la cultura prehispánica, donde las mujeres se encargaban de hilar y tejer con fibras de ixtle y algodón, y de teñirlos con púrpura, grana y añil, utilizaban algunos instrumentos y materiales para elaborar los textiles, como son los malacates de barro y los tzotzopaztlis.

Gracias a la riqueza cultural y natural de México, que han influido en el desarrollo de la industria textil desde la época prehispánica hasta la actualidad. México tiene el clima y los recursos que favorecen la producción de textiles, y muchos empresarios nacionales y extranjeros han aprovechado estas condiciones (Cortes Sarmiento, Hernández Rodríguez, López Galeana, Meza Pomposo, & Vargas Vega, 2019).

Durante el siglo XIX se desarrolló la industria textil en Orizaba, Veracruz, y los municipios aledaños. Se convirtió en un centro industrial gracias a la llegada de los husos y telares de algodón, impulsados por la energía hidroeléctrica y la maquinaria moderna. Existían diferentes tipos de producción como son la hilandería, tejeduría, tintorería, confección y costura. Lucas Atamán, quien fundó la fábrica Cocolapan, una de las más grandes del hemisferio, y de la Compañía Industrial de Orizaba S. A. (CIDOSA), inauguró la fábrica Río Blanco, que superó el estado del arte con una precisión récord. Otras fábricas importantes, como Santa Rosa en la Ciudad Camerino Z. Mendoza, San Lorenzo en Nogales y Cerritos en Orizaba, formaban parte de CIDOSA. Estas fábricas producían telas de alta calidad, usando estampadoras y tintes naturales. Orizaba mantuvo su preeminencia dentro del mapa industrial nacional durante el siglo XX, representando una gran parte de las inversiones, la producción y el empleo en la industria textil.

Orizaba se convirtió en un polo industrial por la concentración de siete fábricas textiles, que empleaban a miles de trabajadores con diferentes orígenes y conocimientos. El nivel de organización y activismo de los obreros, protagonizaron una de las huelgas más emblemáticas del país, la de Río Blanco en 1907. Los obreros desarrollaron un experimento social de gobierno local, que fue reconocido por personajes como Vicente Lombardo Toledano y Marjorie R. Clark (Gómez Galvarriato, 1995).

Hasta el siglo XX cuando empezaron a cerrar las industrias por causa de insolvencia patronal dejando las propiedades, construcciones y maquinaria en manos de los obreros, los cuales pocos años después por falta de conocimientos de diversas áreas llevaron al completo cierre de estas.

Inteligencia artificial

Un término de inteligencia artificial es “una disciplina de aplicaciones ingenieriles donde la innovación y el asombro prevalecen” (Valbuena Castro, 2021, pág. 14), habla de una rama de la ingeniería que se dedica a crear soluciones novedosas y sorprendentes para diversos problemas. Esta disciplina combina la creatividad y la ciencia para desarrollar aplicaciones que desafían los límites de lo posible.

Otro término se puede entender como “la investigación de la inteligencia artificial es una disciplina que estudia los agentes inteligentes” (Sabry, 2022, pág. 42), se entiende que es la investigación en el campo de la inteligencia artificial se centra en el estudio de los agentes inteligentes, que son sistemas diseñados para procesar información y tomar decisiones de manera similar a como lo haría un ser humano. Esta disciplina busca desarrollar algoritmos y modelos computacionales que permitan a estos agentes adquirir conocimiento, aprender de la experiencia

y adaptarse a diferentes situaciones. El objetivo principal es simular la inteligencia humana en un entorno de computación con el fin de mejorar procesos y resolver problemas complejos de manera eficiente.

Unos investigadores de Stanford definen a la inteligencia artificial general como una parte de la computación que trata de entender qué es lo que hace inteligentes a los seres vivos y crear una nueva máquina que se comporte de forma parecida a ellos (Teigens, 2020).

Y para esto es importante destacar que existen dos tipos de inteligencia, una creada por la naturaleza y otra por la ciencia que es comúnmente llamada artificial. Si se hace una comparación en términos de tiempo la ganadora es el natural, porque su inteligencia es fruto de siglos de adaptación y la otra solo de años de diseño.

Un humano tiene inteligencia natural porque puede “razonar”, lo que implica muchas capacidades mentales que la mayoría de los humanos no valoran. Estas incluyen la habilidad de entender la lógica, aprender, ser consciente de sí mismo, tener inteligencia emocional, pensar de forma abstracta y resolver problemas.

La inteligencia artificial emplea una lógica puramente matemática. Los programas pueden tener diferentes niveles de inteligencia según cómo se programen y el código de los programas usa estructuras de control que les dan la capacidad de decidir según en los valores de las entradas (Wilkins, 2020).

Por lo tanto, para el estudio y desarrollo de la inteligencia artificial es imprescindible que el investigador o ingeniero deba contar con conocimientos previos como son las matemáticas, el álgebra lineal, la lógica matemática, el análisis funcional, probabilidad y estadística y metodología científica, entre otras áreas de especialización matemática (Valbuena Castro, 2021).

Orígenes y desarrollo de la inteligencia artificial

La inteligencia artificial es un campo muy amplio de estudio, la cual tiene sus orígenes en los años 1842 con Ada Lovelace, una matemática e informática del siglo XIX, quien fue la primera en programar un algoritmo para una máquina y prever su potencial creativo.

En la destacada conferencia de Darmouth de 1956, se acuñó el término “inteligencia artificial” donde se reunió a los principales investigadores de la época, quienes tenían la convicción que la idea central de la inteligencia artificial es que el pensamiento humano se puede simular o replicar en máquinas digitales mediante procesos computacionales (Báez Senties, 2023).

Igualmente, en el año 1956 Alan Newell y Herbert Simon, un economista y científico cognitivo, que recibió el Nobel por su teoría de la racionalidad limitada y la toma de decisiones heurística; publicaron el programa “Logic Theory Machine”, el cual fue el primer programa de inteligencia artificial capaz de demostrar teoremas lógicos usando métodos heurísticos.

La inteligencia artificial conexionista es un enfoque que se inspira en el funcionamiento del cerebro humano y sus redes neuronales biológicas. Perceptrón, un modelo de neurona artificial propuesto por Frank Rosenblatt en 1958, podía aprender mediante coeficientes de ponderación. La investigación en redes neuronales se estancó por varios años debido a las críticas de Marvin Minsky y Seymour Papert, dos defensores de la inteligencia artificial simbólica, que señalaron los pros y contras de la inteligencia artificial conexionista.

La investigación en inteligencia artificial sufrió una crisis de financiación en el año de 1960, debido a la falta de resultados y al recorte de fondos de los gobiernos de Estados Unidos, Canadá y Reino Unido. Esta época se conoce como el “invierno de la inteligencia artificial”. Uno de los pocos avances de esa época fue el desarrollo de los sistemas expertos, que eran programas que simulaban el conocimiento y el análisis de los profesionales humanos (Sabry, 2022).

En 1980 Geoffrey Hinton, redescubrió y popularizó el método de retro propagación, un algoritmo que permite entrenar redes neuronales de múltiples capas y minimizar su error. Este avance impulsó el resurgimiento del aprendizaje profundo, una rama de la inteligencia artificial conexionista.

Uno de los hitos más famosos de la inteligencia artificial simbólica, fue la victoria del computador Deep Blue de IBM sobre el campeón mundial de ajedrez Garry Kasparov en 1997. La inteligencia artificial simbólica, es un enfoque que utiliza símbolos y reglas para representar el conocimiento humano de forma explícita en programas informáticos que emplea el método de la heurística, ésta permite encontrar soluciones a problemas complejos mediante la simplificación del árbol de decisiones.

El proyecto ImageNet, una iniciativa que democratizó el acceso a una gran base de datos visual que facilitó el desarrollo de modelos de reconocimiento visual de objetos. El proyecto fue liderado por la investigadora Fei-Fei Li en 2009, y que consistió en poner a disposición del público una colección de imágenes etiquetadas con diferentes categorías de objetos. Este proyecto se convirtió en una competencia anual, ahora organizada en Kaggle, para evaluar qué algoritmos podían identificar mejor los objetos en las imágenes.

Después del 2010 evolucionó la inteligencia artificial, impulsada por dos factores: el avance del hardware especializado y el aumento de los datos abiertos. La inteligencia artificial se basa en el aprendizaje automático, que es una rama de la informática que permite a las máquinas aprender de los datos, y que el aprendizaje profundo es una técnica de aprendizaje automático que utiliza redes neuronales artificiales inspiradas en el cerebro humano. Ejemplos como el reconocimiento facial, la detección de cáncer, la traducción de idiomas y los asistentes virtuales.

En 2015 el sistema de Microsoft Research superó al humano promedio en categorizar imágenes, en 2016 el sistema AlphaGo de DeepMind empleando el aprendizaje profundo venció al campeón mundial Lee Sedol de Go, éste es un juego mucho más complejo que el ajedrez (Abeliuk & Gutiérrez, 2021).

En el 2017 los ingenieros de inteligencia artificial de Facebook desconectaron dos bots ya que entre ellos habían creado un lenguaje de comunicación que solo ellos entendían, esto significa que estaban desarrollando libre albedrío y por consecuencia era un peligro para la humanidad (Valbuena Castro, 2021).

Inteligencia artificial en la industria, así como en pequeñas y medianas empresas.

A partir de la cuarta revolución industrial surgió el impacto de la creación sobre las tecnologías que infieren con la realidad física y la realidad digital como es la inteligencia artificial, entre otras y los beneficios que han originado a las empresas y organizaciones de la actualidad es que ayuda a optimizar los recursos, esto es el tiempo y dinero, al automatizar los procesos y tareas de rutina, lo que reduce los costes operativos y aumenta la eficiencia. Permite tomar decisiones más rápidas y basadas en los resultados de las tecnologías cognitivas, lo que mejora la competitividad y el rendimiento del negocio. Así también contribuye a la prevención de fallos de sistema y errores humanos, lo que mejora la calidad y la seguridad de los productos y servicios.

Mejora la experiencia del cliente al ofrecer un servicio más eficiente, personalizado y satisfactorio, lo que genera lealtad a los clientes y aumenta los ingresos. Existen muchos más beneficios que varían según el sector, el tamaño y la estrategia de cada empresa. La inteligencia artificial es una herramienta clave para mejorar el crecimiento y la innovación empresarial en el siglo XXI (Fernández Gómez, 2020).

Mediante la inteligencia artificial las empresas alcanzan impactos positivos e innovadores en sus procesos, por lo cual, actualmente los programas y métodos obsoleto pero útiles se están dejando atrás, dando entrada a la inteligencia artificial mostrando ventajas mediante su implementación (Cano Zapata, 2020).

Las pymes deben adaptarse a la era digital para no quedarse atrás y aprovechar las oportunidades que les brinda la tecnología para mejorar su productividad, diversificar su oferta y crear valor. Muchas veces, las empresas no tienen una buena organización y fracasan por falta de logística. La tecnología puede ayudarles a mejorar su situación con programas de facturación online que les faciliten la gestión de su negocio.

Según expertos, la inteligencia artificial ayuda a las empresas de cualquier tamaño ya sean pequeñas o medianas, a incrementar sus ingresos y a acceder a tecnologías de aprendizaje automático. Las empresas que incorporan inteligencia artificial aumentan sus ingresos entre un 15% y un 30%, ya que existen soluciones accesibles y variadas que permiten el uso de tecnologías de aprendizaje automático automatizado (Delgado Pabón, 2021).

Redes neuronales artificiales

El estudio de las redes neuronales se remonta a principios del siglo XIX, pero no fue hasta las décadas de 1940 y 1950 que se estableció como un campo de estudio estandarizado. Durante este tiempo, el movimiento de correlación jugó un papel importante en impulsar la investigación en redes neuronales. Este movimiento sostenía la hipótesis de que el secreto del aprendizaje y el conocimiento residía en axiomas o hechos incontrovertibles. Además, se creía que el conocimiento era independiente de la estructura que gobernaba los símbolos y las representaciones (Pillapa Vargas, 2022).

Una red neuronal es un sistema de tratamiento de información que imita la forma en que funcionan las neuronas del cerebro humano. Las redes neuronales están formadas por unidades llamadas “neuronas” que se conectan entre sí. Estas redes pueden aprender de casos reales y adaptarse a nuevos datos. Las redes neuronales tienen la ventaja de poder aproximar funciones y clasificar patrones de forma no lineal, lo que las hace más eficientes y robustas (Cardozo Rueda, 2022).

Se les considera que son la sexta generación computacional, dado que resuelven problemas sin intervención de expertos, pero tienen aplicaciones diferentes, además, son capaces de evolucionar (Valbuena Castro, 2021).

Las redes neuronales artificiales ofrecen ventajas frente a otras técnicas de inteligencia artificial para cuestiones de predicción en diversas áreas de aplicación. Las redes neuronales pueden aprender por ejemplos, adaptarse a los cambios, generalizar los patrones, resistir los fallos, tolerar los datos imperfectos y representar el conocimiento adecuadamente (Martínez Noriega, 2021).

Neurona artificial

La unidad básica de las redes neuronales artificiales son las neuronas artificiales, una analogía utilizada para dar explicación al funcionamiento son las neuronales cerebrales del ser humano, la neurona es la unidad básica del sistema nervioso y especialmente del cerebro. Cada neurona es una unidad simple encargada de procesar señales que recibe y combina desde y hacia otras neuronas. Cuando la combinación de entradas es lo suficientemente fuerte, la salida de la neurona se activa. El cerebro está compuesto por billones de neuronas densamente interconectadas. El axón de la neurona se ramifica y se conecta a las dendritas de otras neuronas a través de uniones

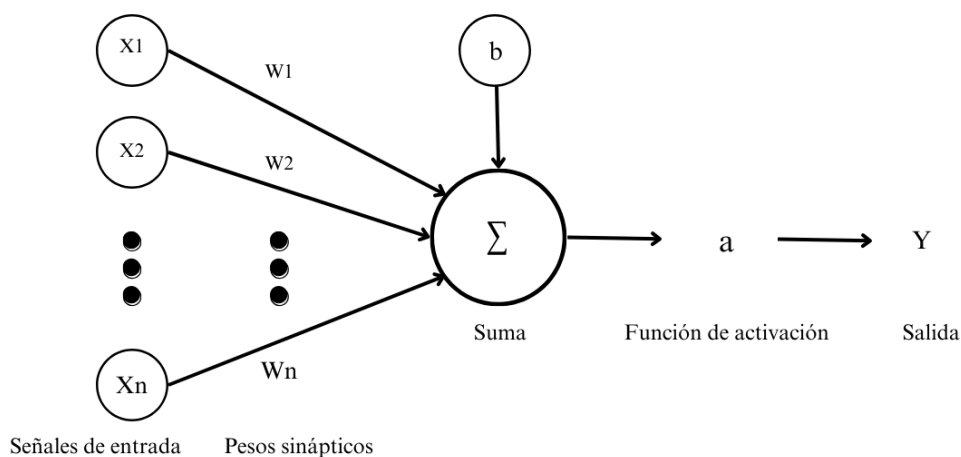
llamadas sinapsis. Durante el proceso de aprendizaje de la red, la eficacia de dichas sinapsis puede ser modificada (De Almeida, Gutiérrez, & Camargo, 2020).

La neurona artificial ha sido creada con el objetivo de imitar las características esenciales del funcionamiento de una neurona biológica. En su funcionamiento, se le provee un conjunto de entradas que representan las salidas de otras neuronas. Cada una de estas entradas se multiplica por su respectivo peso, el cual funciona como una medida de la conexión en la sinapsis. Posteriormente, se suman todas las entradas ponderadas y se determina así el nivel de excitación o activación de la neurona.

En la Figura 6 se representa el diagrama de un modelo de neurona no lineal. En este modelo, las señales de entrada son recibidas por la neurona y se realiza la suma ponderada del producto escalar del vector de entrada y el vector de pesos sinápticos. Posteriormente, esta suma se ve afectada por la función de activación (De Almeida, Gutiérrez, & Camargo, 2020).

Figura 6

Modelo de neurona. Fuente adaptada (De Almeida, Gutiérrez, & Camargo, 2020)



Donde:

x = señales de entrada

w = pesos sinápticos

b = bias

Σ =suma ponderada

a =función de activación

y = valor de salida

Se puede representar una neurona artificial mediante una fórmula matemática:

$$y(t) = f(h(t)) \dots (2.1)$$

La función:

$$h(t) = a(w_i, x_i(t)) \dots (2.2)$$

Indica la propagación, que depende de w_i los pesos y $x_i(t)$ los valores de entradas del sistema. La función más usada para la propagación es:

$$h(t) = \sum w_i x_i \dots (2.3)$$

Entonces, la formula quedaría así:

$$y(t) = f(\sum w_i x_i) \dots (2.4)$$

Se debe explicar que a esta fórmula se le añade o sustrae un parámetro extra b , llamado umbral, sesgo o bias. A este parámetro se le puede considerar como un peso W_0 que se multiplica por una constante de valor -1 o 1 (Luna Perejón, 2020).

$$y(t) = f(\sum_{i=0}^n w_i x_i) = f(w_0 + w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots w_n x_n) \dots (2.5)$$

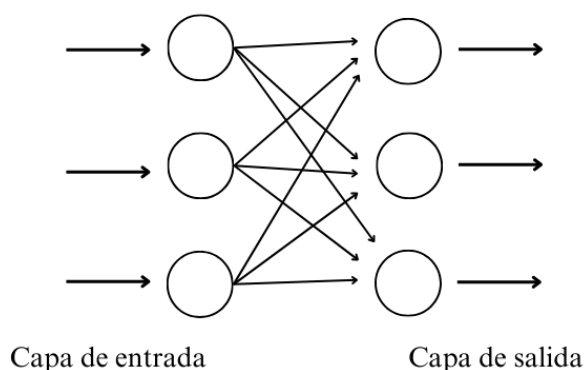
Arquitectura de redes neuronales artificiales

Una red neuronal básica consiste en un conjunto de neuronas organizadas en una sola capa. Los nodos circulares que se ven son simplemente responsables de distribuir las entradas y no se consideran como componentes de una capa.

Todas las entradas de la red neuronal están interconectadas mediante conexiones ponderadas con cada una de las neuronas artificiales. En la práctica, algunas conexiones pueden estar eliminadas y también puede haber conexiones entre las salidas y entradas de las neuronas en una misma capa (Incio Flores, Capuñay Sánchez, & Estela Urbina, 2023). En la Figura 7 se muestra una conectividad total para simplificar.

Figura 7

Arquitectura de red neuronal de dos capas. Fuente adaptada de (Incio Flores, Capuñay Sánchez, & Estela Urbina, 2023)



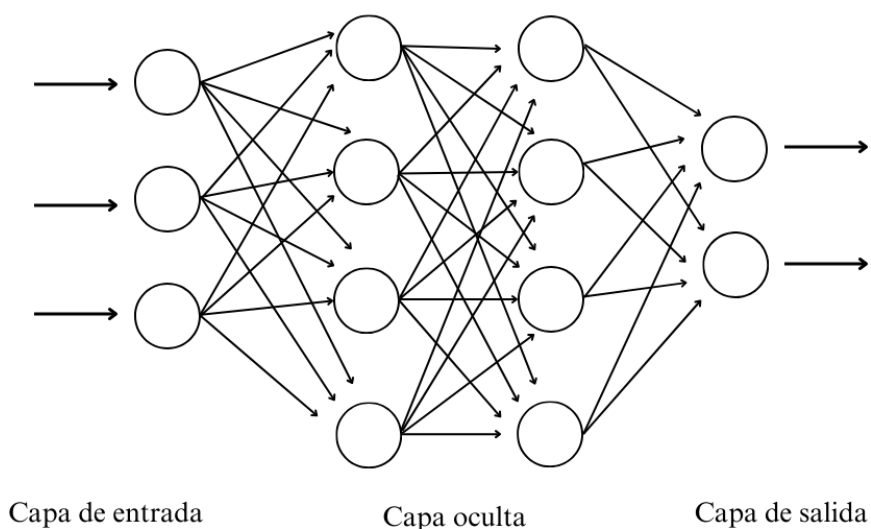
Por lo general, las redes neuronales más complejas y de mayor tamaño ofrecen un mejor rendimiento en cálculos computacionales que las redes simples. Aunque las configuraciones de las redes pueden variar mucho, todas comparten un aspecto común: las neuronas están ordenadas en capas o niveles, imitando la estructura en capas presente en algunas partes del cerebro.

Los tipos de capas se pueden distinguir como: La capa de entrada es la que recibe los datos externos, la capa de salida es la que devuelve la clasificación final y las capas intermedias u ocultas son las que extraen características relevantes de los datos. La forma de conexión y el tipo de capa determinan el funcionamiento y la aplicación de la red (Vanegas García, Bravo Sánchez, & Castillo Borja, 2019).

La estructura de la red neuronal la Figura 8 nos sirve como ejemplo, la cual consiste en una capa de entrada, seguida de dos capas ocultas y finalmente una capa de salida.

Figura 8

Arquitectura de red neuronal de tres capas. Fuente adaptada de (Incio Flores, Capuñay Sánchez, & Estela Urbina, 2023)



Para una explicación más detallada la capa de entrada es la que recibe los datos externos para entrenar y clasificar. Antes se consideraba que esta capa era de tipo neuronal, con nodos que recibían todos los datos de la muestra, pero ahora se usa un concepto más general, que trata la estructura de datos externos como una capa en sí misma. La capa de entrada no se cuenta como una capa real de una red neuronal artificial, sino que solo sirve para pasar la muestra a la siguiente capa.

Las capas intermedias u ocultas son las que procesan los datos internamente para mejorar el modelo. Estas capas pueden tener diferentes características y combinarse de varias formas. El tipo de capa más compleja define la clase de red neuronal artificial que se usa.

La capa de salida es la que da la clasificación final del modelo. El modelo se puede definir como una arquitectura con parámetros fijos, que se obtienen al entrenar con los datos. Los posibles valores de la clasificación, que dependen de la función de activación de los nodos de la capa. Los valores suelen estar entre 0 y 1 (Pillapa Vargas, 2022).

Es aceptable en un estudio de predicción realizar varias redes neuronales con arquitecturas diferentes y así poder comparar sus resultados de estadística y probabilidad, donde se estime la más precisa por sus mínimos errores (Borges & Mendoza, 2021). El considerar más de una arquitectura, según sea el criterio del investigador, es posible confrontar los resultados y así obtener un nivel de confianza mayor para lograr los objetivos plateados (Rojas Montero, Solís Ramírez, & Casanova Treto, 2022).

Clasificación de redes neuronales

Debido a que todas las redes neuronales se fundamentan en el concepto de neuronas, conexiones y funciones de transferencia, existe una similitud entre las diferentes estructuras o arquitecturas de las redes neuronales. La mayoría de las variaciones surgen de las distintas reglas de aprendizaje y de cómo estas reglas modifican la topología típica de una red. Algunas de las redes neuronales artificiales más comunes se encuentran organizadas en categorías de aplicación bastante similares. Estas categorías no pretenden ser excluyentes, simplemente buscan separar parte de la confusión (Báez Senties, 2023).

Predicción:

- Retro propagación o backpropagation
- Delta Barra Delta
- Delta extendido Barra Delta
- Búsqueda aleatoria directa

- Redes neuronales de orden superior
- Mapa autoorganizado en retro propagación

Utiliza datos de entrada para anticipar ciertos desenlaces, como seleccionar las acciones de mayor rendimiento en el mercado, pronosticar el clima, detectar enfermedades.

Clasificación:

- Cuantización de vectores de aprendizaje
- Contra propagación
- Redes neuronales probabilísticas

Se utiliza información de entrada para determinar la categorización, por ejemplo, si la entrada es la letra A, se determina el tipo de plano en la masa de datos de video.

Asociación de datos Hopfield:

- Máquina de Boltzmann
- Red Hamming
- Memoria asociativa bidireccional
- Reconocimiento de patrones de estación-temporal

Se utiliza para la clasificación y también para detectar datos incorrectos, es decir, no solo identifica los caracteres escaneados, sino que también reconoce cuando el escáner no está funcionando correctamente.

Conceptualización de datos:

- Red de resonancia adaptativa
- Mapa autoorganizado

Analiza las entradas para poder encontrar relaciones de agrupación, como muestra, extrae de una base de datos los nombres de las personas que tienen mayor probabilidad de comprar un producto en específico.

Filtrado de datos:

- Recirculación

Suaviza una señal de entrada, esto podría ser eliminar el ruido de una señal telefónica.

Se concluye que para el presente trabajo es necesario seleccionar una red neuronal para aplicarla a temas de predicción, dentro de las posibles opciones se seleccionó la primera que es el tipo de retro propagación o backpropagation.

Red neuronal tipo retro propagación

El científico Paul Werbos en su tesis de 1974 incluyó un nuevo método de aprendizaje que se basa en la detección de errores, el cual es conocido como retro propagación (Valbuena Castro, 2021). Retro propagación es un algoritmo de aprendizaje que se usa para entrenar redes neuronales artificiales con más de dos niveles. Consiste en cuatro pasos: inicialización, activación, entrenamiento con pesas e iteración. El objetivo es ajustar los pesos de los enlaces entre las neuronas según el error que se produce al comparar la salida de la red con la respuesta esperada. De esta forma, se reduce el error y se mejora la eficiencia de la red. Retro propagación se basa en el método de descenso de gradiente, que busca el mínimo de una función de costo. Este algoritmo permite que la red neuronal aprenda relaciones complejas entre las entradas y las salidas (Cardozo Rueda, 2022).

Las redes de retro propagación regularmente incluyen una o varias capas ocultas compuestas por neuronas sigmoideas, seguidas de una capa de salida compuesta por neuronas lineales. La presencia de múltiples capas de neuronas con funciones de transferencia no lineales

permite que la red aprenda relaciones no lineales entre los vectores de entrada y salida. La capa de salida lineal se utiliza principalmente para problemas de ajuste de funciones o regresión no lineal (The MathWoks, 2023).

Por otro lado, si se desea restringir las salidas de una red dentro de un rango específico, como entre 0 y 1, entonces la capa de salida deberá utilizar una función de transferencia sigmoidea, como *logsig*. Esto es especialmente útil en casos donde la red se utiliza para problemas de reconocimiento de patrones, en los que toma decisiones (The MathWoks, 2023).

