



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**  
**INFORME DE INVESTIGACIÓN**

Sistema web utilizando machine learning para mejorar la planificación  
de requerimientos de materiales de la producción en el sector  
industrial

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO DE SISTEMAS

**AUTOR**

Atoche Salas, Jairo Cesar (ORCID: 0000-0002-9809-3449)

**ASESORA**

Mg. Amorós Chávez, Gladys Jacqueline (ORCID: 0000-0003-3937-1119)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

SISTEMA DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES

LIMA – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

La presente tesis está dedicada a mis padres por su incondicional apoyo, ya que sin ellos no podría haber sido posible ser la persona que soy. A todos mis familiares, amistades y personas que me brindaron su ayuda y conocimientos para la realización de la investigación.

**Atoche Salas, Jairo**

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi agradecimiento a mi familia por su apoyo y motivación para crecer profesionalmente. Además, agradecer a la empresa por el apoyo brindado para el desarrollo de la investigación.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	viii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	7
III. MÉTODO .....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	16
3.2. Variables y operacionalización .....	17
3.3. Población, muestra y muestreo.....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5. Procedimientos .....	24
3.6. Método de análisis de datos.....	25
3.7. Aspectos éticos .....	30
IV. RESULTADOS .....	31
V. DISCUSIÓN .....	74
VI. CONCLUSIONES.....	79
VII. RECOMENDACIONES .....	82
REFERENCIAS.....	85

## Índice de tablas

Tabla 1. Población de la investigación.....	20
Tabla 2. Recolección de datos .....	21
Tabla 3. Validez por juicio de experto de la ficha de observación - Instrumento 1: Tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción.....	22
Tabla 4. Validez por juicio de experto de la ficha de observación - Instrumento 2: Tiempo promedio de cálculo de materia para producción .....	22
Tabla 5. Validez por juicio de experto de la ficha de observación - Instrumento 3:.....	23
Tabla 6. Validez por juicio de experto de la ficha de observación - Instrumento 4:.....	23
Tabla 7. Validez por juicio de experto de la ficha de observación - Instrumento 5:.....	23
Tabla 8. Validez por juicio de experto de la ficha de observación - Instrumento 6:.....	24
Tabla 9. Análisis descriptivo: Indicador 1 Pre-Test.....	32
Tabla 10. Análisis descriptivo: Indicador 1 Post Test .....	34
Tabla 11. Análisis descriptivo: Indicador 2 Pre-Test.....	35
Tabla 12. Análisis descriptivo: Indicador 2 Post-Test.....	36
Tabla 13. Análisis descriptivo: Indicador 3 Modelo RAD .....	38
Tabla 14. Análisis descriptivo: Indicador 3 Modelo RL.....	39
Tabla 15. Análisis descriptivo: Indicador 3 Modelo SARIMAX.....	40
Tabla 16. Análisis descriptivo: Indicador 3 Modelo LSTM .....	41
Tabla 17. Análisis descriptivo: Indicador 3 Modelo MLP.....	42
Tabla 18. Análisis descriptivo: Indicador 4 Modelo RAD .....	43
Tabla 19. Análisis descriptivo: Indicador 4 Modelo RL.....	44
Tabla 20. Análisis descriptivo: Indicador 4 Modelo SARIMAX.....	45
Tabla 21. Análisis descriptivo: Indicador 4 Modelo LSTM .....	46
Tabla 22. Análisis descriptivo: Indicador 4 Modelo MLP.....	47
Tabla 23. Análisis descriptivo: Indicador 5 Modelo RAD .....	49
Tabla 24. Análisis descriptivo: Indicador 5 Modelo RL.....	50
Tabla 25. Análisis descriptivo: Indicador 5 Modelo SARIMAX.....	51
Tabla 26. Análisis descriptivo: Indicador 5 Modelo LSTM .....	52
Tabla 27. Análisis descriptivo: Indicador 5 Modelo MLP.....	53
Tabla 28. Análisis descriptivo: Indicador 6 Modelo RAD .....	55
Tabla 29. Análisis descriptivo: Indicador 6 Modelo RL.....	56
Tabla 30. Análisis descriptivo: Indicador 6 Modelo SARIMAX.....	57
Tabla 31. Análisis descriptivo: Indicador 6 Modelo LSTM .....	58
Tabla 32. Análisis descriptivo: Indicador 6 Modelo MLP.....	59
Tabla 33. Prueba de normalidad - Indicador 1 .....	61
Tabla 34. Prueba de normalidad - Indicador 2 .....	62
Tabla 35. Prueba de normalidad - Indicador 3 .....	62
Tabla 36. Prueba de normalidad - Indicador 4 .....	63
Tabla 37. Prueba de normalidad - Indicador 5 .....	63
Tabla 38. Prueba de normalidad - Indicador 6 .....	64
Tabla 39. Rangos de Wilcoxon - Indicador 1 .....	64
Tabla 40. Estadísticos de contraste - Indicador 1 .....	65
Tabla 41. Rangos de Wilcoxon - Indicador 2.....	66
Tabla 42. Estadísticos de contraste - Indicador 2.....	66

Tabla 43. Prueba de Friedman - Indicador 3 .....	68
Tabla 44. Estadístico de contraste - Indicador 3 .....	68
Tabla 45. Prueba de Friedman - Indicador 4 .....	69
Tabla 46. Estadístico de contraste - Indicador 4 .....	69
Tabla 47. Prueba de Friedman - Indicador 5 .....	70
Tabla 48. Estadístico de contraste - Indicador 5 .....	70
Tabla 49. Prueba de Friedman - Indicador 6 .....	71
Tabla 50. Estadístico de contraste - Indicador 6 .....	72
Tabla 51. Resumen de los resultados de las hipótesis .....	72
Tabla 52. Cuadro comparativo de lenguajes de programación .....	96
Tabla 53. Cuadro comparativo de marcos de trabajo.....	97
Tabla 54. Cuadro comparativo de Sistema Gestor de Base de Datos .....	98
Tabla 55. Cuadro comparativo de editor de código fuente .....	99
Tabla 56. Cuadro comparativo de editor de gráficos vectorial .....	99
Tabla 57. Cuadro comparativo de herramienta de diseño de UML.....	100
Tabla 58. Cuadro comparativo de programa estadístico informático.....	101
Tabla 59. Roles de usuario .....	103
Tabla 60. Requerimiento funcional.....	104
Tabla 61. Requerimiento no funcional .....	105
Tabla 62. Criterios de priorización .....	107
Tabla 63. Técnicas de priorización .....	107
Tabla 64. Asignación de valores .....	108
Tabla 65. Priorización de requerimientos .....	109
Tabla 66. ECU: Iniciar sesión .....	117
Tabla 67. ECU: Recuperar contraseña.....	118
Tabla 68. ECU: Configurar perfil .....	119
Tabla 69. ECU: Registrar usuario .....	120
Tabla 70. ECU: Consultar cliente.....	121
Tabla 71. ECU: Registrar cliente.....	122
Tabla 72. ECU: Modificar cliente.....	123
Tabla 73. ECU: Eliminar cliente .....	124
Tabla 74. ECU: Consultar pedido .....	125
Tabla 75. ECU: Crear nuevo pedido .....	126
Tabla 76. ECU: Modificar pedido .....	127
Tabla 77. ECU: Eliminar pedido .....	128
Tabla 78. ECU: Consultar materia prima.....	129
Tabla 79. ECU: Registrar materia prima.....	130
Tabla 80. ECU: Modificar datos de materia prima .....	131
Tabla 81. ECU: Eliminar materia prima .....	132
Tabla 82. ECU: Registrar ingreso de materia prima .....	133
Tabla 83. ECU: Registrar salida de materia prima.....	134
Tabla 84. ECU: Consultar producto.....	135
Tabla 85. ECU: Registrar producto.....	136
Tabla 86. ECU: Actualizar producto .....	137
Tabla 87. ECU: Consultar orden de producción.....	138
Tabla 88. ECU: Eliminar orden de producción .....	139
Tabla 89. ECU: Generar orden de producción .....	140

Tabla 90. ECU: Planificar requerimiento de materia.....	141
Tabla 91. Lista de tablas.....	159
Tabla 92. Tabla "Usuario".....	160
Tabla 93. Tabla "Cliente".....	160
Tabla 94. Tabla "Pedido".....	161
Tabla 95. Tabla "Producto".....	161
Tabla 96. Tabla "Detalle_Pedido".....	162
Tabla 97. Tabla "Materia_Prima".....	162
Tabla 98. Tabla "Materia_Producto".....	163
Tabla 99. Tabla "Proveedor".....	163
Tabla 100. Tabla "Ingreso_Materia".....	163
Tabla 101. Tabla "Salida_Materia".....	164
Tabla 102. Tabla "Orden_Produccion".....	164
Tabla 103. Tabla "Detalle_Orden".....	164
Tabla 104. Tabla "Plan_Materia".....	165
Tabla 105. Estructura de rutas de navegación.....	167
Tabla 106. Errores del modelo RAD y precisión.....	200
Tabla 107. Errores del modelo RL y precisión.....	202
Tabla 108. Errores del modelo SARIMAX y precisión.....	204
Tabla 109. Errores del modelo LSTM y precisión.....	206
Tabla 110. Errores del modelo MLP y precisión.....	208
Tabla 111. Comparativa de los errores de pronóstico entre los modelos.....	209
Tabla 112. Prueba: Iniciar sesión.....	211
Tabla 113. Prueba: Registrar ingreso de materia.....	212
Tabla 114. Prueba: Registrar salida de materia.....	213
Tabla 115. Prueba: Planificar orden de producción.....	214
Tabla 116. Matriz de Operacionalización de variables.....	217
Tabla 117. Matriz de consistencia.....	220
Tabla 118. Instrumento de recolección - Indicador 1 Pre Test y Post Test.....	227
Tabla 119. Instrumento de recolección - Indicador 2 Pre Test y Post Test.....	228
Tabla 120. Instrumento de recolección - Indicador 3.....	229
Tabla 121. Instrumento de recolección - Indicador 4.....	234
Tabla 122. Instrumento de recolección - Indicador 5.....	235
Tabla 123. Instrumento de recolección - Indicador 6.....	236
Tabla 124. Costos de inversión - Lista de Hardware.....	270
Tabla 125. Costos de inversión - Detalles de Hardware.....	270
Tabla 126. Costos de inversión - Lista de Software.....	270
Tabla 127. Costos de inversión - Detalles de Software.....	271
Tabla 128. Costos de desarrollo - Lista de Materiales.....	271
Tabla 129. Costo de desarrollo - Detalle de Materiales.....	272
Tabla 130. Costos de desarrollo - Servicios.....	272
Tabla 131. Costos de desarrollo - Detalle de Servicios.....	272
Tabla 132. Costo por operación anual - Consumo eléctrico.....	273
Tabla 133. Costo por operación anual - Servicio Web.....	273

## Índice de figuras

Figura 1. Modelo de aprendizaje supervisado.....	12
Figura 2. Arquitectura de la red neuronal FeedForward .....	13
Figura 3. Gráfica de los parámetros de la tasa de aprendizaje .....	14
Figura 4. Método de la investigación.....	16
Figura 5. Análisis descriptivo: Indicador 1 Pre-Test.....	33
Figura 6. Análisis descriptivo: Indicador 1 Post Test .....	34
Figura 7. Contraste del Indicador 1 - Tiempo promedio de recolección de .....	35
Figura 8. Análisis descriptivo: Indicador 2 Pre-Test.....	36
Figura 9. Análisis descriptivo: Indicador 2 Post-Test.....	37
Figura 10. Contraste del Indicador 2 - Tiempo promedio de cálculo .....	37
Figura 11. Análisis descriptivo: Indicador 3 Modelo RAD .....	38
Figura 12. Análisis descriptivo: Indicador 3 Modelo RL .....	39
Figura 13. Análisis descriptivo: Indicador 3 Modelo SARIMAX.....	40
Figura 14. Análisis descriptivo: Indicador 3 Modelo LSTM.....	41
Figura 15. Análisis descriptivo: Indicador 3 Modelo MLP .....	42
Figura 16. Contraste del Indicador 3 - Porcentaje de precisión del pronóstico .....	43
Figura 17. Análisis descriptivo: Indicador 4 Modelo RAD .....	44
Figura 18. Análisis descriptivo: Indicador 4 Modelo RL .....	45
Figura 19. Análisis descriptivo: Indicador 4 Modelo SARIMAX.....	46
Figura 20. Análisis descriptivo: Indicador 4 Modelo LSTM.....	47
Figura 21. Análisis descriptivo: Indicador 4 Modelo MLP .....	48
Figura 22. Contraste del Indicador 4 - Tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico .....	48
Figura 23. Análisis descriptivo: Indicador 5 Modelo RAD .....	50
Figura 24. Análisis descriptivo: Indicador 5 Modelo RL .....	51
Figura 25. Análisis descriptivo: Indicador 5 Modelo SARIMAX.....	52
Figura 26. Análisis descriptivo: Indicador 5 Modelo LSTM.....	53
Figura 27. Análisis descriptivo: Indicador 5 Modelo MLP .....	54
Figura 28. Contraste del Indicador 5 - Uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico .....	54
Figura 29. Análisis descriptivo: Indicador 6 Modelo RAD .....	56
Figura 30. Análisis descriptivo: Indicador 6 Modelo RL .....	57
Figura 31. Análisis descriptivo: Indicador 6 Modelo SARIMAX.....	58
Figura 32. Análisis descriptivo: Indicador 6 Modelo LSTM.....	59
Figura 33. Análisis descriptivo: Indicador 6 Modelo MLP .....	60
Figura 34. Contraste del Indicador 6 - Uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico .....	60
Figura 35. Campana de Gauss para el indicador 1 .....	65
Figura 36. Campana de Gauss para el indicador 2 .....	67
Figura 37. Patrón de diseño MTV .....	102
Figura 38. DCU: Iniciar sesión.....	110
Figura 39. DCU: Recuperar contraseña .....	111
Figura 40. DCU: Configurar perfil .....	111
Figura 41. DCU: Administrar usuarios .....	112
Figura 42. DCU: Administrar cliente .....	113



Figura 43. DCU: Administrar pedido.....	113
Figura 44. DCU: Administrar materia prima .....	114
Figura 45. DCU: Registrar ingreso de materia prima .....	114
Figura 46. DCU: Registrar salida de materia prima .....	115
Figura 47. DCU: Administrar producto .....	115
Figura 48. DCU: Administrar ordenes de producción .....	116
Figura 49. DA: Iniciar sesión.....	142
Figura 50. DA: Recuperar contraseña .....	142
Figura 51. DA: Configurar perfil.....	143
Figura 52. DA: Registrar usuario.....	143
Figura 53. DA: Consultar cliente .....	144
Figura 54. DA: Registrar cliente .....	145
Figura 55. DA: Modificar cliente .....	146
Figura 56. DA: Eliminar cliente .....	147
Figura 57. DA: Consultar pedido.....	148
Figura 58. DA: Crear nuevo pedido.....	148
Figura 59. DA: Modificar pedido.....	149
Figura 60. DA: Eliminar pedido .....	149
Figura 61. DA: Consultar materia prima .....	150
Figura 62. DA: Registrar materia prima .....	150
Figura 63. DA: Modificar datos de materia prima.....	151
Figura 64. DA: Eliminar materia prima.....	151
Figura 65. DA: Registrar ingreso de materia prima. ....	152
Figura 66. DA: Registrar salida de materia prima .....	152
Figura 67. DA: Consultar producto .....	153
Figura 68. DA: Registrar producto .....	153
Figura 69. DA: Actualizar producto.....	154
Figura 70. DA: Consultar orden de producción .....	154
Figura 71. DA: Eliminar orden de producción.....	155
Figura 72. DA: Planificar requerimiento de materia .....	155
Figura 73. Diagrama de despliegue .....	156
Figura 74. Diagrama de contenido .....	156
Figura 75. Codificación base de datos.....	157
Figura 76. Diagrama de navegación .....	166
Figura 77. Diagrama de presentación: Iniciar sesión .....	168
Figura 78. Diagrama de presentación: Recuperar contraseña .....	168
Figura 79. Diagrama de presentación: Configurar perfil .....	169
Figura 80. Diagrama de presentación: Administrar usuario .....	169
Figura 81. Diagrama de presentación: Administrar clientes.....	170
Figura 82. Diagrama de presentación: Administrar pedidos .....	170
Figura 83. Diagrama de presentación: Administrar materia prima .....	171
Figura 84. Diagrama de presentación: Modificar materia prima .....	171
Figura 85. Diagrama de presentación: Registrar ingreso de materia .....	172
Figura 86. Diagrama de presentación: Registrar salida de materia .....	172
Figura 87. Diagrama de presentación: Administrar productos.....	173
Figura 88. Diagrama de presentación: Administrar orden de producción .....	173
Figura 89. Diagrama de presentación: Detallar orden.....	174

Figura 90. Diagrama de presentación: Planificar requerimiento de materia.....	174
Figura 91. Prototipo: Iniciar sesión.....	175
Figura 92. Prototipo: Recuperar contraseña.....	175
Figura 93. Prototipo: Configurar perfil.....	176
Figura 94. Prototipo: Administrar usuarios.....	176
Figura 95. Prototipo: Administrar cliente.....	176
Figura 96. Prototipo: Administrar pedidos.....	177
Figura 97. Prototipo: Detalle del pedido.....	177
Figura 98. Prototipo: Administrar materia prima.....	178
Figura 99. Prototipo: Modificar materia prima.....	178
Figura 100. Prototipo: Registrar ingreso de materia prima.....	179
Figura 101. Prototipo: Registrar salida de materia prima.....	179
Figura 102. Prototipo: Administrar productos.....	180
Figura 103. Prototipo: Administrar orden de producción.....	180
Figura 104. Prototipo: Detallar orden de producción.....	181
Figura 105. Prototipo: Planificar requerimiento de materia prima.....	181
Figura 106. Estructura del sistema.....	183
Figura 107. Plantilla de herencia padre.....	185
Figura 108. Plantilla de herencia hija.....	186
Figura 109. Interface plantilla padre.....	187
Figura 110. Interface plantillas hijas.....	187
Figura 111. Ciclo del sistema con el machine learning.....	188
Figura 112. 6 fases para construir el ML.....	189
Figura 113. Datos estacionarios - Producción diaria 2021.....	190
Figura 114. Fase 2 - Preparación de los datos.....	191
Figura 115. Transformación datos estacionarios a supervisado.....	191
Figura 116. Creación del modelo RAD.....	193
Figura 117. Creación del modelo RL.....	194
Figura 118. Creación del modelo SARIMAX.....	195
Figura 119. Arquitectura de redes neuronales MLP y LSTM.....	196
Figura 120. Creación del modelo LSTM.....	196
Figura 121. Creación del modelo MLP.....	197
Figura 122. Fase 4 - Entrenamiento del modelo MLP y LSTM.....	198
Figura 123. Pronóstico con modelo RAD.....	199
Figura 124. Pronóstico con modelo RL.....	201
Figura 125. Pronóstico del modelo SARIMAX.....	203
Figura 126. Pronóstico del modelo LSTM.....	205
Figura 127. Pronóstico del modelo MLP.....	207
Figura 128. Fase 6 - Implementación del modelo en el sistema.....	210
Figura 129. Diagrama de Ishikawa.....	216
Figura 130. Carta de aceptación.....	222
Figura 131. Certificación de conducta responsable CONCYTEC.....	256

## Índice de anexos

ANEXO 1. Declaratoria de autenticidad (Autor) .....	94
ANEXO 2. Declaratoria de autenticidad (Asesora) .....	94
ANEXO 3. Metodología UWE .....	96
ANEXO 4. Diagrama de Ishikawa .....	216
ANEXO 5. Matriz de Operacionalización de variables .....	217
ANEXO 6. Matriz de consistencia .....	220
ANEXO 7. Carta de aceptación .....	222
ANEXO 8. Encuesta para la selección de la metodología de desarrollo .....	223
ANEXO 9. Instrumento de recolección de datos .....	227
ANEXO 10. Carta de presentación para expertos .....	237
ANEXO 11. Criterio de validez .....	238
ANEXO 12. Certificación de conducta responsable .....	256
ANEXO 13. Manual de usuario .....	257
ANEXO 14. Estudio de factibilidad .....	270

## Índice de abreviaturas

<b>Sigla</b>	<b>Significado</b>	<b>Páginas</b>
UWE	UML Web Engineering	p. 10,96,100
RAD	Árbol de decisión de regresión	p. 45, 50, 51
RL	Regresión lineal	p. 51, 57
SARIMAX	Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average Model	p. 40, 46, 52, 58
LSTM	Long Short Term Memory	p. 41, 47, 53, 195
MLP	Multi Layer Perceptron	p. 42, 54, 60, 196
MTV	Model Template View	p. 102
RF	Requerimiento Funcional	p. 104
RNF	Requerimiento no funcional	p. 106
DCU	Diagrama de caso de uso	p. 111-116
ECU	Especificación de caso de uso	p. 117-141
DA	Diagrama de actividades	p. 143-155
ML	Machine learning	p. 188, 189

## Resumen

Esta investigación describe el desarrollo de un sistema web empleando machine learning para generar predicciones mediante un modelo basado en redes neuronales para la mejora en la planificación de los requerimientos de materiales para la producción, empleando la metodología UWE y el lenguaje de programación Python junto al framework Django para desarrollar el sistema.

El objetivo del estudio fue determinar la influencia del sistema web para la mejora en la planificación de requerimientos de materiales, considerando el tiempo promedio de recolección para la planificación, el tiempo promedio de cálculo de materia, la precisión del pronóstico, el tiempo de entrenamiento y el uso de consumo de CPU y RAM.

La investigación tuvo un estudio aplicado, un enfoque cuantitativo con un diseño pre experimental, teniendo como objeto de estudio a las órdenes de producción con una muestra de 47 empleando la ficha de observación para la medición de los indicadores.

La utilización del sistema terminó influyendo de manera favorable, obteniendo una disminución del 94,87% en el tiempo promedio para la recolección de la planificación, 99,6% en la disminución del tiempo promedio para calcular la materia y una precisión del pronóstico positiva del 96.11%. Concluyendo que, el sistema web utilizando machine learning mejora la planificación de requerimientos de materiales para la producción.

**Palabras clave:** Sistema web, machine learning, modelo de pronóstico, metodología UWE.

## **Abstract**

This research describes the development of a web system using machine learning to generate predictions through a model based on neural networks to improve the planning of material requirements for production, using the UWE methodology and the Python programming language together with the framework. Django to develop the system.

The objective of the study was to determine the influence of the web system for the improvement in the planning of materials requirements, considering the average collection time for planning, the average time for calculating matter, the accuracy of the forecast, the training time and the use of CPU and RAM consumption.

The research had an applied study, a quantitative approach with a pre-experimental design, having as an object of study the production orders with a sample of 47 using the observation sheet to measure the indicators.

The use of the system ended up having a favorable influence, obtaining a decrease of 94.87% in the average time for the collection of planning, 99.6% in the decrease of the average time to calculate the matter and a positive forecast accuracy of the 96.11%. Concluding that, the web system using machine learning improves the planning of material requirements for production.

**Keywords:** Web system, machine learning, forecast model, UWE methodology.

# **I. INTRODUCCIÓN**

Actualmente, la planificación de los requerimientos de materiales para realizar la producción dentro de las empresas es un proceso fundamental para la gestión adecuada y la elaboración correcta y precisa de la cantidad de productos a obtener. Por lo que, se considera un aspecto clave dentro de cualquier organización junto a los procesos de control de la misma. Sin embargo, no se le brinda la atención necesaria para lograr mejorar las eficiencias y optimización en dichos procesos. La planificación en las organizaciones debe ser una actividad que se deba elaborar de manera computarizada con el fin de evitar desperdicio de tiempo de personal en generar un plan de producción para la empresa (Peña, 2020, p. 8), sin embargo, Forbes (2016) menciona que, las organizaciones en la que destacan mayormente las PYMES actualmente no se centran en el uso de tecnología que permita registrar y reportar dicha información de producción de manera automatizada ni mucho menos el de utilizar métodos de pronóstico para una producción estable.

En el ámbito internacional, Estrada, Cano y Aguirre (2018) manifiestan que, las PYMES representan una contribución en la producción del 32% de PIB de México indicando que presentan una importancia económica considerable teniendo aún oportunidad de crecer en cuestiones numéricas, sin embargo, estas no llegan a contar con recursos tecnológicos adecuados para la explotación de su potencial debido a que se centran en el uso de tecnología básica o genérica mas no en nuevas tecnologías como el aprendizaje automatizado o la minería de datos dando como resultado que menos del 20% de las empresas analizadas sean autónomas en la obtención de tecnología.

En el ámbito internacional, el diario “Semana” (2018) manifiesta que, las dificultades fundamentales que generan una baja productividad en las entidades colombianas suelen estar relacionados con la deficiencia en el proceso de producción y la planificación de la misma, junto a la falta de reportes a tiempo entre las áreas involucradas hasta el hecho de no contar con un seguimiento de los procesos generando desperdicios en tiempos de las mismas. Esta información también es validada por el Programa de Transformación Productiva la cual ha diagnosticado alrededor de 480 organizaciones en Colombia, entre finales del 2017 hasta marzo de 2018.



En el ámbito nacional, Sánchez (2015) manifiesta que, existe mayor preocupación en tener un control de inventarios exactos de sus productos sin tener en consideración la solución que sería controlar mejor las entradas de la misma lo que significaría controlar y mejorar la planificación mediante una previsión a futuro.