Tipos de aprendizaje

El proceso de aprendizaje consiste en encontrar un conjunto de pesos de sinapsis que permitan a la red realizar bien una tarea. Este proceso implica probar la solución varias veces hasta alcanzar un nivel de rendimiento aceptable (Pillapa Vargas, 2022).

Existen tres tipos de aprendizaje de la red según las características:

1. **Aprendizaje supervisado:** se le muestra a la red un conjunto de patrones de entrada con la salida esperada. Los pesos se modifican según el error que hay entre la salida real y la salida esperada.
2. **Aprendizaje no supervisado:** en este caso no hay información sobre la salida esperada, por lo que los pesos se adaptan según la relación que hay entre los datos de entrada.
3. **Aprendizaje reforzado:** se sitúa entre los dos casos anteriores, porque se le presenta a la red un conjunto de patrones de entrada y se le indica si la salida obtenida es correcta o no.

El aprendizaje supervisado, es el proceso por el cual un programa informático puede hacer predicciones, basándose en patrones que aprende de forma continua con datos. Esto significa que un programa informático puede adaptarse a situaciones nuevas mediante la creación automática

de modelos analíticos (Navarro Moreno, 2019). Este tipo de aprendizaje es el que se utilizó en el desarrollo del entrenamiento del presente trabajo.

Propiedades para la creación de la red neuronal

Algoritmo de entrenamiento

A diferencia de los algoritmos que siguen instrucciones establecidas de antemano, las redes neuronales artificiales requieren ser entrenadas previamente. Esto implica que se presentan ejemplos a la red en su capa de entrada y ella misma se ajusta utilizando alguna regla de aprendizaje. Existen diferentes tipos de algoritmos de entrenamiento y el seleccionado fue el de Levenberg-Marquardt.

Función de entrenamiento de redes neuronales que actualiza los valores de peso y sesgo de acuerdo con la optimización Levenberg-Marquardt, es un algoritmo de retro propagación, además que en la paquetería de toolbox de Matlab es el más rápido, y por ello se recomienda como el algoritmo supervisado más idóneo (The MathWorks, 2023).

Función de rendimiento

Un criterio que se considera parte de la arquitectura de la red es el error, para esta investigación se seleccionó el error del MSE, esto es, la función de rendimiento de error normalizado cuadrático medio de entrenamiento se refiere a la media de las diferencias al cuadrado entre las salidas obtenidas y los objetivos deseados. Si el valor del error tiende hacia cero, significa que el error es más pequeño, y un valor de cero indica que no hay error entre las salidas y los objetivos buscados (The MathWorks, 2023).

El parámetro de regularización puede ser ajustado entre 0 y 1. A mayor valor de regularización, se incluirán más pesos y sesgos al cuadrado en el cálculo del rendimiento en relación con los errores. El valor predeterminado es 0, lo que indica que no se aplica regularización.

La opción de normalización puede ser configurada en tres valores diferentes: none (por defecto), standard y percent. La opción standard, normaliza los errores entre -2 y 2, mientras que percent, los normaliza entre -1 y 1. Esta funcionalidad es especialmente útil en redes con salidas de varios elementos, ya que garantiza que la precisión relativa de los elementos de salida con diferentes intervalos de valores objetivo se trate de manera equitativa, en lugar de priorizar la precisión del elemento con el intervalo de valores objetivo más amplio (The MathWorks, 2023).

La fórmula del MSE es la siguiente (Báez Sentíes, 2023):

$$mse = \frac{1}{Q} \sum_{k=1}^Q e(k)^2 = \frac{1}{Q} \sum_{k=1}^Q (t(k) - a(k))^2 = \frac{SSE}{Q} \dots (2.6)$$

Donde:

$t(k)$ = resultado actual en el tiempo k

$a(k)$ = pronóstico de valor en el tiempo k

SSE= la suma del error cuadrático

Función de transferencia / activación

Usualmente, la señal de salida es procesada mediante una función de activación con el fin de generar la señal de salida de la neurona. La función de activación puede ser una función lineal, una función umbral o una función no lineal que imita de manera más precisa las características de transferencia no lineales encontradas en las neuronas biológicas (The MathWorks, 2023).

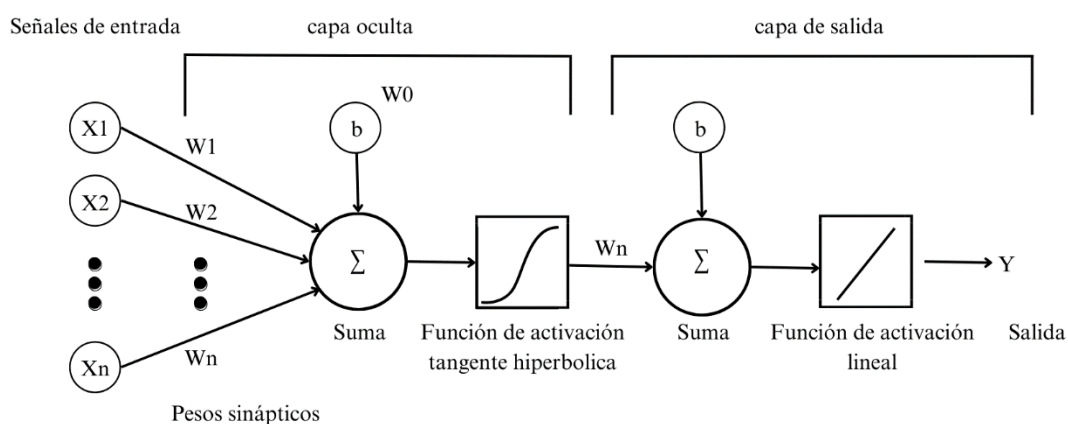
Las funciones de activación más usuales son:

- Identidad
- Escalón
- Lineal a tramos
- Tangente hiperbólica
- Sigmoidal

En el caso de redes de múltiples capas, es posible aplicar dos funciones de transferencia distintos uno por cada capa como se muestra en el siguiente ejemplo de la Figura 9 donde en la capa oculta se utiliza la función de transferencia $a=\tanh$ para tangente hiperbólica y en la capa de salida se utiliza $a=\text{purelin}$ para lineal (The MathWorks, 2023).

Figura 9

Red de dos capas tangente hiperbólica y lineal. Fuente adaptada de (The MathWoks, 2023)



Este sistema puede ser utilizado como un estimador de funciones en general. Tiene la capacidad de aproximarse de forma flexible a cualquier tipo de función que presente un número limitado de discontinuidades, siempre y cuando se cuente con un número adecuado de neuronas en la capa oculta.

La función hiperbólica es una opción popular en la actualidad como función de activación, debido a que ofrece una transición suave entre valores a partir de un umbral. Esta función presenta una convergencia más lenta hacia los valores -1 y 1 antes y después de la transición en el umbral (Luna Perejón, 2020).

La función de transferencia tangente hiperbólica se puede representar gráficamente como su nombre lo indica en una curva sigmoideal. En Matlab la función se representa como $a = \tanh(x)$. La ecuación matemática de la función tangente hiperbólica es la siguiente:

$$a = \tanh(x) = \frac{2}{(1+e^{-2x})} - 1 \dots (2.7)$$

Otra de las funciones selecciona fue la función de transferencia lineal, para la capa de salida de la red, dando buenos resultados igualmente como es la función hiperbólica. El comando que se utiliza en Matlab para la transferencia lineal es `purelin`.

La Función de Unidad Lineal Rectificada fue introducida como una alternativa a las funciones de activación como la sigmoide y la tangente hiperbólica, que presentaban limitaciones al conectar neuronas en varias capas. El fenómeno del "Desvanecimiento del gradiente" dificultaba el aprendizaje de un conjunto de datos en la red neuronal. Sin embargo, la implementación de la función lineal en un estudio realizado por Hahnloser y colaboradores en 2000 mostró que esta función mitigaba significativamente este problema, lo que permitió un avance significativo en el potencial de las redes neuronales. Este avance se convirtió en un hito en el desarrollo del aprendizaje profundo, o Deep Learning, gracias a su aplicación en redes convolucionales (Luna Perejón, 2020).

Gráficamente se puede representar como una línea recta y su representación matemática se puede expresar como:

$$a = \text{purelin}(x) = x \dots (2.8)$$

Entrenamiento de redes neuronales

Posteriormente que se seleccionaron las propiedades de la red neuronal, esta debe ser entrenada, calibrada y validada de la cual se obtienen resultados estables que son de utilidad para predicciones (Baena Salazar, Jiménez, Zapata, & Ramírez Cardona, 2019).

Necesitamos una manera de medir el rendimiento de la red y esto es posible gracias al entrenamiento, que es una de las primeras cosas que hay que hacer. La función que se podría usar para medir el rendimiento es el número de aciertos dividido por el número de elementos en el conjunto de entrenamiento, a la que se denomina exactitud. La meta sería modificar los parámetros w (pesos) y b para lograr la mayor exactitud posible (E. Repetur, 2019).

La red requiere una base de datos para su entrenamiento, cuando una neurona de la red recibe información de otra neurona y la procesa se genera una conexión. Cada conexión entre las unidades de la red tiene un peso que representa la información que usan las unidades para resolver un problema específico (Sabry, 2022).

La red neuronal mediante su entrenamiento ajusta sus parámetros para minimizar la diferencia entre la salida calculada y la salida real. Además, tienen la capacidad de adaptarse y ajustarse a medida que se reciben nuevos datos. Esto les permite mejorar la precisión de las predicciones a medida que se dispone de más información (Quispe Mamani, 2022).

El entrenamiento de la red consiste en estimar los parámetros mediante los siguientes pasos:

1. Se introducen las observaciones a la red y se obtienen los valores de salida usando los pesos actuales.
2. Se miden los errores comparando los resultados obtenidos con los resultados esperados.
3. El error se propaga por la red y los pesos se modifican para reducir el error.

Las redes neuronales artificiales pueden ser consideradas como un grupo estructurado de unidades de procesamiento simples y flexibles, las cuales, a través de un proceso de entrenamiento utilizando ejemplos, almacenan y ofrecen conocimiento empírico para su utilización (Martínez Noriega, 2021).

Para el entrenamiento de las redes, en Matlab se ofrece la herramienta de `trainlm` que permite entrenar la red utilizando vectores de validación y de prueba. Los vectores de validación se utilizan para detener el entrenamiento si el rendimiento de la red en estos vectores no muestra mejora o se mantiene constante durante un número determinado de iteraciones. Por otro lado, los vectores de prueba se usan para verificar que la red esté generalizando correctamente, sin afectar al proceso de entrenamiento (The MathWorks, 2023).

Datos de validación y prueba

Los algoritmos de las redes neuronales artificiales que son un subconjunto de Deep Learning se nutren de la información proporcionada durante su entrenamiento para identificar patrones que les permitan realizar predicciones precisas en nuevos casos. Sin embargo, es necesario evaluar la efectividad de estos modelos mediante la prueba con un conjunto de datos independiente. Para ello, en el ámbito del aprendizaje automático, es común dividir los datos en dos conjuntos: uno de entrenamiento y otro de prueba y validación (Recuerdo de los Santos, 2022).

Es posible variar los porcentajes de los datos utilizados, según se vayan obteniendo los mejores resultados en la implementación de la red neuronal es como se determina la mejor combinación de estos. (Incio Flores, Capuñay Sánchez, & Estela Urbina, 2023). Estos tres aspectos son utilizados en Matlab en la fase de entrenamiento de las redes neuronales.

Los datos de entrenamiento, también conocidos como "training data", son aquellos utilizados para entrenar un modelo. La efectividad de un modelo de aprendizaje automático está íntimamente ligada a la calidad de los datos empleados en su entrenamiento. Como resultado, la limpieza, depuración de los datos representa una parte significativa del tiempo dedicado por los científicos de datos en sus tareas (Recuerdo de los Santos, 2022). Los datos de la red que son introducidos en este rubro se adaptan en función de su margen de error (The MathWorks, 2023).

Se recomienda utilizar un porcentaje de datos que va entre el 70% y 80%, además que este es el rango permitido de selección de Matlab.

Los datos de validación y prueba son aquellos que se utilizan para evaluar la eficacia de un modelo generado a partir de los datos de entrenamiento. Estos datos se reservan para comprobar la precisión de las predicciones realizadas por el modelo en casos desconocidos. Es fundamental que el conjunto de datos de prueba sea lo suficientemente grande para obtener resultados estadísticamente significativos y al mismo tiempo representativo de la totalidad de los datos utilizados en el estudio (Recuerdo de los Santos, 2022). La validación se emplea para evaluar la capacidad de adaptación de la red para adaptarse a diferentes situaciones y para finalizar el proceso de entrenamiento cuando se determina que la mejora en la generalización ha llegado a su límite ya no se observan mejoras. La función principal de esta medida es evaluar el desempeño de la red de manera objetiva tanto durante como después del entrenamiento (The MathWoks, 2023). Los factores de prueba no influyen en la formación y, por lo tanto, ofrecen una evaluación imparcial del desempeño de la red durante y después del proceso de entrenamiento. Se considera como mínimo rango de utilizar el 5% hasta el 25% de los datos, como es el caso de la validación, y entre ambos una suma total que no exceda del 30% de los datos para evitar el sobreajuste de estos. (The MathWoks, 2023).

El sobreajuste se produce cuando un modelo de machine learning ha sido entrenado en exceso, lo que resulta en un ajuste demasiado preciso a los datos de entrenamiento. Como consecuencia, el modelo pierde su capacidad predictiva general y no es capaz de generalizar a otros conjuntos de datos. Esta situación se debe a la presencia inherente de error e imprecisión en los datos, y tratar de ajustarse excesivamente a ellos puede resultar en una complejidad innecesaria

y una pérdida de utilidad del modelo. Un ejemplo ilustrativo ayudará a comprender mejor este concepto (Recuerdo de los Santos, 2022).

Predicción de demanda

La demanda de un producto se refiere a la cantidad total que un grupo de compradores específico compraría de ese producto en un periodo de tiempo establecido y bajo unas condiciones de entorno y esfuerzo comercial dados. La predicción es expresar una opinión sobre el valor futuro de una variable de interés, basada ya sea en el análisis de datos históricos disponibles, en el criterio de expertos en el tema o en una combinación de ambos (Chicaiza Ipiales, 2019).

Las empresas necesitan predecir la demanda de productos de sus clientes para poder abastecerse de forma eficiente y evitar el desperdicio de recursos. Esto les da una ventaja competitiva y les permite una mejor gestión de la cadena de suministros. La predicción es especialmente importante para los pequeños negocios, que son más vulnerables a las decisiones inadecuadas y al cierre de sus operaciones (Chicaiza Ipiales, 2019).

Pavón Valencia menciona que, en una empresa, las predicciones son de gran importancia para la planificación, organización y el control de los procesos y para el desarrollo de tal modelo es necesario considerar la línea temporal de las variables que se consideran como entradas. Finalmente, los resultados que se obtienen del modelo que se utilice son de importante valor para el desarrollo de la empresa, así como en sus departamentos (Pavón Valencia, 2019).

Predicciones basadas en redes neuronales artificiales

El uso de redes neuronales en la predicción de la demanda en la industria textil es una estrategia innovadora debido a la complejidad y la volatilidad de este mercado. Las redes neuronales, que simulando el funcionamiento del cerebro humano, permiten procesar grandes

cantidades de datos simultáneamente y identificar patrones complejos, son una herramienta poderosa para analizar y predecir la demanda en esta industria. Su capacidad para detectar relaciones no lineales entre las variables, adaptarse a los cambios en el entorno y ofrecer una visión detallada de los factores que influyen en la demanda, permite a las empresas obtener estimaciones precisas y confiables, optimizar la gestión de inventario, planificar la producción eficientemente y responder rápidamente a las fluctuaciones del mercado. En definitiva, el uso de redes neuronales en la toma de decisiones en la industria textil para predecir la demanda es fundamental para mejorar la competitividad y maximizar los beneficios.

Los resultados de una investigación elaborada por Perdigón Llanes y González Benítez, donde se compararon diferentes técnicas de inteligencia artificial para problemas de predicciones, concluyen que las técnicas basadas en redes neuronales artificiales son las más adecuadas, según los criterios de manejo de incertidumbre y precisión de resultados. Por lo tanto, se sugieren las redes neuronales para la ayuda a la toma de decisiones y propone como futuras líneas de investigación evaluar el desempeño de su eficacia predictiva (Perdigón Llanes & González Benítez, 2021).

El uso de redes neuronales artificiales permite prever el comportamiento de una problemática con excelentes resultados con un número amplio de variables. Para un resultado más eficaz se requiere obtener la mayor cantidad de muestras para generar las variables de entrada de la red (Cejudo, y otros, 2021).

Actualmente, la previsión de la demanda se realiza con técnicas basadas en métodos estadísticos, pero la información obtenida es defectuosa y, por tanto, en detrimento de los beneficios de las empresas. En este contexto, Rubén Marcos (Laura Huaita, 2020) menciona que

las redes neuronales artificiales aparecen como una herramienta eficaz para solucionar los problemas planteados, generando pronósticos precisos.

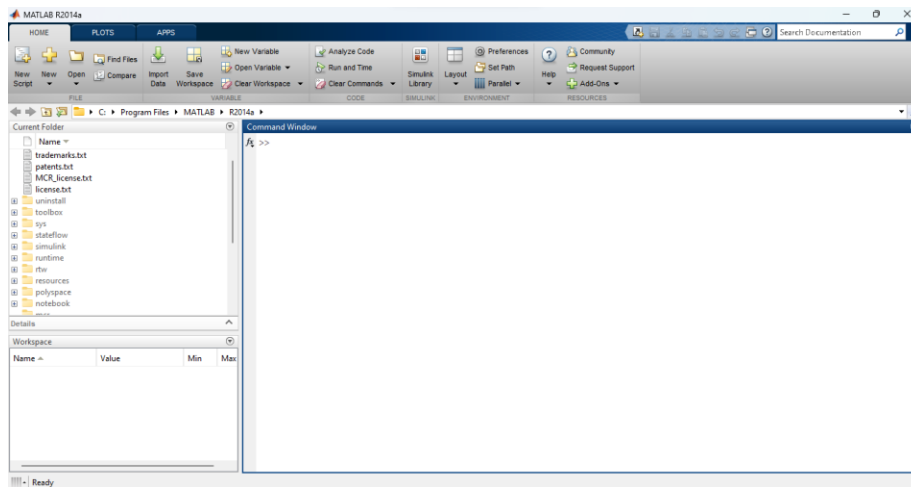
El uso de las redes neuronales artificiales para la solución a problemas de predicciones se ha utilizado en diversos temas como la demanda de una empresa, la contaminación en polvos urbanos (Cejudo, y otros, 2021), secado de granos (Rojas Montero, Solís Ramírez, & Casanova Treto, 2022), eventos críticos de PM2.5 (Baena Salazar, Jiménez, Zapata, & Ramírez Cardona, 2019), asignaturas (Terán Villanueva, y otros, 2019), temas de educación (Terán Villanueva, y otros, 2019) y emisiones de CO y HC en motores (Contreras Urgilés, León Japa, & Maldonado Ortega, 2020). Dando en todos los casos resultados bastante alentadores y de gran utilidad.

Matlab

Miles de profesionales en ingeniería y ciencia de todo el mundo emplean Matlab véase Figura 10, para analizar y diseñar sistemas y productos que revolucionan nuestra sociedad. El lenguaje basado en matrices de Matlab es la forma más intuitiva de expresar matemáticas computacionales. Además, la herramienta cuenta con gráficos integrados que facilitan la visualización de datos y la obtención de información relevante. El entorno de trabajo invita a la experimentación, exploración y descubrimiento. Cabe mencionar que todas las funciones y herramientas han sido sometidas a rigurosas pruebas y han sido diseñadas para trabajar de manera complementaria (The MathWorks, 2023).

Figura 10

Interfaz de Matlab (The MathWorks, 2023)



El código puede integrarse con otros lenguajes de programación, lo que facilita el despliegue de algoritmos y aplicaciones en sistemas web, empresariales o de producción.

Matlab es una plataforma de programación y cálculo numérico que utilizan millones de científicos e ingenieros para explorar datos, crear algoritmos y modelar sistemas. Cuenta con un script que permite ejecutar el programa Matlab en sistemas operativos Microsoft Windows. Antes de iniciar la ejecución de Matlab, el script prepara el entorno de ejecución mediante:

- Identificación de la carpeta principal de Matlab.
- Identificación de la configuración de la computadora donde se instalará el programa.
- Procesamiento selectivo de opciones de línea de comando y el resto pasado a Matlab.
- Definición de ciertas variables de entorno de Matlab.

Hay dos formas de controlar el funcionamiento de Matlab:

- Indicando opciones de línea de comando.
- Definiendo variables de entorno antes de llamar al script.

Los modelos de redes neuronales se basan en una serie de capas que imitan la forma en que el cerebro procesa la información. Los clasificadores de redes neuronales que ofrece Statistics and Machine Learning Toolbox™ de Matlab, son redes neuronales predictivas conectadas entre sí, en las que puede modificar el tamaño de las capas intermedias y cambiar las funciones de activación de cada una (The MathWorks, 2023).

Al implementar la metodología de redes neuronales artificiales para la predicción de la demanda, empleando la herramienta de Matlab, se ha demostrado la calidad de los resultados obtenidos, alcanzando un error cuadrático mínimo, mejor rendimiento, por lo cual se establece que son de gran utilidad para asistir la toma de decisiones (Lorente Leyva, 2019).

Para la creación de una nueva red en Matlab es necesario ya tener determinadas los datos de la matriz a trabajar y asignarles una variable para poder agregarlos al espacio de trabajo. Una vez teniendo las variables requeridas se procede a utilizar la caja de herramientas que ofrece Matlab.

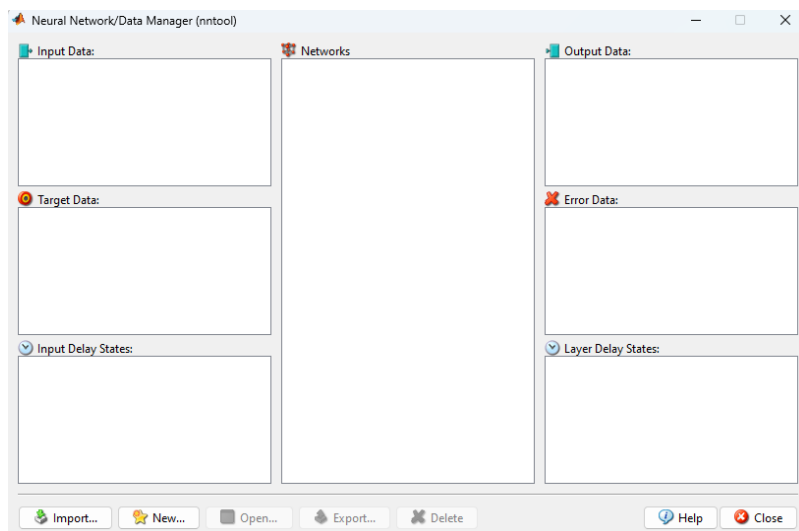
La Caja de herramientas de redes neuronales llamada Neural Network Toolbox, es la herramienta del programa de Matlab que permite crear, entrenar y simular redes neuronales, ofrece opciones como aproximación de funciones y regresión no lineal la cual desarrolla un modelo de red neuronal con el propósito de encontrar patrones y generalizar las relaciones no lineales existentes entre las entradas y las salidas de los ejemplos proporcionados. Entre otras funciones que ofrece se encuentran la de administrador de red abierta y la de inicio de la red neuronal, las cuales se utilizaron en el presente trabajo para la creación, entrenamiento y validación de las redes, estas son `nntool` y `nnstart` respectivamente.

Administrador de red abierta / datos (Open Network/Data Manager, `nntool`) Figura 11, te brinda acceso a la ventana del Administrador de redes/datos, donde puedes realizar diversas

funciones como importar, crear, utilizar y exportar redes neuronales y datos (The MathWoks, 2023).

Figura 11

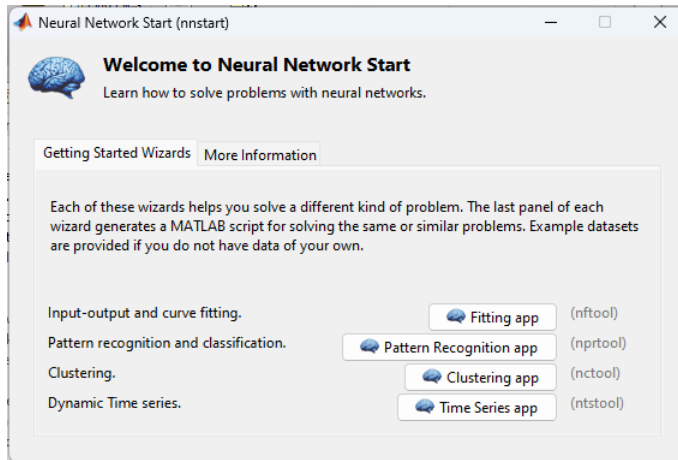
Herramienta nntool (The MathWoks, 2023)



Inicio de la red neuronal en la opción Neural network getting started, de la herramienta nnstart, ver Figura 12, es una herramienta que ofrece una interfaz gráfica donde se pueden encontrar distintos botones para configurar redes neuronales, realizar reconocimiento de patrones, agrupamiento y asistentes para series temporales. Además, en esta ventana se encuentran enlaces a listas de conjuntos de datos, ejemplos y otro tipo de información útil para comenzar a utilizar la herramienta (The MathWoks, 2023).

Figura 12

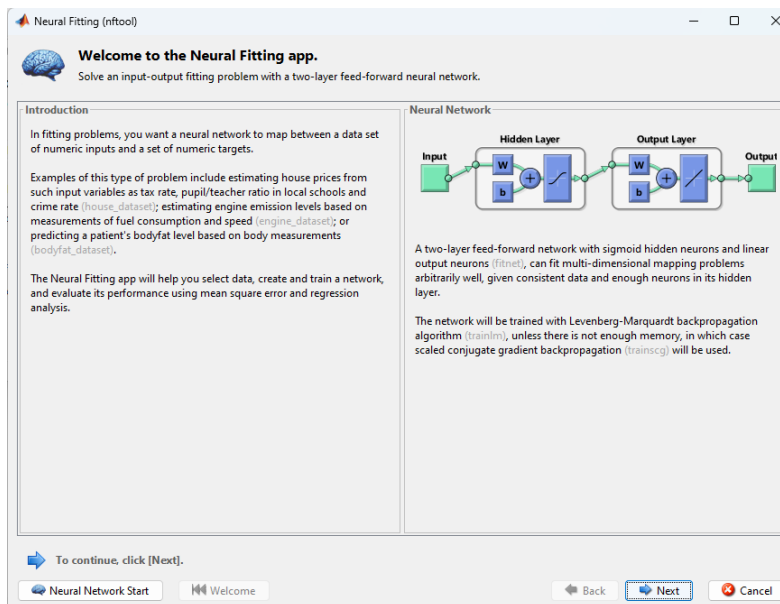
Herramienta *nnstart* (The MathWorks, 2023)



En las aplicaciones que ofrece *nnstart* se puede localizar la *fitting app*, la cual emplea *neural network fitting tool* (*nftool*) es una herramienta de ajuste de redes neuronales, inicia la interfaz gráfica de usuario (GUI) como se muestra en la Figura 13.

Figura 13

Herramienta *nftool* (The MathWorks, 2023)



El software de Matlab en la herramienta de nntool ofrece la estructura de red neuronal tipo retro propagación como predeterminado, este se puede observar en la figura, en la herramienta de nntool ofrece un menú de 19 tipos de redes disponibles, entre ellos la de retro propagación.

En la fase de entrenamiento de las redes en Matlab se realiza de forma práctica en el cual es posible observar cuanto se obtiene de errores de clasificación que en la mayoría de los casos es mínimo, y así definir cual red neuronal es la óptima para la resolución de problemas (Contreras Urgilés, León Japa, & Maldonado Ortega, 2020).

ProModel

Una de las principales ventajas de ProModel es que brinda a los ingenieros y gerentes la oportunidad de probar nuevas ideas de diseño o mejora del sistema antes de invertir tiempo y recursos en la construcción o modificación del sistema real. Se centra en aspectos cruciales como el uso de recursos, la capacidad de producción, la productividad y los niveles de inventario. Al modelar los componentes importantes de un sistema de producción, como el uso de recursos, la capacidad del sistema y los programas de producción, se pueden experimentar diferentes estrategias de operación.

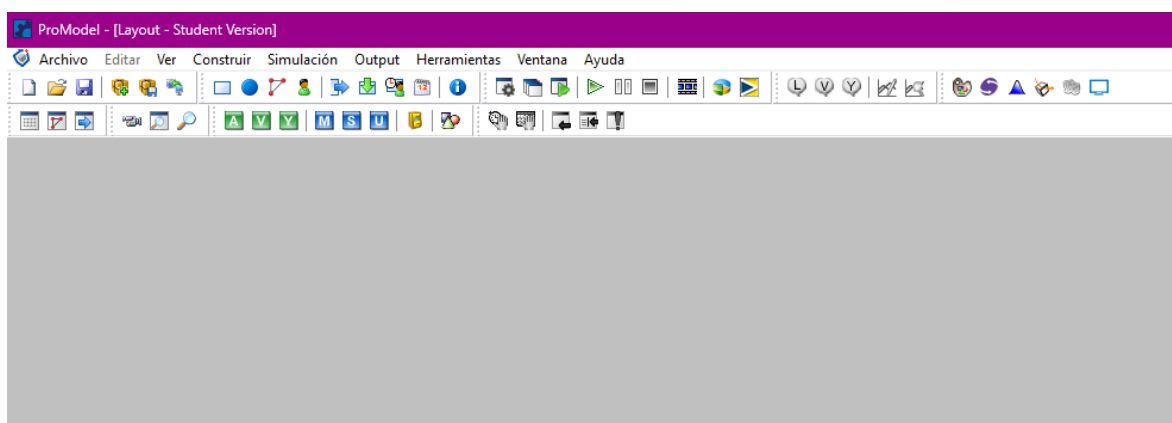
ProModel se especializa en la simulación de sistemas de fabricación de objetos discretos, como líneas de montaje y tiendas de empleo, aunque también puede modelar industrias de procesos que transforman materiales a granel en unidades discretas, como galones o barriles. Está diseñado para sistemas en los que los eventos ocurren en momentos específicos del tiempo.

Entre las aplicaciones habituales de ProModel se incluyen líneas de montaje, tiendas de empleo, líneas de transferencia, sistemas de fabricación flexibles y la logística en la cadena de suministros. Además, su uso no requiere conocimientos de programación, ya que cuenta con

estructuras de modelado predefinidas y una interfaz gráfica de usuario intuitiva. Solo es necesario definir cómo funciona el sistema específico, especialmente en términos de flujo de objetos y lógica de operación. El software también ofrece verificaciones automáticas de errores y consistencia para garantizar que cada modelo esté completo antes de la simulación. Durante la simulación, se muestra una representación animada del sistema en pantalla, y al final se recopilan y representan gráficamente medidas, la interfaz se puede observar en la Figura 14 (Corporation, 2024).

Figura 14

Interfaz ProModel 2016 (Corporation, 2024)



Visualización de estadísticas en pantalla

El uso eficaz de las estadísticas confiere significado y credibilidad a los modelos de simulación. Esta sección está diseñada para mostrar formas de mostrar estadísticas en pantalla mientras se ejecuta la simulación. También proporciona ejemplos que puede incorporar a cualquier modelo.

Mostrar estadísticas en pantalla es valioso para agregar claridad al modelo, además de proporcionar una manera de realizar un seguimiento de lo que sucede en el modelo. La técnica utilizada para mostrar estadísticas es definir variables dentro de su modelo, realizar ciertas

funciones en esas variables (por ejemplo, suma, resta, etc.) y luego mostrar esas variables en la pantalla.

ProModel define variables como símbolos (por ejemplo, x, y y) que contienen valores numéricos. Se definen en la tabla de edición de Variables. Al definir variables, debe incluir la siguiente información:

- Nombre (puede ser una combinación alfanumérica)
- Tipo (real o entero)
- Valor inicial (puede ser cualquier valor)

Después de definir una variable, puede mostrarla en cualquier lugar de la pantalla de diseño simplemente haciendo clic con el ratón en la posición deseada con la variable resaltada en la tabla de edición (Corporation, 2024).

Muestreo no probalilistico

El muestreo no probabilístico es una técnica de selección de la muestra en la que los elementos de la población no tienen una probabilidad conocida de ser seleccionados. En este tipo de muestreo, el investigador selecciona los elementos de la muestra de manera subjetiva, basándose en su criterio, conveniencia o disponibilidad.

El muestreo no probabilístico consta de diferentes modalidades: conveniencia, intencional, por cuota y bola de nieve. Cada método de muestreo presenta ventajas y limitaciones propias; sin embargo, la elección del más adecuado depende de los responsables del estudio, ya que estas decisiones implican juicios subjetivos (Hernández Gonzales, 2021). Tipos de muestreo:

- Muestreo por conveniencia implica la selección de la muestra según la conveniencia del investigador, permitiendo una elección arbitraria del número de participantes en el estudio.
- El muestreo intencional implica la selección de participantes siguiendo criterios establecidos por expertos.
- En la selección por cuotas, se busca representar subgrupos que reflejen de manera fiel la población de interés.
- En el método de bolas de nieve, los primeros participantes son seleccionados de forma probabilística o no probabilística, y a su vez, son ellos quienes sugieren otros participantes que podrían ser incluidos en el estudio.

El tipo de muestreo elegido para este proyecto, ya que se adapta mejor a sus requerimientos, es el muestreo por conveniencia, el cual también es conocido como muestreo deliberado debido a que no sigue ningún procedimiento específico para seleccionar la muestra, sino que se elige de manera deliberada y sin razón aparente (Lerma Meza, y otros, 2021).

Capítulo 3. Metodología

Fase 1. Analisis

Recolección y organización de datos de la demanda

Es de gran importancia el conocimiento sobre la demanda de determinados productos de una empresa, ya que esta información servirá de base para la aplicación de sistemas predictivos, como son los modelos de redes neuronales por su gran potencial ya que genera menos errores tanto en el absoluto como en el cuadrático medio (Rivero Albarrán, 2022).

El tipo de muestra que se utiliza es por conveniencia ya que solo se consideran los productos que cumplen estrictamente con la condición de ser camisas de tipo mezclilla u oxford de todo un año de ventas, los demás productos se omiten en esta investigación.

El proceso completo para generar la recolección de la información y posteriormente la base de datos se muestra en la Figura 15.

Figura 15

Diagrama de recolección de datos



Definición de las variables

Las variables son elementos fundamentales en cualquier proceso investigativo, ya que pueden actuar tanto como causa como efecto. Estas se identifican al definir el problema y pueden adquirir distintos valores dentro de un rango determinado. Una variable es un objeto con identidad que puede variar en función de las condiciones que se presenten en su entorno (Espinoza Freire, 2022).

Es necesario definir las variables en un proyecto porque son elementos fundamentales que nos ayudan a entender y medir diferentes aspectos de este. Al definir las variables, podemos establecer qué aspectos específicos del proyecto estamos analizando y cómo vamos a medirlos. Esto nos permite tener una visión clara de lo que queremos lograr y cómo vamos a medir nuestro progreso hacia ese objetivo. Además, al definir las variables, podemos establecer objetivos y metas específicas que nos permitan evaluar el éxito del proyecto y realizar ajustes si es necesario.

(Espinoza Freire, 2022). Estas variables están basadas en las especificaciones de las prendas de interés.

Creación de base de datos según los históricos

Una vez identificadas las variables, se procede a diseñar la estructura de la base de datos. Esto implica determinar cómo se van a organizar los datos, qué relaciones existen entre las diferentes entidades y cómo se van a establecer dichas relaciones.

A continuación, se procede a crear las tablas correspondientes según fueran la demanda total del año, demanda solo tipo mezclilla y demanda tipo oxford, las cuales se llevaron a cabo en el software de Excel y se establecen las relaciones entre ellas de acuerdo con el diseño previamente realizado. Es importante verificar que los datos se ajusten a la estructura definida y que no existan errores en la importación. Por lo tanto, se realizan varias revisiones a la misma.

Análisis de la información de la demanda

Para realizar el análisis estadístico de la información de la demanda total se utilizó el software ProModel, un simulador de animación y desarrollo para crear modelos de simulación, los cuales los optimiza y así encuentra valores importantes de los parámetros de ese modelo.

Empleando su herramienta Stat fit, el cual es una herramienta que, a los datos de entrada y salida de la simulación, ajusta sus curvas y analiza estadísticamente.

Se introdujo a Stat fit la información de la demanda, estos fueron los totales de la sumatoria por mes de cada tipo de tela y el total de ambos como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1

Totales de demanda por mes y categoría

MES	OXFORD	MEZCLILLA	TOTAL
ENERO	312	119	431
FEBRERO	150	226	376
MARZO	1308	478	1786
ABRIL	669	342	1011
MAYO	1335	795	2130
JUNIO	1005	723	1728
JULIO	333	6	339
AGOSTO	1771	1290	3061
SEPTIEMBRE	1353	147	1500
OCTUBRE	1358	103	1461
NOVIEMBRE	1223	745	1968
DICIEMBRE	376	169	545

Fase 2. Diseño

Determinación de parámetros para crear variables en Matlab

Valores de entrada y salida

A partir de la base de datos se extrajeron únicamente los valores de los totales de cada variable por mes y posteriormente estos resultados se ingresaron a nuevas tablas las cuales se nombraron de concentrado demanda total, demanda mezclilla y demanda oxford. Tal información es necesaria para determinar la matriz general de entrada a la red neuronal y el vector de salida. Esta información se emplea en la elaboración de la red neuronal en el software de Matlab que más adelante se define.

Creación de redes neuronales en Matlab

Para la creación de una nueva red en Matlab es necesario ya tener determinadas los datos de la red y para introducirlos al software es necesario asignarles una variable las cuales fueron

nombradas “x” a las entradas y “y” a la salida esperada. Tanto la matriz de entrada como el vector de salida se transpusieron para facilitar las operaciones que se realizan dentro de la red. Una vez teniendo las variables requeridas se procede a agregarlos al espacio de trabajo en Matlab y posteriormente se utiliza la caja de herramientas que se crea conveniente ya sea nnsatart como en la Figura 16 o nntool en la Figura 17 para la creación de las redes.

Ya estando en la herramienta seleccionada se elige la variable que será de entrada y la de salida.

Figura 16

Selección de datos en nnstart

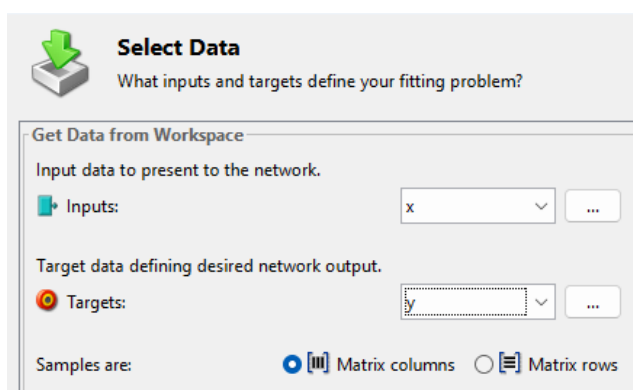
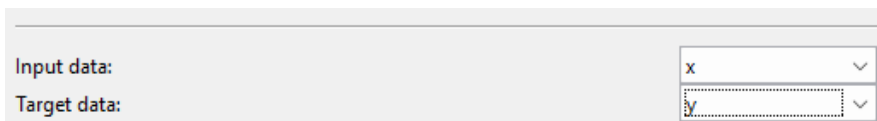


Figura 17

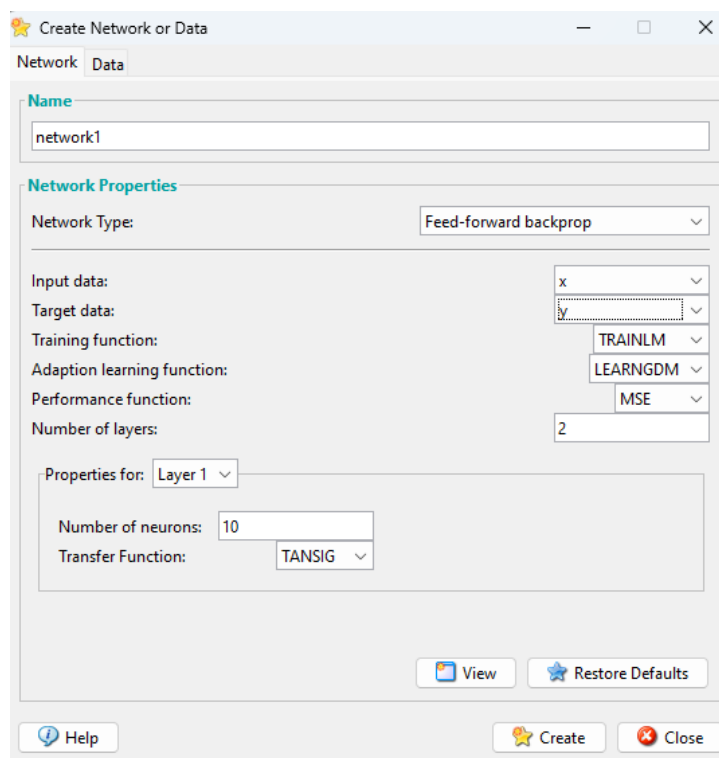
Selección de datos en nntool



Posteriormente se determinaron los parámetros para crear la red como son el algoritmo de aprendizaje, función de entrenamiento, función de actuación, función de transferencia como se observa en la Figura 18.

Figura 18

Pestaña de nntool para selección de parámetros para la creación de la red en nntool



Capa oculta y de salida

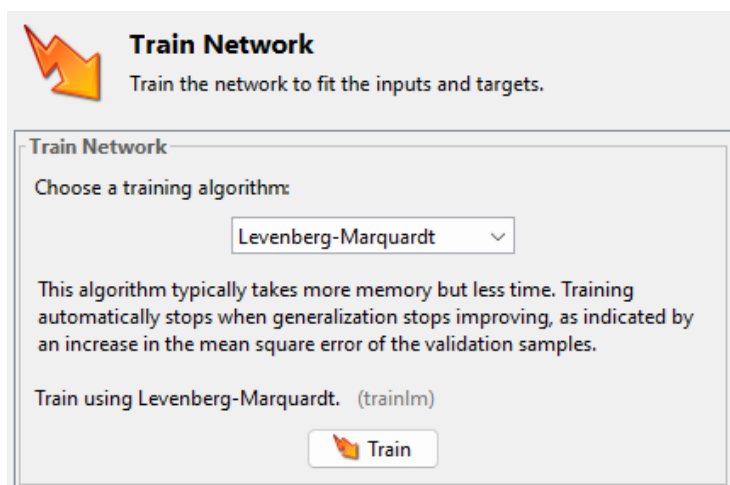
Para las propiedades de las capas se ofrece modificar dos capas que son la oculta y la de salida. Para la primera capa oculta da opción de elegir el número de neuronas y la función de transferencia en cambio en la capa de salida no es posible modificar estos aspectos, sino viene por defecto según la herramienta que se utiliza para la creación de la red ya sea nnstart o nntool.

Entrenamiento de las redes neuronales

Ya definidas las variables, se crea una red neuronal con las propiedades antes mencionadas, la cual se procede a entrenar. Se realizaron tres diferentes redes, una de la demanda total, así como de los diferentes tipos de tela que son mezclilla y oxford. Se utilizó la opción de train network para realizar el entrenamiento véase Figura 19.

Figura 19

Train Network de Matlab



Conjuntos de entrenamiento, validación y prueba

Para el proceso del entrenamiento se realiza una segmentación de los datos empleados en tres conjuntos que son entrenamiento, validación y prueba, ya que facilita la creación del modelo a partir de los datos de entrenamiento y la posterior evaluación de su eficacia utilizando los datos reservados para pruebas. La eficacia de cualquier modelo de aprendizaje automático está estrechamente ligada a la calidad de los datos utilizados en su creación, por lo tanto, es esencial prestar atención a este aspecto y garantizar un equilibrio adecuado entre sesgo y variabilidad (Recuerdo de los Santos, 2022).

Los porcentajes de los datos para cada conjunto se seleccionaron según los resultados de los entrenamientos, para esto se tienen 12 posibles combinaciones y se determinan cuáles serán los más precisos, esto se puede determinar con un resultado de correlación total lo más próximo a 1 entre los datos reales y entrenados.

Arquitectura de redes neuronales

Después de seleccionar los parámetros de las redes y realizar el entrenamiento de las mismas es posible determinar la arquitectura mas adecuada para las mismas, esto a partir de los resultados de la correlación total final entre los valores reales y los valores entrenados.

Creación de redes neuronales artificiales en Excel

Se considero que, para el beneficio de la empresa, sería más útil y practico tener el modelo de predicción de la demanda en una aplicación fácil de utilizar en dispositivos móviles, para poder realizar la creación de esta aplicación se determinó elaborar las redes neuronales que servirían como base en el software de Excel.

Una vez obtenidos los pesos idóneos de la matriz y las bias que se consideran como los coeficientes que se obtuvieron de las redes neuronales en Matlab tanto de la demanda total, demanda de oxford y demanda de mezcilla se procedió a elaborar en Excel las operaciones matemáticas necesarias para la elaboración de la red neuronal, estas operaciones se guían por la configuración de cada red.

Fase 3. Implementación

Elaboración de red neuronal artificial en aplicación de dispositivo móvil

Como se había mencionado anteriormente se toma de la decisión de elaborar una aplicación para dispositivos móviles ya que se tiene una idea clara de la funcionalidad y objetivo de esta.

Para la creación de la aplicación se debe diseñar la interfaz de usuario, así como un menú de opciones para visualización. Posteriormente desarrollar el código de la aplicación utilizando un lenguaje de programación específico, realizar pruebas exhaustivas para asegurarse de que la aplicación funciona correctamente y cumple con los requerimientos establecidos.

Fase 4. Operación

En esta fase se presentan los resultados obtenidos a partir de las redes neuronales artificiales realizadas, los cuales fueron analizados y comparados con la información de la demanda real. Se abordarán los hallazgos más relevantes, ya que con la comparación con datos reales permitirá destacar las contribuciones originales de este trabajo y su relevancia en el contexto actual para la empresa textil.

Capítulo 4. Implementacion de la metodologia

Fase 1. Analisis

Recolección y organización de datos de la demanda

La metodología de trabajo implementada por la empresa da inicio en la recepción de la orden de compra proveniente del cliente, la cual se elabora desde la plataforma del portal de proveedores, por lo tanto, se considera que es el punto de partida para la recolección de datos. Para el presente trabajo solo se consideraron dos clientes en específico ya que son los de mayor relevancia para la empresa en cuestión.

Ingresando al portal de proveedores en la sección de órdenes, se seleccionan los criterios de estatus con la opción de todos y el criterio de fecha donde de preferencia se selecciona todo el mes de interés para que sea posible visualizar todas las órdenes, en los criterios de sociedad y organización se quedan en blanco.

En la parte de debajo de la pantalla es posible visualizar información de las ordenes como número de folio, fechas en que se realizó la orden, tipo, sociedad, centro y estatus. Aparecen las ordenes enumeradas según la fecha en que se realizaron, como se muestra en la Figura 20.

Figura 20

Interfaz de portal de proveedores

Estatus:

Todos

Número:

Fecha:

01/03/2022 - 31/03/2022

Sociedad:

Organización:

Centro:

Resultado de la búsqueda

Tipo de Orden: OC = Orden de Compra. OS = Orden de Servicio. OD = Orden por Devolución.

#	☐	Número	Fecha	Tipo	Sociedad	Centro	Estatus
1	☐	1310073289	30/03/2022	STOCK	120	1211	Finalizada
2	☐	3121504179	30/03/2022	STOCK	880	8612	Finalizada
3	☐	1310073061	28/03/2022	STOCK	120	1213	Finalizada

Posteriormente se selecciona el documento requerido, y se procede con la descarga. Una vez descargados los archivos en formato pdf se guardan en carpetas por mes para llevar un mejor control mensual. Ya descargados los archivos se visualizan las órdenes de compra como se muestra en la Figura 21 para verificar que sean de los productos de interés. Además de toda la información acerca del pedido requerido.

Figura 21

Ejemplo de formato de orden de compra

PROVEEDOR / Supplier				ORDEN DE COMPRA / Purchase Order			
TEL RFC EMAIL							
FECHA / DATE Dia Mes Año 05 01 2022		FAVOR DE CITAR ESTE NÚMERO EN SU CORRESPONDENCIA Y MARCARLO EN TODAS LAS CAJAS EMPACADAS Make a reference to this number in any related documentation and marked in all boxes. Favor de facturar según la unidad de medida definida en el pedido. Notificar inmediatamente en caso de que este pedido no se pueda entregar de la manera ya citada.					
FACTURAR A: / Invoice to:				ENTREGAR EN: / Ship to:			
CONDICIONES DE PAGO: / Payment Conditions: 30 días neto /							
COTIZACIÓN NO. / Quotation#		FECHA DE EMBARQUE / Shipping date		LICITACIÓN / Licitaton		TIPO MONEDA / Currency MXN	
PARTIDA Item	CANTIDAD Quantity	UNIDAD Unit	NO. MATERIAL Part Number	DESCRIPCIÓN Description	PRECIO UNITARIO Net Unit Price	TOTAL PARTIDA Total Item	
		Pieza					
		Pieza					
COMPRADOR / Buyer Nombre / Name: Correo / Email: Tel. / Phone: Directo / Direct:			Fecha de creación / Document date: 05/01/2022 Fecha de liberación / Release date: 06/01/2022			Total MXN Pedido autorizado electrónicamente / Electronically Authorized	

Dentro de la orden es posible visualizar la descripción de los productos, una vez localizado el producto de interés se verifica la cantidad, talla, genero, tipo de manga. En algunas ocasiones los clientes no especifican algunos criterios porque ya se tienen establecidos estos, por ejemplo, en la Figura 22 se muestra que se solicita una camisa de 14 oz, este tipo de prenda es de mezclilla y se utiliza comúnmente para trabajos de soldador, de manga larga y género masculino.

Figura 22

Descripción de productos en orden de compra

PARTIDA Item	CANTIDAD Quantity	UNIDAD Unit	NO. MATERIAL Part Numer	DESCRIPCIÓN Description	PRECIO UNITARIO Net Unit Price	TOTAL PARTIDA Total Item
10	15.000	Pieza	100555	CAMISOLA DE MEZCLILLA Fecha de Entrega (D.M.A) / Deliverv Date: 22.04.2022 Solicitante / Requisitioner: Sol. Pedido / Pur. Req.: Cuenta mayor / GL Account: Centro de costo / Cost Center: CAMISOLA DE MEZCLILLA DE 14 OZ. TALLA CANTIDAD MEDIANA 2 GRANDE 8 EXTRA GRANDE 5		

Definición de las variables

Como se había mencionado antes los productos que se registraron para el muestreo fueron camisas de mezclilla y oxford, puesto que son los productos con mayor volumen de venta en la empresa, por lo tanto, las variables se definieron según sus especificaciones, se presentan 14 variables de entrada, considerando entre ellas el mes en que se realizó la orden de compra y el total de prendas vendidas por mes como la variable de salida, las cuales se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2

Variables de entrada y salida

Variable entrada	
X1	Mes
X2	Mezclilla
X3	Oxford
X4	Dama
X5	Caballero
X6	Manga larga
X7	Manga corta
X8	Talla extra chica
X9	Talla chica
X10	Talla mediana
X11	Talla grande
X12	Talla extragrande
X13	Talla doble extragrande
X14	Talla triple extragrande
Variable salida	
y	Unidades vendidas

Creación de base de datos según los históricos

Según la información de la base de datos se obtuvo un tamaño de muestra de 4620 datos. Una vez ingresada toda la información del año completo de estudio, se llevó a cabo la sumatoria total de ventas de cada mes como se muestra en la Tabla 3 que es un extracto de la base de datos en la cual se aprecia del mes de enero, la información completa se encuentra en el apartado de anexos.