Por otro lado, Cano (2018) señala la importancia de las tecnologías para el mejoramiento de las empresas, optimizando diversos procesos, tiempos, calidad y cantidad. Especificando la necesidad de tener un conocimiento de la organización y sus procesos antes de agregar las tecnologías, siendo este un error que el 90% de las veces muchas organizaciones cometen, ya que se centran en agregar sistemas de información que les brinden diversas ventajas cuando esto no es del todo correcto pues es necesario considerar minuciosamente el impacto que tendrá. (p. 504)

Ante estos hechos, la presente investigación tuvo lugar en las pymes del sector industrial enfocándose dentro de sus áreas de planificación y producción, donde se observó la falta de uso tecnológico en procesos de planeamiento de producción las cuales actualmente cuentan con un costo excesivo en relación a los tiempos que requieren para planificar las órdenes de producción semanalmente. Este principal problema junto a la falta de tecnología moderna que ayude a regular y planificar de una manera más eficiente y rápida sus órdenes con el fin de optimizar los tiempos de planificación y los tiempos de cálculo de materias primas con el fin de tener que mejorar los tiempos de producción y el análisis final del mismo evitando generar pérdidas de tiempo y económicas en relación a su demanda y gasto excesivo de materia. Siendo observado a mayor detalle mediante el diagrama de Ishikawa planteado en el anexo 4.

De igual forma, las empresas donde se encontraron el uso de sistemas que ayudan a digitalizar y tenerlo de manera más organizada las planificaciones y cálculo de requerimientos llegan a tener el mismo problema observado en las pymes donde no se utilizan tecnología debido a que ambas presentan altos gastos en los tiempos necesarios para la planeación, ya que el uso del sistema termina siendo de manera manual donde el trabajador debe rellenar a su propio criterio lo que se debería de producir generando diversos problemas con relación a las

cantidades necesarias que debería planificarse y en los tiempos perdidos para planearlo.

Es por ello, que debido a una falta de un sistema que permita la planificación en las órdenes de producción que permita reducir los tiempos y la existente falta de un sistema para obtener el listado de requerimiento de materia prima requerida por orden de producción en las pymes, se termina generando pérdida en los tiempos y malgasto de la materia para producir. Verastegui y Rojas (2019) indica que, el uso de estos sistemas añade cambios que acortan y aceleran los procesos del negocio. (p. 19)

Debido a la actual situación de la organización, se presentó la siguiente problemática general: ¿Cómo influye el sistema web utilizando machine learning en la mejora de la planificación de requerimientos de materiales de la producción? Y las siguientes problemáticas específicas:

- **PE1:** ¿De qué manera influye el sistema web utilizando machine learning en el tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de materiales de la producción?
- **PE2:** ¿Cómo influye el sistema web utilizando machine learning en el tiempo promedio de cálculo de materia para la producción?
- **PE3:** ¿De qué manera influye el sistema web utilizando machine learning en la precisión del pronóstico para la planificación de la producción?
- **PE4:** ¿Cómo influye el sistema web utilizando machine learning en el tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico para la planificación de la producción?
- **PE5:** ¿Cómo influye el sistema web utilizando machine learning en el uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico para la planificación de la producción?
- **PE6:** ¿Cómo influye el sistema web utilizando machine learning en el uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico para la planificación de la producción?

El presente estudio está justificado de manera tecnológica, económica y práctica. La justificación tecnológica debido a que se desarrollará un sistema de

información junto al uso de machine learning con el fin de agilizar y mejorar los tiempos de la organización. Asimismo, la justificación económica, ya que el desarrollo y utilización de un sistema web, aunque al principio se piense que pueda generar un gasto extra dentro de la organización, servirá como inversión reflejada a mediano y largo plazo, ya que brindará la reducción tanto de personal como de una mejor planificación y reducción en los tiempos para la producción de la empresa.

De igual manera, presenta una justificación práctica, ya que existe una necesidad en la mejora de los tiempos de planificación dentro de la organización, mejorar los tiempos de cálculo de materia a utilizar con el fin de obtener la cantidad exacta evitando el malgasto de la misma y el empleo de un pronóstico mediante el uso de redes neuronales a fin de predecir la planificación a producir mediante la implementación del sistema web propuesto utilizando machine learning.

Ante lo mencionado, se planteó el siguiente objetivo general: Determinar la influencia del sistema web utilizando machine learning para la mejora en la planificación de requerimientos de materiales de la producción. Asimismo, se presenta como objetivos específicos los siguientes:

- **OE1:** Determinar la influencia del sistema web utilizando machine learning en el tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de materiales de la producción.
- **OE2:** Determinar la influencia del sistema web en el tiempo promedio de cálculo de materia para la producción.
- **OE3:** Determinar la influencia del sistema web utilizando machine learning en la precisión del pronóstico para la planificación de la producción.
- **OE4:** Determinar la influencia del sistema web utilizando machine learning en el tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.
- **OE5:** Determinar la influencia del sistema web utilizando machine learning en el uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.
- **OE6:** Determinar la influencia del sistema web utilizando machine learning en el uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.

Mediante los objetivos planteados se refleja la siguiente hipótesis general: El sistema web utilizando machine learning mejora los tiempos de planificación de la producción. Asimismo, se presentan las siguientes hipótesis específicas:

- **HE1:** El sistema web utilizando machine learning reduce el tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de materiales de la producción.
- **HE2:** El sistema web utilizando machine learning reduce el tiempo promedio de cálculo de materia para la producción.
- **HE3:** El sistema web utilizando machine learning incrementa la precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de materia.
- **HE4:** El sistema web utilizando machine learning reduce el tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.
- **HE5:** El sistema web utilizando machine learning reduce el uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.
- **HE6:** El sistema web utilizando machine learning reduce el uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.

## **II.MARCO TEÓRICO**

En este capítulo de la investigación se ha realizado una búsqueda de distintos antecedentes nacionales e internacionales relacionados al tema de investigación presentado. Así como, la definición de los términos y palabras clave del proyecto de investigación.

Balcazar (2016), en su trabajo de graduación titulado “Implementación de un sistema de planificación y control de producción. Caso Empresa packaging products del Perú.” Teniendo como objetivo implementar un sistema que permita perfeccionar el control de las actividades de fabricación reduciendo los gastos de la empresa. La tesis tuvo un diseño no experimental y un estudio exploratorio, teniendo una población total de 22 empleados de la organización y una muestra de 22. Los resultados muestran una alteración en los tiempos de elaboración en un 43.5% mejorando su control de fabricación un 95% y una reducción en los costos en reelaboración de productos un 97%. Asimismo, se concluyó que, existe una perfección en el acortamiento de los tiempos de fabricación gracias a la aplicación del sistema, mejorando los procesos y teniendo un rendimiento excelente en los controles de producción.

Vera (2016), en su tesis titulado, “Sistema de pronóstico vía WEB basado en redes neuronales para mejorar el cálculo de la demanda de agua potable en el área de planificación en la empresa SEDALIB S.A, de la ciudad de Trujillo”. Siendo su objetivo la mejor del tiempo de planificación con el uso del sistema web y redes neuronales. Asimismo, propone un modelo de predicción para reducir el tiempo de planificación. Fue de tipo aplicado y un diseño experimental con clasificación pre experimental. Asimismo, la población cuenta con el total de personas involucradas en el área de planificación. Los resultados hallados indican una reducción en los tiempos con un 31.89% para calcular la planificación mediante el uso del sistema y la red neuronal. Asimismo, el pronóstico generado por el sistema y la red neuronal indican una predicción aceptable y positiva.

Malaver (2015), en su trabajo de graduación con título, “Aplicación de redes neuronales para determinar el pronóstico de las ventas en la empresa Catering & Buffets MyS ubicada en la ciudad de Piura”. Tuvo como objetivo implementar una red neuronal a fin de obtener el menor porcentaje posible en el pronóstico de ventas. Fue de tipo cuasi experimental y la población y muestra constó de 3360 ventas.

Finalmente, obtuvo un resultado de un error del 14%, 11% y 1% con una mayor cantidad de épocas aplicadas. Concluyó que, existe una reducción en el error de pronóstico mediante la aplicación de diversas configuraciones a la red neuronal, obteniendo una precisión de pronóstico aceptable y positiva.

Vallejo (2016), en su trabajo de graduación con título, “Análisis y diseño de sistema de control de producción e inventario para la empresa Prosergraf”. Tuvo como objetivo general la creación de un sistema para controlar la producción de la empresa siendo esta investigación aplicada y experimental. Los resultados indican que la creación del sistema logró mejorar los procesos de control tanto en la elaboración de productos como en el inventario. Finalmente, este trabajo concluye que, los objetivos establecidos han sido logrados satisfactoriamente permitiendo implementar el sistema para mejorar los procesos de fabricación.

Zeissig (2010) en su trabajo titulado “Modelo de pronóstico y planificación de la producción de la línea de alto movimiento de fábrica de recubrimientos superficiales” donde tiene como objetivo el realizar un modelo de pronóstico para la planificación de la producción donde plantea un modelo de evaluación de la producción pronosticada frente a las ventas reales con el fin de obtener el porcentaje de error. El cual indica que la precisión adecuada considerable para los pronósticos debe ser igual o por arriba del 94% y en caso sea menor se deberá evaluar alternativas a fin de aumentar la precisión del pronóstico del modelo. Finalmente, el modelo planteado de producción requiere de un entrenamiento de 36 meses consecutivos por producto para generar un pronóstico adecuado de producción.

Béjar (2016), en su trabajo titulado, “Mejora en el pronóstico de ventas y su efecto en la gestión de inventarios en la empresa América trading center S.A.C durante el año 2016”. Tuvo como objetivo determinar la mejora del pronóstico, el presente trabajo fue de tipo aplicada, utilizando diversos métodos de pronóstico y teniendo como población y muestra las ventas del año 2015 y 2016. Los resultados obtenidos muestran un nivel de significancia del 5% y un error de pronóstico aceptable. Concluyendo que, su mejor modelo de pronóstico es la suavización exponencial debido al margen de error. Sin embargo, este método se debe ir ajustando de manera mensual con los nuevos datos generados.

Por otro lado, para respaldar la investigación se han realizado referencias teóricas relacionadas al tema de investigación.

El término sistema, según Huaman y Huayanca (2017), indican que es un grupo que se comunican entre ellos compartiendo una misma meta. Asimismo, se visualiza un modelo el cual los elementos siguen mediante los 5 cuadros. (p. 25)

Dieter y Thalheim (2019) indican que, los sistemas de información web contienen una colección de páginas web mediante un sitio web donde los usuarios puedan ingresar. Los sistemas utilizados por las organizaciones suelen ser sistemas cerrados, ya que los usuarios que puedan ingresar sean restringidos. Sin embargo, un sistema web es abierto, ya que todos tienen acceso a internet e ingresar al sistema mediante el navegador. (p. 10)

Los sistemas de información “normales” y los sistemas de información web combinan aspectos de estructura, funcionalidad e interacción. Para realizar el modelado y diseño de los sistemas se necesitará de una metodología que brinde una solución para el desarrollo de los mismos. (Dieter y Thalheim, 2019, p.4)

El modelado de aplicaciones web consiste en una metodología para documentar el comportamiento que tendrá los sistemas web siendo una parte central e importante de las actividades de producción del software.

Chopra (2016) menciona que, entre los modelados de aplicaciones web se tiene los siguientes:

WebML es un lenguaje de modelado web más simple y maduro para aplicaciones web, utiliza herramientas de notación visual para admitir no solo el modelado sino también el proceso de generación automática de código. El Método de Diseño de Sitios Web (WSDM) está enfocado metódicamente en los requerimientos del usuario. La Ingeniería Web basada en UML (UWE) utiliza el lenguaje unificado modelado (UML) y el Proceso Unificado cubriendo todo el ciclo del desarrollo de un aplicativo web. (p. 217).

Mohit y Bhaskar (2017) mencionan que Python es un lenguaje iniciado en 1980 con su primera presentación en 1991 nombrado por un famoso programa británico favorito del creador Guido Von Rossum. (p. 6).



El Framework es un marco de trabajo que permite realizar de manera fácil y útil los procesos de proyectos con objetivos específicos junto a la gestión de calidad enfocándose en el desarrollo del software. (Lewis, 2017, p. 279).

George (2019) Django es uno de los marcos de trabajo web disponibles desde la última década. Este framework se convirtió en un destacado marco de trabajo para el desarrollo de sistemas web, ya que brinda una escalabilidad, seguridad y facilidad de mantenimiento.

De igual forma, Ranjan (2021) menciona que, Django es famoso por la capacidad de desarrollar sistemas web de manera rápida, incorpora middleware y otros complementos necesarios para la ejecución de la web. Lo único que debe realizar el desarrollador es concentrarse en el desarrollo, ya que el framework configura y realiza la conexión de una manera que se pueda configurar sencillamente de acuerdo a los requerimientos del desarrollador. (p.11)

Welling y Thomson (2016), El concepto de base de datos de tipo relacional es uno de los tipos más utilizados, el cual puede ser utilizado por los desarrolladores sin la necesidad de conocer toda la teoría que existe detrás de la misma, solo basta el conocer las definiciones generales de la base de datos relacional tales como las tablas, filas, columnas, claves, entre otros para un fácil uso. (p. 170).

Ullman (2017) nos menciona que, el Sistema Gestor de base de datos más utilizado por la comunidad de desarrolladores debido a su facilidad de uso y código libre es MySQL, llegando a tal su fama de competir contra Oracle y SQL Server de Microsoft. Esta base de datos ofrece un óptimo rendimiento, portabilidad y confiabilidad, con un aprendizaje realmente sencillo. (p.15).

Islam [et al.] (2020) mencionaron que, dentro de las ramas de la informática se encuentra la inteligencia artificial que sirve para el desarrollo de sistemas inteligentes, esta nueva tecnología se ha ido mejorando a una velocidad extraordinaria en diversas áreas de las organizaciones. (p. 258). De igual forma, la inteligencia artificial en el sector industrial ayuda en la reducción de errores, reducción de costos y tiempo, proporcionando información sobre la producción y el planificar de una manera adecuada una mejor disponibilidad del servicio. (Flaih et al., 2019, p. 657).

Bousqaoui, Achchab y Tikito (2017) indicaron que, en una de las ramas de la inteligencia artificial se encuentra el aprendizaje automático centrado en la técnica de aprender de manera automática sin la participación de la persona mediante la extracción de datos sin procesar. Asimismo, existen 2 tipos principales, el supervisado donde los datos están etiquetados en entradas y salida con el fin de que la máquina pueda encontrar una relación entre ambos mediante un llenado de información y el no supervisado donde no están etiquetados y su principal objetivo será encontrar los patrones. (p. 2).

Lai [et al.] (2017) mencionaron que, el aprendizaje automático se ha vuelto una fracción importante de las operaciones comerciales y cualquier proceso el cual pueda tener una resolución de problemas que no puedan resolverse de manera tradicional. Es por ello que, el aprendizaje automático brinda posibles respuestas en cualquier parte de las áreas de las organizaciones a la cual se implemente convirtiéndose en un pilar importante ayudando en la reducción de defectos, reglas en la planificación y producción. (p. 1).

Chaviano (2015). El aprendizaje supervisado establece un algoritmo que produzca una función con relación al flujo de entradas y salidas, referido a que el nuevo conocimiento que adquiere está incluido a partir de ejemplos anteriores existiendo diversos métodos de aprendizaje supervisado como las de regresión y el problema de clasificación. Asimismo, se tiene presente las técnicas utilizando redes neuronales y algoritmos de árboles de decisión. (p. 552 – 553)

Figura 1. Modelo de aprendizaje supervisado.

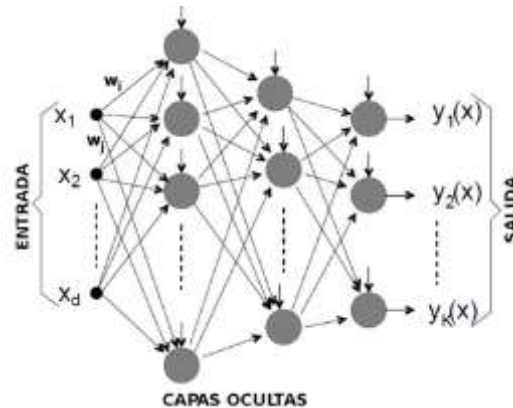
$$\theta_{ML} = \arg \max_{\theta} P(\mathbf{Y} | \mathbf{X}; \theta).$$

$$MSE_{test} = \frac{1}{m} \sum_i (\hat{y}^{(test)} - y^{(test)})_i^2.$$

Las redes neuronales son un concepto de conexiones entre elementos conocidos como neuronas artificiales referido a elementos de computación, la relación existente entre estas genera una especie de red por la cual representa el conocimiento adquirido donde cada una de las neuronas calcula una suma de flujos de entrada, existiendo capas ocultas de entrada y salida. (Chaviano, 2015, p. 553)

Quiñones et. al. (2020) La red neuronal artificial perceptrón multicapa (MLP) es uno de los tipos de redes neuronales existentes el cual consta de una arquitectura de capas de entrada y capa de salida. A su vez, presenta capas ocultas relacionadas a las unidades no observables. (p. 110).

Figura 2. Arquitectura de la red neuronal FeedForward



El algoritmo de Backpropagation emplea un ciclo de propagación desde el flujo de entrada hasta la red de salida, calculando el error de cada salida generada redirigiéndolas para atrás desde la capa de salida hasta la capa oculta donde se encuentran neuronas repitiendo el ciclo por cada capa. Esto tiene como fin tener una capacidad de auto adaptar las neuronas con los patrones dados a fin de entrenarlas y generar una salida adecuada. (Cornejo y Quispe, 2011)

El pronóstico es considerado una visión futura o predicción con fundamentos relacionados a eventos de interés relacionado a resultados posibles y a la frecuencia que se producirán. (Manterola, Santander y Otzen, 2013, p. 1)

De acuerdo a Espinoza y Gutierrez (2015) mencionan que existen diversas técnicas para generar predicciones desde el simple uso de ecuaciones hasta la utilización del machine learning y redes neuronales. Algunas de las técnicas son:

- Modelos estadísticos, es un modelo tradicional donde utilizan ecuaciones o fórmulas para realizar el pronóstico.
- Árbol de decisión, es un modelo predictivo que utiliza machine learning para pronosticar mediante decisiones lógicas.
- Regresión lineal, es una manera tradicional de predecir mediante el uso de 2 variables y una ecuación. (p. 20 - 21)

- Redes neuronales, que tienen el mismo funcionamiento que un grupo de neuronas donde puedan aprender y procesar información automáticamente.

El término utilizado en la presente investigación, error de pronóstico se refiere al cálculo del valor real vs el valor pronosticado por el sistema. Se aplica la siguiente fórmula para realizar dicho cálculo.

$$e_t = Y_t - Y'_t$$

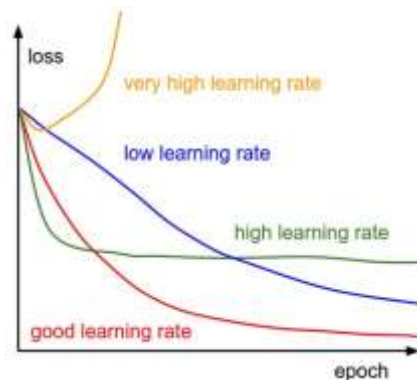
Donde,  $e_t$  es igual al error de pronóstico,  $Y_t$  al valor real y  $Y'_t$  al valor del pronóstico.

De igual forma, la función de la tangente hiperbólica utilizada se refiere al uso de valores manejados entre -1 y 1. Se calcula de la siguiente fórmula:

$$f(x) = \frac{2}{1 + e^{-2x}} - 1$$

El término de learning rate es un parámetro de ajuste del aprendizaje que determina el tamaño de una iteración paso a paso donde mientras mayor sea sus avances deberá existir un mínimo de la función. Esta técnica se visualiza en la siguiente figura.

Figura 3. Gráfica de los parámetros de la tasa de aprendizaje



Fuente: Towards Data Science (2018)

El error cuadrático medio (MSE) está referido al error residual del pronóstico el cual se calcula con la siguiente fórmula.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - Y'_t)^2$$

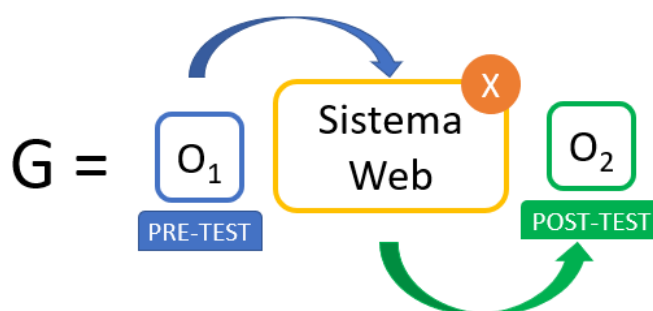
### **III. MÉTODO**

En este capítulo se realizará el método de la presente investigación tocando los puntos de tipo, diseño de la investigación, las variables y la operacionalización, el objeto de estudio, la población y su muestra. También, los de recolección de datos junto con el proceso para analizar los datos para concluir con los aspectos éticos.

### 3.1. Tipo y diseño de investigación

El presente estudio está enfocado a un tipo de investigación aplicada donde Tacillo (2016) define la investigación aplicada como la ejecución en campo de las teorías para dar una explicación y resultado, siendo importante para la solución de problemas prácticos. (p. 88).

Figura 4. Método de la investigación



Fuente: Creación propia.

Donde:

**G:** Grupo experimental

**O<sub>1</sub>:** Planificación de requerimientos de producción previo a la utilización del sistema.

**X:** Sistema web

**O<sub>2</sub>:** Planificación de producción luego de la utilización del sistema.

Asimismo, se utilizará un diseño experimental con subdivisión pre experimental con un enfoque del método pre test y post test para medir el impacto que tendrá la implementación del sistema a desarrollar. Según Gómez, Gonzales y Rosales (2015) considera estudios experimentales cuando se orientan en una relación causa – efecto. (p. 96)

Esto quiere decir, que se utilizarán los resultados tanto del pre test como el post test para comparar midiendo si hubo alguna mejora o no con el sistema a implementar pudiendo determinar el tiempo promedio de planificación y los tiempos promedio de cálculo de materia.

Asimismo, se utilizará el nivel de investigación explicativa, según Tacillo (2016) menciona que este nivel es más intenso caracterizado por identificar las razones del efecto en su relación. (p. 91). El enfoque de la investigación será cuantitativo debido al manejo de datos estadísticos en la presente investigación según Tacillo (2016) menciona que son variables medibles bajo valores numéricos que permitirán hacer mediciones estadísticas.

### **3.2. Variables y operacionalización**

En el presente estudio se presenta la variable independiente cuantitativa: Sistema web y como variable dependiente cuantitativa: planificación de los requerimientos de materiales para la producción. Asimismo, la variable dependiente cuenta con 4 dimensiones las cuales son: tiempos de planificación, precisión del pronóstico, entrenamiento del modelo de pronóstico y consumo de recursos, cada uno posee indicadores siendo tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción, tiempo promedio de cálculo de materia para producción, porcentaje de precisión del pronóstico, tiempo de entrenamiento del modelo, uso de consumo de CPU y RAM. La matriz de operacionalización de variable a detalle se encuentra en el Anexo N.º 5: Matriz de operacionalización de variable.

#### **Definición Conceptual**

Variable Independiente: Sistema Web

Los sistemas de información web contienen una colección de páginas web mediante un sitio web donde los usuarios puedan ingresar. Los sistemas utilizados por las organizaciones suelen ser sistemas cerrados, ya que los usuarios que puedan ingresar sean restringidos. Sin embargo, un sistema web es abierto, ya que todos tienen acceso a internet e ingresar al sistema mediante el navegador. (Dieter y Thalheim, 2019)

Variable dependiente: Planificación de los requerimientos de materiales para la producción

Mino (2015), la planificación de requerimientos de materiales es una técnica de planeamiento para la producción enfocada en gestionar el flujo de materia siendo una técnica que busca coordinar los materiales, su precisión y los tiempos de realización con el menor consumo posible. (p. 211)

### **Definición Operacional**

Variable dependiente: Planificación de los requerimientos de materiales para la producción.

Para la medición de la variable dependiente, se realizará mediante una ficha de observación para cada uno de los indicadores propuestos.

### **Dimensiones**

Dimensión 1: Tiempo de planificación

Álvarez y Lobos (2020) indican que, los tiempos de planificación están orientado en los tiempos necesarios requeridos para el desarrollo del proceso desde el inicio de la actividad hasta el fin de la misma (p. 5).

Dimensión 2: Precisión del pronóstico

Córdova y Santa (2020) menciona que, la precisión del pronóstico esta referido a la observación de la eficacia del pronóstico desarrollado a través del uso de fórmulas para poder observar la diferencia de los errores entre el valor real y el valor pronosticado (p. 2).

Dimensión 3: Entrenamiento del modelo de pronóstico

El entrenamiento de un modelo consiste en proporcionar los datos necesarios para el entrenamiento para que el modelo pueda encontrar patrones de similitud y generar un pronóstico adecuado. Por ello, los datos deberán ser correctos con el fin de evaluar el resultado al final y generar un modelo bien entrenado. (Amazon Amazon Web Services, 2021, p. 68)

Dimensión 4: Consumo de recursos

Paguay (2020) menciona que el consumo de recursos está orientado en los gastos de recursos de hardware como el CPU y memoria RAM los cuales son evaluados para poder medir el desempeño de una función o un proceso en ejecución, donde se evalúa el uso de CPU mediante % y el uso de la memoria RAM mediante consumo en megabytes (p. 14).

### **Indicadores**



Indicador 1: Tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción

Andrade, Del Río y Alvear (2019) mencionan que, el tiempo promedio o tiempo estándar es determinado por la cantidad de tiempo necesario para realizar las actividades planificadas junto a las veces realizadas para poder obtener un tiempo medio por cada operación realizada. (p. 4)

Indicador 2: Tiempo promedio de cálculo de materia para producción

Andrade, Del Río y Alvear (2019) indican que para realizar el cálculo de los tiempos es necesario el uso de un estudio de tiempos por cronómetro con el fin de determinar el tiempo necesario para completar el proceso o la actividad que se desea medir. (p. 2)

Indicador 3: Porcentaje de precisión del pronóstico de la producción

Batukhtin et. al. (2019) indica que con el fin de medir el porcentaje de precisión se debe evaluar correctamente el pronóstico mediante el uso de 2 fórmulas las cuales medirán el error entre el valor real y el pronosticado para luego realizar la precisión del pronóstico y hallar el porcentaje real del mismo (p. 420).

Indicador 4: Tiempo de entrenamiento del modelo

Mora, Pérez y Jorquera (2021) mencionan que, el entrenamiento consiste en la adaptación del modelo con el fin de poder reconocer una secuencia a seguir y poder tener mejor precisión mientras más ciclos de ejecución realicen (p.5).

Indicador 5: Uso de consumo de CPU

Menes, Arcos y Gallegos (2015) indican que, el uso de consumo de CPU esta referido a los recursos del computador los cuales son medidos en porcentajes (%) dentro del mismo (p. 9).

Indicador 6: Uso de consumo de RAM

Menes, Arcos y Gallegos (2015) indican que, el uso de consumo RAM es medido mediante megabytes por el computador y ayudan a evaluar cuánto consumo realiza un proceso con el fin de evaluar su desempeño (p. 10).

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

La población a la cual estará enfocada la investigación será una población finita donde como objeto de estudio se tenía a las órdenes de producción. Por lo tanto, la población será un total de 50 registros.

Tabla 1. Población de la investigación

Población	Cantidad de población
Órdenes de producción	50

Fuente: Desarrollo propio.

Para el cálculo de la muestra se utilizará el cálculo para estimar la cantidad de muestra a utilizar en el estudio. A continuación, se muestra la fórmula utilizada.

$$n = \frac{N * Z^2 * P * Q}{d^2 * (N - 1) + (Z^2) * P * Q}$$

Siendo:

N: Magnitud.

Z: Intervalo de confianza. = 95%

P: Posibilidad de aceptación.

Q: Posibilidad de fallo.

D: Precisión

Reemplazando con los valores de la investigación sería lo siguiente.

$$n = \frac{50 * 3,8416 * 0.5 * 0.5}{0.01 * (50 - 1) + (3,8416) * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{48,02}{1,0094}$$

$$n = 47,57 \approx 47 \text{ Órdenes de producción}$$

Asimismo, como muestra será un tipo de muestreo probabilístico con un muestreo aleatorio simple siendo que cada muestra tiene la misma posibilidad de ser elegida. Finalmente, según el resultado de la fórmula aplicada, se tendrá una muestra de 47 órdenes de producción.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Ñaupas [et al.]. (2018) menciona que, las técnicas e instrumentos ayudan en la recolección de datos e informaciones mediante preguntas que necesitan respuestas del objeto de estudio. (p. 273)

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, se decidió utilizar como instrumento una ficha de observación. Anexo N.º 9. Instrumento de recolección de datos.

Tabla 2. Recolección de datos

DIMENSIÓN	INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO
<b>Tiempo de planificación</b>	Tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción.	Observación	Ficha de observación
	Tiempo promedio de cálculo de materia para producción.		
<b>Precisión del pronóstico</b>	Porcentaje de precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción.		
<b>Entrenamiento del modelo de pronóstico</b>	Tiempo de entrenamiento del modelo	Observación	Ficha de observación
<b>Consumo de recursos</b>	Uso de consumo de CPU		
	Uso de consumo de RAM		

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, las fichas de observación utilizadas para la presente investigación serán respaldadas mediante un criterio de validez con un grupo de expertos que constará de tres validadores de extensa trayectoria mediante una carta de

presentación dirigidos a los tres expertos constatado en el Anexo N.º 10: Carta de presentación a expertos, tal y como se muestra en la tabla 3, tabla 4 y tabla 5.

Tabla 3. Validez por juicio de experto de la ficha de observación - Instrumento 1: Tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción.

N.º	Experto	Puntaje	Observación
1	Ing. Dávila Villanueva, Miguel	80%	Muy bueno
2	Mg. Ing. Amóros Chávez, Gladys Jacqueline	60%	Bueno
3	Ing. Navarro Prado, Edwin	75%	Muy bueno
<b>PROMEDIO</b>		71.6%	Muy bueno

Fuente: Elaboración propia.

Esta validez de expertos se realizó a través de reuniones virtuales con los expertos y correos electrónicos presentando la información requerida para su revisión y validación de la ficha de observación del instrumento 1: Tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción, lo cual se puede constatar en el Anexo N.º 11: Validez de instrumento.

Tabla 4. Validez por juicio de experto de la ficha de observación - Instrumento 2: Tiempo promedio de cálculo de materia para producción

N.º	Experto	Puntaje	Observación
1	Ing. Dávila Villanueva, Miguel	80%	Muy bueno
2	Mg. Ing. Amóros Chávez, Gladys Jacqueline	60%	Bueno
3	Ing. Navarro Prado, Edwin	75%	Muy bueno
<b>PROMEDIO</b>		71.6%	Muy bueno

Fuente: Elaboración propia.

Esta validez de expertos se realizó a través de reuniones virtuales con los expertos y correos electrónicos presentando la información requerida para su revisión y validación de la ficha de observación del instrumento 2: Tiempo promedio de cálculo de materia para producción, lo cual se puede constatar en el Anexo N.º 11: Validez de instrumento.

Tabla 5. Validez por juicio de experto de la ficha de observación - Instrumento 3:  
Porcentaje de precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción.

N.º	Experto	Puntaje	Observación
1	Ing. Dávila Villanueva, Miguel	80%	Muy bueno
2	Mg. Ing. Amóros Chávez, Gladys Jacqueline	60%	Bueno
3	Ing. Navarro Prado, Edwin	75%	Muy bueno
<b>PROMEDIO</b>		71.6%	Muy bueno

Fuente: Elaboración propia.

Esta validez de expertos se realizó a través de reuniones virtuales con los expertos y correos electrónicos presentando la información requerida para su revisión y validación de la ficha de observación del instrumento 3: Porcentaje de precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción, lo cual se puede constatar en el Anexo N.º 11: Validez de instrumento.

Tabla 6. Validez por juicio de experto de la ficha de observación - Instrumento 4:  
Tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico.

N.º	Experto	Puntaje	Observación
1	Ing. Dávila Villanueva, Miguel	80%	Muy bueno
2	Mg. Ing. Amóros Chávez, Gladys Jacqueline	60%	Bueno
3	Ing. Navarro Prado, Edwin	75%	Muy bueno
<b>PROMEDIO</b>		71.6%	Muy bueno

Fuente: Elaboración propia.

Esta validez de expertos se realizó a través de reuniones virtuales con los expertos y correos electrónicos presentando la información requerida para su revisión y validación de la ficha de observación del instrumento 4: Tiempo de entrenamiento del modelo, lo cual se puede constatar en el Anexo N.º 11: Validez de instrumento.

Tabla 7. Validez por juicio de experto de la ficha de observación - Instrumento 5:  
Uso de consumo de CPU

N.º	Experto	Puntaje	Observación
1	Ing. Dávila Villanueva, Miguel	80%	Muy bueno
2	Mg. Ing. Amóros Chávez, Gladys Jacqueline	60%	Bueno

<b>3</b>	Ing. Navarro Prado, Edwin	75%	Muy bueno
<b>PROMEDIO</b>		71.6%	Muy bueno

Fuente: Elaboración propia.

Esta validez de expertos se realizó a través de reuniones virtuales con los expertos y correos electrónicos presentando la información requerida para su revisión y validación de la ficha de observación del instrumento 5: Uso de consumo de CPU, lo cual se puede constatar en el Anexo N.º 11: Validez de instrumento.

Tabla 8. Validez por juicio de experto de la ficha de observación - Instrumento 6: Uso de consumo de RAM

N.º	Experto	Puntaje	Observación
<b>1</b>	Ing. Dávila Villanueva, Miguel	80%	Muy bueno
<b>2</b>	Mg. Ing. Amóros Chávez, Gladys Jacqueline	60%	Bueno
<b>3</b>	Ing. Navarro Prado, Edwin	75%	Muy bueno
<b>PROMEDIO</b>		71.6%	Muy bueno

Fuente: Elaboración propia.

Esta validez de expertos se realizó a través de reuniones virtuales con los expertos y correos electrónicos presentando la información requerida para su revisión y validación de la ficha de observación del instrumento 6: Uso de consumo de RAM, lo cual se puede constatar en el Anexo N.º 11: Validez de instrumento.

### 3.5. Procedimientos

En el presente estudio se evaluó la actual problemática ocurrida en las empresas industriales centrándose en la planificación de los requerimientos de materiales para la producción y la capacidad de automatizar este proceso mediante machine learning y el uso de modelos para generar el pronóstico. Por ello, se evalúa problemáticas externas referentes a las similitudes de la empresa para que en base a la información obtenida se pueda deducir la creación de un sistema web utilizando machine learning para mejorar la planificación de requerimientos de materiales de la producción en el sector industrial.

En la investigación se plantearon diversos artículos y revistas científicas relacionados a las variables recolectando libros, tesis, artículos, boletines y demás

a fin de revisar las diversas soluciones planteadas por los autores y obtener una base que ayude a respaldar la presente investigación. Una vez, recolectada la información necesaria de diversas investigaciones se procedió a la recolección de datos de la empresa identificando a la población y muestra del presente objeto de estudio para recolectar datos con indicadores cuantitativos pudiendo validarlos de acuerdo a los expertos y midiendo con la confiabilidad estándar en todo proyecto de investigación.

Luego se realizó los métodos para analizar los datos obtenidos mediante las técnicas e instrumentos a fin de obtener un análisis estadístico representado mediante gráficos y tablas a fin de probar la hipótesis se realizará el análisis con la medición numérica.

Se ha tomado una muestra de 47 órdenes de producción pertenecientes a la empresa donde se está realizando el desarrollo del estudio. La recolección se ha tomado en dos fases para ambos instrumentos, siendo la parte del pre test previa a la implementación del sistema y el post test con la utilización del sistema.

En la presente investigación se utilizará la comparativa entre los resultados pre test y pos test de la muestra de 47 órdenes de producción; siendo la contrastación de la hipótesis mediante el uso de la prueba Z debido al tamaño de la muestra.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Existen muchos paquetes de software comerciales que se pueden utilizar para realizar análisis factoriales exploratorios; SPSS, SAS y Stata son los más populares. Por ello, hubo una revisión del software estadístico utilizado en artículos académicos donde se encontró que el software SPSS fue citado con mayor frecuencia. Watkins (2021). Ante lo mencionado, se decidirá la utilización del Software SPSS 27 por la alta tasa de usos en proyectos científicos.

#### **Definición de variables**

**la** = Indicador medido antes de la implementación del sistema web para planificar los requerimientos de materiales de la producción.

**lp** = Indicador medido luego de la implementación del sistema web para planificar los requerimientos de materiales de la producción.

## Hipótesis Estadística Hipótesis General

**Hipótesis H0:** El sistema web utilizando machine learning no mejora la planificación de los requerimientos de materiales de la producción.

**Hipótesis Ha:** El sistema web utilizando machine learning mejora la planificación de los requerimientos de materiales de la producción.

### HE1 = Hipótesis Específica 1

**Hipótesis H0:** El sistema web utilizando machine learning no reduce el tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de materiales de la producción.

$$H_0: TPP_d \geq TPP_a$$

Dónde:

TPP<sub>a</sub>: Planificación de los requerimientos de materiales de la producción previa utilización del sistema web.

TPP<sub>d</sub>: Planificación de los requerimientos de materiales de la producción luego de utilizar el sistema web.

**Hipótesis Ha:** El sistema web utilizando machine learning reduce el tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de materiales de la producción.

$$H_a: TPP_d < TPP_a$$

Dónde:

TPP<sub>a</sub>: Planificación de los requerimientos de materiales de la producción previa utilización del sistema web.

TPP<sub>d</sub>: Planificación de los requerimientos de materiales de la producción luego de utilizar el sistema web.

### HE2 = Hipótesis Específica 2

**Hipótesis H0:** El sistema web utilizando machine learning no reduce el tiempo promedio de cálculo de materia para la producción.



$$H_0: TPC_d \geq TPC_a$$

Dónde:

TPC<sub>a</sub>: Tiempo promedio de cálculo de materia previa utilización del sistema web.

TPC<sub>d</sub> Tiempo promedio de cálculo de materia luego de la utilización del sistema web.

**Hipótesis H<sub>a</sub>:** El sistema web utilizando machine learning reduce el tiempo promedio de cálculo de materia para la producción.

$$H_0: TPC_d < TPC_a$$

Dónde:

TPC<sub>a</sub>: Tiempo promedio de cálculo de materia previa utilización del sistema web.

TPC<sub>d</sub>: Tiempo promedio de cálculo de materia luego de la utilización del sistema web.

### HE3 = Hipótesis Específica 3

**Hipótesis H<sub>0</sub>:** El sistema web utilizando machine learning no incrementa la precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción.

$$H_0: PPP_d \leq PPP_a$$

Dónde:

PPP<sub>a</sub>: Precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción previa utilización del sistema web.

PPP<sub>d</sub> Precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción luego de la utilización del sistema web.

**Hipótesis H<sub>a</sub>:** El sistema web utilizando machine learning incrementa la precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción.

$$H_0: PPP_d > PPP_a$$

Dónde:

PPP<sub>a</sub>: Precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción previa utilización del sistema web.

PPP<sub>d</sub>: Precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción luego de la utilización del sistema web.

#### **HE4 = Hipótesis Específica 4**

**Hipótesis H<sub>0</sub>:** El sistema web utilizando machine learning no reduce el tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.

$$H_0: TEM_d \geq TEM_a$$

Dónde:

TEM<sub>a</sub>: Tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción previa utilización del sistema web.

TEM<sub>d</sub> Tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción luego de la utilización del sistema web.

**Hipótesis H<sub>a</sub>:** El sistema web utilizando machine learning reduce el tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.

$$H_0: TEM_d < TEM_a$$

Dónde:

TEM<sub>a</sub>: Tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción previa utilización del sistema web.

TEM<sub>d</sub> Tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción luego de la utilización del sistema web.

#### **HE5 = Hipótesis Específica 5**

**Hipótesis H<sub>0</sub>:** El sistema web utilizando machine learning no reduce el uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.

$$H_0: UCC_d \geq UCC_a$$

Dónde:

UCC<sub>a</sub>: Uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico para la planificación de la producción previa utilización del sistema web.

UCC<sub>a</sub>: Uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico para la planificación de la producción luego de la utilización del sistema web.

**Hipótesis H<sub>a</sub>:** El sistema web utilizando machine learning reduce el uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.

$$H_0: UCC_d < UCC_a$$

Dónde:

UCC<sub>a</sub>: Uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico para la planificación de la producción previa utilización del sistema web.

UCC<sub>a</sub>: Uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico para la planificación de la producción luego de la utilización del sistema web.

#### **HE6 = Hipótesis Específica 6**

**Hipótesis H<sub>0</sub>:** El sistema web utilizando machine learning no reduce el uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.

$$H_0: UCR_d \geq UCR_a$$

Dónde:

UCR<sub>a</sub>: Uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico para la planificación de la producción previa utilización del sistema web.

UCR<sub>a</sub>: Uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico para la planificación de la producción luego de la utilización del sistema web.

**Hipótesis H<sub>a</sub>:** El sistema web utilizando machine learning reduce el uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.

$$H_0: UCR_d < UCR_a$$

Dónde:

UCR<sub>a</sub>: Uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico para la planificación de la producción previa utilización del sistema web.

UCR<sub>a</sub>: Uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico para la planificación de la producción luego de la utilización del sistema web.

### **Nivel de significancia**

El nivel de significancia presentado para la investigación será de un error del 5% ( $\alpha=0.05$ ).

### **Estadístico de Prueba**

La prueba Z es una fórmula utilizada para muestras mayores a 30 como es el caso del proyecto de investigación.

### **3.7. Aspectos éticos**

El autor Recuero (2020) nos concientiza sobre la usabilidad de la información recolectada mediante las investigaciones científicas siendo responsables del uso adecuado de estos datos con respecto a nuestra propia ética y respetando la protección de información personal del investigado. (p. 04)

Ante lo mencionado anteriormente por el autor, la información recolectada de la organización solo será con fines de investigación para el presente estudio sin ningún otro propósito oculto. Asimismo, se notificará a toda persona involucrada con el objeto de estudio a fin de que se encuentren enterados de la situación y la investigación respectiva. De igual forma, se realizó un examen de certificación de conducta responsable de la CONCYTEC por parte del autor de la investigación a fin de brindar mayor confianza y responsabilidad en los temas de ética en la investigación. Anexo N.º 12: Certificación de conducta responsable.

## **IV. RESULTADOS**

En este capítulo se muestran los resultados y el análisis realizado con relación a los indicadores “tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción”, “tiempo promedio de cálculo de materia para producción”, “porcentaje de precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción”, “tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico”, “uso de consumo de CPU” y “uso de consumo de RAM” en el programa estadístico SPSS en su versión 21.

#### 4.1. Análisis descriptivo

##### **Indicador 01: Tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción (Pre-Test)**

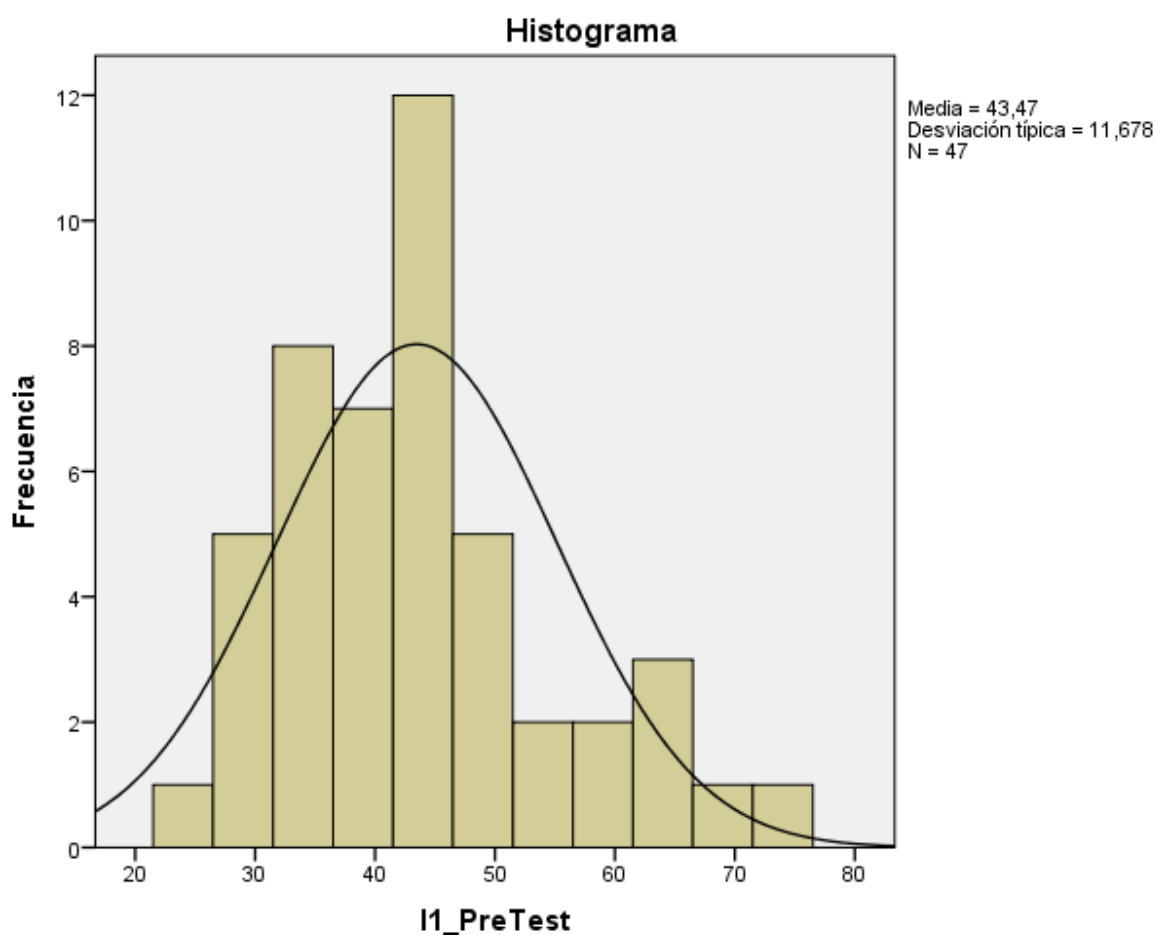
Tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción realizado en el pre-test se obtiene los siguientes valores estadísticos.

Tabla 9. Análisis descriptivo: Indicador 1 Pre-Test.

<b>Estadísticos</b>		
I1_PreTest		
N	Válidos	47
Media		43,47
Mediana		42,00
Desv. típ.		11,678
Mínimo		24
Máximo		74
Suma		2043

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Análisis descriptivo: Indicador 1 Pre-Test



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla n.º 9 y la figura n.º 5 se visualiza el valor de la media del indicador 1: Tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción con relación a su pre-test con un valor del 43,47 (43,47 minutos), el cual presenta una desviación típica del 11,678 de una muestra de 47 órdenes de producción.

### **Indicador 01: Tiempo promedio de recolección de información para la de los requerimientos de producción (Post-Test)**

En la figura presentada se observan los siguientes valores estadísticos con relación al análisis Post Test del indicador.

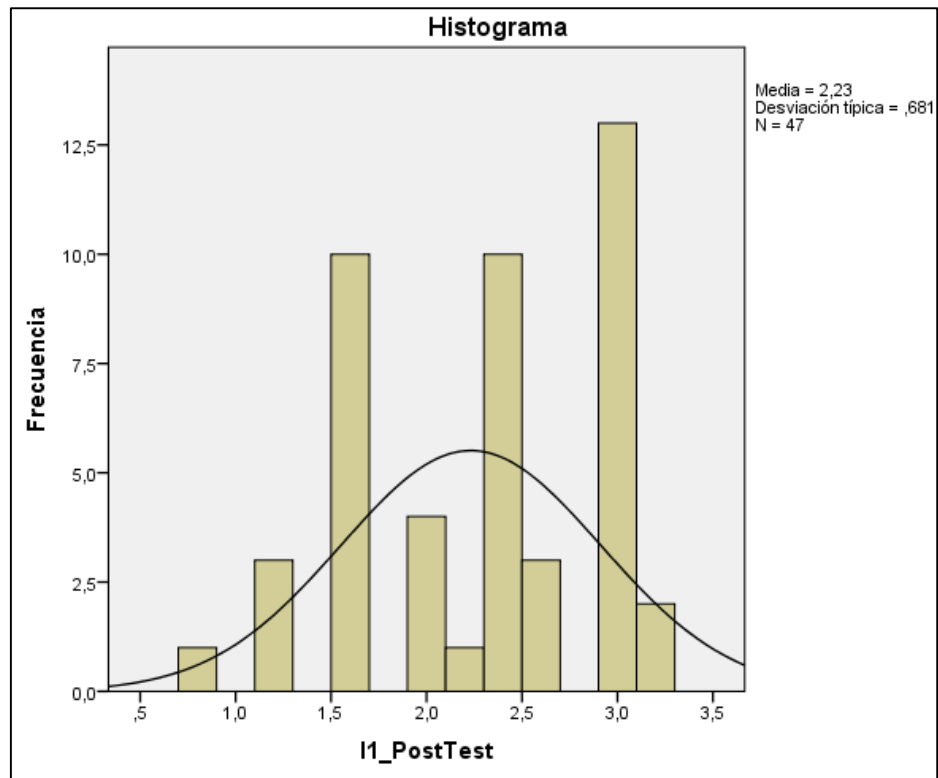
Tabla 10. Análisis descriptivo: Indicador 1 Post Test

**Estadísticos**

I1\_PostTest

N	Válidos	47
	Perdidos	0
Media		2,232
Mediana		2,300
Desv. típ.		,6808
Mínimo		,8
Máximo		3,1
Suma		104,9

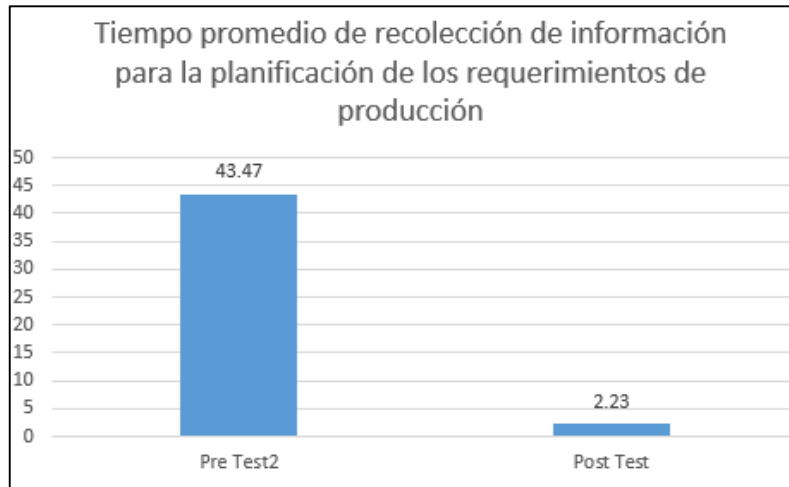
Figura 6. Análisis descriptivo: Indicador 1 Post Test



En la tabla n.º 10 y la figura n.º 6 se visualiza el valor de la media del indicador 1: Tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción con relación a su post test con un valor del 2,23 (2,2 minutos), el cual presenta una desviación típica del ,681 de una muestra de 47 órdenes de producción.