Tabla 3

Mes de enero base de datos demanda total

PRODUCTO		GENERO		MANGA		TALLA									Total
Mes	Oxford	Mezclilla		M	H	Larga	Corta	XCH	CH	M	G	XG	XXG	XXXG	
		7.5oz	12oz												
ENERO		8			8	8			8						8
		47			47		47			47					47
		14		14			14				14				14
			20		20	20				20					20
			20		20	20					20				20
			10		10	10						10			10
	50				50		50					50			50
	10				10		10						10		10
	2			2			2	2							2
	15			15			15		15						15
	15			15			15			15					15
	10			10			10				10				10
	10			10			10					10			10
	5			5			5						5		5
	5			5			5							5	5
	50				50	50				50					50
	60				60	60					60				60
	50				50	50						50			50
	30				30	30							30		30
	312	69	50	76	355	248	183	2	23	132	104	120	45	5	431

Según el análisis que se realizó en la empresa, se determinó realizar el estudio de la demanda total anual, así como la separación de esta según el tipo de tela, esto es las prendas de mezclilla y las de tipo oxford. Ya que según sean los resultados de estas se establecerá la cantidad de adquisición de materia prima, así como la gestión de la producción, con ello cumplir la demanda prevista en tiempo y forma, igualmente para evitar exceso en stock.

A partir de la base de datos de la demanda total, se tomó solo la información referente a la de demanda de mezclilla y con ello se elaboró la base de datos de esta, en la Tabla 4 se muestra un

extracto de está, mostrando el mes de enero. El resto de la información se encuentra en el apartado de anexos.

Tabla 4

Mes de enero base de datos demanda mezclilla

Mes			GENERO		MANGA		TALLA							Total
	Mezclilla		M	H	Larga	Corta	XCH	CH	M	G	XG	XXG	XXXG	
	7.5oz	12oz												
ENERO	8			8	8			8						8
	47			47		47			47					47
	14		14			14				14				14
		20		20	20				20					20
		20		20	20					20				20
		10		10	10						10			10
	69	50	14	105	58	61	0	8	67	34	10	0	0	119

Así mismo a partir de la base de datos de la demanda total, se extrajo la información referente a la de demanda de oxford y se elaboró la base de datos referente a esta demanda, en la Tabla 5 se muestra un extracto en la cual es posible observar el mes de enero. El resto de la información se encuentra en el apartado de anexos.

Tabla 5

Mes de enero base de datos demanda oxford

		GENERO		MANGA				TALLA					Total
Mes	Oxford	M	H	Larga	Corta	XCH	CH	M	G	XG	XXG	XXXG	
ENERO	50		50		50					50			50
	10		10		10						10		10
	2	2			2	2							2
	15	15			15		15						15
	15	15			15			15					15
	10	10			10				10				10
	10	10			10					10			10
	5	5			5						5		5
	5	5			5							5	5
	50		50	50				50					50
	60		60	60					60				60
	50		50	50						50			50
	30		30	30							30		30
	312	62	250	190	122	2	15	65	70	110	45	5	312

Análisis de la información de la demanda

Según los resultados del análisis del programa ProModel en la herramienta Stat fit que se observa en la Figura 23 se conoce que tiene una desviación estándar de 845.437, los valores máximos y mínimos de 339 y 3061, se entienden como 12 puntos como el total de meses por año.

Figura 23

Descripción estadística de la demanda

descriptive statistics	
data points	12
minimum	339
maximum	3061
mean	1361.33
median	1480.5
mode	1700
standard deviation	845.437
variance	714764
coefficient of variation	62.1036
skewness	0.415163
kurtosis	-0.693136

Se determinó que los datos estadísticos de la demanda son discretos y siguen una distribución Poisson, con lambda 1361.33, esta se puede apreciar en la Figura 24.

Figura 24

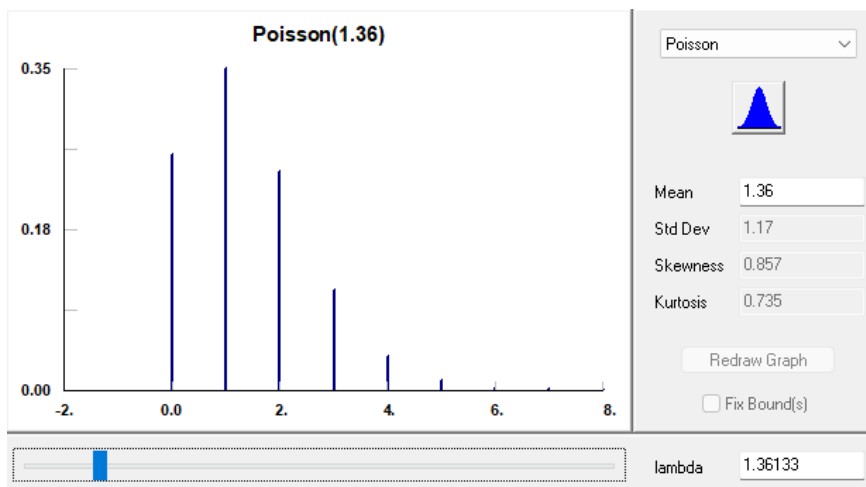
Datos estadísticos de la distribución de la demanda

goodness of fit		
data points	12	
estimates	maximum likelihood estimates	
accuracy of fit	0.0003	
level of significance	0.05	
summary		
distribution	Chi Squared	Kolmogorov Smirnov
Poisson	not available	not available
detail		
Poisson		
lambda	=	1361.33

Asimismo, fue posible obtener una gráfica de la distribución Poisson mostrando una lambda de 1.36133e+003, esto sería una lambda de 1361.33 obsérvese Figura 25.

Figura 25

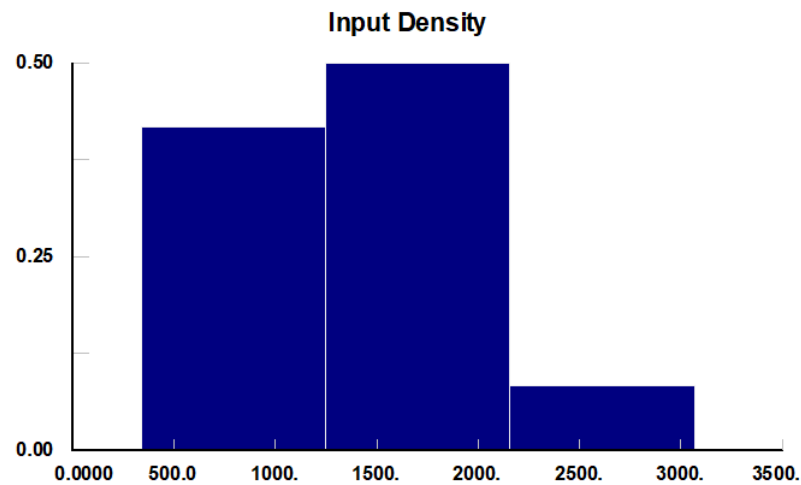
Grafica Poisson de la demanda



Se muestra en la gráfica de densidad de la demanda de la Figura 26 que cuenta con una distribución de los datos tipo Poisson como se había mencionado anteriormente, el rango de los valores como mínimo de 339 y máximo de 3061 en el eje x, y la probabilidad de los mismo desde 0 a 0.5 en el eje y con una oblicuidad de 0.415163.

Figura 26

Grafica de densidad demanda



Fase 2. Diseño

Determinación de parámetros para crear variables en Matlab

Valores de entrada y salida

Con la Tabla 6 de concentrado de la demanda total es la sumatoria final por mes, con ella fue posible determinar la matriz general de la demanda de dimensión 14x12 para la entrada a la red neuronal y el vector de dimensión 1x12 para la salida.

Tabla 6

Concentrado demanda total

MES	PRODUCTO		GENERO		MANGA				TALLA					TOTAL
	O	M	M	H	Larga	Corta	XCH	CH	M	G	XG	XXG	XXXG	
EN.	312	119	76	355	248	183	2	23	132	104	120	45	5	431
FEB.	150	226	181	195	376	0	0	61	129	109	59	18	0	376
MAR.	1308	478	100	1686	1046	740	21	277	550	550	357	31	0	1786
ABR.	669	342	219	792	677	334	52	260	363	248	70	12	6	1011
MAY.	1335	795	235	1895	1195	935	141	720	494	479	248	48	0	2130
JUN.	1005	723	344	1384	1077	651	166	308	596	412	154	72	20	1728
JUL.	333	6	13	326	69	270	0	12	303	19	3	2	0	339
AGTO.	1771	1290	686	2375	2442	619	86	456	903	867	543	162	44	3061
SEPT.	1353	147	116	1384	1350	150	0	262	533	532	61	18	94	1500
OCT.	1358	103	277	1184	885	576	27	220	526	470	164	42	12	1461
NOV.	1223	745	367	1601	1321	647	54	320	774	498	236	48	38	1968
DIC.	376	169	0	545	113	432	0	40	222	245	33	5	0	545

A partir de la base de datos de la demanda de mezclilla se llevó a cabo la sumatoria total de cada mes, los resultados se ingresaron a una nueva Tabla 7, llamada concentrado demanda mezclilla. Se determino la matriz general de dimensión 12x12 para la entrada a la red neuronal y el vector de dimensión 1x12 para la salida.

Tabla 7

Concentrado demanda mezclilla

MES	GENERO		MANGA				TALLA					TOTAL
	M	H	Larga	Corta	XCH	CH	M	G	XG	XXG	XXXG	
EN.	14	105	58	61	0	8	67	34	10	0	0	119
FEB.	155	71	226	0	0	42	79	62	37	6	0	226
MAR.	0	478	266	212	17	136	163	123	35	4	0	478
ABR.	57	285	342	0	0	29	141	130	38	4	0	342
MAY.	0	795	795	0	86	230	174	169	123	13	0	795
JUN.	44	679	558	165	144	124	218	137	78	20	2	723
JUL.	0	6	6	0	0	0	2	4	0	0	0	6
AGTO.	119	1171	1069	221	24	152	431	413	194	50	26	1290
SEPT.	53	94	147	0	0	7	74	39	21	2	4	147
OCT.	0	103	103	0	6	14	37	36	6	4	0	103
NOV.	103	642	745	0	18	105	298	170	110	23	21	745
DIC.	0	169	69	100	0	40	69	47	13	0	0	169

Igualmente se llevó a cabo la sumatoria total de cada mes de la base de datos de la demanda oxford, los resultados se ingresaron a una nueva Tabla 8 nombrada concentrado demanda oxford. Se determino la matriz general de dimensión 12x12 para la entrada a la red neuronal y el vector de dimensión 1x12 para la salida.

Tabla 8

Concentrado demanda oxford

MES	GENERO		MANGA				TALLA					TOTAL
	M	H	Larga	Corta	XCH	CH	M	G	XG	XXG	XXXG	
EN.	62	250	190	122	2	15	65	70	110	45	5	312
FEB.	26	124	150	0	0	19	50	47	22	12	0	150
MAR.	100	1208	780	528	4	141	387	427	322	27	0	1308
ABR.	162	507	335	334	52	231	222	118	32	8	6	669
MAY.	235	1100	400	935	55	490	320	310	125	35	0	1335
JUN.	300	705	519	486	22	184	378	275	76	52	18	1005
JUL.	13	320	63	270	0	12	301	15	3	2	0	333
AGTO.	567	1204	1373	398	62	304	472	454	349	112	18	1771
SEPT.	63	1290	1203	150	0	255	459	493	40	16	90	1353
OCT.	277	1081	782	576	21	206	489	434	158	38	12	1358
NOV.	264	959	576	647	36	215	476	328	126	25	17	1223
DIC.	0	376	44	332	0	0	153	198	20	5	0	376

Creación de redes neuronales artificiales en Matlab

Al estar en la herramienta seleccionada de Matlab ya sea nntool o nnstart para la creación de redes, se procede a determinar los parámetros de la misma, los seleccionados son los siguientes:

Algoritmo de aprendizaje

El algoritmo de retro propagación es el más adecuado ya que los datos son no lineales porque en cada mes existen variaciones en la demanda. El propósito de la técnica de retro propagación es optimizar el proceso de enseñanza y aumentar la exactitud de las predicciones al modificar los pesos y sesgos correspondientes a cada nodo en la red, de manera que los errores se reduzcan al mínimo.

Función de entrenamiento

Se selecciono al algoritmo de Levenberg-Marquardt, ya que es el más adecuado para aprendizajes supervisados como el caso de esta investigación. Se trata de un método habitualmente

utilizado para resolver problemas ingresando al algoritmo datos que servirán de aprendizaje para generar la salida más adecuada.

La función de actuación

El error cuadrático medio MSE se eligió porque se utiliza en arquitecturas de aprendizaje supervisado y se calcula en cada iteración que se lleva a cabo para después calcular el promedio de los errores al cuadrado y con ello evalúa el desempeño de la red.

Función de transferencia

La función de transferencia utilizada en la capa oculta es tangente hiperbólica y para la capa de salida se seleccionó la función de transferencia entre la tangente hiperbólica o la lineal, según el entrenamiento realizado y los resultados obtenidos los que resultaran más próximos a los deseados. Tomando en consideración que en la herramienta de Matlab nnstart la función de transferencia preestablecida para la capa de salida es lineal y en nntool la función de transferencia preestablecida para la capa de salida es tangente hiperbólica.

Capa oculta y de salida

En la capa oculta da la opción de poder modificar el número de neuronas, así que al principio se hace de forma aleatoria, y según el resultado del comportamiento del entrenamiento se va modificando la cantidad de neuronas de esta capa hasta acercarse al mejor resultado posible. Para esta capa viene con función de transferencia tangente hiperbólica ya sea en nnstart o nntool.

Para la capa de salida no da opción de modificar el número de neuronas, viene como default con una neurona para todos los casos. Así que en general todos tienen igual esta capa. La función de transferencia se define según sus resultados la más apropiada entre hiperbólica y lineal. Recordemos que la configuración que se utilizó en todas las redes del presente fueron las de retro propagación.

Entrenamiento de las redes neuronales

Para el entrenamiento de las redes se utilizó el algoritmo de Levenberg-Marquardt para todos los casos ya que se considera como el más adecuado para el caso de investigación, ya que es el más adecuado para aprendizajes supervisados.

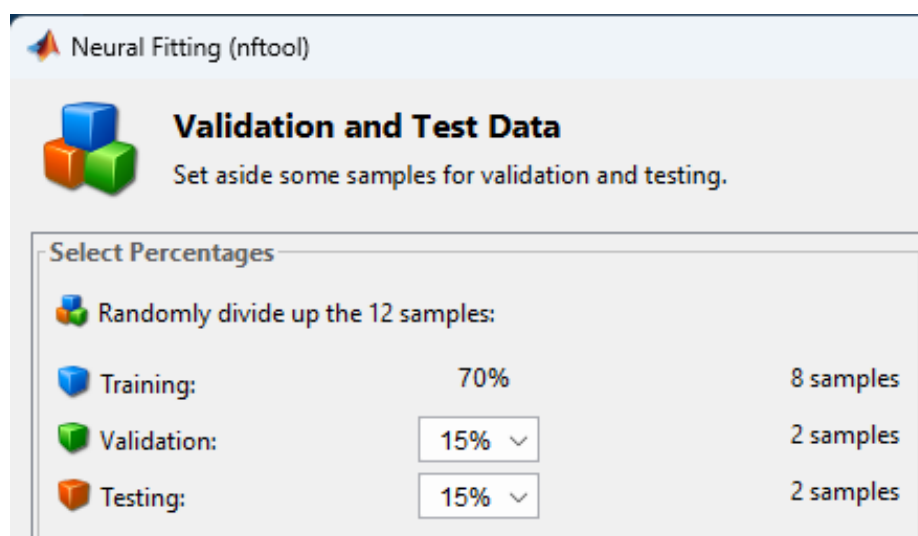
Conjuntos de entrenamiento, validación y prueba

En el capítulo 2, dentro del apartado Entrenamiento de las redes neuronales, se mencionó que se puede ajustar los porcentajes de los datos utilizados de entrenamiento, validación y prueba a medida que se obtienen los mejores resultados en la implementación de la red neuronal, lo cual permite determinar la combinación más efectiva.

Para la demanda total se seleccionó 70% de entrenamiento, 15% de validación y el 15% de aprendizaje, cabe mencionar que son los porcentajes que vienen como por defecto, véase Figura 27.

Figura 27

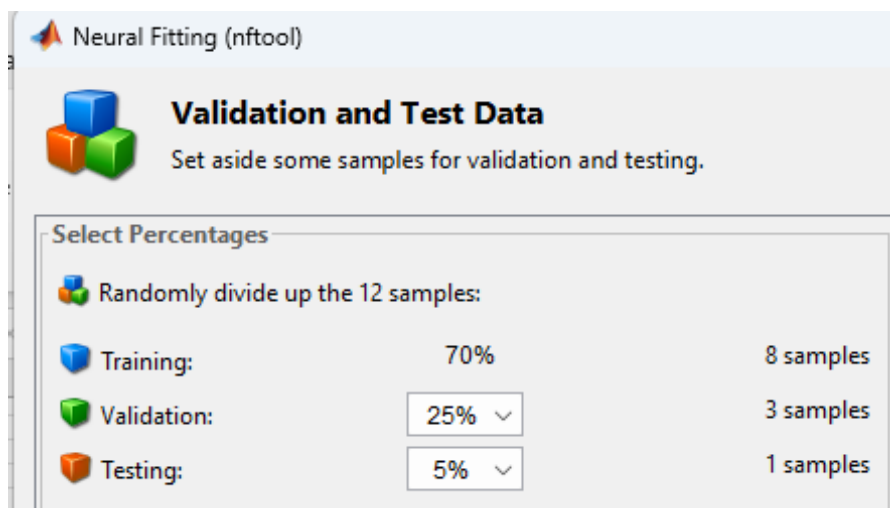
Porcentajes de datos para demanda total



En el caso la demanda de mezclilla como se muestra en la Figura 28 se seleccionó 70% de entrenamiento, 25% de validación y el 5% de aprendizaje.

Figura 28

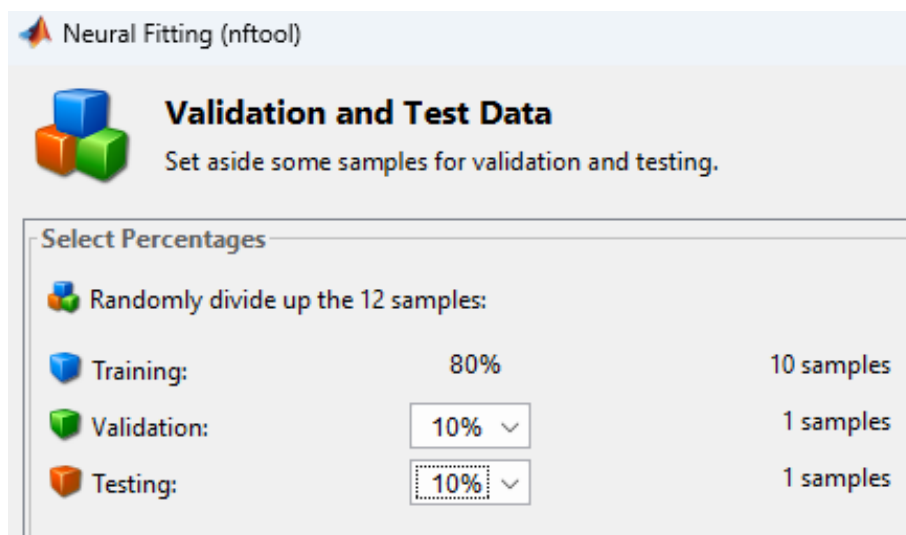
Porcentajes de datos para demanda mezclilla



Por último, en la demanda total de oxford se seleccionó 80% de entrenamiento, 10% de validación y el 10% de aprendizaje, esto se observa en la Figura 29.

Figura 29

Porcentajes de datos demanda mezclilla



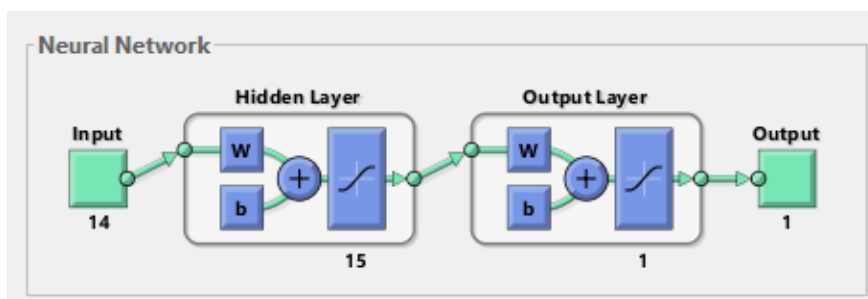
Arquitectura de las redes neuronales

Después de realizar un aproximado de 100 entrenamientos a cada una de las redes fue posible determinar que la arquitectura más adecuada para la demanda de la empresa en el año de análisis.

Para la demanda total se representa una arquitectura con 14 valores de entrada, capa oculta de 15 neuronas con función de transferencia tangente hiperbólica, capa de salida con una neurona con función de transferencia tangente hiperbólica véase en Figura 30 y generando un dato de salida calculado.

Figura 30

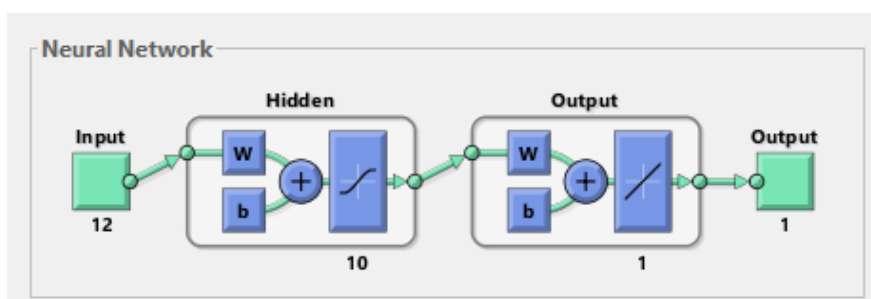
Arquitectura de red neuronal demanda total



Se determinó que la arquitectura más adecuada para la demanda de mezclilla se representa con 12 valores en la entrada, capa oculta de 10 neuronas con función de transferencia tangente hiperbólica, capa de salida con una neurona con función de transferencia lineal como se muestra en Figura 31 y genera un dato de salida calculado.

Figura 31

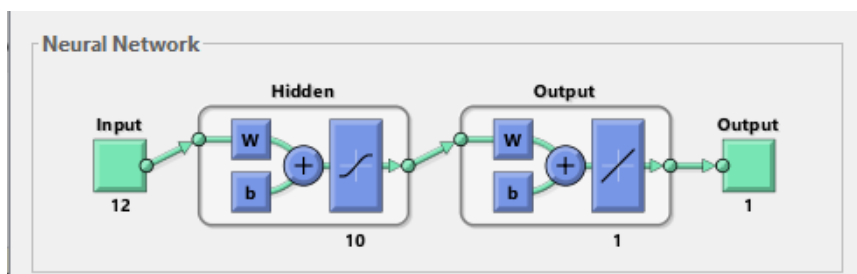
Arquitectura de la red neuronal de demanda total mezclilla



La arquitectura más adecuada para la demanda de oxford como se observa en la Figura 32 se estableció que se representa con 12 valores en la entrada, capa oculta de 10 neuronas con función de transferencia tangente hiperbólica, capa de salida con una neurona con función de transferencia lineal dando como resultado un dato de salida esperado.

Figura 32

Arquitectura de la red neuronal de demanda total oxford



Elaboración de redes neuronales artificiales en Excel

Los valores entrenados que se utilizaron de la red neuronal de Matlab fueron los pesos y las bias, con estos datos se realizaron alrededor de 288 fórmulas para cada red. Considerando las ecuaciones a emplear según la configuración de la red como es la función de activación. Un pequeño extracto de la red neuronal en Excel se presenta en la Tabla 9. Estos resultados se conocen como valores calculados.

Tabla 9

Red neuronal en Excel

min- máx.	x	p	iw	p*iw	Σ	b1	Σ	a1	lw	a1*lw	Σ	b2	Σ	a2	y
	x1														
1	12	1.00	0.71	0.71	1.47	-1.82	-0.35	-0.33	0.27	-0.09	-0.34	-0.40	-0.74	-0.74	174.28
12			0.34	0.22											
			-0.03	0.28											
			0.77	0.54											
			-0.71	-0.05											
			0.36	-0.43											
			0.24	-0.32											
			-0.02	0.39											
			-0.52	-0.30											
			0.17	0.09											
				-0.20											
				0.54											

Se presenta una sección en Excel donde es posible introducir datos de la demanda real a la red según el mes que se desea conocer la demanda.

Igualmente es posible introducir valores que no estén dentro de la base de datos ya se por arriba o debajo de los máximos y mínimos, con ello obtener resultados para el mes de interés, ya que recordemos que la red tiene la capacidad de aprender con nueva información que se le introduzca. Gracias a que las redes neuronales tienen el beneficio de tener la capacidad de interpolar y extrapolar los datos, para generar resultados (Báez Senties, 2023).

Como se muestra en la Tabla 10 de la demanda total, es posible introducir valores como es tipo de tela, genero del producto, largo de manga y talla y así obtener el valor de la demanda futura.

Tabla 10

Selección de valores para predicción de demanda calculada

MES	PRODUCTO		GENERO		MANGA		TALLA							RESULT.
	O	M	M	H	Larga	Corta	XCH	CH	M	G	XG	XXG	XXXG	
11	1223	745	367	1601	1321	647	54	320	774	498	236	48	38	1966.8

Para los casos de la de demanda de mezclilla y la demanda de oxford solo es posible modificar los valores de genero del producto, largo de la manga y talla, del mes de interés para conocer la demanda futura. Recordando que sin importar el valor de los datos siempre se va a generar una respuesta aceptable.

Se muestra un ejemplo en la Tabla 11 donde se seleccionó el mes de diciembre y se ingresaron valores a cada uno de los campos, dando como resultado una cantidad de productos como demanda calculada para la demanda de mezclilla.

Tabla 11

Selección de valores para predicción de demanda calculada mezclilla

MES	GENERO		MANGA		TALLA							RESULT.
	M	H	Larga	Corta	XCH	CH	M	G	XG	XXG	XXXG	
12	0	169	69	100	0	40	69	47	13	0	0	174.3

Otro ejemplo se presenta en la Tabla 11 en la cual se eligió el mes de septiembre y se ingresaron valores a cada uno de los campos, dando como resultado una cantidad de productos como demanda calculada para la demanda de oxford. Debe mencionarse que los resultados son con decimales, pero en la realidad esto no es posible por lo tanto solo se toman los enteros.

Tabla 12

Selección de valores para predicción de demanda calculada oxford

MES	GENERO		MANGA				TALLA					RESULT.
	M	H	Larga	Corta	XCH	CH	M	G	XG	XXG	XXXG	
9	63	1290	1203	150	0	255	459	493	40	16	90	1361.7

Fase 3. Implementación

Elaboración de red neuronal artificial en aplicación de dispositivo móvil

Gracias a la base de datos y a los resultados de las redes neuronales artificiales fue posible la elaboración de una de la aplicación para dispositivos móviles, es importante señalar que la aplicación solo muestra los valores ya calculados de la demanda, por lo tanto, no es posible introducir nuevos valores.

La aplicación contiene una interfaz de usuario mediante su menú se pueden seleccionar las variables de la demanda que sea de interés, así como el mes y el total que se desea conocer de los valores de la demanda calculada, es decir, los valores resultantes de las redes. Cuenta con dos opciones para visualizar la demanda calculada, la primera es con una tabla con los resultados de las variables seleccionadas y la segunda opción es en forma de graficas de barras.

Una de las ventajas de la aplicación es que en ella desde un menú de opciones se selecciona la demanda de interés, esto reduce la posibilidad de errores humanos en comparación con una plantilla de Excel que requiere una entrada manual de datos. Otra de las ventajas es que sea capaz de ofrecer interfaces gráficas intuitivas que permiten visualizar y analizar los datos de forma más efectiva. Dicha aplicación se muestra en el apartado de anexo.

Fase 4. Operación

Resultados

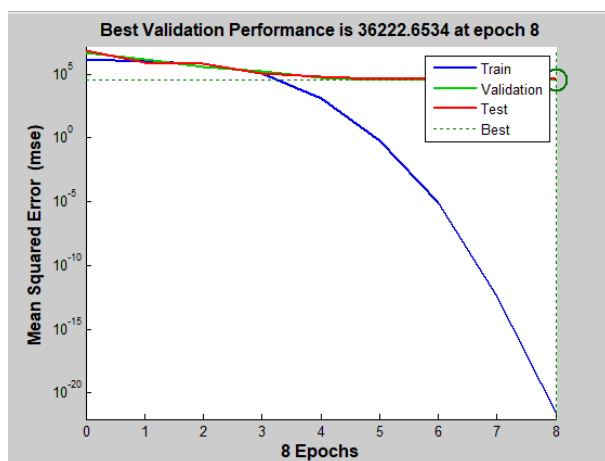
Los resultados obtenidos fueron bastante buenos tanto para la demanda total como la demanda de mezclilla y de oxford. Un criterio de evaluación es el rendimiento del entrenamiento, validación y prueba, donde indica la iteración en la que se obtuvo el mejor resultado de todas las iteraciones realizadas.

La cantidad de iteraciones varía y puede aumentar o disminuir para obtener el mejor resultado según el entrenamiento y las retroalimentaciones, cada iteración también conocida como epoch, pondera automáticamente las relaciones generadas por la red neuronal, que pueden ser lineales y no lineales, y esto produce resultados diferentes en cada instancia de iteración (The MathWoks, 2023).

Para el caso de la demanda total se tiene mejor rendimiento de validación de 36222.6534 en la iteración 8 véase Figura 33.

Figura 33

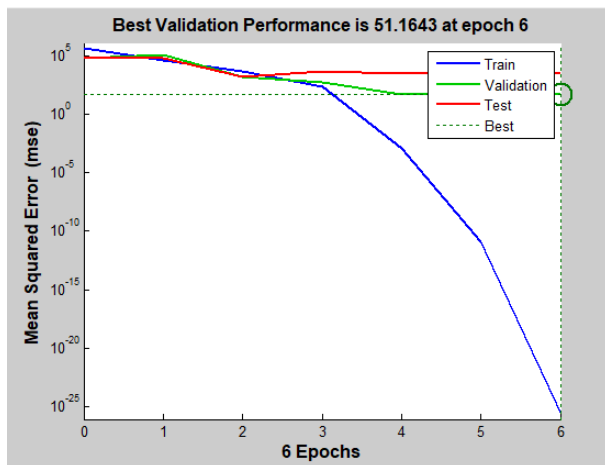
Relación del rendimiento entre el entrenamiento, validación y prueba de demanda



En el caso de la demanda de mezclilla se tiene mejor rendimiento de validación de 51.1643 en la iteración 6 véase Figura 34.

Figura 34

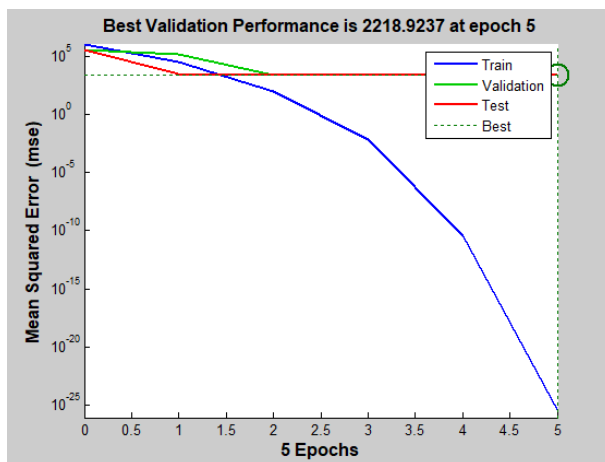
Relación del rendimiento entre el entrenamiento, validación y prueba de demanda mezclilla



Por último, en el caso de la demanda de oxford se tiene mejor rendimiento de validación de 2218.9237 en la iteración 5 véase Figura 35.

Figura 35

Relación del rendimiento entre el entrenamiento, validación y prueba de demanda oxford



El coeficiente de correlación es una herramienta estadística utilizada para evaluar la relación entre dos variables y determinar si existe una influencia mutua entre ellas. Esta medida permite analizar si el comportamiento de un conjunto de datos afecta al otro, siempre que ambos conjuntos pertenezcan al mismo contexto (Monreal Pitones, 2022). En este caso sería la relación entre los valores reales de la demanda y los valores entrenados resultantes de la red neuronal. En los informes de correlación, este coeficiente se representa con la letra R.

La correlación se puede representar con la ecuación matemática (Monreal Pitones, 2022):

$$R = \frac{\sum [(x_1 - \bar{x}_1)(x_2 - \bar{x}_2)]}{\sqrt{\sum (x_1 - \bar{x}_1)^2 * \sum (x_2 - \bar{x}_2)^2}} \dots (4.1)$$

Donde:

R: coeficiente de correlación

X₁: valor real de la demanda

X₂: valor entrenado de la red neuronal

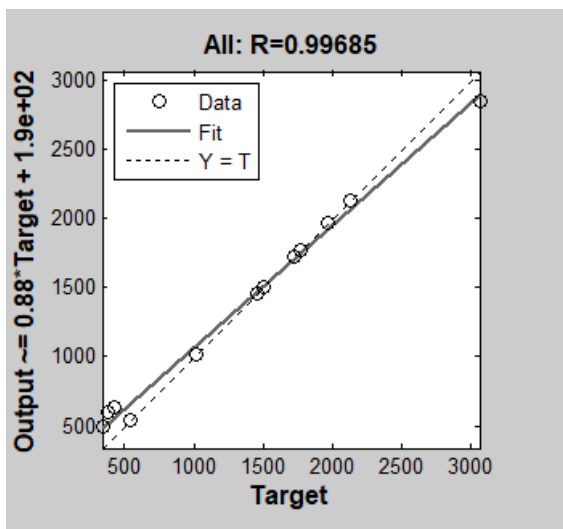
Los valores de 1 y -1 indican una correlación idealmente positiva y negativa, respectivamente. Cuando dos variables muestran una correlación perfecta, su cambio es constante. Por lo tanto, en las diferentes redes neuronales se seleccionaron las que tuvieran una correlación más cercana a 1 como la más confiable. Esta relación se describe como lineal, cuando en un gráfico de dispersión, todos los puntos de datos están alineados en una misma línea recta (Monreal Pitones, 2022).

Se presenta el coeficiente de correlación resultante del entrenamiento, mediante gráficos de dispersión, siendo la línea punteada la correlación ideal, los círculos son los valores graficados entre los reales y los entrenados; la línea continua es la correlación alcanzada.

Según la red que se seleccionó como más adecuada nos dio una correlación de r=0.99685 en la Figura 36 para la demanda total. Es posible observar que la relación lineal es muy fuerte.

Figura 36

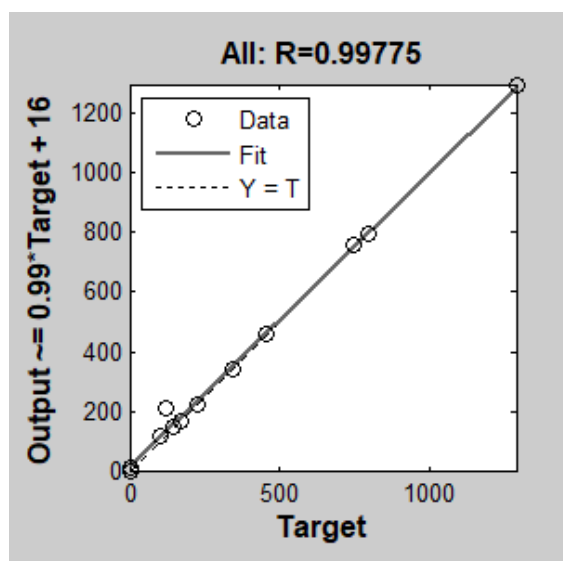
Grafica de correlación de la red neuronal de la demanda total



Para la demanda total mezclilla, cuenta con una correlación total bastante confiable de 0.99775 mostrado en la Figura 37.

Figura 37

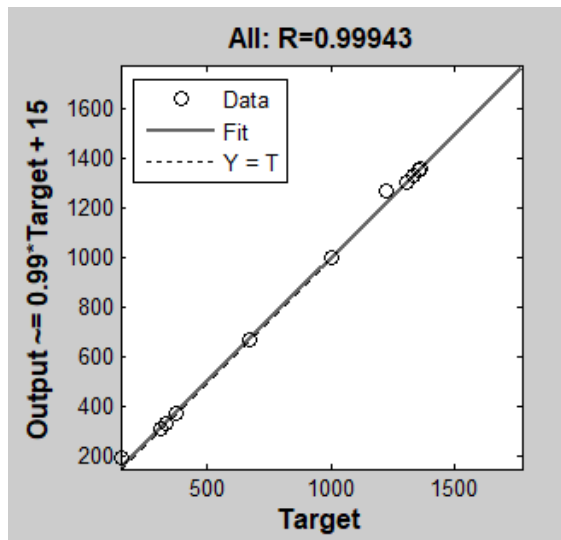
Grafica de correlación de la red neuronal de la demanda de mezclilla



Para la demanda total oxford se tiene una correlación total bastante confiable de 0.99943 como se muestra en la Figura 38. Siendo la red más precisa que se obtuvo en el presente trabajo.

Figura 38

Grafica de correlación de la red neuronal de la demanda de oxford



Diferencia entre datos reales y datos entrenados

Para la desigualdad entre los valores reales es decir los de la demanda y los valores entrenados por la red, se entiende como el error. El cual se puede representar como:

$$e = \frac{\Sigma y_1 - \Sigma y_2}{\Sigma y_1} \dots (4.1)$$

Donde:

e= diferencia

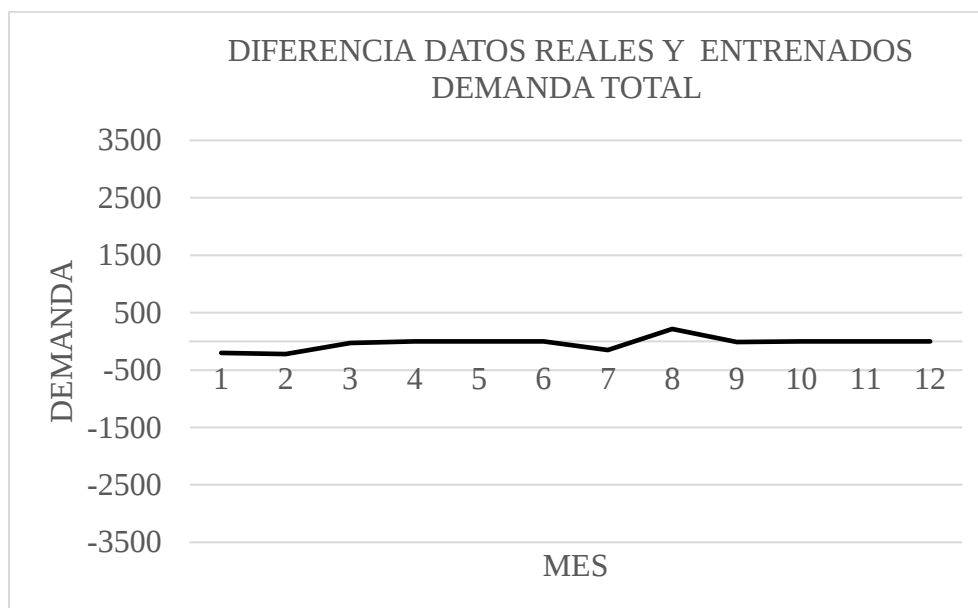
y₁= demanda real

y₂= demanda entrenada

Para la demanda total se tiene un error de 0.0219, esta desigualdad se graficó en la Figura 39 teniendo como resultado ± 218 prendas erróneas de 16315 en total, se considera bastante aceptable para temas de predicción.

Figura 39

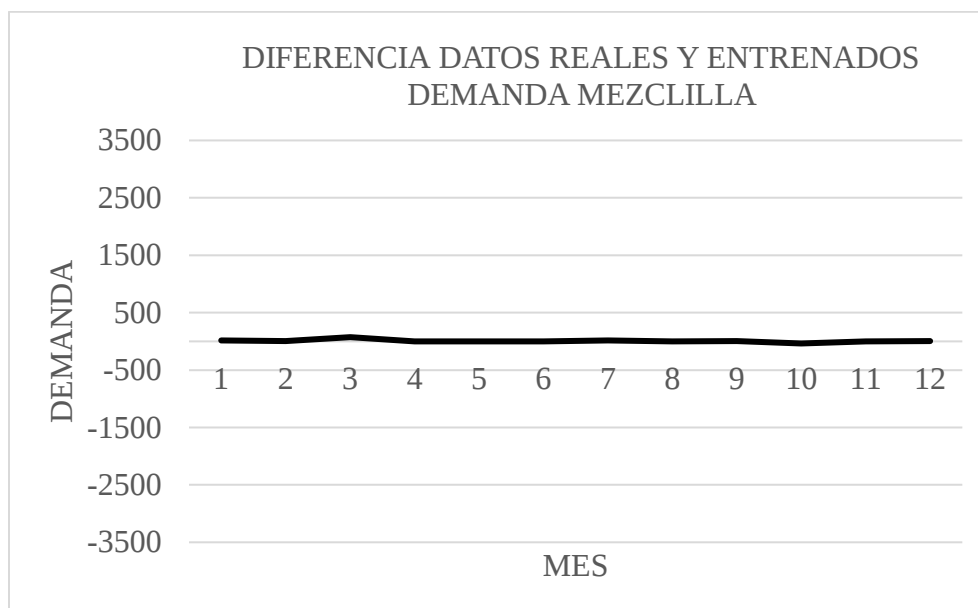
Grafica de la diferencia entre datos reales y los datos entrenados por la red neuronal
demanda total



La desigualdad para la demanda de mezclilla se graficó en la Figura 40, dando como resultado un error de 0.0284. Esto podría representarse como resultado de ± 125 prendas erróneas de 4399 en total.

Figura 40

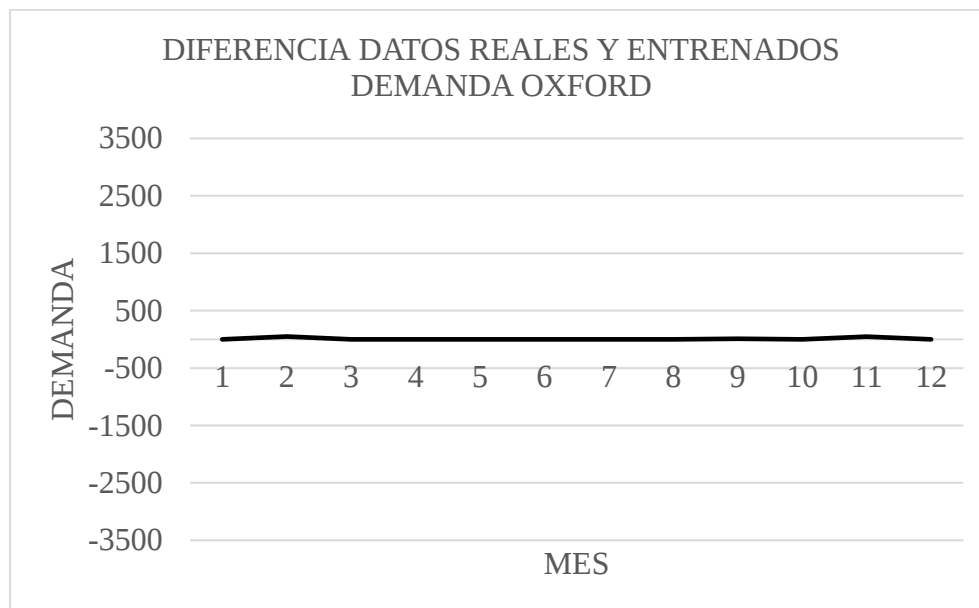
*Grafica de la diferencia entre datos reales y los datos entrenados por la red neuronal
demanda de mezclilla*



La desigualdad para la demanda total de Oxford se graficó en la Figura 41, dando como resultado un error de 0.0084, esto podría representarse como resultado de ± 95 prendas erróneas de 11193 en total. Siendo la diferencia mas pequeña de las tres redes.

Figura 41

*Grafica de la diferencia entre datos reales y los datos entrenados por la red neuronal
demanda de oxford*

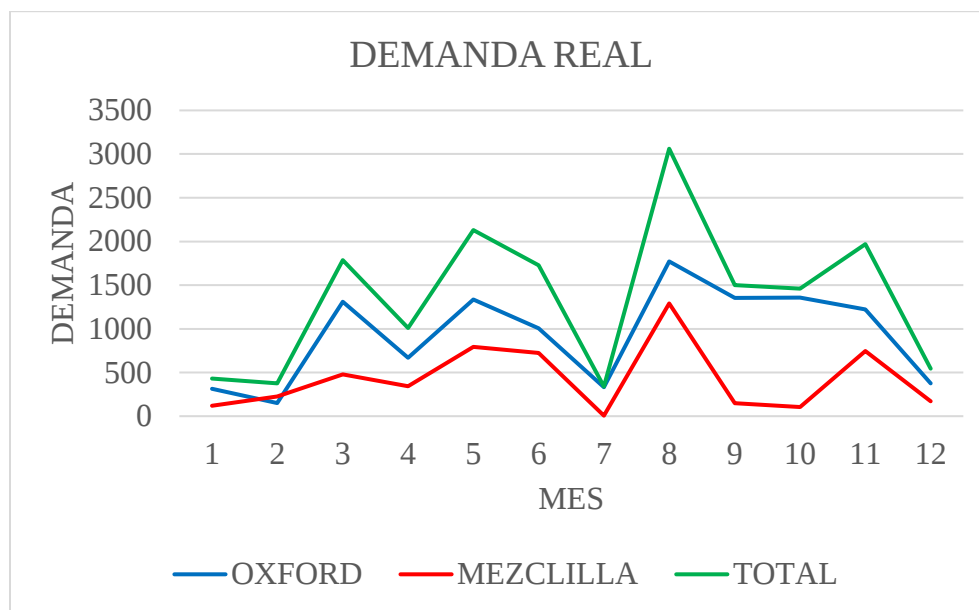


Comparación de resultados datos entrenados contra datos reales

Se realizó un gráfico de la demanda real total, demanda de mezclilla y demanda de oxford, donde se puede observar las variaciones según el mes en curso. Representadas con las líneas de color verde, rojo y azul respectivamente en la Figura 42.

Figura 42

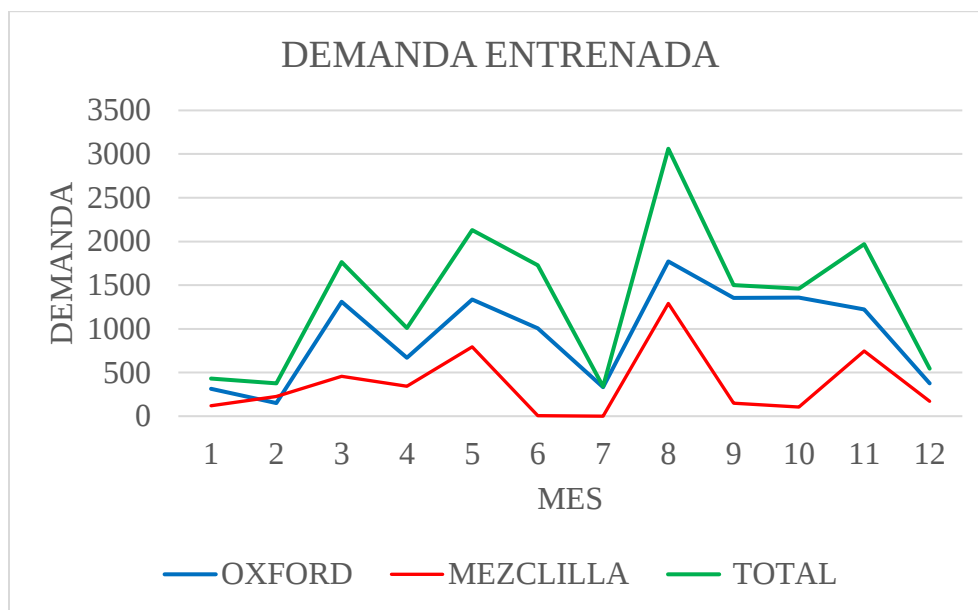
Gráfico de datos reales de demanda total, mezclilla y oxford



De la misma forma se graficó los resultados de las tres redes neuronales artificiales del año de estudio, esto es los datos entrenados, que son la demanda total representada por la línea color verde, la demanda de oxford que es la línea color azul y la demanda de mezclilla la línea de color rojo, como se muestra en la Figura 43.

Figura 43

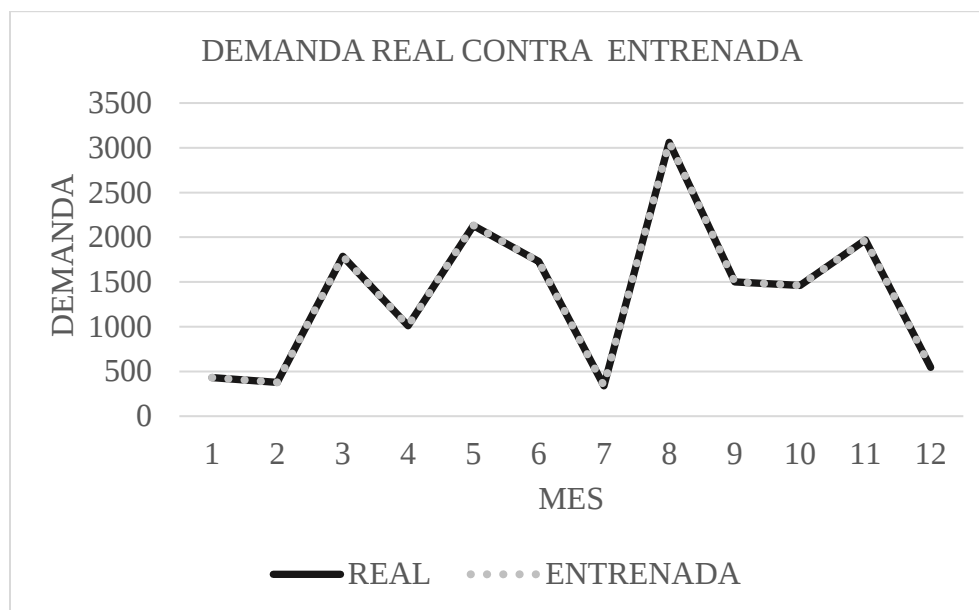
Gráfico de datos entrenados de demanda total, mezclilla y oxford



Al graficar los valores de la demanda real contra la demanda entrenada como se presenta en la Figura 44 la comparación de resultados, donde la línea de color negro muestra la demanda real y la línea punteada blanca es la entrenada por la red. Es posible observar que no existe prácticamente diferencia, por lo cual se corrobora la alta precisión de la red neuronal. Obteniendo como resultado una predicción de la demanda futura aceptable, así como confiable.

Figura 44

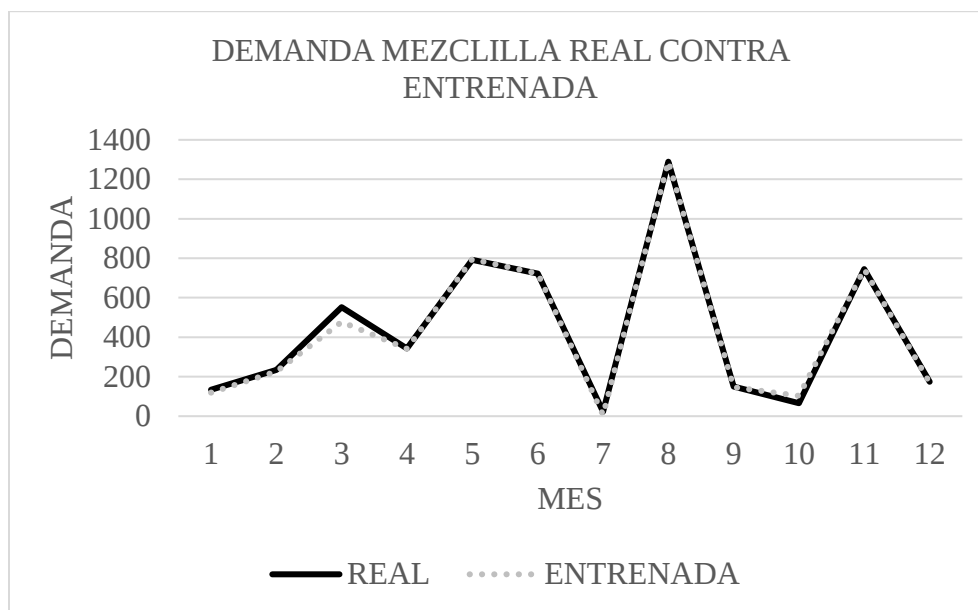
Comparación de resultados reales contra entrenados de la demanda total



Para la relación entre la demanda real de mezclilla contra los valores entrenados de la red se elaboró la gráfica en la Figura 45, donde la línea de color negro muestra la demanda entrenada por la red y la línea punteada gris es la demanda real. Es posible observar una pequeña variación en el mes de marzo, existiendo gran similitud de ambos resultados el resto del año, presentando una buena precisión de la red neuronal.