Figura 7. Contraste del Indicador 1 - Tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción



Fuente: Elaboración propia.

Tras la realización del contraste de la media entre el pre test y el post test se obtuvo una variación de los tiempos en 41,24 minutos teniendo una disminución porcentual del 94,87%.

### Indicador 02: Tiempo promedio de cálculo de materia para producción (Pre-Test)

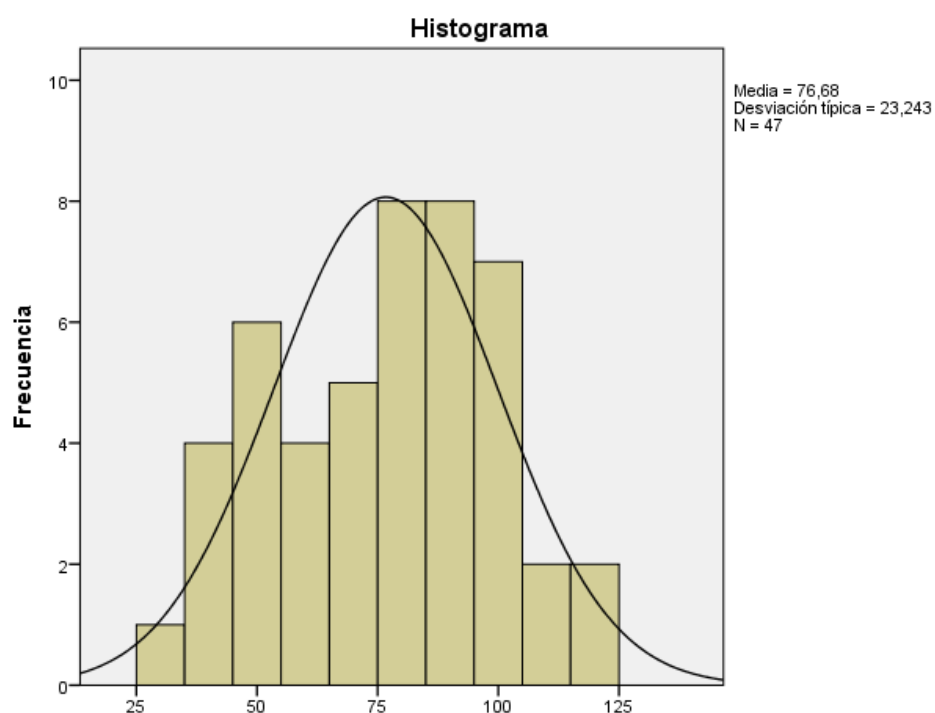
El tiempo promedio de cálculo realizado en el pre-test se obtiene los siguientes valores estadísticos.

Tabla 11. Análisis descriptivo: Indicador 2 Pre-Test

Estadísticos	
N_Producto1	
N	47
Media	76,68
Mediana	80,00
Desv. típ.	23,243
Mínimo	30
Máximo	120
Suma	3604

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Análisis descriptivo: Indicador 2 Pre-Test



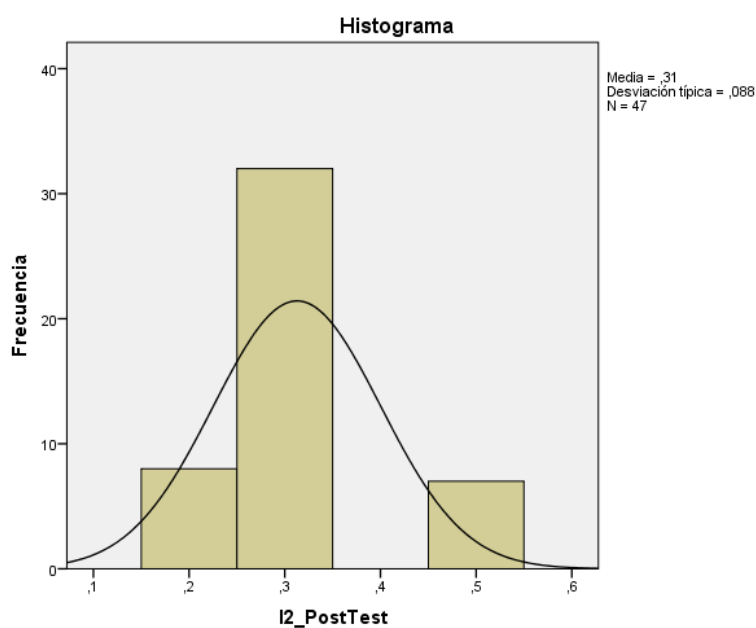
Fuente: Elaboración propia.

En la tabla n.º 11 y la figura n.º 8 se visualiza el valor de la media del indicador 2: Tiempo promedio de cálculo de materia para producción con relación a su pre-test con un valor del 76,68 (76,68 minutos), el cual presenta una desviación típica del 23,243 de una muestra de 47 órdenes de producción.

Tabla 12. Análisis descriptivo: Indicador 2 Post-Test

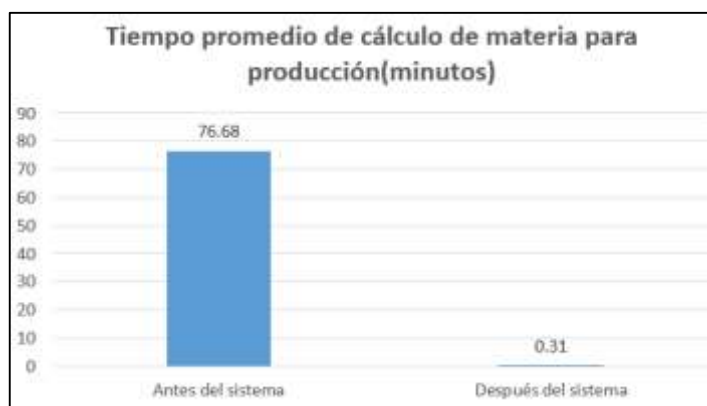
Estadísticos		
I2_PostTest		
N	Válidos	47
	Perdidos	0
Media		,313
Desv. típ.		,0875
Mínimo		,2
Máximo		,5

Figura 9. Análisis descriptivo: Indicador 2 Post-Test



En la tabla n.º 12 y la figura n.º 9 se visualiza el valor de la media del indicador 2: Tiempo promedio de cálculo de materia para producción con relación a su post test con un valor del 0,31 (,31 minutos), el cual presenta una desviación típica del ,088 de una muestra de 47 órdenes de producción.

Figura 10. Contraste del Indicador 2 - Tiempo promedio de cálculo de materia para producción



Fuente: Elaboración propia.

Tras la realización del contraste de la media entre el pre test y el post test se obtuvo una variación de los tiempos en 76,37 minutos teniendo una disminución porcentual del 99,6%.

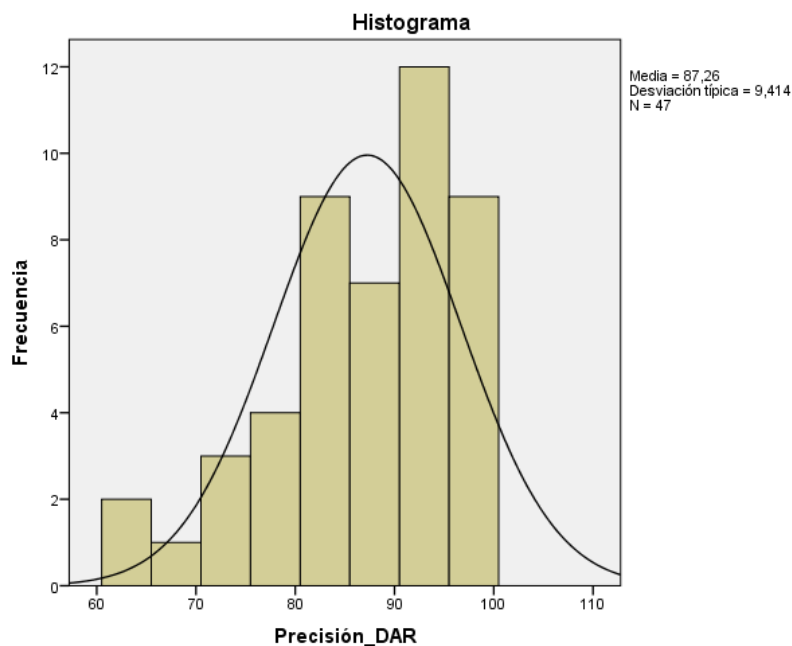
### Indicador 03: Porcentaje de precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción.

Se desarrollaron 5 modelos predictivos para obtener la mejor precisión posible para la implementación dentro del sistema, el porcentaje de precisión del pronóstico de cada uno de los modelos son los siguientes valores estadísticos:

Tabla 13. Análisis descriptivo: Indicador 3 Modelo RAD

Estadísticos		
Precisión_DAR		
N	Válidos	47
	Perdidos	0
Media		87,26
Mediana		90,00
Desv. típ.		9,414
Mínimo		63
Máximo		100
Suma		4101

Figura 11. Análisis descriptivo: Indicador 3 Modelo RAD

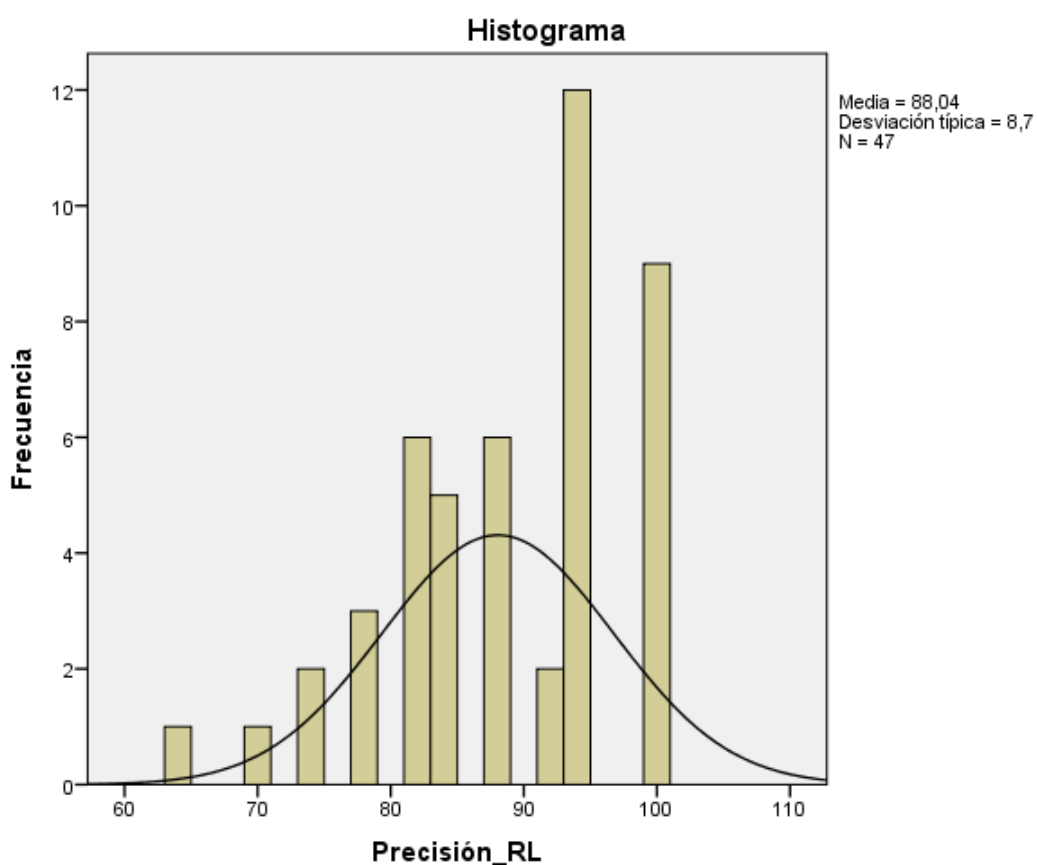


En la tabla n.º 13 y la figura n.º 11 se visualiza el valor de la media del indicador 3: porcentaje de precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción con relación al modelo de Regresión de árbol de decisión (RAD) con un valor de 87,26 (87%), el cual presenta una desviación típica del 9,414 de una muestra de 47 órdenes de producción.

Tabla 14. Análisis descriptivo: Indicador 3 Modelo RL

Estadísticos		
Precisión_RL		
N	Válidos	47
	Perdidos	0
Media		88,04
Mediana		87,00
Desv. típ.		8,700
Mínimo		64
Máximo		100
Suma		4138

Figura 12. Análisis descriptivo: Indicador 3 Modelo RL

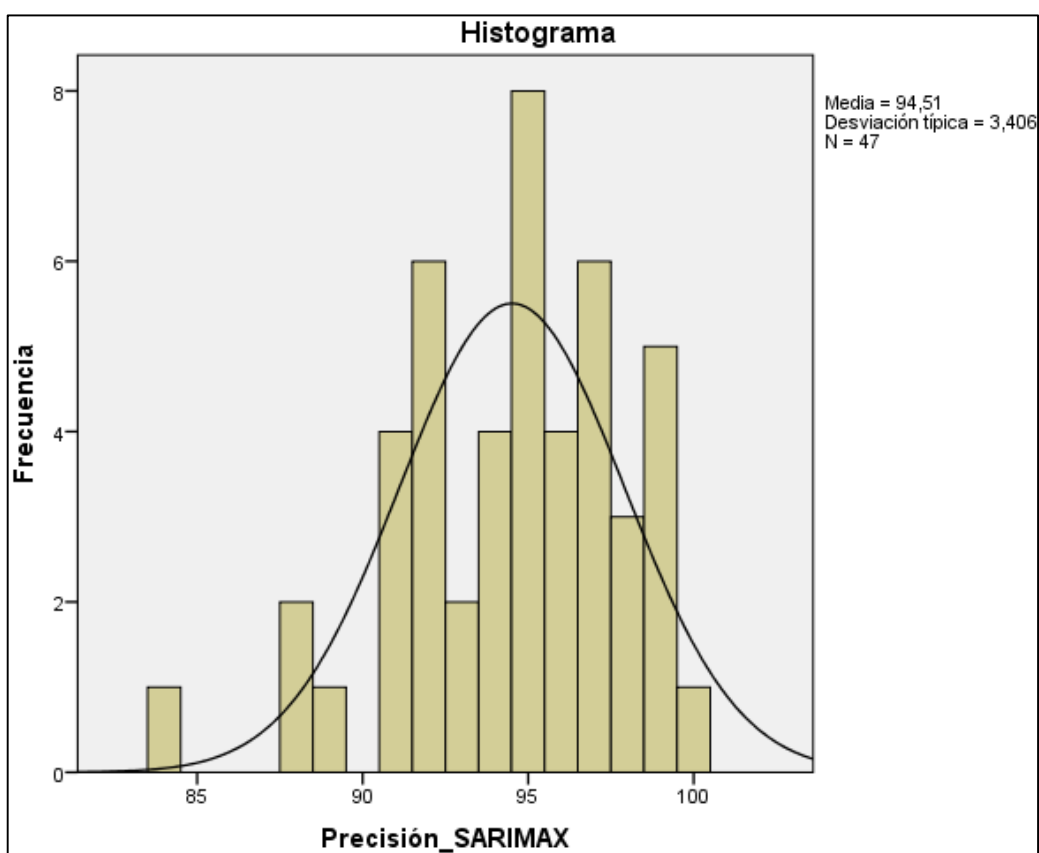


En la tabla n.º 14 y la figura n.º 12 se visualiza el valor de la media del indicador 3: porcentaje de precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción con relación al modelo de regresión lineal con un valor de 88,04 (88%), el cual presenta una desviación típica del 8,7 de una muestra de 47 órdenes de producción.

Tabla 15. Análisis descriptivo: Indicador 3 Modelo SARIMAX

Estadísticos		
Precisión_SARIMAX		
N	Válidos	47
	Perdidos	1
	Media	94,51
	Mediana	95,00
	Desv. típ.	3,406
	Mínimo	84
	Máximo	100
	Suma	4442

Figura 13. Análisis descriptivo: Indicador 3 Modelo SARIMAX

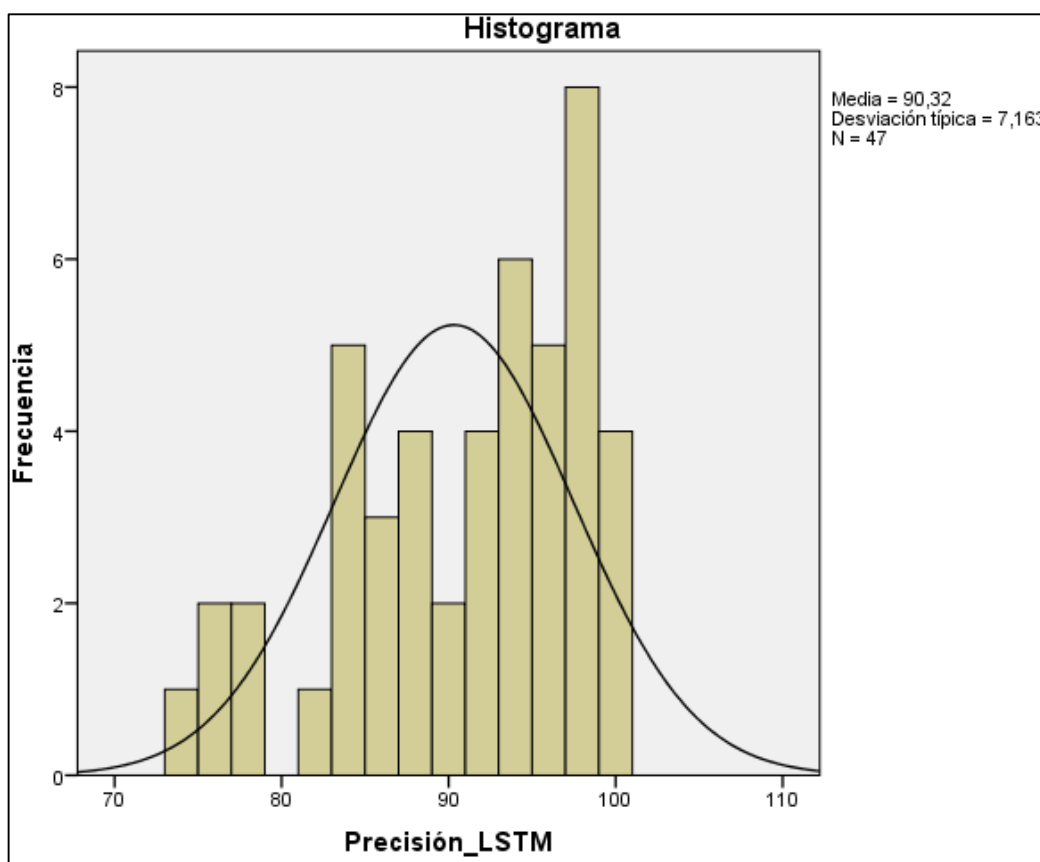


En la tabla n.º 15 y la figura n.º 13 se visualiza el valor de la media del indicador 3: porcentaje de precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción con relación al modelo estadístico SARIMAX con un valor de 94,51 (94.51%), el cual presenta una desviación típica del 3,406 de una muestra de 47 órdenes de producción.

Tabla 16. Análisis descriptivo: Indicador 3 Modelo LSTM

Estadísticos		
Precisión_LSTM		
N	Válidos	47
	Perdidos	0
Media		90,32
Mediana		92,00
Desv. típ.		7,163
Mínimo		74
Máximo		99
Suma		4245

Figura 14. Análisis descriptivo: Indicador 3 Modelo LSTM

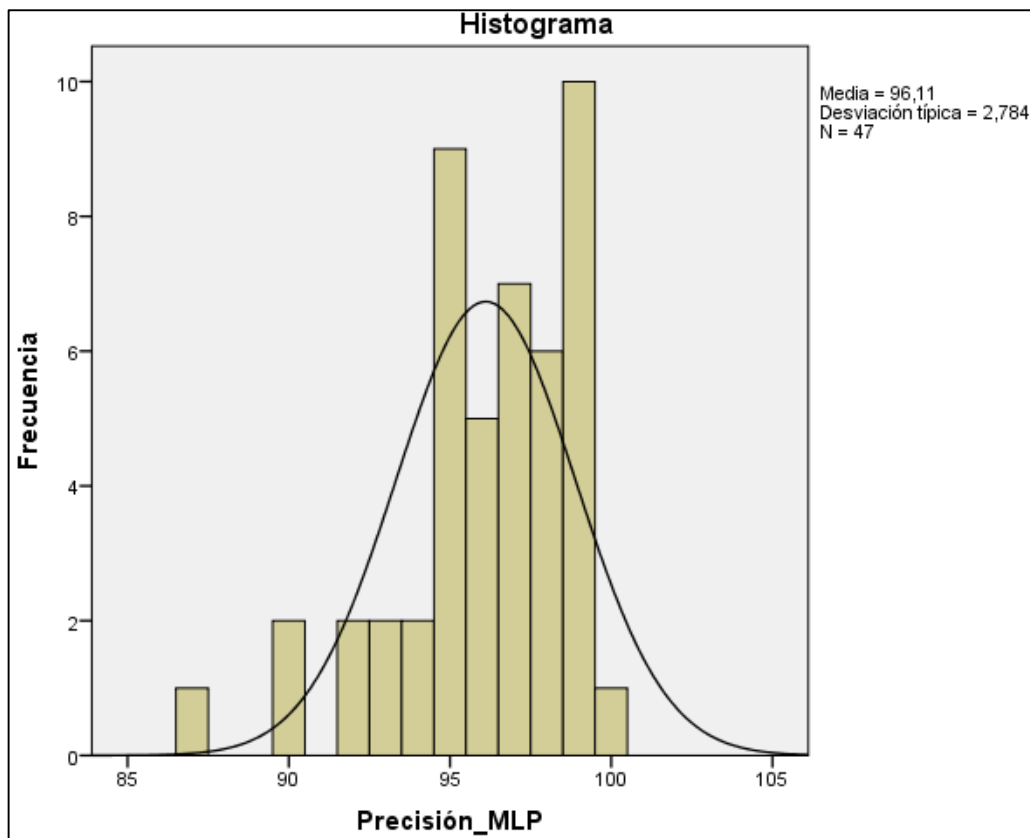


En la tabla n.º 16 y la figura n.º 14 se visualiza el valor de la media del indicador 3: porcentaje de precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción con relación al modelo de LSTM con un valor de 90,32 (90%), el cual presenta una desviación típica del 7,163 de una muestra de 47 órdenes de producción.

Tabla 17. Análisis descriptivo: Indicador 3 Modelo MLP

Estadísticos		
Precisión_MLP		
N	Válidos	47
	Perdidos	1
Media		96,11
Mediana		97,00
Desv. típ.		2,784
Mínimo		87
Máximo		100
Suma		4517

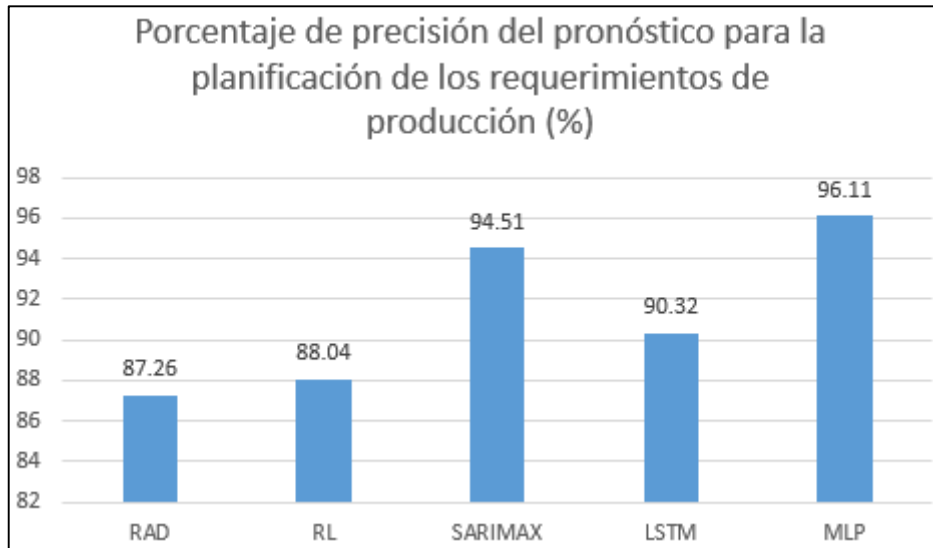
Figura 15. Análisis descriptivo: Indicador 3 Modelo MLP



En la tabla n.º 17 y la figura n.º 15 se visualiza el valor de la media del indicador 3: porcentaje de precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción con relación al modelo de MLP con un valor de 96,11 (96,11%), el cual presenta una desviación típica del 2,784 de una muestra de 47 órdenes de producción.



Figura 16. Contraste del Indicador 3 - Porcentaje de precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción



Tras la realización del contraste de la media entre los 5 modelos (RAD, RL, SARIMAX, LSTM y MLP) donde se obtuvieron valores de precisión del 87.26%, 88.04%, 94.51%, 90.32% y 96.11% respectivamente, teniendo una mejor precisión el modelo de red neuronal MLP con un porcentaje mayor al 96%.

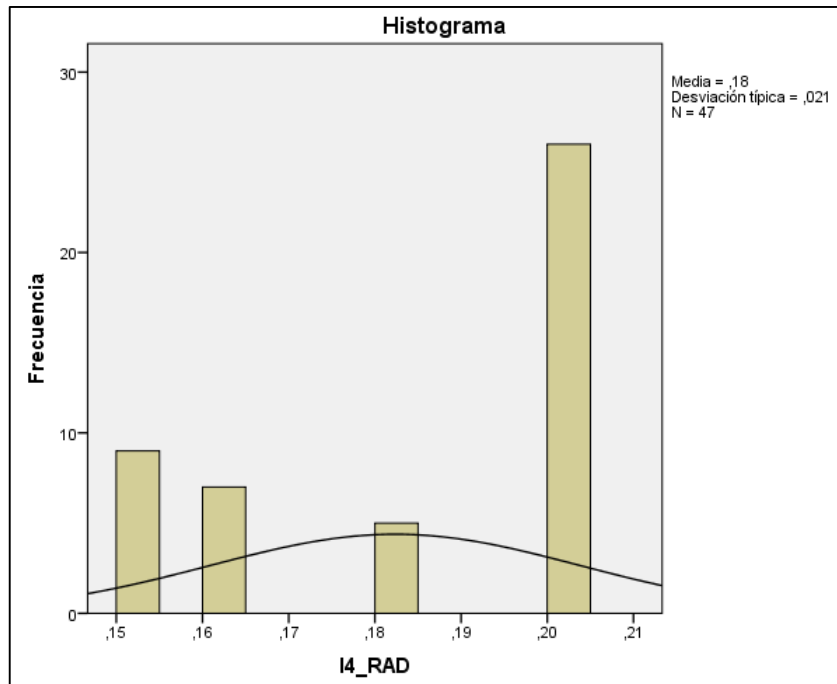
**Indicador 04: Tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico.**

Se desarrollaron 4 modelos de pronóstico empleando machine learning y un modelo de serie de tiempo SARIMAX con el fin de evaluar el mejor rendimiento entre estos y obtener el mejor tiempo de entrenamiento posible para la implementación dentro del sistema, el tiempo de entrenamiento de cada uno de los modelos son los siguientes valores estadísticos:

Tabla 18. Análisis descriptivo: Indicador 4 Modelo RAD

Estadísticos		
I4_RAD		
N	Válidos	47
	Perdidos	0
Media		,1823
Mediana		,2000
Desv. típ.		,02139
Mínimo		,15
Máximo		,20
Suma		8,57

Figura 17. Análisis descriptivo: Indicador 4 Modelo RAD

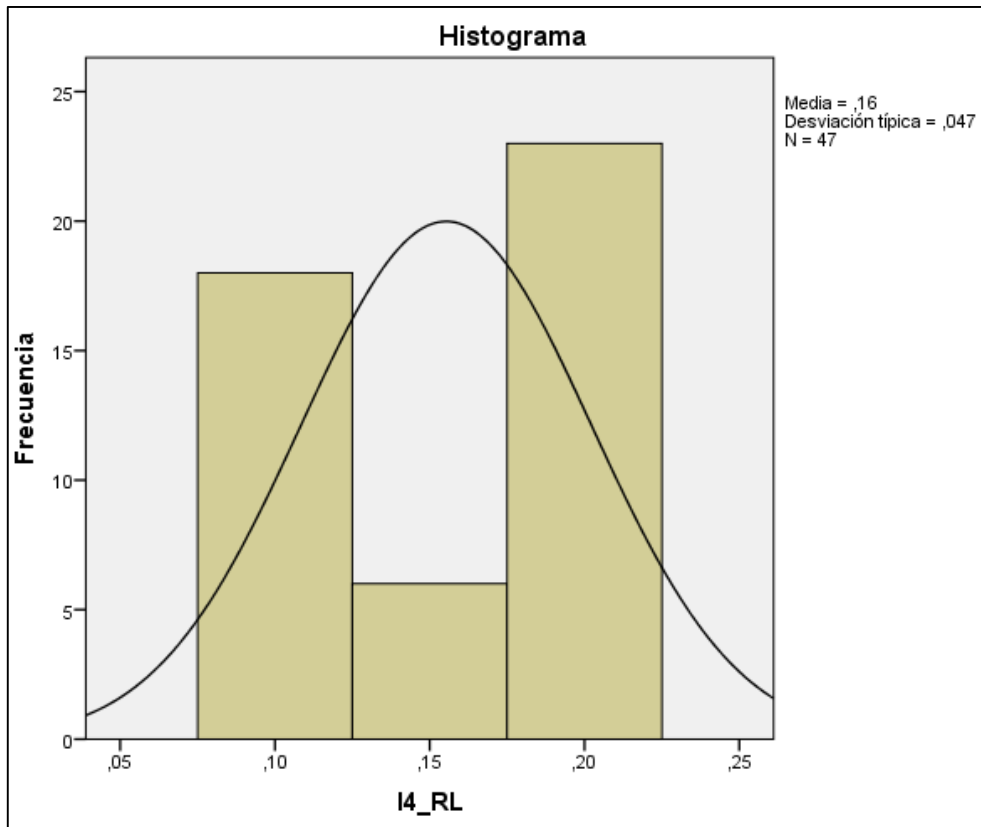


En la tabla n.º 18 y la figura n.º 17 se visualiza el valor de la media del indicador 4: tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico con relación al modelo RAD con un valor de 0,18 (0,18 segundos), el cual presenta una desviación típica del 0,021 de una muestra de 47 pruebas.

Tabla 19. Análisis descriptivo: Indicador 4 Modelo RL

Estadísticos		
I4_RL		
N	Válidos	47
	Perdidos	0
	Media	,1553
	Mediana	,1500
	Desv. típ.	,04690
	Mínimo	,10
	Máximo	,20
	Suma	7,30

Figura 18. Análisis descriptivo: Indicador 4 Modelo RL

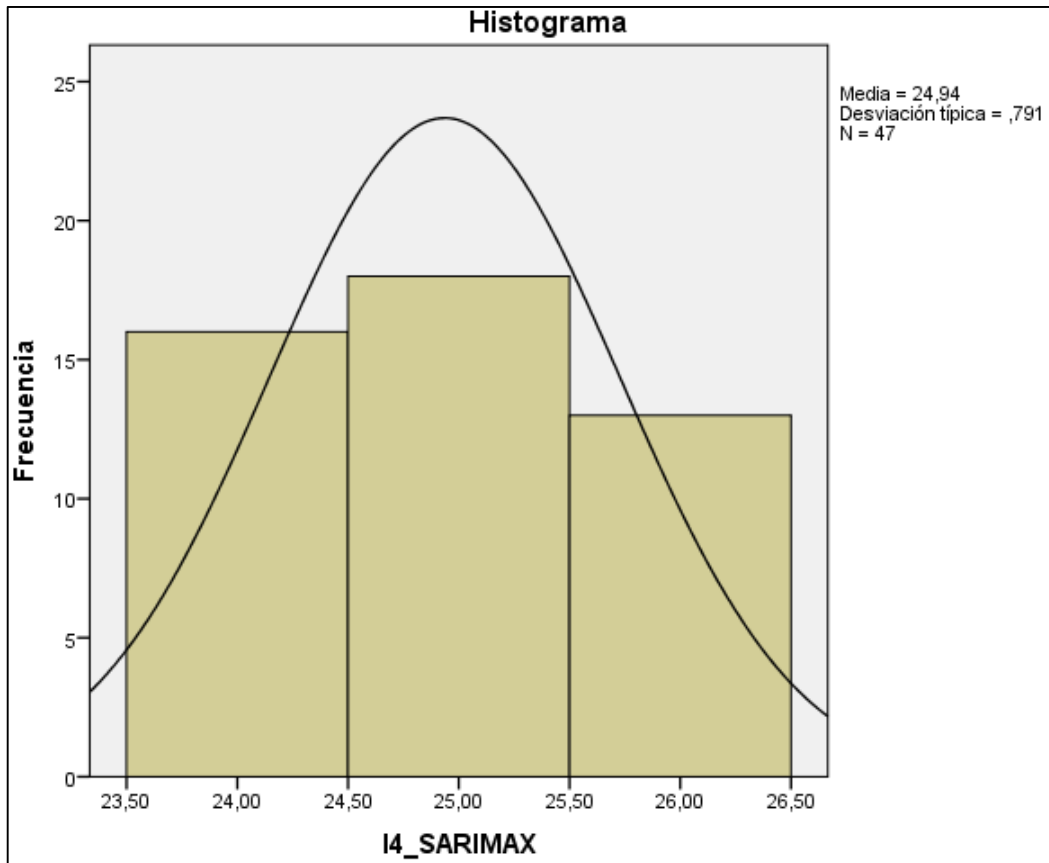


En la tabla n.º 19 y la figura n.º 18 se visualiza el valor de la media del indicador 4: tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico con relación al modelo RL con un valor de 0,16 (0,16 segundos), el cual presenta una desviación típica del 0,047 de una muestra de 47 pruebas.

Tabla 20. Análisis descriptivo: Indicador 4 Modelo SARIMAX

Estadísticos	
I4_SARIMAX	
N	47
Media	24,9362
Mediana	25,0000
Desv. típ.	,79137
Mínimo	24,00
Máximo	26,00
Suma	1172,00

Figura 19. Análisis descriptivo: Indicador 4 Modelo SARIMAX

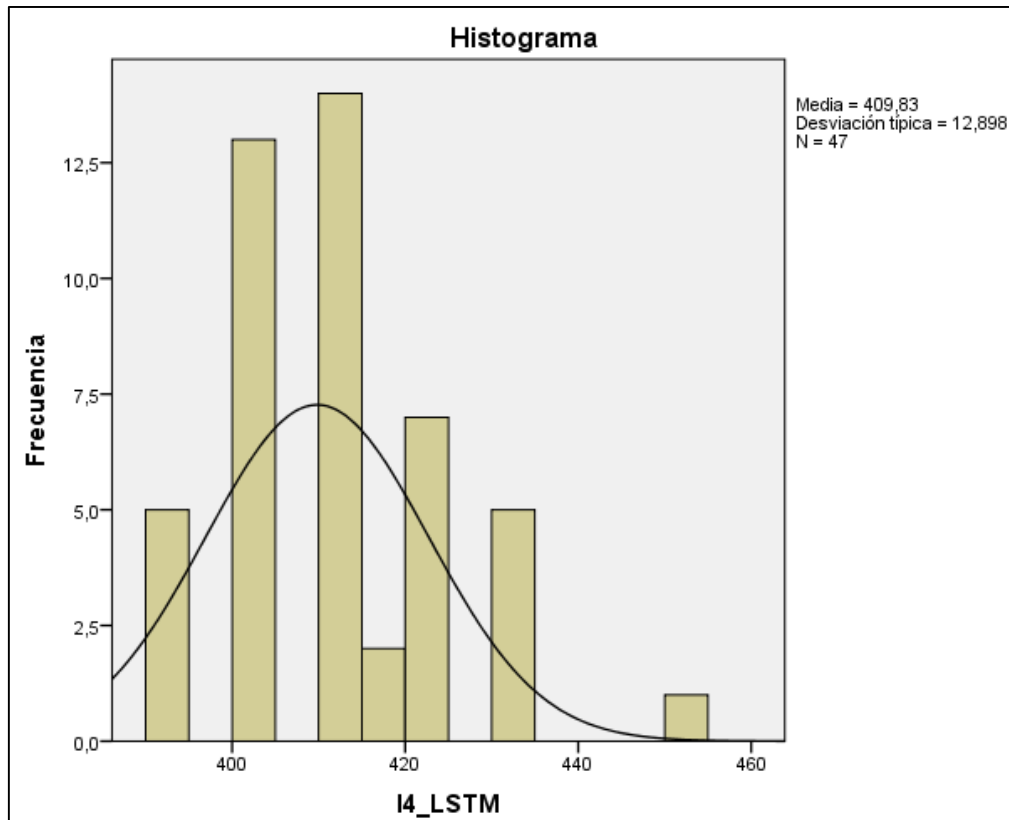


En la tabla n.º 20 y la figura n.º 19 se visualiza el valor de la media del indicador 4: tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico con relación al modelo SARIMAX con un valor de 24,94 (24,9 segundos), el cual presenta una desviación típica del 0,791 de una muestra de 47 pruebas.

Tabla 21. Análisis descriptivo: Indicador 4 Modelo LSTM

Estadísticos		
I4_LSTM		
N	Válidos	47
	Perdidos	0
Media		409,83
Mediana		410,00
Desv. típ.		12,898
Mínimo		390
Máximo		450
Suma		19262

Figura 20. Análisis descriptivo: Indicador 4 Modelo LSTM

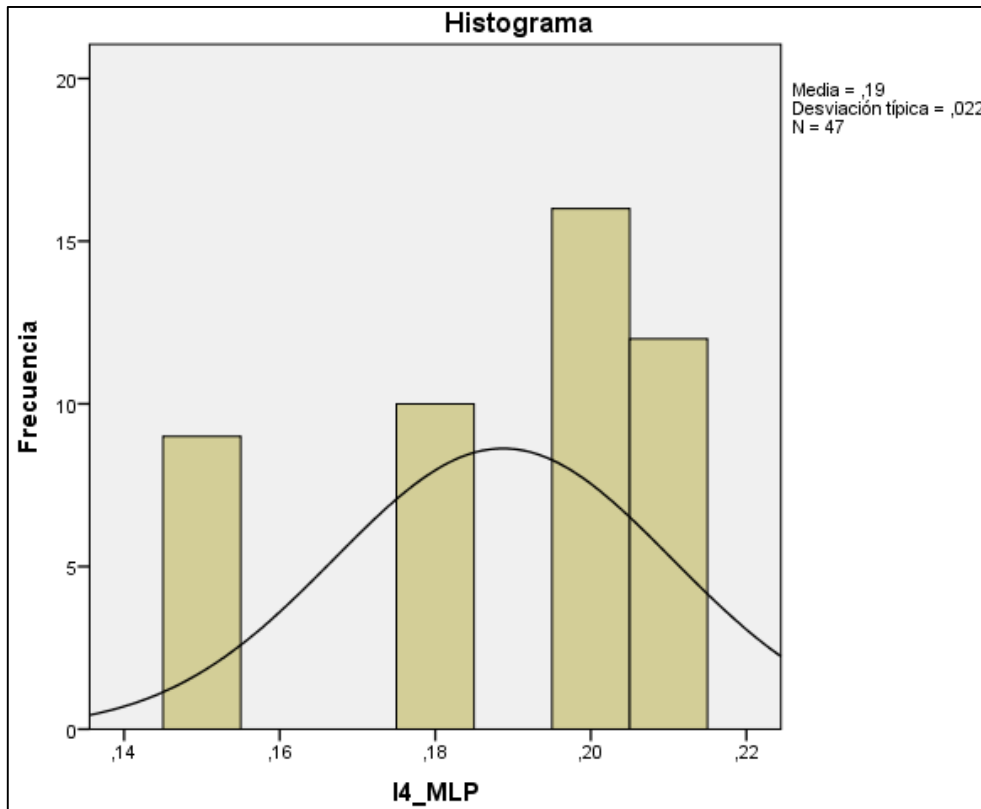


En la tabla n.º 21 y la figura n.º 20 se visualiza el valor de la media del indicador 4: tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico con relación al modelo LSTM con un valor de 409,83 (709,8 segundos), el cual presenta una desviación típica del 12,898 de una muestra de 47 pruebas.

Tabla 22. Análisis descriptivo: Indicador 4 Modelo MLP

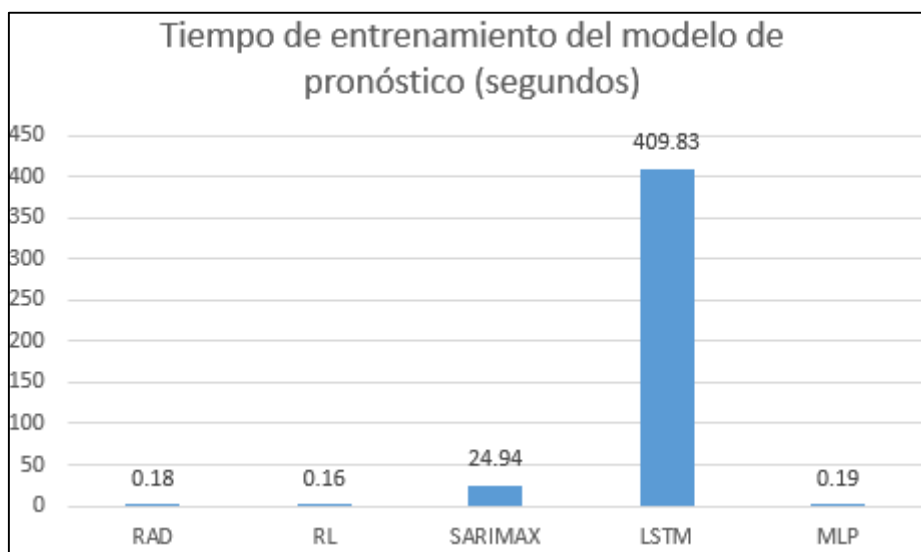
Estadísticos		
I4_MLP		
N	Válidos	47
	Perdidos	0
Media		,1887
Mediana		,2000
Desv. típ.		,02173
Mínimo		,15
Máximo		,21
Suma		8,87

Figura 21. Análisis descriptivo: Indicador 4 Modelo MLP



En la tabla n.º 22 y la figura n.º 21 se visualiza el valor de la media del indicador 4: tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico con relación al modelo MLP con un valor de 0,19 (0,19 segundos), el cual presenta una desviación típica del 0,022 de una muestra de 47 pruebas.

Figura 22. Contraste del Indicador 4 - Tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico



Tras la realización del contraste de la media entre los 5 modelos (RAD, RL, SARIMAX, LSTM y MLP) se obtuvo una variación del tiempo de entrenamiento en 0.18, 0.16, 24.94, 409.83 y 0.19 segundos respectivamente teniendo como mejor tiempo de entrenamiento los modelos RL con 0.16 segundos, RAD con 0.18 segundos y MLP con 0.19 segundos.

**Indicador 05: Uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico.**

Se desarrollaron 4 modelos de pronóstico empleando machine learning y un modelo de serie de tiempo SARIMAX con el fin de evaluar el mejor rendimiento para implementar el modelo de pronóstico adecuado al sistema. Por lo que, se realizó la comparativa entre el consumo de CPU entre los modelos para obtener el modelo de pronóstico con menor consumo posible, el porcentaje de consumo de CPU de cada uno de los modelos son los siguientes valores estadísticos:

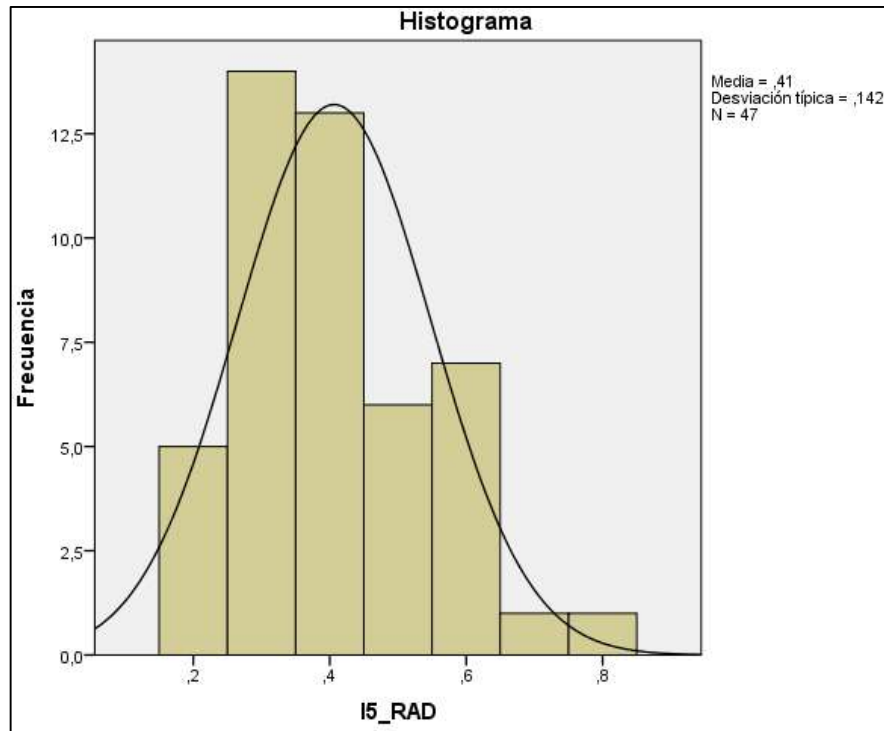
Tabla 23. Análisis descriptivo: Indicador 5 Modelo RAD

**Estadísticos**

I5\_RAD

N	Válidos	47
	Perdidos	0
Media		,406
Mediana		,400
Desv. típ.		,1420
Mínimo		,2
Máximo		,8
Suma		19,1

Figura 23. Análisis descriptivo: Indicador 5 Modelo RAD



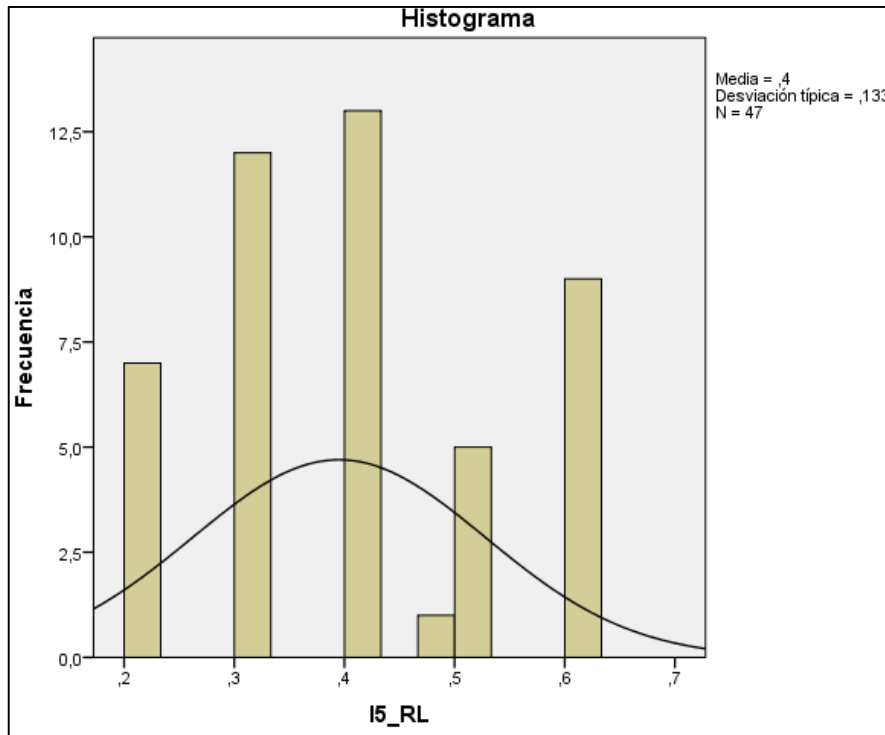
En la tabla n.º 23 y la figura n.º 23 se visualiza el valor de la media del indicador 5: uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico con relación al modelo RAD con un valor de 0,406 (0,41%), el cual presenta una desviación típica del 0,142 de una muestra de 47 pruebas.

Tabla 24. Análisis descriptivo: Indicador 5 Modelo RL

Estadísticos		
I5_RL		
N	Válidos	47
	Perdidos	0
Media		,395
Mediana		,400
Desv. típ.		,1330
Mínimo		,2
Máximo		,6
Suma		18,6



Figura 24. Análisis descriptivo: Indicador 5 Modelo RL

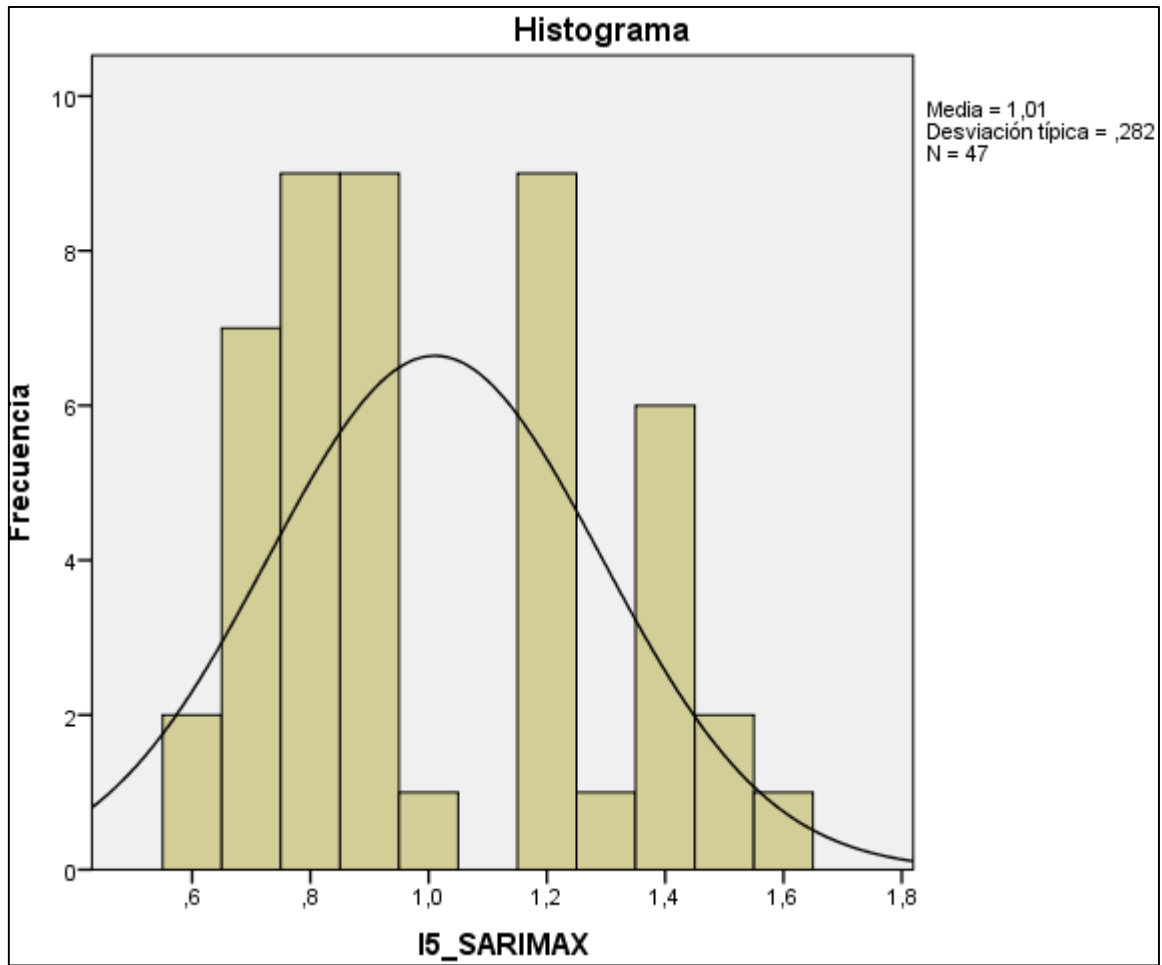


En la tabla n.º 24 y la figura n.º 24 se visualiza el valor de la media del indicador 5: uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico con relación al modelo RL con un valor de 0,395 (0,4%), el cual presenta una desviación típica del 0,133 de una muestra de 47 pruebas.