Figura 45

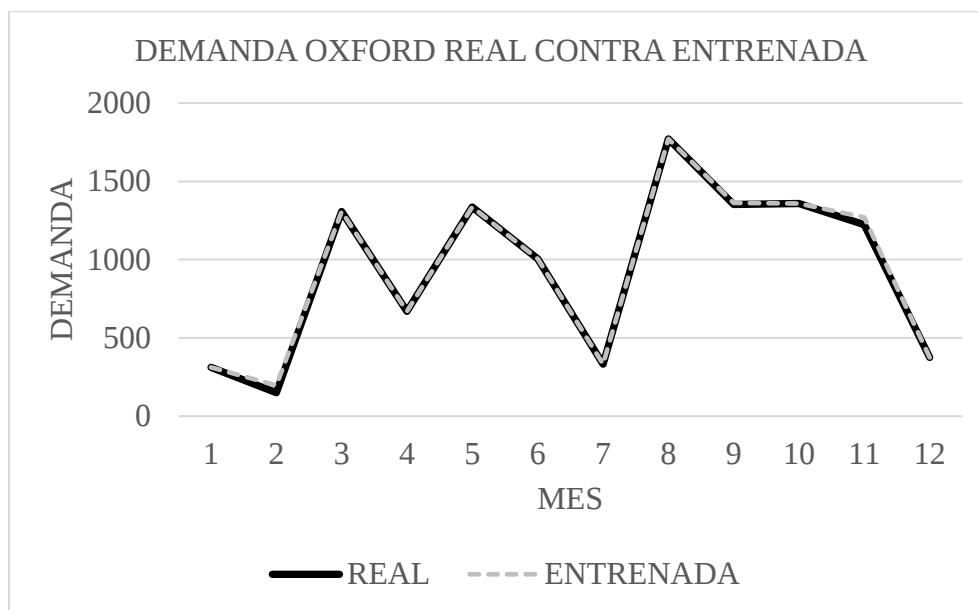
Comparación de resultados reales contra entrenados de la demanda de mezclilla



La relación entre la demanda real de oxford con los valores entrenados de la red se representa en la gráfica en la Figura 46, donde la línea de color negro muestra la demanda real y la línea punteada blanca es la entrenada por la red, donde es posible observar unas ligeras variaciones en el mes de febrero y noviembre, así como la similitud de ambos resultados en los meses restantes, con ello demostrando la buena precisión de la red neuronal.

Figura 46

Comparación de resultados reales contra entrenados demanda de oxford

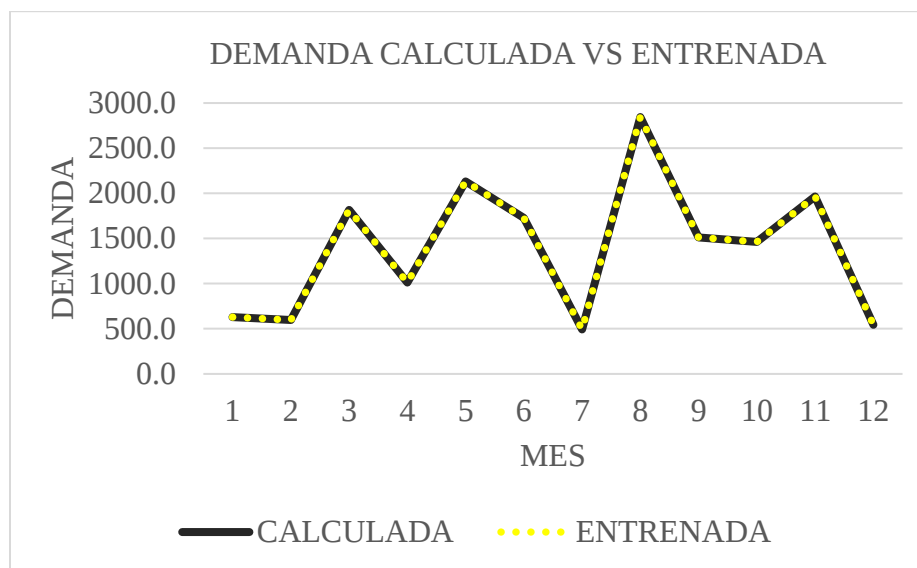


Comparación de resultados datos entrenados contra datos calculados

La gráfica muestra la relación entre los valores entrenados por la red neuronal de Matlab y los valores calculados de la red de Excel de la demanda total. En la Figura 47 es posible observar una línea de color verde representa los valores calculados de Excel, mientras que la línea punteada amarilla muestra los valores entrenados de Matlab. Es evidente la similitud entre ambos resultados, lo que demuestra la alta precisión de las redes neuronales siendo el 100%.

Figura 47

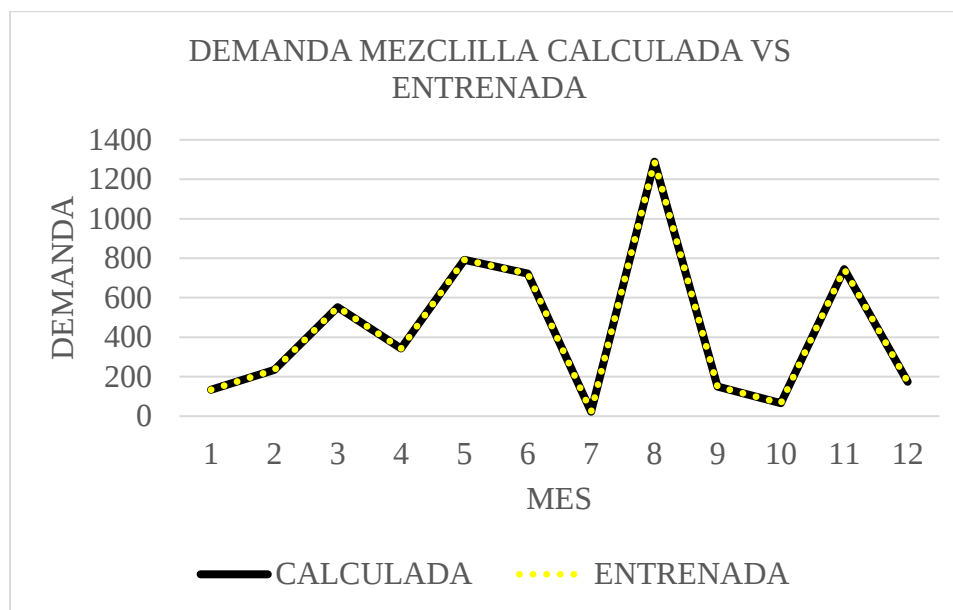
Grafica de comparación demanda total datos calculados y entrenados



La gráfica de la Figura 48 muestra la relación entre los valores entrenados por la red neuronal de Matlab y los valores calculados de la red de Excel de la demanda de mezclilla. La línea de color verde representa los valores calculados de Excel, mientras que la línea punteada amarilla muestra los valores entrenados de Matlab. Es clara la similitud entre ambos resultados.

Figura 48

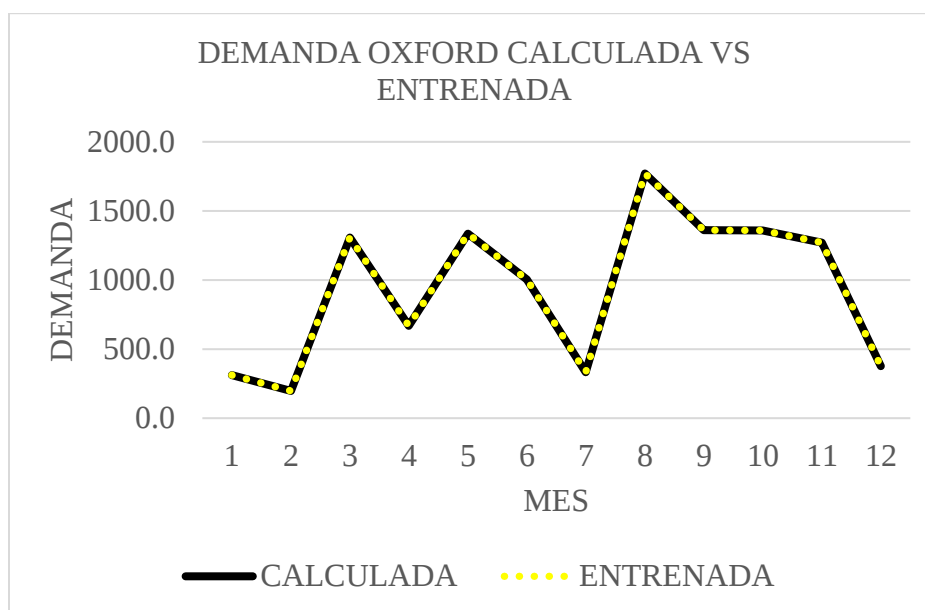
Grafica de comparación demanda mezclilla datos calculados y entrenados



La gráfica en la Figura 49 muestra la relación entre los valores entrenados por la red neuronal de Matlab y los valores calculados de la red de Excel de la demanda total de oxford. La línea de color verde representa los valores calculados de Excel, mientras que la línea punteada amarilla muestra los valores entrenados de Matlab. Es posible apreciar la similitud de ambas graficas.

Figura 49

Grafica de comparación demanda oxford datos calculados y entrenados



Conclusiones y recomendaciones

El objetivo general se cumplió correctamente al desarrollar un modelo predictivo de demanda con redes neuronales artificiales mediante el software de Matlab y posteriormente con el software de Excel, utilizando el histórico de datos de la empresa textil que tuvo resultados óptimos y precisos.

El cumplimiento del primer objetivo particular se logró al recolectar información necesaria de los productos de interés para la creación de una base de datos la cual se elaboró en plantillas de Excel, que permitió conocer y organizar la información de la demanda de la empresa.

Se logró el segundo objetivo particular al determinar la arquitectura de la red neuronal artificial que mejor se ajusta a las características de la demanda real de la empresa textil, así como de los tipos de tela mezclilla y Oxford.

Por último, se cumple el tercer objetivo particular al elaborar una red neuronal artificial en Matlab, entrenarla con los datos recolectados y analizar los resultados obtenidos para predecir la demanda futura de la empresa, destacando que dichos resultados fueron de alto acierto.

Los resultados obtenidos, analizados y aceptados que se generen de las redes neuronales artificiales tanto de Matlab como de Excel, conducen de la manera más adecuada al comportamiento de la demanda real de estudio y se espera esto suceda en menor o mayor grado mes con mes en los próximos años.

Para el estudio de la demanda de la empresa se puede determinar que fue de gran utilidad la separación de información, esta fue partiendo de la demanda total del año de estudio, separada por el tipo de tela de las prendas, siendo estas las camisas de mezclilla y las camisas de oxford.

Se demostró que la red neuronal en cada caso es eficiente, reafirmando que las características seleccionadas de la misma fueron las más adecuadas para su propósito, la arquitectura más adecuada fue de retro propagación para los tres casos.

Según la hipótesis planteada se descarta la hipótesis nula H_0 , por consiguiente, se afirma la hipótesis alterna H_1 ya que los valores obtenidos de la red neuronal artificial tanto los entrenados como los calculados superan por encima del 95% de similitud con el comportamiento de los valores reales de la demanda.

La red neuronal para la demanda total cuenta con una estructura de 15 neuronas ocultas, un entrenamiento con el algoritmo de Levenberg-Marquardt, la función de transferencia tangente sigmoideal, generando un nivel de correlación de $r=0.99685$, con un mínimo error de 0.0219.

Para la demanda de mezclilla se tiene una red neuronal con una estructura de 10 neuronas ocultas, un entrenamiento con el algoritmo de Levenberg-Marquardt, la función de transferencia lineal, generando un nivel de correlación de $r=0.99775$, con un mínimo error de 0.0284.

Para la demanda de oxford se generó una red neuronal con una estructura de 15 neuronas ocultas y un entrenamiento con el algoritmo de Levenberg-Marquardt, de alto nivel de correlación de $r=0.99943$, con un mínimo error de 0.0084, siendo bastante aceptable para temas como son las predicciones.

Concluyendo que las redes neuronales para la predicción de la demanda de prendas de vestir, es una metodología viable, para alcanzar beneficios para la alta gerencia de la empresa como es: organizar la adquisición de materia prima con antelación para satisfacer la demanda prevista, planificar su producción para cumplir los tiempos de entrega establecidos por los clientes y con ello mejorar la satisfacción del cliente, determinar la gestión del inventario evitando faltantes o

excesos y por consiguiente influir en la toma de decisiones estratégicas a corto y largo plazo sobre el futuro de la empresa.

Asimismo las redes neuronales son una metodología importante en innovación, permitiendo el análisis de datos de ventas y tendencias para prever la demanda de productos textiles. Su aplicación en la industria textil es original y relevante, ayudando a las empresas a anticiparse a las necesidades del mercado y ajustar sus procesos de producción de manera eficiente y oportuna. Es una herramienta versátil y poderosa para adaptarse proactivamente a los cambios del entorno.

Por lo tanto, es recomendable que la empresa modifique su metodología de trabajo en base del modelo de predicción, así como se recomienda que emplee la aplicación de predicción como una referencia confiable para cada periodo de ventas próximo.

Referencias

- Abeliuk, A., & Gutiérrez, C. (2021). Historia y evolución de la inteligencia artificial. *Revista Bits de Ciencia*, 14-21.
- Alfonso Rodríguez, L. V. (2019). *Manual para definir los lineamientos estratégicos de la organización*. Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Arriola Rodríguez, M. L., & Hernández Mortera, J. L. (2022). *Material no publicado, apuntes de clase. Estadística inferencial, prueba de hipótesis. Maestría en Ingeniería Industrial*. Orizaba, Veracruz: Instituto Tecnológico de Orizaba.
- Baena Salazar, D., Jiménez, J. F., Zapata, C. E., & Ramírez Cardona, Á. (2019). Red neuronal artificial aplicado para el pronóstico de eventos. *Dyna*, 1-11.
- Báez Senties, O. (2023). *Material no publicado, apuntes de clase, Interacción de Simulación con Inteligencia Artificial. Maestría en Ingeniería Industrial*. Orizaba: Instituto Tecnológico de Orizaba.
- Borges, P. H., & Mendoza, Z. M. (2021). Pronóstico anual de la carga térmica radiante aplicándose inteligencia artificial. *Nativa, Sinop*, 229-235.
- Caceido, E. &. (2017). *Una aproximación práctica a las redes neuronales artificiales*. Obtenido de <https://doi.org/10.25100/peu.64>
- Cano Zapata, S. L. (2020). *Uso de la inteligencia artificial en empresas del sector textil - confección en Antioquia*. Antioquia, Colombia: Instituto Tecnológico Metropolitano.
- Cardozo Rueda, K. S. (2022). Aplicación de Redes Neuronales Artificiales para el pronóstico de precios de café. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 113-117.
- Cejudo, R., Bayona, G., Goguitchaichvili, A., Cervantes, M., Bautista, F., & Mendiola, F. (2021). Modelo de red neuronal para el pronóstico de la contaminación en polvos urbanos de

principales vialidades de Bogotá, Colombia. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 1-19.

Chicaiza Ipiales, J. A. (2019). *Diseño de un modelo para el pronóstico de la demanda para una empresa embotelladora de agua purificada mediante redes neuronales*. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.

Contreras Urgilés, W. R., León Japa, R. S., & Maldonado Ortega, J. L. (2020). Predicción de emisiones de CO y HC en motores otto mediante redes neuronales. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, 1-19.

Corporation, P. (14 de febrero de 2024). *www.promodel.com*. Obtenido de *www.promodel.com*: <https://www.promodel.com/onlinehelp/ProModel/93/C-01%20-%20Welcome%20to%20Promodel.htm>

Cortes Sarmiento, J., Hernández Rodríguez, I. Y., López Galeana, I. I., Meza Pomposo, A. J., & Vargas Vega, F. (2019). *La Industria Textil en México*. Ciudad de México: Instituto Politecnico Nacional.

Cuan Rojas, M. V., Medina Payares, S., & Rojas Donado, M. S. (2020). *Filosofía organizacional como fundamento de la gestión financiera*. Bogotá, D.C.: Editorial Gente Nueva PBX: 320 2840 - 320 2971.

Curra-Sosa, D. A., Hernández-González, L. W., de la Rosa-Melian, J. E., Zambrano-Robledo, P. d., Guerrero-Mata, M. P., & Pérez-Rodríguez, R. (2020). Estimación del consumo específico de energía en el torneado de alta velocidad del acero AISI-1045 utilizando redes neuronales. *Revista de Ingeniería mecánica* , 1-8.

- De Almeida, E., Gutiérrez, A., & Camargo, S. (2020). Pronóstico de energía eólica en Uruguay para horizontes temporales de corto plazo en base a modelo numérico de Mesoescala y Redes Neuronales Artificiales. *ENERLAC*, 32-43.
- Delgado Pabón, K. (2021). *Beneficios de la implementación de la inteligencia artificial en las pequeñas y medianas empresas*. Pamplona: Facultad de Ingenierías y Arquitectura.
- E. Repetur, A. (2019). *Redes Neuronales Artificiales*. Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires Facultad de Ciencias Exactas.
- Espinoza Freire, E. E. (2022). *El problema, el objetivo, la hipótesis y las variables de la investigación*. Guayaquil, Ecuador: EXCED.
- Fernández Gómez, Á. (2020). *El uso de inteligencia artificial para la toma de decisiones de marketing en el sector textil de retail y e-commerce*. Madrid: Comillas Universidad Pontifica.
- Flores Ávila, L. C. (2023). *Material no publicado, apuntes de clase, Gestión de sistemas de calidad, Maestría en Ingeniería Industrial*. Orizaba, Veracruz: Instituto Tecnológico de Orizaba.
- Gómez Galvarriato, A. G. (1995). La industria textil del valle de Orizaba y sus trabajadores, fuentes locales para su estudio. Vol. 2, N° 4 (julio, diciembre). *América Latina en la Historia Económica*, 59-75.
- Heredia Roldan, M. J. (2023). *Material no publicado, apuntes de clase, Ingeniería de sistemas, Maestría en Ingeniería Industrial*. Orizaba, Veracruz: Instituto Tecnológico de Orizaba.
- Hernández Gonzales, O. (1 de septiembre de 2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General Integral*. *Revista*

- Cubana de Medicina General Integral*, vol. 37 n.3, 1-2. Obtenido de Scielo : http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21252021000300002&script=sci_arttext
- Incio Flores, F. A., Capuñay Sánchez, D. L., & Estela Urbina, R. O. (2023). Modelo de red neuronal artificial para prever resultados académicos en Matemática II. *Revista Electrónica Educare*. vol. 27, núm. 1, 1-21.
- Laura Huaita, R. M. (2020). *Modelo predictivo de demanda basado en redes neuronales para aprovisionamiento en empresas textiles*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Jerma Meza, A., Vázquez Araujo, J. G., Martínez Vázquez, M. C., González Cisneros, L. E., Coronado Manqueros, L. E., Barraza Macías, A., & Mejía Carrillo, M. d. (2021). *Manual de temas nodales de la investigación cuantitativa. Un abordaje didáctico*. México: Universidad Pedagógica de Durango.
- Lorente Leyva, L. L. (2019). *Modelo para el pronóstico de la demanda de la empresa Dipac Manta S.A. (Sede Ibarra) aplicando redes neuronales artificiales*. Ibarra, Ecuador : Universidad Técnica del Norte.
- Luna Perejón, F. (2020). *Estudio e integración en sistemas empotrados de algoritmos de Aprendizaje Supervisado basados en Redes Neuronales Artificiales para el análisis de perturbaciones y eventos asociados a la marcha*. Sevilla, España: Universidad de Sevilla.
- Martínez Noriega, H. A. (2021). Evaluación de técnicas de Inteligencia Artificial para el pronóstico de inundaciones costeras por penetración del mar. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 16-27.
- Martins, J. (16 de agosto de 2022). *Asana*. Obtenido de <https://asana.com/es/resources/key-performance-indicator-kpi>

- Monreal Pitones, L. E. (2022). Aplicación de modelos predictivos y correlacionados. *XIKUA Boletín Científico de la Escuela Superior de Tlahuelilpan, publicación semestral, Vol. 10, No. 20*, 30-37.
- Navarro Moreno, A. (2019). *Introducción a las Redes Neuronales aplicadas al Aprendizaje Supervisado*. Obtenido de Google Académico: https://scholar.google.es/scholar?as_ylo=2019&q=redes+neuronales+artificiales+aprendizaje+supervisado+&hl=es&as_sdt=0,5
- ONU. (2015). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Pavón Valencia, J. F. (2019). *Modelo para el pronóstico de la demanda de agua potable de EMAPA-I aplicando redes neuronales artificiales*. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Perdigón Llanes, R., & González Benítez, N. (2021). Comparación y selección de técnicas de inteligencia artificial para pronosticar las producciones de leche bovina . *Revista Cubana de Ciencias Informáticas* , 24-43.
- Pillapa Vargas, Y. E. (2022). *Estimación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) en aguas residuales de las empresas de jeans de la ciudad de Pelileo utilizando redes neuronales artificiales*. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Quispe Mamani, N. (2022). *Implementación de redes neuronales artificiales para*. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Recuerdo de los Santos, P. (24 de enero de 2022). *Telefónica Tech*. Obtenido de <https://telefonicatech.com/blog/datos-entrenamiento-vs-datos-de-test>

- Rivero Albarrán, D. A. (2022). Un modelo para predecir la demanda en farmacias. *Revista de Marketing Aplicado*, 1-14.
- Rocha Medina, L. B., Gutiérrez Sánchez, A., Espitia Ferraro, F. F., Moya Espinosa, P. I., & De Arco Patermina, L. K. (2020). *Gestión empresarial de la cadena de suministros*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Rojas Montero, S., Solís Ramírez, K., & Casanova Treto, P. (2022). Modelo de predicción para secado de granos por medio de redes neuronales artificiales en un túnel de secado vertical. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 1-14.
- Ruiz Solano, M. A. (6 de marzo de 2023). Planificación organizacional y principios básicos de la empresa textil. (E. B. Trejo Ramírez, Entrevistador)
- Sabry, F. (2022). *Cerebro Artificial: dar a los robots la inteligencia para tareas complejas* . Mil millones de conocimientos .
- Sheela, K. G. (2014). Selection of number of hidden neurons in neural networks in renewable energy systems. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 686-688.
- Silene, N. V., & Morón Mesía, R. C. (2021). *Elaboración del código de ética empresarial*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).
- Sumba Bustamante, R. Y., Cárdenas Borja, N. P., Bravo Ayala, T. L., & Arteaga Choez, R. F. (2020). La planeación estratégica: Importancia en las pymes ecuatorianas. *Revista científica FIPCAEC (Fomento a la investigación y publicación científico-técnica multidisciplinaria)*, 114-136.
- Teigens, V. (2020). *Inteligencia artificial: la cuarta revolución industrial*. Palo Alto, California: Cambridge Stanford Books.

- Terán Villanueva, J. D., Ibarra Martínez, S., Laria Menchaca, J., Castán Rocha, J. A., Treviño Berrones, M. G., García Ruiz, A. H., & Martínez Infante, J. E. (2019). Estudio de redes neuronales para el pronóstico de la demanda de asignaturas. *Revista Facultad de Ingeniería*, 1-10.
- The MathWoks, M. (18 de octubre de 2023). *MathWoks*. Obtenido de MathWoks: https://es.mathworks.com/help/matlab/index.html?s_tid=hc_panel
- The MathWorks, I. S. (16 de octubre de 2023). *The MathWorks, Inc.* Obtenido de <https://es.mathworks.com/help/deeplearning/ref/trainlm.html>
- Torres, A. &. (4 de junio de 2019). *Redes Neuronales*. Obtenido de <http://albertotb.com/curso-ml-R/Rmd/12-nn/12-nn.html#1>
- Valbuena Castro, R. E. (2021). *Inteligencia Artificial: Investigación científica avanzada centrada en datos*. Venezuela: Cencal Press.
- Vanegas García, M. G., Bravo Sánchez, U. I., & Castillo Borja, F. (2019). Modelo de Red Neuronal para la Predicción del Poder Calorífico partir del Análisis Proximal de Carbonosos. *Conciencia Tecnológica*, 1-12.
- Wilkins, N. (2020). *Inteligencia Artificial: Una Guía Completa sobre la IA, el Aprendizaje Automático, el Internet de las Cosas, la Robótica, el Aprendizaje Profundo, el Análisis Predictivo y el Aprendizaje Reforzado*. España: Bravex Publications.