Tabla 25. Análisis descriptivo: Indicador 5 Modelo SARIMAX

Estadísticos	
I5_SARIMAX	
N	47
Media	1,011
Mediana	,900
Desv. típ.	,2823
Mínimo	,6
Máximo	1,6
Suma	47,5

Figura 25. Análisis descriptivo: Indicador 5 Modelo SARIMAX

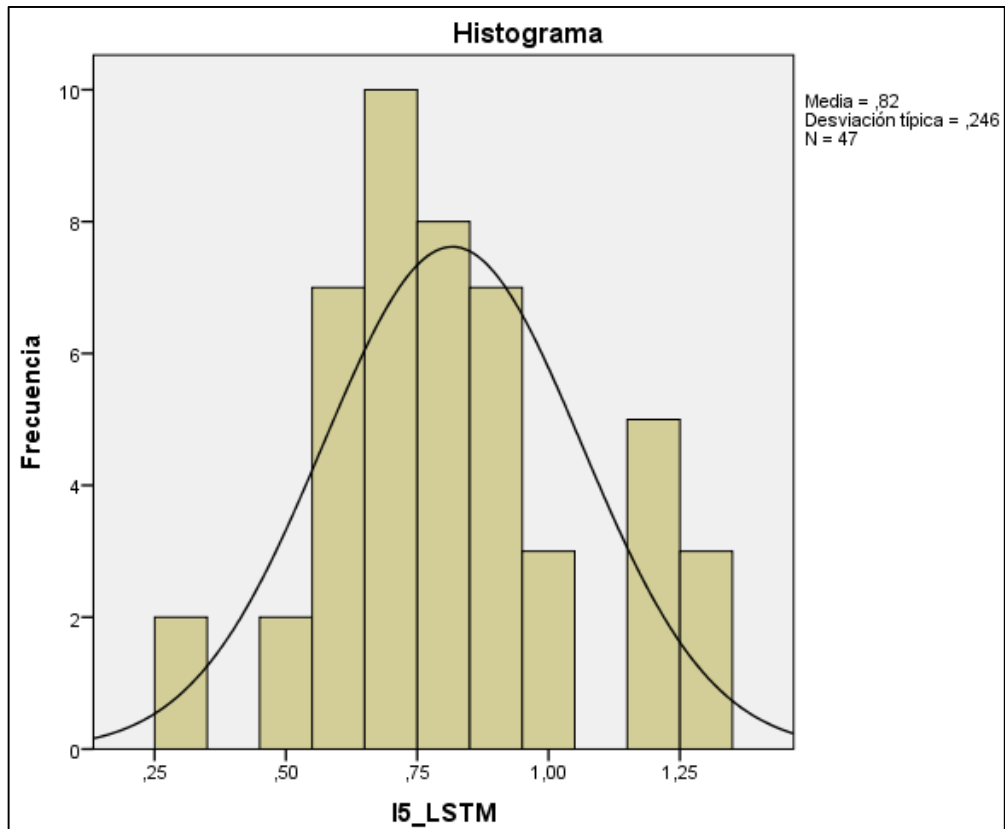


En la tabla n.º 25 y la figura n.º 25 se visualiza el valor de la media del indicador 5: uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico con relación al modelo SARIMAX con un valor de 1,011 (1,01%), el cual presenta una desviación típica del 0,282 de una muestra de 47 pruebas.

Tabla 26. Análisis descriptivo: Indicador 5 Modelo LSTM

Estadísticos		
I5_LSTM		
N	Válidos	47
	Perdidos	0
Media		,817
Mediana		,800
Desv. típ.		,2461
Mínimo		,3
Máximo		1,3
Suma		38,4

Figura 26. Análisis descriptivo: Indicador 5 Modelo LSTM

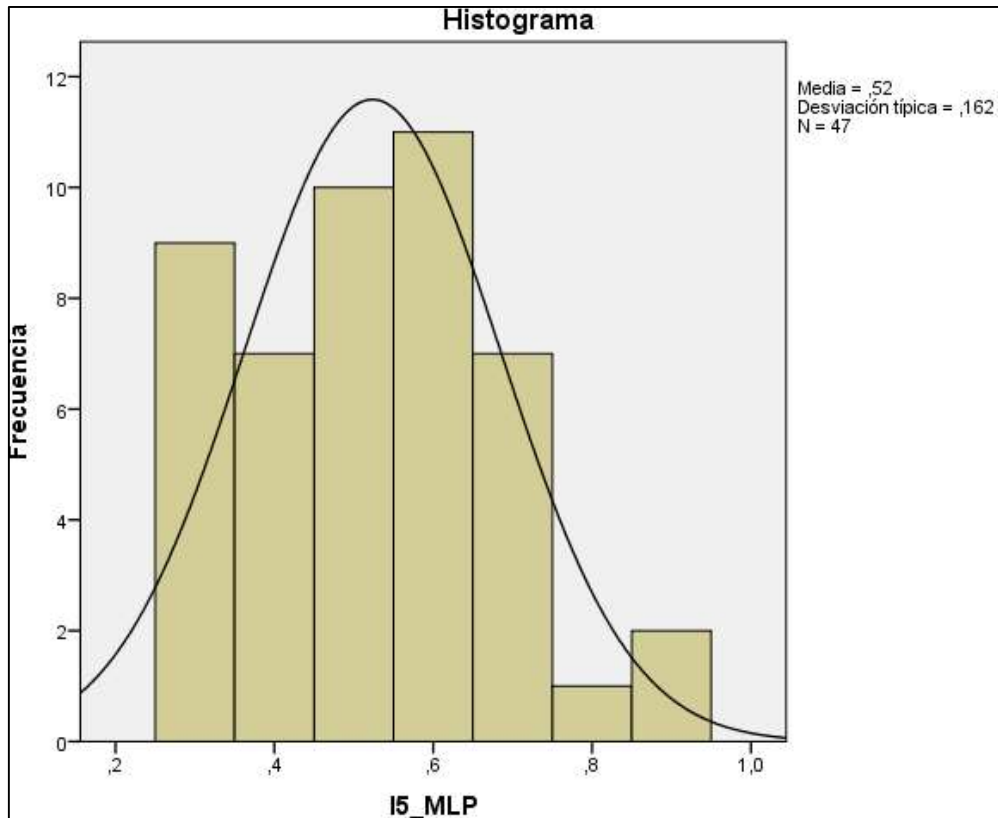


En la tabla n.º 26 y la figura n.º 26 se visualiza el valor de la media del indicador 5: uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico con relación al modelo LSTM con un valor de 0,817 (0,82%), el cual presenta una desviación típica del 0,246 de una muestra de 47 pruebas.

Tabla 27. Análisis descriptivo: Indicador 5 Modelo MLP

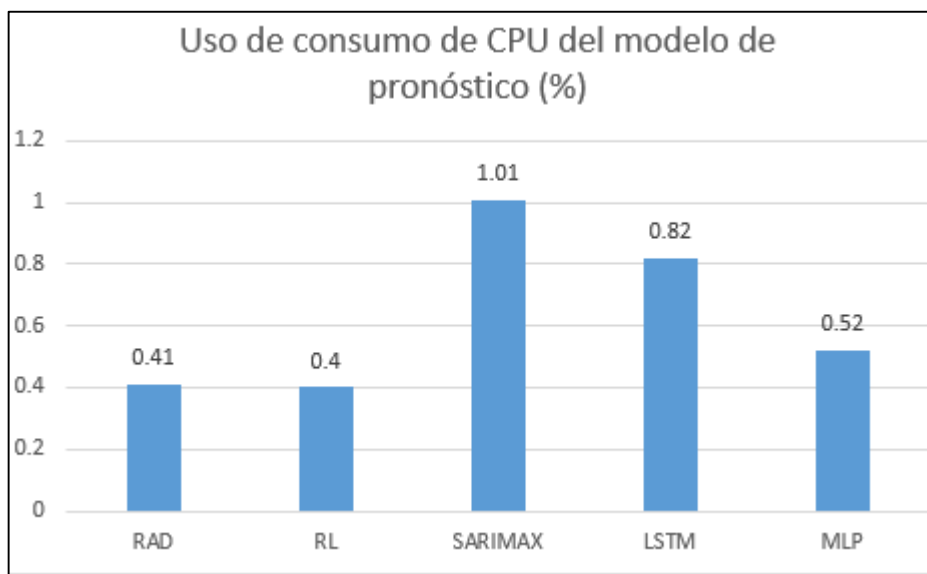
Estadísticos		
I5_MLP		
N	Válidos	47
	Perdidos	0
Media		,523
Mediana		,500
Desv. típ.		,1618
Mínimo		,3
Máximo		,9
Suma		24,6

Figura 27. Análisis descriptivo: Indicador 5 Modelo MLP



En la tabla n.º 27 y la figura n.º 27 se visualiza el valor de la media del indicador 5: uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico con relación al modelo MLP con un valor de 0,523 (0,52%), el cual presenta una desviación típica del 0,162 de una muestra de 47 pruebas.

Figura 28. Contraste del Indicador 5 - Uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico



Tras la realización del contraste de la media entre los 5 modelos (RAD, RL, SARIMAX, LSTM y MLP) se obtuvo una variación del consumo de CPU (%) en 0.41, 0.40, 1.01, 0.82 y 0.52 respectivamente teniendo como menor consumo de CPU los modelos RL con 0.4%, RAD con 0.41% y MLP con 0.52%.

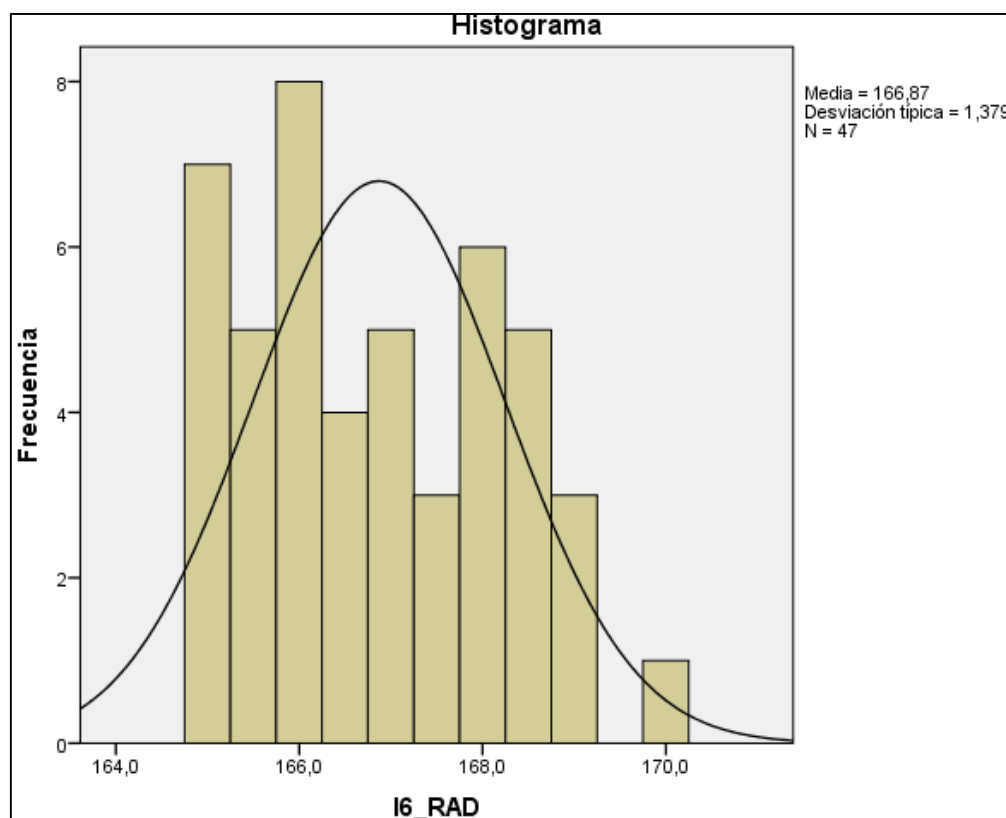
**Indicador 06: Uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico.**

Se desarrollaron 4 modelos de pronóstico empleando machine learning y un modelo de serie de tiempo SARIMAX con el fin de evaluar el mejor rendimiento para implementar el modelo de pronóstico adecuado al sistema. Por lo que, se realizó la comparativa entre el consumo de RAM entre los modelos para obtener el modelo de pronóstico con menor consumo posible, los mb de consumo de RAM de cada uno de los modelos son los siguientes valores estadísticos:

Tabla 28. Análisis descriptivo: Indicador 6 Modelo RAD

<b>Estadísticos</b>		
I6_RAD		
N	Válidos	47
	Perdidos	0
Media		166,870
Mediana		166,700
Desv. típ.		1,3792
Mínimo		165,0
Máximo		170,0
Suma		7842,9

Figura 29. Análisis descriptivo: Indicador 6 Modelo RAD

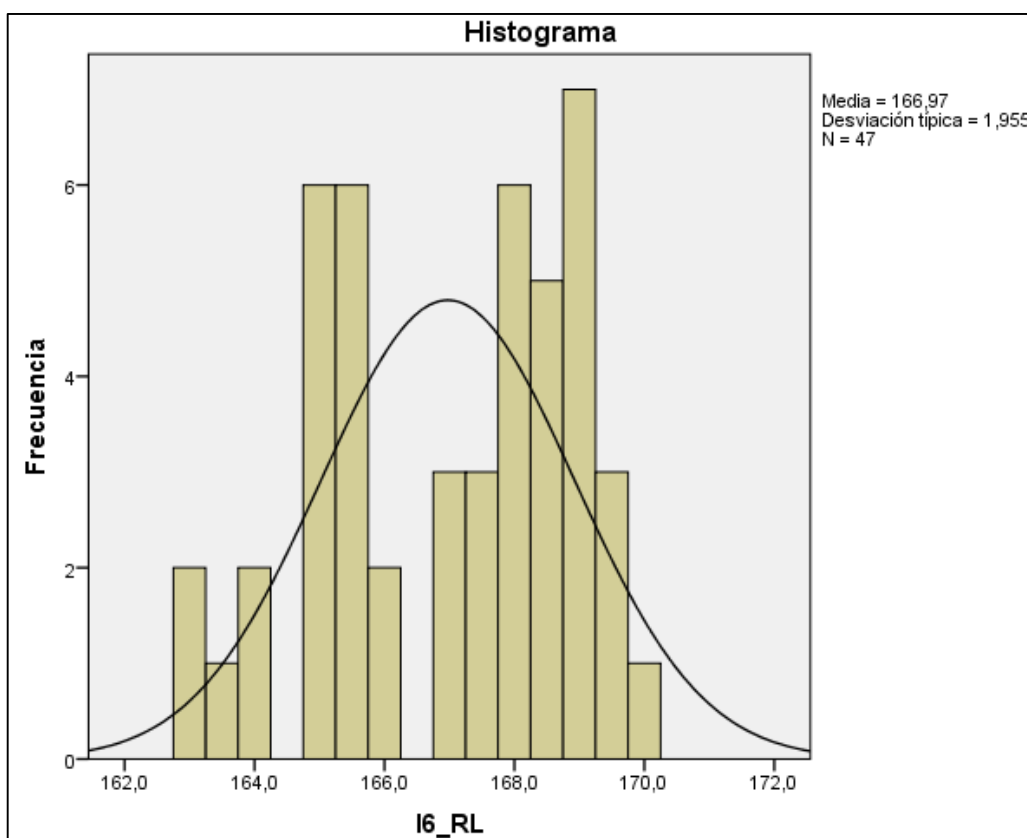


En la tabla n.º 28 y la figura n.º 29 se visualiza el valor de la media del indicador 6: uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico con relación al modelo RAD con un valor de 166,870 (166,87 mb), el cual presenta una desviación típica del 1,38 de una muestra de 47 pruebas.

Tabla 29. Análisis descriptivo: Indicador 6 Modelo RL

Estadísticos		
I6_RL		
N	Válidos	47
	Perdidos	0
Media		166,974
Mediana		167,400
Desv. típ.		1,9546
Mínimo		163,0
Máximo		170,0
Suma		7847,8

Figura 30. Análisis descriptivo: Indicador 6 Modelo RL



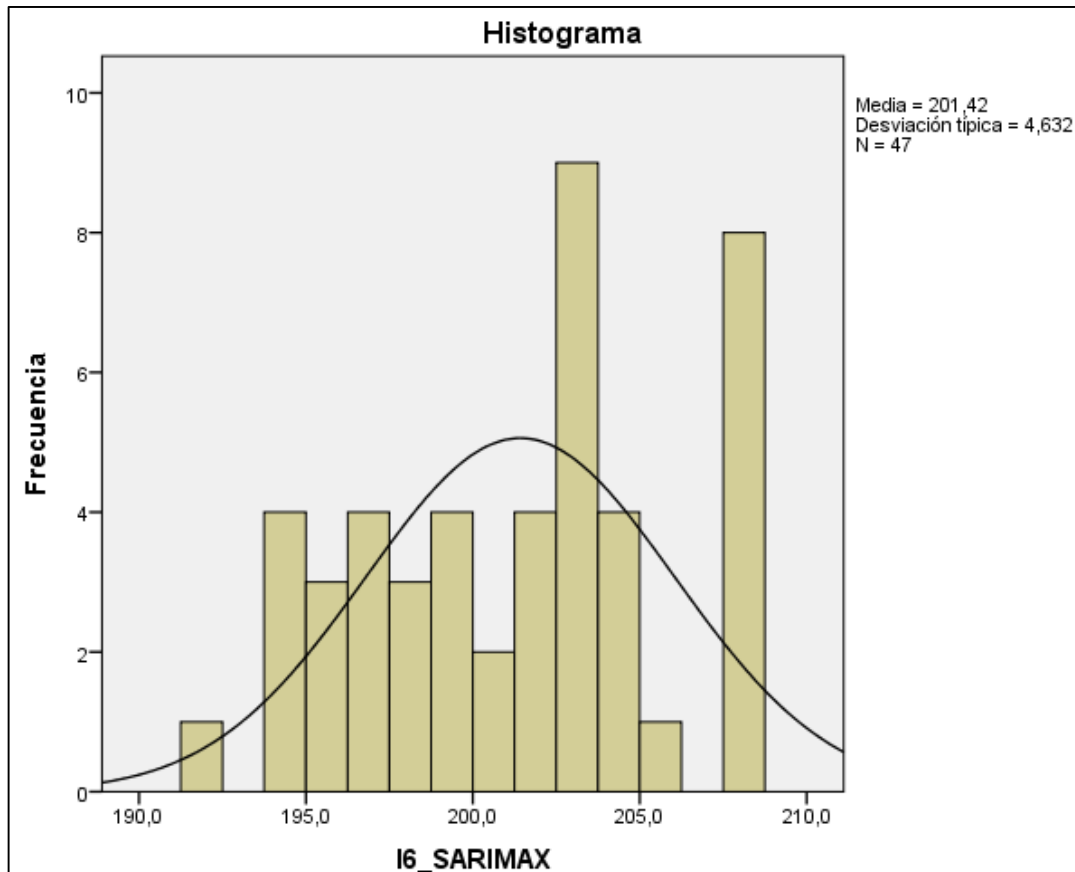
En la tabla n.º 29 y la figura n.º 30 se visualiza el valor de la media del indicador 6: uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico con relación al modelo RL con un valor de 166,974 (166,97 mb), el cual presenta una desviación típica del 1,955 de una muestra de 47 pruebas.

Tabla 30. Análisis descriptivo: Indicador 6 Modelo SARIMAX

### Estadísticos

I6_SARIMAX	
N	47
Media	201,421
Mediana	202,400
Desv. típ.	4,6323
Mínimo	192,4
Máximo	208,6
Suma	9466,8

Figura 31. Análisis descriptivo: Indicador 6 Modelo SARIMAX



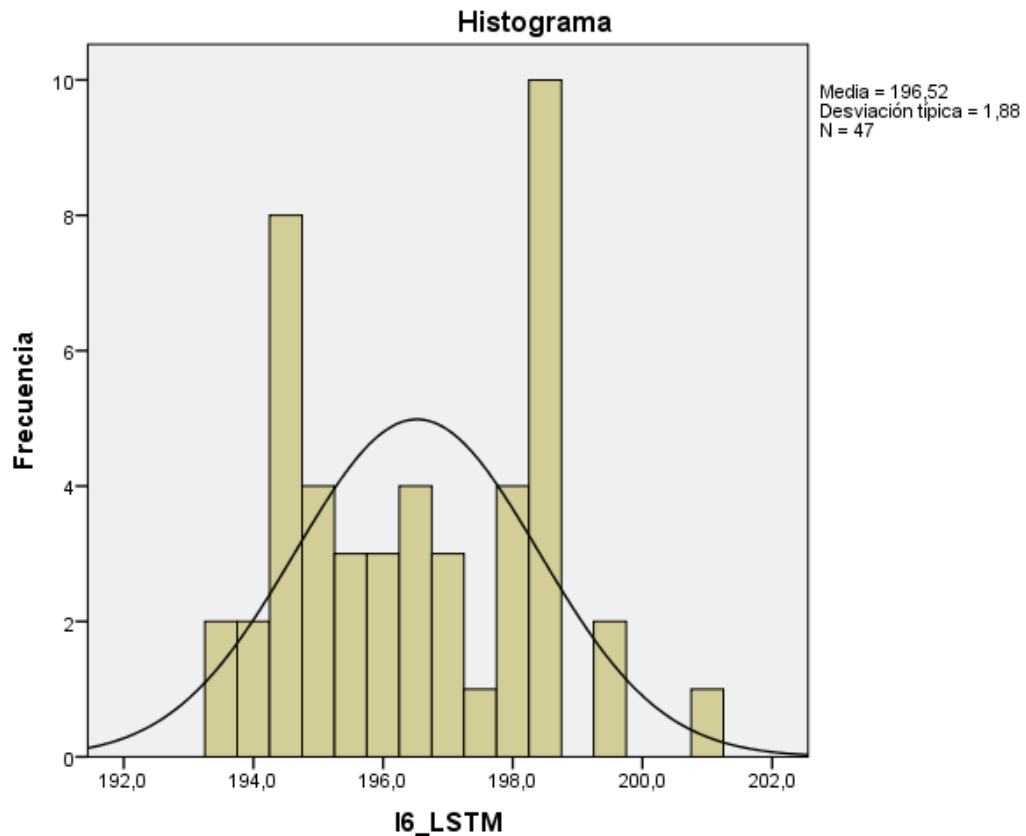
En la tabla n.º 30 y la figura n.º 31 se visualiza el valor de la media del indicador 6: uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico con relación al modelo SARIMAX con un valor de 201,421 (201,42 mb), el cual presenta una desviación típica del 4,632 de una muestra de 47 pruebas.

Tabla 31. Análisis descriptivo: Indicador 6 Modelo LSTM

Estadísticos		
I6_LSTM		
N	Válidos	47
	Perdidos	0
Media		196,523
Mediana		196,400
Desv. típ.		1,8801
Mínimo		193,5
Máximo		201,0
Suma		9236,6



Figura 32. Análisis descriptivo: Indicador 6 Modelo LSTM



En la tabla n.º 31 y la figura n.º 32 se visualiza el valor de la media del indicador 6: uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico con relación al modelo LSTM con un valor de 196,523 (196,52 mb), el cual presenta una desviación típica del 1,88 de una muestra de 47 pruebas.