Anexos

Base de datos demanda total

Tabla 13

Base de datos completa demanda real

PRODUCTO				GENERO		MANGA		TALLA							
Mes	Oxford	Mezclilla		M	H	Larga	Corta	XCH	CH	M	G	XG	XXG	XXXG	Total
		7.5oz	12oz												
ENERO		8			8	8			8						8
		47			47		47			47					47
		14		14			14				14				14
			20		20	20				20					20
			20		20	20					20				20
			10		10	10						10			10
	50				50		50					50			50
	10				10		10						10		10
	2			2			2	2							2
	15			15			15		15						15
	15			15			15			15					15
	10			10			10				10				10
	10			10			10					10			10
	5			5			5						5		5
	5			5			5							5	5
	50				50	50				50					50
	60				60	60					60				60
	50				50	50						50			50
	30				30	30							30		30
	312	69	50	76	355	248	183	2	23	132	104	120	45	5	431
FEBRERO		4			4	4			4						4
		2			2	2				2					2
		1			1	1						1			1
		2		2		2			2						2
		1		1		1				1					1
		2		2		2					2				2
		2		2		2			2						2
		3			3	3				3					3
		1			1	1				1					1

	4		4	4		4		4
	1	1		1		1		1
	4	4		4		4		4
	2	2		2		2		2
	2	2		2		2	2	2
	1	1		1			1	1
	1		1	1		1		1
	4		4	4		4		4
	4		4	4		4		4
	8		8	8		8		8
	16	16		16		16		16
	16		16	16		16		16
	8		8	8			8	8
	1		1	1			1	1
	18	18		18		18		18
	42	42		42		42		42
	26	26		26		26		26
	26	26		26			26	26
	2	2		2			2	2
	1		1	1		1		1
	1		1	1		1		1
	2		2	2		2		2
	1	1		1		1		1
	2	2		2			2	2
	1		1	1		1		1
	3	3		3		3		3
	1	1		1		1		1
	2		2	2		2		2
	1		1	1		1		1
	1	1		1		1		1
12			12	12		12		12
32			32	32		32		32
36			36	36		36		36
8			8	8			8	8
8			8	8			8	8
2			2	2		2		2
	1		1	1		1		1
2			2	2		2		2
2			2	2		2		2
	1		1	1		1		1
4			4	4		4		4
	3		3	3		3		3
2			2	2		2		2

		15	15	15			15		15
		4	4	4			4		4
		4	4	4		4			4
		8	8	8			8		8
		10	10	10			10		10
5			5	5		5			5
35			35	35		35			35
51			51	51			51		51
16			16	16			16		16
2			2	2				2	2
	20		20		20	20			20
	20		20		20	20			20
	20		20		20		20		20
	10		10		10		10		10
	6		6		6			6	6
	18		18	18		18			18
	15		15	15			15		15
	6		6	6		6			6
	6		6	6				6	6
	3		3	3		3			3
	3		3	3	3				3
1		1	1	1	1				1
7		7	7	7		7			7
15		15		15			15		15
11		11		11			11		11
4		4		4				4	4
11			11	11		11			11
37			37	37		37			37
40			40	40			40		40
23			23	23				23	23
85			85		85		85		85
188			188		188			188	188
	10		10		10	10			10
	20		20		20		20		20
	20		20		20		20		20
	6		6		6		6		6
6			6		6				6
6			6	6			6		6
4		4			4		4		4
4		4		4				4	4
9		9			9	9			9
12		12			12		12		12
5		5			5		5		5

1			1			1						1			1
9			9			9		9							9
12			12			12			12						12
5			5			5				5					5
1			1			1					1				1
29				29		29		29							29
79				79		79			79						79
72				72		72				72					72
27				27		27					27				27
11				11		11						11			11
29				29	29			29							29
79				79	79				79						79
73				73	73					73					73
27				27	27						27				27
11				11	11							11			11
	2			2	2		2								2
	8			8	8			8							8
	28			28	28				28						28
	30			30	30					30					30
	4			4	4						4				4
	4			4	4							4			4
	1308	410	68	100	1686	1046	740	21	277	550	550	357	31	0	1786

ABRIL

7			7			7	7								7
30			30			30		30							30
19			19			19			19						19
16			16			16				16					16
5			5			5					5				5
1			1			1						1			1
1			1			1							1		1
9			9			9	9								9
30			30			30		30							30
19			19			19			19						19
16			16			16				16					16
5			5			5					5				5
1			1			1						1			1
1			1			1							1		1
18				18		18	18								18
81				81		81		81							81
86				86		86			86						86
33				33		33				33					33
8				8		8					8				8
3				3		3						3			3

	2				2		2							2	2
	18				18	18		18							18
	80				80	80		80							80
	86				86	86			86						86
	33				33	33				33					33
	8				8	8					8				8
	3				3	3						3			3
	2				2	2							2		2
		40			40	40			40						40
		50			50	50				50					50
		20			20	20					20				20
		18		18		18		18							18
		26		26		26			26						26
		12		12		12				12					12
		10			10	10		10							10
		62			62	62			62						62
		58			58	58				58					58
		15			15	15					15				15
		4			4	4						4			4
		2			2	2				2					2
	5				5	5		5							5
	6				6	6			6						6
	9				9	9				9					9
	3				3	3					3				3
	5				5		5	5							5
	6				6		6		6						6
	9				9		9			9					9
	3				3		3				3				3
	1		1			1				1					1
	1		1				1			1					1
		1			1	1		1							1
		12			12	12			12						12
		8			8	8				8					8
		3			3	3					3				3
		1		1		1			1						1
	669	342	0	219	792	677	334	52	260	363	248	70	12	6	1011
MAYO		4			4	4				4					4
		4			4	4				4					4
		30			30	30		30							30
		3			3	3		3							3
		6			6	6			6						6
		6			6	6			6						6

	27		27	27		27		27
	24		24	24		24		24
	27		27	27			27	27
	3		3	3			3	3
	3		3	3				3
		21	21	21	21			21
		32	32	32	32			32
		54	54	54		54		54
		164	164	164		164		164
		139	139	139		139		139
		145	145	145			145	145
		69	69	69			69	69
		24	24	24			24	24
		10	10	10				10
5			5	5		5		5
5			5	5			5	5
5			5	5			5	5
5		5		5		5		5
5		5		5			5	5
20			20	20		20		20
20			20	20			20	20
10			10	10			10	10
10			10	10				10
15		15		15	15			15
20		20		20		20		20
15		15		15		15		15
10		10		10			10	10
60			60	60		60		60
45			45	45		45		45
25			25	25			25	25
15			15	15			15	15
10		10		10		10		10
20			20		20			20
80			80			80		80
70			70				70	70
25			25				25	25
15			15					15
10		10		10		10		10
10		10		10			10	10
5		5		5			5	5
5		5		5			5	5
5		5		5				5
10			10		10			10

40		40		40		40		40
20		20		20		20		20
10		10		10		10		10
10		10		10	10			10
60		60		60		60		60
20		20		20		20		20
5		5		5		5		5
5	5			5		5		5
15	15			15		15		15
5	5			5		5		5
45		45		45		45		45
10		10		10	10			10
10		10		10		10		10
5		5		5		5		5
5	5			5	5			5
35		35		35		35		35
25		25		25		25		25
10		10		10		10		10
5	5			5		5		5
25		25		25	25			25
35		35		35		35		35
10		10		10		10		10
5		5		5		5		5
50		50		50	50			50
30		30		30		30		30
25		25		25		25		25
20		20		20		20		20
5		5		5		5		5
5	5			5	5			5
10	10			10		10		10
5	5			5		5		5
10		10		10	10			10
5		5		5		5		5
5	5			5	5			5
10	10			10		10		10
20		20		20	20			20
30		30		30		30		30
10		10		10		10		10
10		10	10		10			10
30		30	30		30			30
15		15	15		15			15
15		15	15		15			15
5		5	5		5			5

	2		2	2					2	2
4		4		4		4				4
13		13		13			13			13
24		24		24				24		24
6		6		6				6		6
14		14		14					14	14
8		8		8					8	8
1		1		1					1	1
4		4			4	4				4
13		13			13		13			13
24		24			24			24		24
6		6			6			6		6
14		14			14				14	14
8		8			8				8	8
1		1			1				1	1
3			3	3		3				3
22			22	22			22			22
76			76	76				76		76
53			53	53					53	53
4			4	4					4	4
3			3	3					3	3
1			1	1					1	1
3			3		3	3				3
22			22		22		22			22
76			76		76			76		76
53			53		53				53	53
4			4		4				4	4
3			3		3				3	3
1			1		1				1	1
	15		15	15			15			15
	39		39	39				39		39
	24		24	24					24	24
	6		6	6					6	6
	129		129		129	129				129
	24	24			24		24			24
	30		30	30			30			30
	30		30	30				30		30
	30		30	30					30	30
	30		30	30					30	30
	10		10	10					10	10
2		2			2			2		2
1		1			1				1	1
2		2			2			2		2

1			1			1				1					1
	2		2			2			2						2
	1		1			1				1					1
1			1		1		1								1
7			7		7				7						7
3			3		3					3					3
5			5		5						5				5
1			1		1							1			1
1			1		1		1								1
7			7		7				7						7
3			3		3					3					3
5			5		5						5				5
1			1		1							1			1
	1		1		1		1								1
	7		7		7				7						7
	3		3		3					3					3
	5		5		5						5				5
	1		1		1							1			1
													1		
1				1		1			1						1
2				2		2				2					2
4				4		4					4				4
1				1		1						1			1
1				1		1							1		1
1				1		1		1							1
2				2		2			2						2
4				4		4				4					4
1				1		1					1				1
1				1		1						1			1
	1			1		1		1							1
	2			2		2			2						2
	4			4		4				4					4
	1			1		1					1				1
	1			1		1						1			1
4				4	4			4							4
6				6	6				6						6
9				9	9					9					9
4				4	4						4				4
	4			4	4			4							4
	6			6	6				6						6
	7			7	7					7					7
	2			2	2						2				2
1005	723	0	344	1384	1077	651	166	308	596	412	154	72	20		1728

	150				150		150			150					150
	30				30		30			30					30
	25				25		25			25					25
	55				55		55			55					55
	10				10		10			10					10
		2			2	2				2					2
		4			4	4					4				4
	8				8	8		8							8
	23				23	23			23						23
	14				14	14				14					14
	3				3	3					3				3
	2				2	2						2			2
	4			4		4		4							4
	8			8		8			8						8
	1			1		1				1					1
	333	6	0	13	326	69	270	0	12	303	19	3	2	0	339
AGOSTO		3			3	3				3					3
		9			9	9					9				9
		6			6	6				6					6
		9			9	9					9				9
		2			2	2						2			2
		1			1		1				1				1
		8			8		8						8		8
		2			2		2							2	2
		3			3		3							3	3
		13			13		13		13						13
		55			55		55				55				55
		43			43		43			43					43
		6			6		6	6							6
		35			35		35					35			35
		7			7		7						7		7
		8			8	8							8		8
		7			7	7								7	7
		3			3	3								3	3
		3			3	3								3	3
		27			27	27			27						27
		115			115	115					115				115
		115			115	115				115					115
		10			10	10		10							10
		65			65	65						65			65
		10			10	10							10		10
	2				2		2							2	2

7		7		7		7		7
15		15		15		15		15
5		5		5		5		5
2		2	2				2	2
2		2	2					2
1		1	1				1	1
6		6	6		6			6
10		10	10			10		10
23		23	23		23			23
4		4	4			4		4
3		3	3				3	3
	3	3	3				3	3
	2	2	2					2
	2	2	2				2	2
	10	10	10		10			10
	15	15	15			15		15
	25	25	25		25			25
	6	6	6		6			6
	8	8	8				8	8
	2	2		2	2			2
	9	9		9				9
	10	10		10		10		10
	15	15		15		15		15
	10	10		10			10	10
	2	2		2			2	2
2		2		2	2			2
1		1		1		1		1
4		4		4		4		4
2		2		2			2	2
2		2	2					2
8		8	8		8			8
4		4	4			4		4
8		8	8			8		8
5		5	5		5			5
5		5	5				5	5
2		2	2				2	2
	2	2	2			2		2
	9	9	9			9		9
	11	11	11				11	11
	5	5	5		5			5
	6	6	6			6		6
	11	11	11			11		11
	9	9	9				9	9

	4	4	4		4		4
	7	7	7			7	7
8		8	8	8			8
25		25	25	25			25
42		42	42		42		42
26		26	26			26	26
8		8	8			8	8
13		13	13	13			13
64		64	64	64			64
39		39	39	39			39
71		71	71		71		71
67		67	67			67	67
12		12	12			12	12
17		17	17	17			17
64		64	64	64			64
78		78	78		78		78
79		79	79			79	79
72		72	72			72	72
49		49	49			49	49
2		2	2				2
2		2	2	2			2
11		11	11	11			11
19		19	19		19		19
19		19	19			19	19
13		13	13			13	13
14		14	14			14	14
2		2	2				2
0							
2		2	2	2			2
39		39	39		39		39
43		43	43			43	43
48		48	48			48	48
6		6	6			6	6
1		1	1	1			1
3		3	3		3		3
8		8	8			8	8
6		6	6			6	6
1		1	1			1	1
	8	8	8		8		8
	12	12	12		12		12
	8	8	8			8	8
	8	8	8			8	8
	4	4	4				4

	36		36	36		36		36
	156		156	156		156		156
	120		120	120		120		120
	36		36	36		36		36
	4		4	4			4	4
36			36		36	36		36
36			36		36	36		36
24			24		24	24		24
22			22		22	22		22
4			4		4		4	4
36			36	36	36			36
24			24	24	24			24
28			28	28		28		28
24			24	24		24		24
4			4	4			4	4
4		4		4		4		4
16		16		16		16		16
32		32		32		32		32
12		12		12		12		12
20		20		20		20		20
4		4		4	4			4
16		16		16		16		16
32		32		32		32		32
12		12		12		12		12
20		20		20		20		20
5		5		5	5			5
20		20		20		20		20
15		15		15		15		15
5		5		5		5		5
5		5		5			5	5
2		2		2			2	2
2		2		2				2
10		10		10	10			10
15		15		15		15		15
10		10		10		10		10
10		10		10		10		10
10		10		10			10	10
5		5		5			5	5
2		2		2				2
3		3		3				3
	50		50	50		50		50
	50		50	50		50		50
	40		40	40		40		40

9		9	9		9		9
8		8	8			8	8
3		3	3			3	3
9		9		9	9		9
8		8		8		8	8
3		3		3		3	3
1		1	1		1		1
1		1		1	1		1
	36		36	36		36	36
	12		12	12		12	12
	8		8	8		8	8
	2	2		2		2	2
36			36	36		36	36
21			21	21		21	21
18			18	18		18	18
3			3	3		3	3
3			3	3		3	3
24			24	24		24	24
84			84	84	84		84
39			39	39		39	39
6			6	6		6	6
6			6	6		6	6
3			3	3		3	3
42			42	42	42		42
36			36	36		36	36
21			21	21		21	21
6			6	6		6	6
3			3	3		3	3
24			24	24		24	24
2		2		2		2	2
2		2		2		2	2
	4	4		4		4	4
	1	1		1		1	1
	1	1		1		1	1
1			1	1		1	1
2			2	2		2	2
	8		8	8		8	8
	6		6	6		6	6
	7	7		7	7		7
	15	15		15		15	15
	9	9		9		9	9
	9	9		9		9	9
	1	1	1			1	1

	4		4		4								4	4
	11			11	11			11						11
	4			4	4					4				4
	2			2	2						2			2
45				45	45					45				45
42				42	42					42				42
15				15	15					15				15
3				3	3					3				3
3				3	3					3				3
30				30	30					30				30
30				30	30					30				30
30				30	30					30				30
6				6	6					6				6
3				3	3					3				3
3				3	3					3				3
21				21	21					21				21
75				75	75					75				75
18				18	18					18				18
12				12	12					12				12
6				6	6					6				6
3				3	3					3				3
27				27	27					27				27
1353	140	7	116	1384	1350	150	0	262	533	532	61	18	94	1500

OCTUBRE

		4		4	4		4							4
		6		6	6			6						6
		10		10	10				10					10
		8		8	8					8				8
		2		2	2						2			2
		2		2	2							2		2
1				1	1		1							1
11				11	11			11						11
65				65	65				65					65
39				39	39					39				39
12				12	12						12			12
3				3	3							3		3
6			6		6		6							6
31			31		31			31						31
18			18		18				18					18
9			9		9					9				9
4			4		4						4			4
1			1		1							1		1
6			6			6	6							6

35			35			35		35						35
29			29			29		29						29
22			22			22			22					22
8			8			8				8				8
1			1			1					1			1
1			1			1						1		1
8			8		8		8							8
37			37		37			37						37
29			29		29				29					29
22			22		22					22				22
8			8		8						8			8
1			1		1							1		1
1			1		1								1	1
	2			2	2		2							2
	8			8	8			8						8
	27			27	27				27					27
	28			28	28					28				28
	4			4	4						4			4
	2			2	2							2		2
46				46	46			46						46
174				174	174				174					174
172				172	172					172				172
63				63	63						63			63
16				16	16							16		16
3				3	3								3	3
2				2	2								2	2
46				46		46		46						46
174				174		174			174					174
170				170		170				170				170
63				63		63					63			63
16				16		16						16		16
3				3		3							3	3
2				2		2							2	2
1358	71	32	277	1184	885	576	27	220	526	470	164	42	12	1461

NOVEMBRE

2			2	2		2								2
60			60	60			60							60
151			151	151				151						151
30			30	30					30					30
30			30	30						30				30
2			2	2								2		2
4			4	4									4	4
18			18	18				18						18

48		48	48			48			48
46		46	46				46		46
10		10	10					10	10
1		1	1						1
18		18		18		18			18
58		58		58			58		58
40		40		40			40		40
10		10		10				10	10
1		1		1					1
9		9	9			9			9
60		60	60				60		60
46		46	46				46		46
4		4	4					4	4
9		9		9		9			9
70		70		70			70		70
46		46		46			46		46
4		4	4		4				4
1	1			1	1				1
12	12		12			12			12
6	6		6				6		6
4	4		4					4	4
5	5		5					5	5
1	1			1	1				1
12	12			12		12			12
6	6			6			6		6
4	4			4				4	4
5	5			5				5	5
4	4		4		4				4
12	12		12			12			12
13	13		13				13		13
4	4			4	4				4
12	12			12		12			12
13	13			13			13		13
1		1	1			1			1
5		5	5				5		5
3		3	3					3	3
1		1	1					1	1
2		2	2						2
1		1	1						1
24		24		24		24			24
39		39		39			39		39
12		12		12				12	12
9		9		9				9	9

3		3		3			3		3
9		9		9		9			9
12		12		12		12			12
6		6		6			6		6
6		6		6		6			6
3		3		3		3			3
	8	8		8		8			8
	7	7		7			7		7
	10	10		10			10		10
	7	7		7				7	7
	6	6		6		6			6
	10	10		10		10			10
	25	25		25			25		25
	15	15		15			15		15
	8	8		8				8	8
	3	3		3				3	3
	2	2		2					2
	2	2		2				2	2
2		2		2		2			2
4		4		4		4			4
5		5		5			5		5
2		2		2				2	2
8		8		8		8			8
10		10		10		10			10
15		15		15			15		15
5		5		5				5	5
5		5		5				5	5
3		3		3					3
2		2		2					2
15			15		15		15		15
7			7		7			7	7
5			5		5			5	5
2			2		2				2
6			6	6		6			6
23			23	23		23			23
10			10	10			10		10
4			4	4				4	4
5			5	5				5	5
2			2	2					2
1			1	1					1
8			8		8				8
2			2		2				2
3			3		3				3

	13				13			13		13						13
	55				55			55		55						55
	43				43			43		43						43
	6				6		6									6
	35				35			35			35					35
	7				7			7				7				7
		8			8	8						8				8
		7			7	7							7			7
		3			3	3							3			3
		3			3	3							3			3
		27			27	27		27								27
		115			115	115				115						115
		115			115	115			115							115
		10			10	10	10									10
		65			65	65					65					65
		10			10	10						10				10
	13			13		13		13								13
	20			20		20			20							20
	11			11		11				11						11
	9			9		9					9					9
	13				13	13		13								13
	32				32	32			32							32
	37				37	37				37						37
	23				23	23					23					23
	4				4	4						4				4
	1223	745	0	367	1601	1321	647	54	320	774	498	236	48	38		1968
DICIEMBRE	12				12		12				12					12
	13				13		13					13				13
	5				5		5						5			5
	16				16	16			16							16
	21				21	21				21						21
	7				7	7						7				7
	137				137		137			137						137
	165				165		165				165					165
		39			39	39			39							39
		27			27	27				27						27
		3			3	3					3					3
		20			20		20	20								20
		20			20		20		20							20
		10			10		10			10						10
		20			20		20	20								20
		10			10		10		10							10

	10			10		10				10				10
	10			10		10					10			10
376	169	0	0	545	113	432	0	40	222	245	33	5	0	545

Base de datos demanda mezclilla

Tabla 14

Base de datos completa demanda mezclilla real

Mes			GENERO	MANGA				TALLA					Total	
	Mezclilla		M	H	Larga	Corta	XCH	CH	M	G	XG	XXG		XXXG
	7.5oz	12oz												
ENERO	8			8	8			8						8
	47			47		47			47					47
	14		14			14				14				14
		20		20	20				20					20
		20		20	20					20				20
		10		10	10						10			10
	69	50	14	105	58	61	0	8	67	34	10	0	0	119
FEBRERO	4			4	4			4						4
	2			2	2				2					2
	1			1	1						1			1
	2		2		2			2						2
	1		1		1				1					1
	2		2		2					2				2
	2		2		2			2						2
	3			3	3				3					3
	1			1	1				1					1
	4			4	4					4				4
	1		1		1			1						1
	4		4		4				4					4
	2		2		2					2				2
	2		2		2						2			2
	1		1		1							1		1
	1			1	1			1						1
	4			4	4					4				4
	4			4	4					4				4
	8			8	8			8						8
	16		16		16				16					16
16			16	16					16				16	
8			8	8						8			8	
1			1	1							1		1	
18		18		18			18						18	

42		42		42				42						42
26		26		26					26					26
26		26		26						26				26
2		2		2							2			2
1			1	1			1							1
1			1	1				1						1
2			2	2					2					2
1		1		1					1					1
2		2		2							2			2
1			1	1			1							1
3		3		3			3							3
1		1		1				1						1
2			2	2				2						2
1			1	1				1						1
1		1		1				1						1
1			1	1			1							1
1			1	1				1						1
3			3	3				3						3
1			1	1					1					1
226	0	155	71	226	0	0	42	79	62	37	6	0		226

MARZO

	2		2	2				2						2
	8		8	8					8					8
	5		5	5						5				5
2			2	2		2								2
4			4	4			4							4
18			18	18				18						18
8			8	8					8					8
21			21	21				21						21
15			15	15			15							15
3			3	3					3					3
40			40		40		40							40
20			20		20			20						20
20			20		20				20					20
	12		12	12				12						12
	15		15	15					15					15
	4		4	4						4				4
	4		4	4				4						4
	8		8	8					8					8
	10		10	10						10				10
20			20		20		20							20
20			20		20		20							20

20			20		20			20					20
10			10		10				10				10
6			6		6					6			6
18			18	18				18					18
15			15	15					15				15
6			6	6				6					6
6			6	6						6			6
3			3	3				3					3
3			3	3			3						3
10			10		10	10							10
20			20		20		20						20
20			20		20			20					20
6			6		6				6				6
2			2	2		2							2
8			8	8			8						8
28			28	28				28					28
30			30	30					30				30
4			4	4						4			4
4			4	4							4		4
410	68	0	478	266	212	17	136	163	123	35	4	0	478

40			40	40				40					40
50			50	50					50				50
20			20	20						20			20
18		18		18			18						18
26		26		26				26					26
12		12		12					12				12
10			10	10			10						10
62			62	62				62					62
58			58	58					58				58
15			15	15						15			15
4			4	4							4		4
2			2	2					2				2
1			1	1			1						1
12			12	12				12					12
8			8	8					8				8
3			3	3						3			3
1		1		1				1					1
342	0	57	285	342	0	0	29	141	130	38	4	0	342

MAYO	4			4	4			4					4
	4			4	4			4					4

30			30	30		30							30
3			3	3		3							3
6			6	6			6						6
6			6	6			6						6
27			27	27				27					27
24			24	24					24				24
27			27	27						27			27
3			3	3						3			3
3			3	3							3		3
	21		21	21		21							21
	32		32	32		32							32
	54		54	54			54						54
	164		164	164			164						164
	139		139	139				139					139
	145		145	145					145				145
	69		69	69						69			69
	24		24	24						24			24
	10		10	10							10		10
137	658	0	795	795	0	86	230	174	169	123	13	0	795

JUNIO

14			14	14		14							14
50			50	50			50						50
132			132	132				132					132
68			68	68					68				68
34			34	34						34			34
8			8	8							8		8
2			2	2								2	2
15			15	15			15						15
39			39	39				39					39
24			24	24					24				24
6			6	6						6			6
129			129		129	129							129
24	24				24		24						24
30			30	30			30						30
30			30	30				30					30
30			30	30					30				30
30			30	30						30			30
10			10	10							10		10
2	2				2			2					2
1	1				1				1				1
1	1		1			1							1
7	7			7				7					7

3		3		3					3				3
5		5		5						5			5
1		1		1							1		1
1			1		1		1						1
2			2		2			2					2
4			4		4				4				4
1			1		1					1			1
1			1		1						1		1
4			4	4			4						4
6			6	6				6					6
7			7	7					7				7
2			2	2						2			2
723	0	44	679	558	165	144	124	218	137	78	20	2	723

JULIO	2			2	2			2					2
	4			4	4				4				4
	6	0	0	6	6	0	0	0	2	4	0	0	6

3			3	3				3					3
9			9	9					9				9
6			6	6				6					6
9			9	9					9				9
2			2	2						2			2
1			1		1				1				1
8			8		8						8		8
2			2		2							2	2
3			3		3							3	3
13			13		13		13						13
55			55		55			55					55
43			43		43			43					43
6			6		6	6							6
35			35		35					35			35
7			7		7						7		7
8			8	8							8		8
7			7	7								7	7
3			3	3								3	3
3			3	3								3	3
27			27	27			27						27
115			115	115				115					115
115			115	115				115					115
10			10	10		10							10
65			65	65						65			65

	10		10	10							10		10	
	3	3		3							3		3	
	2	2		2								2	2	
	2	2		2								2	2	
	10	10		10			10						10	
	15	15		15				15					15	
	25	25		25				25					25	
	6	6		6		6							6	
	8	8		8						8			8	
	2	2			2	2							2	
	9	9			9		9						9	
	10	10			10				10				10	
	15	15			15			15					15	
	10	10			10					10			10	
	2	2			2						2		2	
		2		2			2						2	
		9		9					9				9	
		11		11						11			11	
		5		5			5						5	
		6		6				6					6	
		11		11					11				11	
		9		9						9			9	
		4		4				4					4	
		7		7					7				7	
		8		8				8					8	
		12		12					12				12	
		8		8						8			8	
		8		8							8		8	
		4		4								4	4	
	36			36			36						36	
	156			156				156					156	
	120			120					120				120	
	36			36						36			36	
	4			4							4		4	
	50			50			50						50	
	50			50				50					50	
	40			40					40				40	
	10			10						10			10	
	1186	104	119	1171	1069	221	24	152	431	413	194	50	26	1290
SEPTIE MBRE		2		2	2				2					2
		4		4	4					4				4