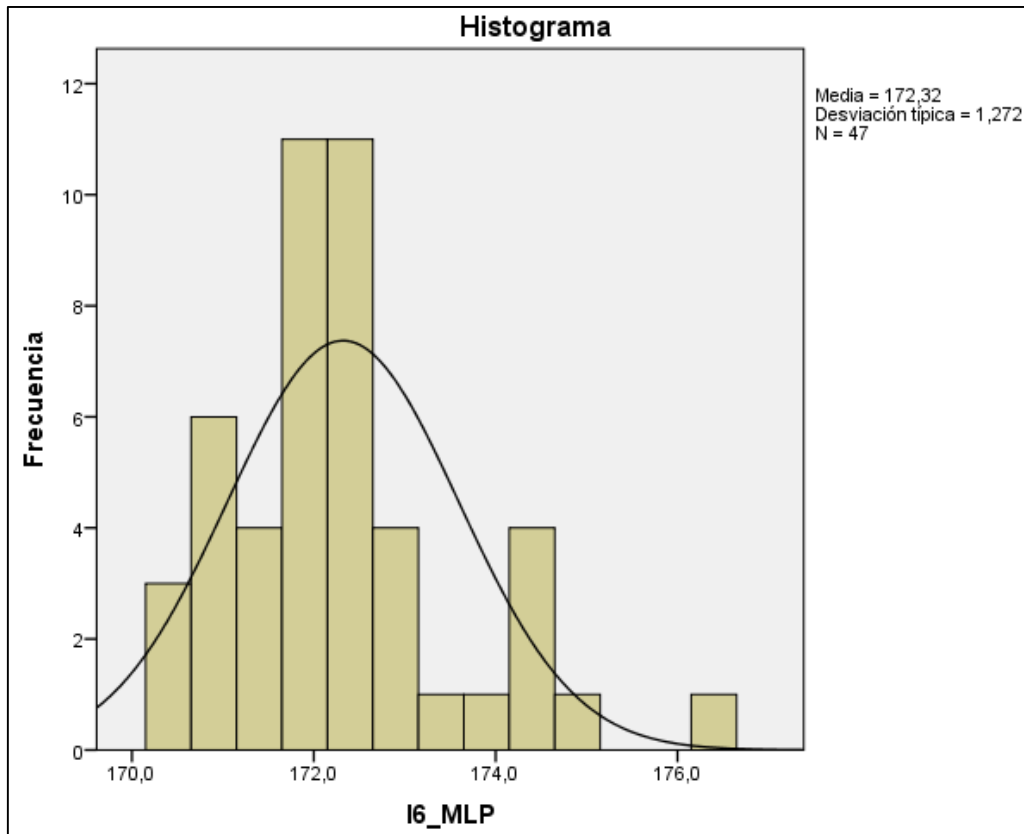
Tabla 32. Análisis descriptivo: Indicador 6 Modelo MLP

**Estadísticos**

I6\_MLP

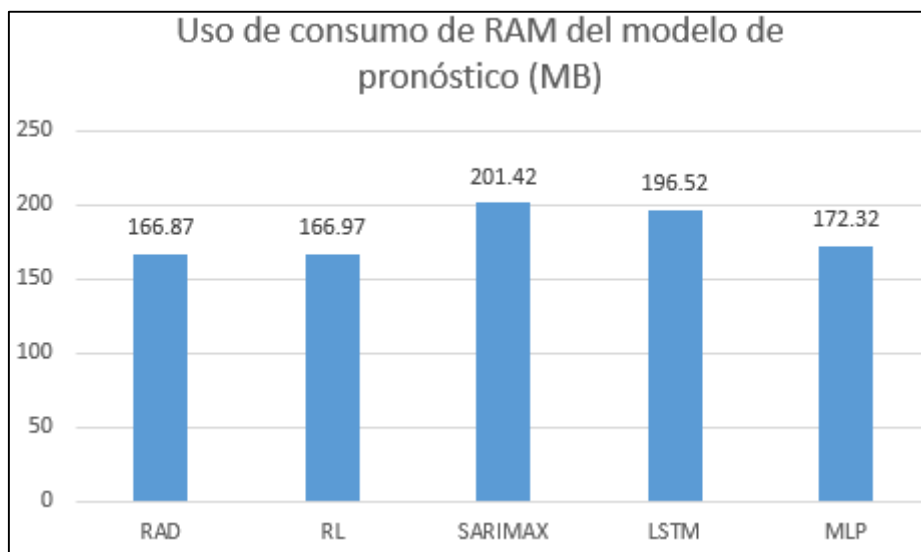
N	Válidos	47
	Perdidos	0
Media		172,321
Mediana		172,000
Desv. típ.		1,2716
Mínimo		170,4
Máximo		176,3
Suma		8099,1

Figura 33. Análisis descriptivo: Indicador 6 Modelo MLP



En la tabla n.º 32 y la figura n.º 33 se visualiza el valor de la media del indicador 6: uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico con relación al modelo MLP con un valor de 172,321 (172,32 mb), el cual presenta una desviación típica del 1,272 de una muestra de 47 pruebas.

Figura 34. Contraste del Indicador 6 - Uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico



Tras la realización del contraste de la media entre los 5 modelos (RAD, RL, SARIMAX, LSTM y MLP) se obtuvo una variación del consumo de RAM (mb) en 166.87, 166.97, 201.42, 196.52 y 172.32 respectivamente teniendo como menor consumo de RAM los modelos RAD con 166.87mb, RL con 166.97mb y MLP con 172.32mb.

#### 4.2. Análisis inferencial

En la estadística inferencial se evalúa los datos de la muestra con relación a su población a fin de realizar una inducción determinando las propiedades de la misma. En relación a esto, los datos menores a 0.05 se consideran de una distribución no normal y a su vez, los datos mayores al indicado serán distribuciones normales.

Para la evaluación de los datos obtenidos en los resultados se utilizará la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk con el fin de obtener el nivel de significancia de las muestras y conocer la distribución que tendrá cada indicador. En las tablas a continuación se presentan los resultados obtenidos tras la prueba de normalidad donde se observa la prueba de Kolmogorov Smirnov y la prueba de Shapiro Wilk. Debido a que la muestra de la investigación es una cantidad menor al 50 se optó por trabajarlo con la prueba de Shapiro Wilk.

#### Indicador N.º 1: Tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción.

Tras la realización de la prueba de normalidad para el primer indicador en su pre test y post, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 33. Prueba de normalidad - Indicador 1

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
l1_PreTest	,154	47	,007	,942	47	,021
l1_PostTest	,190	47	,000	,894	47	,000

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 33, se observa un resultado menor al nivel de significancia de Shapiro Wilk con relación al indicador 1 en su post test. Esto indica que la distribución del indicador es no normal debido a que el valor es menor al 0.05.

### **Indicador N.º 2: Tiempo promedio de cálculo de materia para producción**

Tras la realización de la prueba de normalidad para el segundo indicador en su pre test y post, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 34. Prueba de normalidad - Indicador 2

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
I2_PreTest	,110	47	,200*	,967	47	,211
I2_PostTest	,409	47	,000	,688	47	,000

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 34, se observa un resultado menor a ,000 en el nivel de significancia de Shapiro Wilk con relación al indicador 2 en su post test. Esto indica que la distribución del indicador es no normal debido a que el valor es menor al 0.05.

### **Indicador N.º 3: Porcentaje de precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción**

Tras la realización de la prueba de normalidad para el tercer indicador en los cinco modelos propuestos, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 35. Prueba de normalidad - Indicador 3

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Precisión_DAR	,127	47	,057	,934	47	,011
Precisión_RL	,165	47	,003	,935	47	,011
Precisión_SARIMAX	,132	47	,040	,951	47	,046
Precisión_LSTM	,135	47	,031	,919	47	,003
Precisión_MLP	,154	47	,007	,900	47	,001

En la tabla 35, se observa en la columna de significancia de Shapiro Wilk, valores menores al 0.05 con relación al indicador 3 en los 5 modelos. Esto indica que la distribución del indicador es no normal debido a que el valor es menor al 0.05.

#### Indicador N.º 4: Tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico.

Tras la realización de la prueba de normalidad para el cuarto indicador en los cinco modelos propuestos, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 36. Prueba de normalidad - Indicador 4

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
I4_RAD	,349	47	,000	,721	47	,000
I4_RL	,319	47	,000	,708	47	,000
I4_SARIMAX	,222	47	,000	,803	47	,000
I4_LSTM	,160	47	,004	,925	47	,005
I4_MLP	,294	47	,000	,793	47	,000

En la tabla 36, se observa en la columna de significancia de Shapiro Wilk, valores menores al 0.05 con relación al indicador 4 en los 5 modelos. Esto indica que la distribución del indicador es no normal debido a que el valor es menor al 0.05.

#### Indicador N.º 5: Uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico.

Tras la realización de la prueba de normalidad para el quinto indicador en los cinco modelos propuestos, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 37. Prueba de normalidad - Indicador 5

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
I5_RAD	,199	47	,000	,917	47	,003
I5_RL	,167	47	,002	,898	47	,001
I5_SARIMAX	,227	47	,000	,904	47	,001
I5_LSTM	,145	47	,015	,942	47	,021
I5_MLP	,129	47	,049	,929	47	,007

En la tabla 37, se observa en la columna de significancia de Shapiro Wilk, valores menores al 0.05 con relación al indicador 5 en los 5 modelos. Esto indica que la distribución del indicador es no normal debido a que el valor es menor al 0.05.

#### Indicador N.º 6: Uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico.

Tras la realización de la prueba de normalidad para el sexto indicador en los cinco modelos propuestos, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 38. Prueba de normalidad - Indicador 6

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
I6_RAD	,112	47	,181	,945	47	,028
I6_RL	,132	47	,040	,933	47	,009
I6_SARIMAX	,099	47	,200 <sup>*</sup>	,949	47	,040
I6_LSTM	,146	47	,014	,938	47	,014
I6_MLP	,158	47	,005	,919	47	,003

En la tabla 38, se observa en la columna de significancia de Shapiro Wilk, valores menores al 0.05 con relación al indicador 6 en los 5 modelos. Esto indica que la distribución del indicador es no normal debido a que los valores son menores al 0.05.

**4.3. Prueba de la hipótesis específica 1**

**HE1<sub>0</sub>:** El sistema web utilizando machine learning no reduce el tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de materiales de la producción.

**HE1<sub>1</sub>:** El sistema web utilizando machine learning reduce el tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de materiales de la producción.

Para la realización de la contrastación de la hipótesis se utilizó la prueba de Wilcoxon debido a que la prueba de normalidad terminó siendo de una distribución no normal siendo no paramétrica.

Tabla 39. Rangos de Wilcoxon - Indicador 1

**Rangos**

	N	Rango promedio	Suma de rangos
I1_PostTest - I1_PreTest Rangos negativos	47 <sup>a</sup>	24,00	1128,00
Rangos positivos	0 <sup>b</sup>	,00	,00
Empates	0 <sup>c</sup>		
Total	47		

a. I1\_PostTest < I1\_PreTest

b. I1\_PostTest > I1\_PreTest

c. I1\_PostTest = I1\_PreTest

Fuente: Elaboración propia.

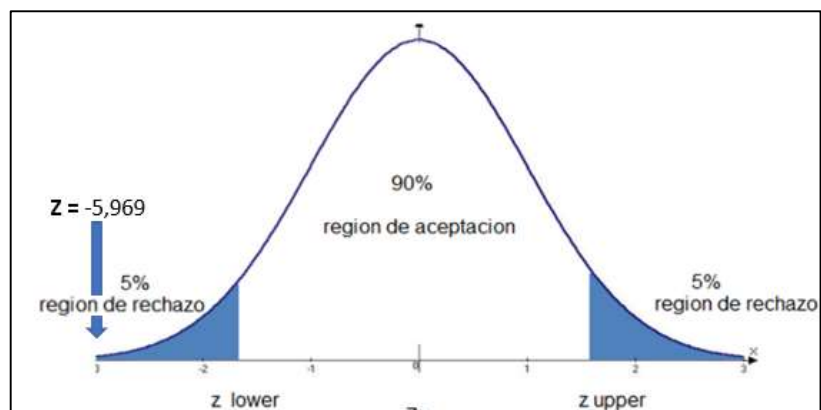
Tabla 40. Estadísticos de contraste - Indicador 1

Estadísticos de contraste <sup>a</sup>	
	I1_PostTest - I1_PreTest
Z	-5,969 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon  
b. Basado en los rangos positivos.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 35. Campana de Gauss para el indicador 1



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** De acuerdo al análisis del indicador 1, se decidió realizar el contraste de la hipótesis mediante la prueba de Wilcoxon debido a que el valor resultante fue menor al 0.05 y, por ende, se debían utilizar pruebas no paramétricas. Tras la obtención del resultado estadístico de contraste se obtuvo el valor Z igual a -5,969. De acuerdo a la campana de Gauss, el valor Z del indicador 1 es menor a 1,960 y se encuentra en la zona de rechazo de la hipótesis nula de acuerdo a la figura 35. Por lo tanto, se puede afirmar que existe una comparación significativa entre el tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de materiales de la producción antes y luego de la utilización del sistema web siendo que el sistema web utilizando machine learning sí reduce el tiempo de planificación.

#### 4.4. Prueba de la hipótesis específica 2

**HE2<sub>0</sub>:** El sistema web utilizando machine learning no reduce el tiempo promedio de cálculo de materia para la producción.

**HE2<sub>1</sub>:** El sistema web utilizando machine learning reduce el tiempo promedio de cálculo de materia para la producción.

Para la realización de la contrastación de la hipótesis se aplicó la prueba de rangos con signos de Wilcoxon debido a que la prueba de normalidad terminó siendo de una distribución no normal y por ende es no paramétrica.

Tabla 41. Rangos de Wilcoxon - Indicador 2

Rangos				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
I2_PostTest - I2_PreTest	Rangos negativos	47 <sup>a</sup>	24,00	1128,00
	Rangos positivos	0 <sup>b</sup>	,00	,00
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	47		

a. I2\_PostTest < I2\_PreTest  
 b. I2\_PostTest > I2\_PreTest  
 c. I2\_PostTest = I2\_PreTest

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42. Estadísticos de contraste - Indicador 2

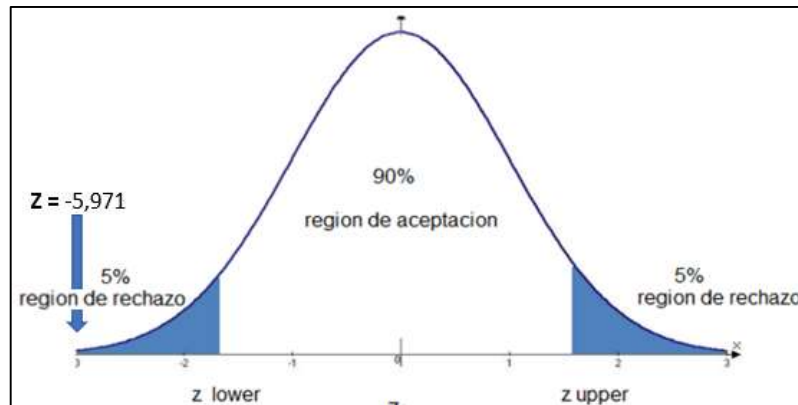
Estadísticos de contraste <sup>a</sup>	
	I2_PostTest - I2_PreTest
Z	-5,971 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon  
 b. Basado en los rangos positivos.

Fuente: Elaboración propia



Figura 36. Campana de Gauss para el indicador 2



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** De acuerdo al análisis del indicador 2, se decidió realizar el contraste de la hipótesis mediante la prueba de Wilcoxon debido a que el valor resultante fue menor al 0.05 y, por ende, se debían utilizar pruebas no paramétricas. Tras la obtención del resultado estadístico de contraste se obtuvo el valor Z igual a -5,971. De acuerdo a la campana de Gauss, el valor Z del indicador 2 es menor a 1,960 y se encuentra en la zona de rechazo de la hipótesis nula de acuerdo a la figura 36. Por lo tanto, se puede afirmar que existe una comparación significativa entre el tiempo promedio de cálculo de materia para producción antes y después del sistema web siendo que el sistema web utilizando machine learning sí reduce el tiempo promedio de cálculo de materia para producción.

#### 4.5. Prueba de la hipótesis específica 3

**HE3<sub>0</sub>:** El sistema web utilizando machine learning no incrementa la precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción.

**HE3<sub>1</sub>:** El sistema web utilizando machine learning incrementa la precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción.

Para la realización de la contrastación de la hipótesis se utilizó la prueba Friedman debido a que la prueba de normalidad terminó siendo de una distribución no normal siendo no paramétrica. Asimismo, no se pudo optar por realizar la prueba de Wilcoxon debido a que se manejan cinco valores en este indicador.

Tabla 43. Prueba de Friedman - Indicador 3

Rangos	
	Rango promedio
Precisión_DAR	2,22
Precisión_RL	2,34
Precisión_SARIMAX	3,66
Precisión_LSTM	2,73
Precisión_MLP	4,04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Estadístico de contraste - Indicador 3

Estadísticos de contraste <sup>a</sup>	
N	47
Chi-cuadrado	51,773
gl	4
Sig. asintót.	,000

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** De acuerdo al análisis del indicador 3, se decidió realizar el contraste de la hipótesis mediante la prueba de Friedman debido al uso de más de 2 variables, obteniendo un valor resultante menor de 0.05 y, por ende, se debía utilizar pruebas no paramétricas. Tras la obtención del resultado estadístico de contraste se obtuvo un valor de 0.046 siendo menor al nivel de significancia de 0.05. Por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que al menos uno de los cinco modelos de pronóstico tiene un incremento en la precisión del pronóstico. A su vez, el rango promedio de precisión por cada modelo (RAD, RL, SARIMAX, TLSTM, MLP) obtuvieron un valor de 2.22, 2.34, 3.66, 2.73 y 4.04. Siendo que, el modelo de MLP tiene un promedio mayor y podría ser más efectiva que los otros tipos de modelos de pronóstico.

#### 4.6. Prueba de la hipótesis específica 4

**HE4<sub>0</sub>:** El sistema web utilizando machine learning no reduce el tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.

**HE4<sub>1</sub>:** El sistema web utilizando machine learning reduce el tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.

Para la realización de la contrastación de la hipótesis se aplicó la prueba Friedman debido a que la prueba de normalidad terminó siendo de una distribución no normal y por ende es no paramétrica. Asimismo, no se pudo optar por realizar la prueba de rangos con signos de Wilcoxon debido a que se manejan cinco valores en este indicador.

Tabla 45. Prueba de Friedman - Indicador 4

<b>Rangos</b>	
	Rango promedio
I4_RAD	2,04
I4_RL	1,60
I4_SARIMAX	4,00
I4_LSTM	5,00
I4_MLP	2,36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46. Estadístico de contraste - Indicador 4

<b>Estadísticos de contraste<sup>a</sup></b>	
N	47
Chi-cuadrado	162,898
gl	4
Sig. asintót.	,000

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** De acuerdo al análisis del indicador 4, se decidió realizar el contraste de la hipótesis mediante la prueba de Friedman debido al uso de más de 2 variables, obteniendo un valor resultante menor de 0.05 y, por ende, se debía utilizar pruebas no paramétricas. Tras la obtención del resultado estadístico de contraste se obtuvo un valor menor al nivel de significancia de 0.05. Por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que al menos uno de los cinco modelos de pronóstico tiene un tiempo de entrenamiento menor. A su vez, el rango promedio del tiempo de entrenamiento de los modelos (RAD, RL, SARIMAX, TLSTM, MLP) obtuvieron un valor de 2.04, 1.6, 4, 5 y 2,36 segundos. Siendo que, el modelo RAD,

RL y MLP tiene un entrenamiento menor con relación a los segundos y podría ser más efectivo que los modelos LSTM y el modelo SARIMAX.

#### 4.7. Prueba de la hipótesis específica 5

**HE5<sub>0</sub>:** El sistema web utilizando machine learning no reduce el uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.

**HE5<sub>1</sub>:** El sistema web utilizando machine learning reduce el uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.

Para la realización de la contrastación de la hipótesis se aplicó la prueba Friedman debido a que la prueba de normalidad terminó siendo de una distribución no normal y por ende es no paramétrica. Asimismo, no se pudo optar por realizar la prueba de rangos con signos de Wilcoxon debido a que se manejan cinco valores en este indicador.

Tabla 47. Prueba de Friedman - Indicador 5

Rangos	
	Rango promedio
I5_RAD	1,85
I5_RL	1,83
I5_SARIMAX	4,60
I5_LSTM	3,98
I5_MLP	2,74

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48. Estadístico de contraste - Indicador 5

Estadísticos de contraste <sup>a</sup>	
N	47
Chi-cuadrado	123,861
gl	4
Sig. asintót.	,000

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** De acuerdo al análisis del indicador 5, se decidió realizar el contraste de la hipótesis mediante la prueba de Friedman debido al uso de más de 2 variables, obteniendo un valor resultante menor de 0.05 y, por ende, se debía

utilizar pruebas no paramétricas. Tras la obtención del resultado estadístico de contraste se obtuvo un valor menor al nivel de significancia de 0.05. Por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que al menos uno de los cinco modelos de pronóstico tiene un uso menor de consumo de CPU. A su vez, el rango promedio del uso de recursos de CPU de los modelos (RAD, RL, SARIMAX, TLSTM, MLP) obtuvieron un valor de 1.85, 1.83, 4.60, 3.98 y 2.74. Siendo que, los modelos de machine learning tiene un uso de consumo de CPU menor y podría ser más efectivo que el modelo estadístico SARIMAX.

#### 4.8. Prueba de la hipótesis específica 6

**HE6<sub>0</sub>:** El sistema web utilizando machine learning no reduce el uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.

**HE6<sub>1</sub>:** El sistema web utilizando machine learning reduce el uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.

Para la realización de la contrastación de la hipótesis se aplicó la prueba Friedman debido a que la prueba de normalidad terminó siendo de una distribución no normal y por ende es no paramétrica. Asimismo, no se pudo optar por realizar la prueba de rangos con signos de Wilcoxon debido a que se manejan cinco valores en este indicador.

Tabla 49. Prueba de Friedman - Indicador 6

<b>Rangos</b>	
	Rango promedio
I6_RAD	1,40
I6_RL	1,60
I6_SARIMAX	4,81
I6_LSTM	4,19
I6_MLP	3,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50. Estadístico de contraste - Indicador 6

Estadísticos de contraste <sup>a</sup>	
N	47
Chi-cuadrado	173,863
gl	4
Sig. asintót.	,000

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** De acuerdo al análisis del indicador 6, se decidió realizar el contraste de la hipótesis mediante la prueba de Friedman debido al uso de más de 2 variables, obteniendo un valor resultante menor de 0.05 y, por ende, se debía utilizar pruebas no paramétricas. Tras la obtención del resultado estadístico de contraste se obtuvo un valor menor al nivel de significancia de 0.05. Por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que al menos uno de los cinco modelos de pronóstico tiene un uso menor de consumo de RAM. A su vez, el rango promedio del uso de recursos de RAM de los modelos (RAD, RL, SARIMAX, TLSM, MLP) obtuvieron un valor de 1.4, 1.6, 4.81, 4.19 y 3. Siendo que, los modelos de machine learning tiene un uso de consumo de RAM menor y podría ser más efectivo que el modelo estadístico SARIMAX.

#### 4.9. Resumen

Tras la realización de la contrastación de hipótesis por cada uno de los indicadores propuestos. Se presenta en la tabla 24, el resumen de los resultados obtenidos.

Tabla 51. Resumen de los resultados de las hipótesis

Hipótesis	Aceptada (Sí / No)
El sistema web utilizando machine learning reduce el tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de materiales de la producción.	Sí
El sistema web utilizando machine learning reduce el tiempo promedio de cálculo de materia para la producción.	Sí
El sistema web utilizando machine learning incrementa la precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción.	Sí

El sistema web utilizando machine learning reduce el tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.	Sí
El sistema web utilizando machine learning reduce el uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.	Sí
El sistema web utilizando machine learning reduce el uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.	Sí

## **V. DISCUSIÓN**



En esta sección se realizará la comparación entre los resultados obtenidos en la presente investigación frente a los obtenidos por otros autores con relación a los mismos indicadores.

Con relación a los resultados alcanzados en la presente investigación se llevó a cabo la comparación de los indicadores tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción, tiempo promedio de cálculo de materia para la producción y porcentaje de precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción.

El primer indicador, tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción se pudo observar un valor obtenido del 43,47 (43,4 minutos) en el pre test y tras la utilización del sistema tuvo una disminución hasta el 2,23 (2,2 minutos). Por lo que, tras la utilización del sistema se obtuvo una disminución del 94,87%.

David Balcazar en el año 2016 afirmó que el tiempo de recolección de información para la planificación obtuvo una disminución del 95,83%, lo cual es un resultado mayor obtenido en comparación a la presente investigación. De igual manera, Barbara Vera en el año 2016 en su investigación el tiempo promedio obtenido para realizar la planificación fue del 65.89%, lo cual es un resultado menor obtenido en comparación a la presente investigación. Tras la comparativa de los resultados obtenidos por otros autores frente al obtenido en esta investigación, se obtienen respuestas favorables para la organización tras la utilización del sistema web para reducir el tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de materiales de la producción.

Con relación al segundo indicador, tiempo promedio de cálculo de materia para la producción, se pudo observar un valor obtenido del 76,68 (76,6 minutos) en el pre test y tras la utilización del sistema tuvo una disminución hasta el 0,31 (0,3 minutos). Por lo que, tras la utilización del sistema se obtuvo una disminución del 99,6%.

David Balcazar en el año 2016 afirmó que el tiempo para calcular la materia obtuvo una disminución del 98,3%, lo cual es un resultado menor obtenido en comparación a la presente investigación. Tras la comparativa de los resultados obtenidos de acuerdo al segundo indicador se puede afirmar que existe una mejora favorable en

la disminución de los tiempos tras la utilización del sistema web para reducir los tiempos para calcular la materia.