		1		1	1						1			1
	36			36	36				36					36
	12			12	12				12					12
	8			8	8					8				8
	2		2		2			2						2
	4		4		4				4					4
	1		1		1					1				1
	1		1		1						1			1
	8			8	8			8						8
	6			6	6				6					6
	7		7		7		7							7
	15		15		15			15						15
	9		9		9				9					9
	9		9		9					9				9
	1		1		1						1			1
	4		4		4							4		4
	11			11	11			11						11
	4			4	4				4					4
	2			2	2					2				2
	140	7	53	94	147	0	0	7	74	39	21	2	4	147

		4		4	4		4							4
		6		6	6			6						6
		10		10	10				10					10
		8		8	8					8				8
		2		2	2						2			2
		2		2	2							2		2
	2			2	2		2							2
	8			8	8			8						8
	27			27	27				27					27
	28			28	28					28				28
	4			4	4						4			4
	2			2	2							2		2
	71	32	0	103	103	0	6	14	37	36	6	4	0	103

	2			2	2		2							2
	60			60	60			60						60
	151			151	151				151					151
	30			30	30					30				30
	30			30	30						30			30
	2			2	2							2		2
	4			4	4								4	4

OCTUBRE

NOVEMBRE

8	8	8		8									8
7	7	7					7						7
10	10	10						10					10
7	7	7							7				7
6	6	6		6									6
10	10	10				10							10
25	25	25					25						25
15	15	15						15					15
8	8	8							8				8
3	3	3								3			3
2	2	2									2		2
2	2	2									2		2
8		8	8							8			8
7		7	7								7		7
3		3	3								3		3
3		3	3								3		3
27		27	27			27							27
115		115	115					115					115
115		115	115						115				115
10		10	10		10								10
65		65	65							65			65
10		10	10								10		10
745	0	103	642	745	0	18	105	298	170	110	23	21	745

DICIEMBRE	39		39	39				39					39
	27		27	27					27				27
	3		3	3						3			3
	20		20		20		20						20
	20		20		20			20					20
	10		10		10				10				10
	20		20		20		20						20
	10		10		10			10					10
	10		10		10				10				10
	10		10		10					10			10
169	0	0	169	69	100	0	40	69	47	13	0	0	169

Base de datos demanda oxford

Tabla 15

Base de datos completa demanda oxford real

		GENERO		MANGA				TALLA					Total
Mes	Oxford	M	H	Larga	Corta	XCH	CH	M	G	XG	XXG	XXXG	
ENERO	50		50		50					50			50
	10		10		10						10		10
	2	2			2	2							2
	15	15			15		15						15
	15	15			15			15					15
	10	10			10				10				10
	10	10			10					10			10
	5	5			5						5		5
	5	5			5							5	5
	50		50	50				50					50
	60		60	60					60				60
	50		50	50						50			50
	30		30	30							30		30
	312	62	250	190	122	2	15	65	70	110	45	5	312
FEBRERO	12		12	12			12						12
	32		32	32				32					32
	36		36	36					36				36
	8		8	8						8			8
	8		8	8							8		8
	2		2	2			2						2
	2		2	2			2						2
	2		2	2			2						2
	4		4	4				4					4
	2		2	2				2					2
	2		2	2				2					2
	2		2	2					2				2
	2		2	2					2				2
	4		4	4						4			4
	2	2		2				2					2
	4	4		4				4					4
	2	2		2					2				2
	2	2		2					2				2

2	2		2					2				2
2	2		2						2			2
2	2		2						2			2
2	2		2						2			2
2	2		2						2			2
2	2		2						2			2
2	2		2							2		2
2	2		2							2		2
1		1	1			1						1
3		3	3				3					3
1		1	1					1				1
1		1	1				1					1
150	26	124	150	0	0	19	50	47	22	12	0	150

MARZO

3		3	3		3							3
36		36	36			36						36
112		112	112				112					112
81		81	81					81				81
31		31	31						31			31
3		3	3							3		3
5		5	5			5						5
35		35	35				35					35
51		51	51					51				51
16		16	16						16			16
2		2	2							2		2
1	1		1		1							1
7	7		7			7						7
15	15		15				15					15
11	11		11					11				11
4	4		4						4			4
11		11	11			11						11
37		37	37				37					37
40		40	40					40				40
23		23	23						23			23
85		85		85				85				85
188		188		188					188			188
6		6		6		6						6
6		6	6				6					6
4	4			4				4				4
4	4		4						4			4
9	9			9		9						9
12	12			12			12					12
5	5			5				5				5

	1	1		1					1			1	
	9	9		9		9						9	
	12	12		12			12					12	
	5	5		5				5				5	
	1	1		1					1			1	
	29		29		29		29					29	
	79		79		79			79				79	
	72		72		72				72			72	
	27		27		27					27		27	
	11		11		11						11	11	
	29		29	29			29					29	
	79		79	79				79				79	
	73		73	73					73			73	
	27		27	27						27		27	
	11		11	11							11	11	
	1308	100	1208	780	528	4	141	387	427	322	27	0	1308
ABRIL	7	7			7	7							7
	30	30			30		30						30
	19	19			19			19					19
	16	16			16				16				16
	5	5			5					5			5
	1	1			1						1		1
	1	1			1							1	1
	9	9		9		9							9
	30	30		30			30						30
	19	19		19				19					19
	16	16		16					16				16
	5	5		5						5			5
	1	1		1							1		1
	1	1		1								1	1
	18		18		18	18							18
	81		81		81		81						81
	86		86		86			86					86
	33		33		33				33				33
	8		8		8					8			8
	3		3		3						3		3
	2		2		2							2	2
	18		18	18		18							18
	80		80	80			80						80
	86		86	86				86					86
	33		33	33					33				33
	8		8	8						8			8

3		3	3							3		3
2		2	2								2	2
5		5	5			5						5
6		6	6				6					6
9		9	9					9				9
3		3	3						3			3
5		5		5		5						5
6		6		6			6					6
9		9		9				9				9
3		3		3					3			3
1	1		1					1				1
1	1			1				1				1
669	162	507	335	334	52	231	222	118	32	8	6	669

MAYO

5		5	5			5						5
5		5	5				5					5
5		5	5					5				5
5	5		5				5					5
5	5		5					5				5
20		20	20			20						20
20		20	20				20					20
10		10	10					10				10
10		10	10						10			10
15	15		15		15							15
20	20		20			20						20
15	15		15				15					15
10	10		10					10				10
60		60	60			60						60
45		45	45				45					45
25		25	25					25				25
15		15	15						15			15
10	10		10			10						10
20		20		20	20							20
80		80		80		80						80
70		70		70				70				70
25		25		25					25			25
15		15		15						15		15
10	10			10		10						10
10	10			10			10					10
5	5			5				5				5
5	5			5					5			5
5	5			5						5		5
10		10		10		10						10

40		40		40			40		40
20		20		20			20		20
10		10		10			10		10
10		10		10	10				10
60		60		60		60			60
20		20		20		20			20
5		5		5			5		5
5	5			5			5		5
15	15			15			15		15
5	5			5				5	5
45		45		45		45			45
10		10		10		10			10
10		10		10			10		10
5		5		5				5	5
5	5			5	5				5
35		35		35		35			35
25		25		25			25		25
10		10		10				10	10
5	5			5			5		5
25		25		25		25			25
35		35		35		35			35
10		10		10			10		10
5		5		5				5	5
50		50		50		50			50
30		30		30		30			30
25		25		25			25		25
20		20		20				20	20
5		5		5					5
5	5			5		5			5
10	10			10			10		10
5	5			5				5	5
10		10		10		10			10
5		5		5			5		5
5	5			5		5			5
10	10			10			10		10
20		20		20		20			20
30		30		30		30			30
10		10		10			10		10
10		10	10			10			10
30		30	30			30			30
15		15	15			15			15
15		15	15				15		15
5		5	5					5	5

1	1		1						1	1
4	4			4	4					4
13	13			13		13				13
24	24			24			24			24
6	6			6				6		6
14	14			14					14	14
8	8			8					8	8
1	1			1						1
3		3	3		3					3
22		22	22			22				22
76		76	76				76			76
53		53	53					53		53
4		4	4						4	4
3		3	3						3	3
1		1	1							1
3		3		3	3					3
22		22		22		22				22
76		76		76			76			76
53		53		53				53		53
4		4		4					4	4
3		3		3					3	3
1		1		1						1
2	2			2			2			2
1	1			1				1		1
2	2			2			2			2
1	1			1				1		1
1	1		1		1					1
7	7		7				7			7
3	3		3					3		3
5	5		5						5	5
1	1		1						1	1
1	1		1		1					1
7	7		7				7			7
3	3		3					3		3
5	5		5						5	5
1	1		1						1	1
1		1		1		1				1
2		2		2			2			2
4		4		4				4		4
1		1		1					1	1
1		1		1					1	1
1		1		1		1				1
2		2		2			2			2

4		4		4				4					4
1		1		1					1				1
1		1		1						1			1
4		4	4			4							4
6		6	6				6						6
9		9	9					9					9
4		4	4						4				4
1005	300	705	519	486	22	184	378	275	76	52		18	1005

JULIO

150		150		150			150						150
30		30		30			30						30
25		25		25			25						25
55		55		55			55						55
10		10		10			10						10
8		8	8			8							8
23		23	23				23						23
14		14	14					14					14
3		3	3						3				3
2		2	2							2			2
4	4		4			4							4
8	8		8				8						8
1	1		1					1					1
333	13	320	63	270	0	12	301	15	3	2		0	333

AGOSTO

2		2		2								2	2
7		7		7				7					7
15		15		15			15						15
5		5		5					5				5
2		2	2							2			2
2		2	2									2	2
1		1	1									1	1
6		6	6			6							6
10		10	10					10					10
23		23	23				23						23
4		4	4						4				4
3		3	3							3			3
2	2			2	2								2
1	1			1		1							1
4	4			4			4						4
2	2			2					2				2
2	2		2								2		2
8	8		8			8							8
4	4		4					4					4

8	8	8			8		8
5	5	5	5				5
5	5	5				5	5
2	2	2				2	2
8		8	8		8		8
25		25	25		25		25
42		42	42		42		42
26		26	26			26	26
8		8	8			8	8
13		13	13	13			13
64		64	64		64		64
39		39	39		39		39
71		71	71			71	71
67		67	67			67	67
12		12	12			12	12
17		17	17	17			17
64		64	64		64		64
78		78	78		78		78
79		79	79			79	79
72		72	72			72	72
49		49	49			49	49
2		2	2				2
2	2	2	2	2			2
11	11	11	11		11		11
19	19	19	19		19		19
19	19	19	19			19	19
13	13	13	13			13	13
14	14	14	14			14	14
2	2	2	2				2
2	2	2	2		2		2
39	39	39	39		39		39
43	43	43	43			43	43
48	48	48	48			48	48
6	6	6	6			6	6
1	1	1	1		1		1
3	3	3	3		3		3
8	8	8	8			8	8
6	6	6	6			6	6
1	1	1	1			1	1
36		36	36	36	36		36
36		36	36		36		36
24		24	24			24	24
22		22	22			22	22

4		4		4						4		4
36		36	36			36						36
24		24	24				24					24
28		28	28					28				28
24		24	24						24			24
4		4	4							4		4
4	4		4		4							4
16	16		16			16						16
32	32		32				32					32
12	12		12					12				12
20	20		20						20			20
4	4			4	4							4
16	16			16		16						16
32	32			32			32					32
12	12			12				12				12
20	20			20					20			20
5	5			5	5							5
20	20			20		20						20
15	15			15			15					15
5	5			5				5				5
5	5			5					5			5
2	2			2						2		2
2	2			2							2	2
10	10		10		10							10
15	15		15			15						15
10	10		10				10					10
10	10		10					10				10
10	10		10						10			10
5	5		5							5		5
2	2		2								2	2
3	3		3								3	3
20		20	20				20					20
30		30	30					30				30
50		50		50			50					50
50		50		50				50				50
1771	567	1204	1373	398	62	304	472	454	349	112	18	1771

SEPTIEMBRE

5	5		5			5						5
8	8		8				8					8
3	3		3					3				3
4	4		4						4			4
5		5	5			5						5
10		10	10					10				10

10		10	10			10		10
2		2	2				2	2
20		20		20	20			20
42		42		42		42		42
23		23		23			23	23
7		7		7			7	7
10	10			10	10			10
17	17			17		17		17
7	7			7			7	7
3	3			3			3	3
39		39	39			39		39
18		18	18			18		18
3		3	3			3		3
27		27	27			27		27
6		6	6			6		6
48		48	48		48			48
51		51	51			51		51
21		21	21				21	21
3		3	3				3	3
3		3	3					3
36		36	36					36
39		39	39		39			39
39		39	39			39		39
12		12	12				12	12
3		3	3				3	3
3		3	3					3
30		30	30					30
9		9	9			9		9
8		8	8				8	8
3		3	3				3	3
9		9		9		9		9
8		8		8			8	8
3		3		3			3	3
1	1		1		1			1
1	1			1	1			1
36		36	36			36		36
21		21	21			21		21
18		18	18			18		18
3		3	3			3		3
3		3	3			3		3
24		24	24			24		24
84		84	84		84			84
39		39	39			39		39

6		6	6					6				6
6		6	6						6			6
3		3	3							3		3
42		42	42		42							42
36		36	36			36						36
21		21	21					21				21
6		6	6						6			6
3		3	3							3		3
24		24	24								24	24
2	2		2					2				2
2	2		2							2		2
1		1	1			1						1
2		2	2							2		2
45		45	45					45				45
42		42	42					42				42
15		15	15					15				15
3		3	3					3				3
3		3	3					3				3
30		30	30					30				30
30		30	30					30				30
30		30	30					30				30
6		6	6					6				6
3		3	3					3				3
3		3	3					3				3
21		21	21					21				21
75		75	75					75				75
18		18	18					18				18
12		12	12					12				12
6		6	6					6				6
3		3	3					3				3
27		27	27					27				27
1353	63	1290	1203	150	0	255	459	493	40	16	90	1353

OCTUBRE

1		1	1		1							1
11		11	11			11						11
65		65	65				65					65
39		39	39					39				39
12		12	12						12			12
3		3	3							3		3
6	6		6		6							6
31	31		31			31						31
18	18		18				18					18
9	9		9					9				9

4	4		4						4			4
1	1		1							1		1
6	6			6	6							6
35	35			35		35						35
29	29			29			29					29
22	22			22				22				22
8	8			8					8			8
1	1			1						1		1
1	1			1							1	1
8	8		8		8							8
37	37		37			37						37
29	29		29				29					29
22	22		22					22				22
8	8		8						8			8
1	1		1							1		1
1	1		1								1	1
46		46	46			46						46
174		174	174				174					174
172		172	172					172				172
63		63	63						63			63
16		16	16							16		16
3		3	3								3	3
2		2	2								2	2
46		46		46		46						46
174		174		174			174					174
170		170		170				170				170
63		63		63					63			63
16		16		16						16		16
3		3		3							3	3
2		2		2							2	2
1358	277	1081	782	576	21	206	489	434	158	38	12	1358

NOVEMBRE

18		18	18			18						18
48		48	48				48					48
46		46	46					46				46
10		10	10						10			10
1		1	1							1		1
18		18		18		18						18
58		58		58			58					58
40		40		40				40				40
10		10		10					10			10
1		1		1						1		1
9		9	9			9						9

60		60	60		60		60
46		46	46			46	46
4		4	4			4	4
9		9		9	9		9
70		70		70		70	70
46		46		46		46	46
4		4	4		4		4
1	1			1	1		1
12	12		12		12		12
6	6		6			6	6
4	4		4			4	4
5	5		5				5
1	1			1	1		1
12	12			12		12	12
6	6			6		6	6
4	4			4			4
5	5			5			5
4	4		4		4		4
12	12		12		12		12
13	13		13			13	13
4	4			4	4		4
12	12			12		12	12
13	13			13		13	13
1		1	1		1		1
5		5	5			5	5
3		3	3			3	3
1		1	1				1
2		2	2				2
1		1	1				1
24		24		24	24		24
39		39		39		39	39
12		12		12		12	12
9		9		9			9
3		3		3			3
9	9			9	9		9
12	12			12		12	12
6	6			6		6	6
6	6			6		6	6
3	3			3	3		3
2	2			2	2		2
4	4			4		4	4
5	5			5		5	5
2	2			2		2	2

	8	8		8		8						8	
	10	10		10			10					10	
	15	15		15				15				15	
	5	5		5					5			5	
	5	5		5						5		5	
	3	3		3							3	3	
	2	2		2								2	
											2		
	15		15		15			15				15	
	7		7		7				7			7	
	5		5		5					5		5	
	2		2		2						2	2	
	6		6	6		6						6	
	23		23	23			23					23	
	10		10	10				10				10	
	4		4	4					4			4	
	5		5	5						5		5	
	2		2	2							2	2	
	1		1	1								1	
	8		8		8						8	8	
	2		2		2						2	2	
	3		3		3						3	3	
	13		13		13		13					13	
	55		55		55				55			55	
	43		43		43			43				43	
	6		6		6	6						6	
	35		35		35					35		35	
	7		7		7						7	7	
	13	13		13			13					13	
	20	20		20				20				20	
	11	11		11					11			11	
	9	9		9						9		9	
	13		13	13			13					13	
	32		32	32				32				32	
	37		37	37					37			37	
	23		23	23						23		23	
	4		4	4							4	4	
	1223	264	959	576	647	36	215	476	328	126	25	17	1223
DICIEMBRE	12		12		12				12				12
	13		13		13					13			13
	5		5		5						5		5
	16		16	16				16					16
	21		21	21					21				21

7		7	7						7			7
137		137		137			137					137
165		165		165				165				165
376	0	376	44	332	0	0	153	198	20	5	0	376

-0.71 -0.18
-0.37 -0.21
-0.33
0.68

x4										
6	69	-0.88	-0.61	0.77	-0.81	-0.53	-1.34	-0.87	-0.31	0.27
1069			0.00	-0.91						
			0.55	0.12						
			0.21	-0.19						
			-0.67	-0.03						
			-0.91	-0.46						
			0.24	-0.07						
			0.75	-0.20						
			0.05	-0.26						
			-0.74	-0.44						
				0.08						
				0.77						
x5										
0	100	-0.10	0.55	-0.71	2.07	0.00	2.07	0.97	0.49	0.47
221			-0.23	0.69						
			-0.31	0.44						
			0.32	0.59						
			-0.64	0.06						
			-0.59	-0.09						
			0.05	0.03						
			0.06	0.42						
			0.05	0.27						
			0.48	0.19						
				0.52						
				-0.35						
x6										
0	0	-1.00	0.43	0.36	1.41	0.18	1.59	0.92	-0.39	-0.35
144			0.52	0.31						
			-0.37	-0.37						
			0.46	0.80						
			0.09	0.06						
			-0.10	0.10						
			-0.66	-0.38						
			0.27	-0.08						
			-0.25	-0.03						
			0.11	0.54						
				-0.30						

0.40										
x7										
0	40	-0.65	0.49	0.24	2.87	0.67	3.54	1.00	-0.56	-0.56
230			-0.71	0.51						
			-0.66	0.32						
			0.10	-0.21						
			-0.04	0.00						
			0.58	0.66						
			0.35	-0.23						
			0.31	0.50						
			-0.71	-0.35						
			-0.88	0.66						
				0.75						
				0.04						
x8										
2	69	-0.69	-0.57	-0.02	-1.45	1.02	-0.43	-0.41	0.92	-0.38
431			0.56	0.19						
			0.90	0.23						
			0.29	-0.66						
			-0.60	-0.01						
			0.12	-0.27						
			-0.72	-0.20						
			-0.58	0.40						
			0.22	-0.60						
			-0.30	-0.38						
				0.48						
				-0.61						
x9										
4	47	-0.79	0.38	-0.52	2.69	-1.32	1.37	0.88	-0.14	-0.12
413			0.45	0.74						
			0.23	0.51						
			0.32	-0.05						
			-0.34	0.00						
			0.04	0.25						
			0.45	0.47						
			0.76	-0.15						
			-0.67	0.53						
			-0.21	0.41						
				0.41						
				0.10						
x10										
0	13	-0.87	-0.10	0.17	0.74	1.80	2.55	0.99	0.19	0.19

194	0.34	-0.82
	0.25	0.27
	0.51	0.66
	-0.22	-0.05
	-0.62	-0.11
	-0.76	0.58
	0.44	0.21
	-0.47	0.17
	-0.19	0.17
		-0.08
		-0.39

x11

0	0	-1.00	0.20
50			-0.49
			0.33
			-0.08
			-0.52
			0.30
			-0.75
			-0.48
			-0.41
			0.08

x12

0	0	-1.00	-0.54
26			-0.16
			-0.68
			-0.77
			0.35
			-0.40
			-0.04
			0.61
			-0.10
			0.39

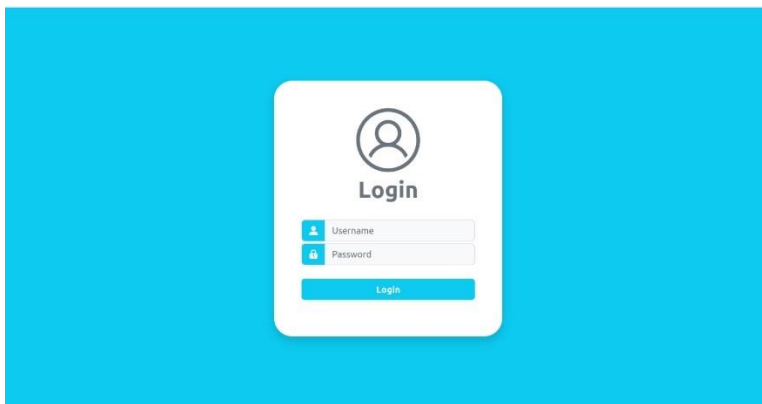
Aplicación de predicción de demanda

Se presenta la aplicación para dispositivos móviles, así como para ordenadores, la cual se elaboró en colaboración con un residente de la ingeniería de sistemas computacionales.

Al abrir la aplicación se muestra un login donde se debe introducir usuario y contraseña, véase Figura 50.

Figura 50

Login de aplicación de predicción



Posteriormente se muestran tres menús de opciones los cuales son mes, variable y tipo de demanda como se muestra en la Figura 51, igualmente en la pantalla siempre se aprecia el botón para cerrar sesión, así como las opciones de graficar y desplegar valores de la demanda seleccionada.

Figura 51

Menú de opciones de aplicación



El primer menú se selecciona el mes del cual se desea conocer la demanda calculada por la red neuronal, esto se entiende como los doce meses del año.

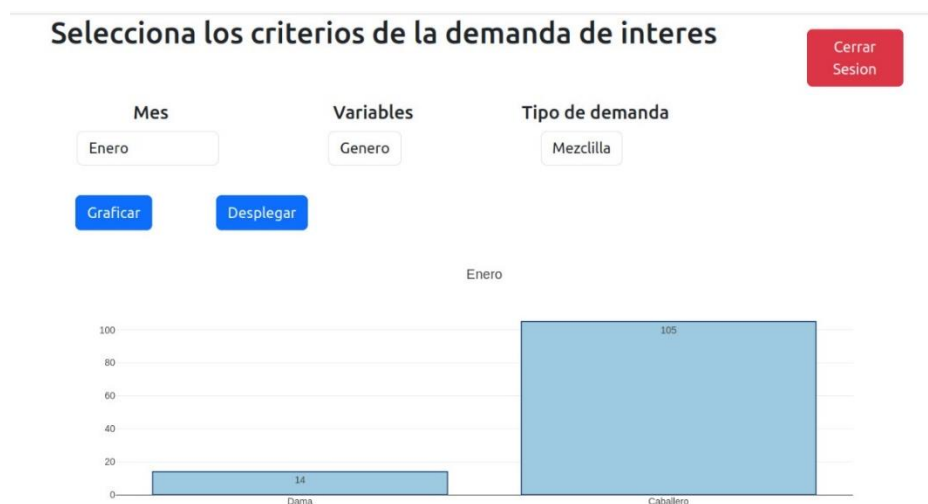
El segundo menú consta de las variables de la demanda estas son cuatro: todas las variables que engloba género, tipo de manga, talla y tela; solo por género, solo el tipo de manga y por tallas.

Para el tercer menú se dan tres opciones que son: el total de demanda, es decir, ambos tipos de tela; únicamente la demanda de camisas de oxford y únicamente la demanda de camisas de mezclilla.

Como ejemplo se muestra la Figura donde se aprecia que se seleccionó el mes de enero, y solo la demanda de camisas tipo mezclilla así como la variable por género, esto es, dama y caballero las cuales se visualizan en el eje x de la gráfica y en el eje y se muestran las cantidades de cada uno.

Figura 52

Ejemplo 1 de la aplicación



Otro ejemplo de las posibles combinaciones de este menú en la figura donde se seleccionó el mes de enero de la demanda total, con todas las variables. En la grafica se observan todas las variables en el eje x y en el eje y las cantidades de cada una de ellas.

Figura 53

Ejemplo 2 de la aplicación



Una ventaja mas que ofrece la aplicación es que ademas de la visulaizaciones graficas, tambien se muestra una tabla con los datos de la demanda selecciona en cantidades numericas como se muestra en la figura donde se selcciono el mes de enero, todas las variables y la demanda de meaclilla. Dando como resultado una tabla con todos los valores de interes.

Figura 54

Visualización de la demanda mediante tabla de valores

Selecciona los criterios de la demanda de interes Cerrar Sesión

Mes: Enero Variables: Todos Tipo de demanda: Mezclilla

Graficar Desplegar

Dama	Caballero	M.Larga	M.Corta	XCH	CH	M	G	XG	XXG	XXXG
14	105	58	61	0	8	67	34	10	0	0