En relación al tercer indicador, porcentaje de precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción. Se pudo observar una precisión en el pronóstico de los cuatro modelos de machine learning y el modelo estadístico SARIMAX donde los valores obtenidos son 87.26%, 88.04%, 94.51%, 90.32% y 96.11% siendo el modelo de red neuronal MLP con 96.11% mayor en precisión con relación al modelo estadístico SARIMAX con una variación del 1.6%. Por lo que, se optó por considerar los tiempos de entrenamiento y el uso de consumo de recursos con relación al CPU y RAM con el fin de considerar esos indicadores para la implementación del mejor modelo de pronóstico.

Oscar Béjar en el año 2016 afirmó que la existe una mejora aceptable en las predicciones de pronóstico mediante la realización de 4 modelos estadísticos para pronosticar, sus modelos desarrollados obtuvieron valores de 70.01%, 73.59%, 73.35% y 72.93% con relación a la precisión del pronóstico, lo cual es un resultado menor obtenido en comparación a la presente investigación. Tras la comparativa de los resultados obtenidos se puede afirmar que existe una predicción de pronóstico aceptable y favorable para la organización, ya que tiene una precisión promedio mayor al 96% con relación a las 47 muestras tomadas.

En relación al cuarto indicador, tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico para la planificación de la producción. Se pudo observar un tiempo de entrenamiento en segundos de los cinco modelos aplicados con valores de 0.18, 0.16, 24.94, 409.83 y 0.19 segundos. Siendo que, el modelo de red neuronal MLP es superior al modelo SARIMAX con relación al tiempo de entrenamiento con una disminución de diferencia porcentual de 99,24%.

Flor Vásquez en el año 2017 afirmó que logró desarrollar un modelo de red neuronal MLP con una precisión aceptable y un tiempo de entrenamiento de 0.05 segundos, lo cual es un resultado menor obtenido en comparación a la presente investigación. Tras la comparativa de los resultados obtenidos se puede afirmar que existe una reducción de tiempo de entrenamiento aceptable con relación a la superioridad del uso de redes neuronales tradicionales (MLP) con relación al uso de modelos de

serie de tiempo SARIMAX. De igual forma, se pudo observar que existe una diferencia de tiempo con relación a los ciclos de ejecución por entrenamiento de cada uno de los modelos y la diferencia entre la cantidad de redes neuronales, capas de entrada y ocultas.

En relación al quinto indicador, uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico para la planificación de la producción. Se pudo observar un uso porcentual de consumo de CPU de 0.41, 0.40, 1.01, 0.82 y 0.52 de los cinco modelos desarrollados. Siendo que, el modelo de la red neuronal MLP tienen un menor consumo que el modelo SARIMAX con una reducción de diferencia porcentual del 48.51%.

Menes, Arcos y Gallegos en el año 2015 realizaron una comparación de rendimiento entre modelos de pronóstico de árbol de decisión y regresión obteniendo un consumo de CPU de 0.65% y 0.58% respectivamente, lo cual es un resultado de consumo menor obtenido en comparación a la presente investigación. Tras la comparativa de los resultados obtenidos se puede afirmar que existe una reducción del uso de consumo de CPU en relación a los modelos de pronóstico aplicando machine learning con relación al modelo estadístico SARIMAX. De igual forma, se pudo observar que existe una diferencia debido a las especificaciones de los equipos utilizados para la realización de las pruebas.

En relación al sexto indicador, uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico para la planificación de la producción. Se pudo observar un uso de consumo de RAM de 166.87, 166.97, 201.42, 196.52 y 172.32 mb de los cuatro modelos de machine learning y el modelo estadístico SARIMAX. Siendo que, el modelo de la red neuronal MLP tiene un consumo menor que el modelo SARIMAX con una reducción de diferencia porcentual del 14.45%.

Menes, Arcos y Gallegos en el año 2015 realizaron una comparación de rendimiento entre modelos de pronóstico de árbol de decisión y regresión obteniendo un consumo de RAM de 133,18 mb y 133,68 mb respectivamente, lo cual es un resultado de consumo menor obtenido en comparación a la presente investigación. Tras la comparativa de los resultados obtenidos se puede afirmar que

existe una reducción del uso de consumo de RAM en relación a los modelos de pronóstico aplicando machine learning con relación al modelo estadístico SARIMAX.

Los resultados obtenidos en la investigación afirman que el uso de machine learning mejora la planificación de los requerimientos de materiales para la producción, corroborando que con el uso de redes neuronales transformadas al aprendizaje supervisado se obtiene una mejor precisión en comparación al uso único de modelos estadísticos mayormente utilizados como SARIMAX. Logrando reducir los tiempos de planificación, tiempos de cálculo de materia e incrementando la precisión mediante el uso del machine learning obteniendo una reducción en el modelo con relación a los tiempos de entrenamiento, el consumo de CPU y RAM.

## **VI. CONCLUSIONES**

Tras la realización del presente estudio se presentan las siguientes conclusiones:

1. En la presente investigación se determinó que el tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción logro obtener un valor de 43,4 minutos sin la utilización del sistema para posteriormente obtener una disminución del 94,87% tras el uso del sistema web desarrollado. Por lo que, se determinó que el sistema influyó de manera positiva generando una reducción en el tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de materiales de la producción.
2. De igual manera, el tiempo promedio de cálculo de materia para producción alcanzó un valor de 76,6 minutos sin la utilización del sistema para posteriormente obtener una disminución del 99,6% tras el uso del sistema web desarrollado. Por lo que, se determinó que el sistema influyó de manera positiva generando una reducción en el tiempo promedio de cálculo de materia para la producción.
3. La precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de la producción mediante el uso de machine learning y la creación de los modelos de árbol de decisión, regresión lineal, la red neuronal LSTM, la red neuronal MLP frente al desarrollo de un modelo estadístico SARIMAX con el fin de obtener el mejor modelo a implementar dieron como resultado una precisión positiva y aceptable mayor al 96%. Por lo que, se determinó que el sistema web utilizando machine learning influyó de manera positiva en el incremento de la precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos.
4. Los modelos de pronóstico mediante el uso de machine learning suelen tener una precisión más elevada que el uso de modelos estadísticos mayormente utilizados como SARIMAX, promedio móvil, suavización exponencial, entre otros. Asimismo, la implementación de redes neuronales como LSTM o MLP ayudan a generar una mejor precisión en comparación del modelo de regresión lineal y la regresión de árbol de decisión.
5. El tiempo de entrenamiento de los modelos de machine learning fueron menores con relación al modelo de serie de tiempo mayormente utilizado SARIMAX con excepción del modelo de red neuronal LSTM debido a que es un modelo que presenta tiempos elevados en su entrenamiento. Por lo que,

se determinó que los modelos de pronóstico de machine learning influyeron en la reducción significativa en el tiempo de entrenamiento para la planificación de la producción.

6. El uso de consumo de CPU de los modelos de machine learning fueron menores con relación al modelo estadístico mayormente utilizado SARIMAX siendo los modelos RAD, RL y la red neuronal MLP los que menor consumo usaron. Por lo que, fueron tomados en consideración para obtener el modelo de pronóstico adecuado a implementar en el sistema. Por lo tanto, se determinó que los modelos de pronóstico de machine learning influyeron en la reducción significativamente del uso de consumo de CPU.
7. El uso de consumo de RAM de los modelos de machine learning fueron menores con relación al modelo estadístico SARIMAX siendo los modelos RAD, RL y la red neuronal MLP los que menor consumo usaron. Por lo que, fueron tomados en consideración para obtener el modelo de pronóstico adecuado a implementar en el sistema. Por lo tanto, se determinó que los modelos de pronóstico de machine learning influyeron en la reducción significativamente del uso de consumo de RAM.
8. Finalmente, se concluye que tras la obtención de resultados favorables para los indicadores propuestos tras la utilización del sistema se afirma que el sistema influyó en la mejora en la planificación de requerimientos de materiales de la producción utilizando machine learning, siendo que las organizaciones tendrán acceso con mayor rapidez en los tiempos requeridos para la planificación de sus órdenes de producción utilizando un menor consumo de recursos.

## **VII. RECOMENDACIONES**



A continuación, se plantean las siguientes recomendaciones para trabajos futuros relacionados a los temas de mejora en la planificación de requerimientos de materiales de la producción mediante el uso de machine learning:

1. Se recomienda hacer seguimiento a lo desarrollado ampliando nuevos mecanismos a evaluar y mejorar dentro de la planificación, debido a que se puede seguir extendiendo y mejorando tanto los tiempos de planificación como los aspectos relacionados a la planificación en si con el fin de optimizar y automatizar procesos del mismo.
2. Se recomienda automatizar los procesos de cálculo de materia cuando se genere la planificación de los requerimientos para reducir aún más los tiempos. Asimismo, realizar el envío de los requerimientos de materia de manera automatizada con el fin de evitar retrasos u olvidos por parte del personal a cargo.
3. Se aconseja la mejora en los temas relacionados a machine learning para generar los pronósticos de planificación de manera automática junto a la implementación de otras técnicas para generar pronósticos más precisos como la utilización de modelo de series de tiempos dentro de las redes neuronales LSTM o MLP teniendo en consideración que la aplicación de ese tipo de modelos híbridos consumen una cantidad mayor de recursos en CPU, RAM teniendo altos tiempos de entrenamiento y respuesta. De igual forma, ampliar las variables a utilizar para el entrenamiento del modelo junto a la búsqueda de los parámetros adecuados en la creación de los modelos.
4. Se aconseja la utilización de algoritmos, técnicas y funciones que ayudan a reducir los tiempos de entrenamiento en los modelos de redes neuronales. Asimismo, se aconseja el desarrollo a detalle con diversas configuraciones a fin de encontrar los parámetros ganadores con relación a tener un menor tiempo de entrenamiento y una precisión aceptable.
5. Se aconseja la transformación adecuada de los datos a utilizar con el fin de poder reducir el consumo de recursos con relación al CPU y RAM evitando la duplicidad de código y el mejor desarrollo posible para evitar altos consumos de recursos.
6. De igual forma, se incita a la investigación con relación a los usos adecuados o máximos que deberían de generar cada uno de los modelos de pronóstico

con relación al consumo de CPU y RAM para tener una orientación y poder considerar las cantidades de recursos que utilizarán los modelos a desarrollar con el fin de no generar altos consumos que pueden terminar perjudicando en la ejecución en los sistemas donde se implementen.

7. Se sugiere a las empresas del sector industrial centrarse en invertir en tecnología que ayude a automatizar los procesos de planificación de sus órdenes de producción con el fin de seguir generando una reducción en los tiempos necesarios para la creación del mismo. De igual manera, concientizar a las empresas que no necesariamente la implementación de este tipo de tecnologías significaría gastar una cantidad considerable de capital de la empresa debido a que a mayores tecnologías que permitan automatizar, mejorar tiempos o la productividad en la organización terminará generando mayor competitividad y ganancias intangibles a mediano plazo.

## REFERENCIAS

3 barreras que impiden a las pymes el uso de tecnología [en línea]. Forbes: México. 7 de julio de 2016. [Fecha de consulta: 26 de setiembre de 2021].

Disponible en: <https://www.forbes.com.mx/3-barreras-impiden-las-pymes-uso-tecnologia/>

Acceleration of PDE-Based Biological simulation through the development of neural network metamodels por Lukasz Burzawa et. al. Springer [en línea]. vol. 80, n.º 8, diciembre 2020 [Fecha de consulta: 18 de setiembre de 2021].

Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/346515955\\_Acceleration\\_of\\_PDE-Based\\_Biological\\_Simulation\\_Through\\_the\\_Development\\_of\\_Neural\\_Network\\_Metamodels](https://www.researchgate.net/publication/346515955_Acceleration_of_PDE-Based_Biological_Simulation_Through_the_Development_of_Neural_Network_Metamodels)

DOI: 10.1007/s40139-020-00216-8

ALVAREZ, Delma, LOBO, Giovanni. El tiempo, uso y abuso. Inf. Tecnol. [en línea]. vol. 31, n.º 2, 2020. [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2021].

Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642020000200073](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642020000200073)

ISSN: 0718-0764

DOI: 10.4067/S0718-07642020000200073

Amazon machine learning: Developer Guide, Amazon Web Services, 2021.

Disponible en: <https://docs.aws.amazon.com/machine-learning/index.html>

ANDRADE, Adrián, DEL RIO, César y ALVEAR, Daissy. Estudio de tiempos y movimientos para incrementar la eficiencia en una empresa de producción de calzado. Inf. Tecnol. [en línea]. vol. 30, n.º 3, 2019. [Fecha de consulta: 10 de setiembre de 2021].

Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642019000300083](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000300083)

ISSN: 0718-0764

APLICACIÓN de machine learning en la industria 4.0 en tiempos de pandemia por Guadalupe Romero [et al.]. Interconectando Saberes [en línea]. Enero 2021. [fecha de consulta: 30 de junio de 2021].

Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/348934603>

DOI: 10.25009/is.v0i11.2692

APARICIO, Juan, LOVELL, Knox y PASTOR, Jesus. Advances in Efficiency and Productivity [en línea]. España: Springer, 2016. [fecha de consulta: 20 de junio de 2021].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=P5XJDQAAQBAJ>

ISBN: 978-3-319-48459-4

DOI: 10.1007/978-3-319-48461-7

A systematic review on the use of AI and ML for gihting the covid-19 Pandemic por Islam [et al.]. IEEE Transactions on artificial Intelligence. [en línea]. 1 (3), 2020. [fecha de consulta: 30 de junio de 2021].

Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9366414>

DOI: 10.1109/tai.2021.3062771

ARBILDO, Aurelio. El control de procesos industriales y su influencia en el mantenimiento. [en línea]. N.º 29, 2011. [fecha de consulta: 30 de abril de 2021].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337428495003>

ISSN: 1025-9929

BALCAZAR, David. Implementación de un sistema de planificación y control de producción. Caso empresa Packaging Products del Perú. Tesis (Ingeniero Empresarial y de Sistemas). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola, 2016.

Disponible en: <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/2435>

BARMAN, Nandita, BABUL, Mohammad y Dhali, Nayan. Advising an appropriate forecasting method for a snacks item (Biscuit) manufacture company in Bangladesh. Dhaka University Journal of Science. [en línea]. vol. 66, n.º 1. [Fecha de consulta: 16 de setiembre de 2021].

Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/324478740\\_Advising\\_an\\_Appropriate\\_Forecasting\\_Method\\_for\\_a\\_Snacks\\_Item\\_Biscuit\\_Manufacture\\_Company\\_in\\_Bangladesh](https://www.researchgate.net/publication/324478740_Advising_an_Appropriate_Forecasting_Method_for_a_Snacks_Item_Biscuit_Manufacture_Company_in_Bangladesh)

Disponible

en:

[https://www.researchgate.net/publication/324478740\\_Advising\\_an\\_Appropriate\\_Forecasting\\_Method\\_for\\_a\\_Snacks\\_Item\\_Biscuit\\_Manufacture\\_Company\\_in\\_Bangladesh](https://www.researchgate.net/publication/324478740_Advising_an_Appropriate_Forecasting_Method_for_a_Snacks_Item_Biscuit_Manufacture_Company_in_Bangladesh)

DOI: 10.3329/dujs.v66i1.54545

BÉJAR, Oscar. Mejora en el pronóstico de ventas y su efecto en la gestión de inventarios en la empresa america trading center s.a.c. durante el año 2016- Lima. Tesis (Ingeniería de sistemas). Perú: Universidad César Vallejo, 2016.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/25589>

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/25589>

BOUSQAOU, H., ACHCHAB, S. y TIKITO, K. Machine learning applications in supply chains: An emphasis on neural network applications. 2017 3<sup>rd</sup> International Conference of Cloud Computing [en línea]. 2017 [fecha de consulta: 30 de junio de 2021].

Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8284722>

DOI: 10.1109/cloudtech.2017.8284722

CANO, Galo. Las TICs en las empresas: evolución de la tecnología y cambio estructural en las organizaciones. Revista Científica dominio de las ciencias [en línea]. vol. 4, n.º 1, enero 2018. [fecha de consulta: 30 de abril de 2021].

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6313252>

ISSN: 2477-8818

CARRO, Roberto y GONZÁLES, Daniel. Productividad y competitividad [en línea]. Argentina, 2012. [fecha de consulta: 20 de junio de 2021].

Disponible en: <http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1607>

CHAVIANO, Humberto. Técnicas de aprendizaje supervisado y no supervisado para el aprendizaje automatizado de computadoras [en línea]. Instituto Superior Tecnológico Bolivariano de Tecnología. 1er. Congreso Internacional [Fecha de consulta: 30 de setiembre de 2021] pp.564

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7192675>

ISBN: 978-9942-17-011-8

CHOPRA, Rajiv. Web Engineering [en línea]. India: PHI, 2016. [fecha de consulta: 30 de abril de 2021].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=S3R8DAAAQBAJ>

ISBN: 978-81-203-5254-4

CORNEJO, Daniel y QUISPE, Giancarlo. APLICACIÓN DEL ALGORITMO BACKPROPAGATION DE REDES NEURONALES PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE MOROSIDAD EN LOS ALUMNOS DE LA UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN [en línea]. Revista de Investigación Business Intelligence, vol. 1, n.º 2, 2016. [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2021].

Disponible en: [https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri\\_bi/article/view/908](https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_bi/article/view/908)

CORDOVA, Daniel y SANTA, Flor. Precisión del pronóstico de la dinámica de propagación de la COVID-19 en Perú. Horiz. Med [en línea]. vol. 2020, n.º 3, 2020. [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2021].

Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-558X2020000300006](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-558X2020000300006)

ISSN: 1727-558X

Development and experimental verification of the mathematical model of thermal inertia for a branched heat supply system por Andrey Batukhtin et. al. Journal of Applied Engineering Science [en línea]. vol. 17, n.º 3, Enero 2019. [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2021].

Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/336429080\\_Development\\_and\\_experimental\\_verification\\_of\\_the\\_mathematical\\_model\\_of\\_thermal\\_inertia\\_for\\_a\\_branched\\_heat\\_supply\\_system](https://www.researchgate.net/publication/336429080_Development_and_experimental_verification_of_the_mathematical_model_of_thermal_inertia_for_a_branched_heat_supply_system)

DOI: 10.5937/jaes17-22408

DIETER, Klaus y THALHEIM, Bernhard. Design and Development of a Web Information Systems [en línea]. Alemania: Springer, 2019. [fecha de consulta: 30 de abril de 2021].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=7uWPDwAAQBAJ>

ISBN: 978-3-662-58822-2

EXPERIENCIA académica en desarrollo rápido de sistemas de información web con Python y Django por Cristian Vidal [et al.]. Form. Univ. [en línea]. 2021, 14 (5), pp. 85-97 [fecha de consulta: 30 de junio de 2021].

Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50062021000500085&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062021000500085&lng=es&nrm=iso)

ISSN: 0718-5006

ESPINOZA, Bertha y GUTIERREZ, Natalia. Sistema de información para la toma de decisiones, usando técnicas de análisis predictivo para la empresa IASACORP INTERNATIONAL S.A. [en línea] Tesis (Ingeniero informático). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2015.

Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2032>

ESTRADA, Salvador; CANO, Karen y AGUIRRE, Joao. ¿Cómo se gestiona la tecnología en las pymes? Diferencias y similitudes entre micro, pequeña y medianas empresas [en línea]. vol. 14, n.º 1, 2019. [Fecha de consulta: 20 de setiembre de 2021]

Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-10422019000200009](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-10422019000200009)

DOI: 10.22201/fca.24488410e.2019.1812

GIMENO, Francisco, PÉREZ, Francisco y JORQUERA, Diego. Comparación de las redes neuronales SOM y GG en los sistemas de detección de intrusos de red [en línea]. Universidad de Alicante, España 2021. [Fecha de consulta: 21 de noviembre de 2021].

Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/267563097>

GÓMEZ, Walter, GONZALES, Edgar y ROSALES, Rafael. Metodología de la investigación. [en línea]. Perú: Universidad María Auxiliadora, 2015. [Fecha de consulta: 20 de agosto de 2021].

Disponible en: <http://repositorio.uma.edu.pe/handle/UMA/96>

GEORGE, Nigel. Build a Website with Django 3 [en línea]. Australia: GNW Independent Publishing, 2019. [fecha de consulta: 15 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=tGLHDwAAQBAJ>

ISBN: 978-0-9946168-9-0

HUAMAN, Joselyn y HUAYANCA, Carlos. Desarrollo e implementación de sistemas de información para mejorar los procesos de compras y ventas en la empresa Humaju. [en línea]. Tesis (Ingeniero de sistemas). Lima: Universidad Autónoma del Perú, 2017.

Disponible en: <http://repositorio.autonoma.edu.pe/handle/AUTONOMA/392>

HUAMANI, Roger. Sistema informático para el control de producción en la empresa rintusac. [en línea]. Tesis (Ingeniero de sistemas). Lima: Universidad César Vallejo, 2016.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/2940>

ICARTE, Gabriel. Aplicaciones de inteligencia artificial en procesos de cadenas de suministros: una revisión sistemática. Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería. [en línea]. vol. 24, n.º 4, 2016. [fecha de consulta: 30 de junio de 2021].

Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052016000400011](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052016000400011)

ISSN: 0718-3305

IMPROVING software quality using machine learning por Kanika Chandra [et al.] 2016 1st International Conference on Innovation a Challenges in Cyber Security (ICICCS 2016) [en línea]. 2016. [fecha de consulta: 30 de junio de 2021].  
Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7542340>  
DOI: 10.1109/iciccs.2016.7542340

LEWIS, William. Software Testing and Continuous Quality Improvement [en línea]. 3.<sup>a</sup> ed. Estados Unidos: CRC Press, 2017. [fecha de consulta: 2 mayo de 2021]  
Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=fgaBDd0TfT8C>  
ISBN: 978-1-4200-8073-5

LOPEZ, Dionis y ARCO, Leticia. Aprendizaje profundo para la extracción de aspectos en opiniones textuales. Revista cubana de ciencias informáticas [en línea]. vol. 13, n. ° 2, abril - junio 2019 [Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2021].  
Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2227-18992019000200105](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992019000200105)  
ISSN: 2227-1899

MANTEROLA, Carlos, SANTANDER, Carmen y OTZEN, Tamara. Cómo valorar e interpretar un artículo sobre pronóstico. [en línea]. Revista Chilena, vol. 65, n.º 1, 2013. [Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2021].  
Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-40262013000100015](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-40262013000100015)  
ISSN: 0718-4026

MAR, Paula. Sistema web, mediante la metodología SCRUM, para el control de la producción de carrocerías de buses en Famet & Asesores S.A.C. Tesis (Ingeniero de sistemas). Lima: Universidad César Vallejo, 2018.  
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34143>

METODOLOGÍA de la investigación: Cuantitativa - Cualitativa y redacción de la tesis por Ñaupas Paitán [et al.]. [en línea]. 5<sup>o</sup> ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2018. [fecha de consulta: 20 de junio de 2021].  
Disponible en: <https://edicionesdelau.com/producto/metodologia-de-la-investigacion-cuantitativa-cualitativa-y-redaccion-de-la-tesis-5a-edicion/>  
ISBN: 978-958-762-876-0

MENES, Iván, ARCOS, Gloria y GALLEGOS, Katherine. Desempeño de algoritmos de minería en indicadores académicos: árbol de decisión y regresión logística. Revístca cubana de ciencias informáticas [en línea]. vol. 9, n. ° 4, 2015. [Fecha de consulta: 14 de noviembre de 2021].  
Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2227-18992015000400008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992015000400008)  
ISSN: 2227-1899

MOHIT y BHASKAR, Das. Learn Python in 7 Days: Begin your journey with Python [en línea]. Inglaterra: Birmingham, 2017. [fecha de consulta: 2 mayo de 2021]  
Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=anc5DwAAQBAJ>  
ISBN: 978-1-78728-838-6

MORENO, Jessica. Sistema web para el proceso de control de producción en la empresa corporación industrial Ampuro S.A.C. [en línea]. Tesis (Ingeniería de sistemas). Lima: Universidad César Vallejo, 2017.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1696>

PAGUAY, Paúl. Comparative Analysis of file transfer performance between Java and .NET using a hybrid encryption protocol with AES and RSA. KnE Engineering [en línea]. vol. 3, n.º 161, diciembre 2018. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2021].

Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/329955575>

DOI: 10.18502/keg.v3i9.3653

PALACIOS, Jose. Sistema Web para Mejorar la Gestión Comercial de la Empresa Yomiqui S.A.C. Trujillo 2018. Tesis (Ingeniero de sistemas). Lima: Universidad César Vallejo, 2018.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36598>

PLANEACIÓN de requerimientos de materiales por el sistema MRP por Gloria Mino et al. Caso Laboratorio Farmacéutico Oriente. [en línea] Cuba, vol. 35, n.º 2, 2015. [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2021]. pp. 208 - 219.

Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-61852015000200007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852015000200007)

ISSN: 2224-6185

PEÑA, Lady. La Planificación de requerimiento de materiales (MRP) y su impacto en la productividad en empresas de producción: una revisión de la literatura científica en el periodo 2010-2020. (Trabajo de investigación). [en línea] Universidad Privada del Norte, 2021. [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2021]

Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/25711>

QUINONES, Lenin [et al]. Red neuronal artificial para estimar un índice de calidad de agua [en línea]. vol 11, n.º 2, 2020. [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2021]. pp. 109 - 120.

Disponible en:

[http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-65422020000200109](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422020000200109)

ISSN: 1390-6542

RANJAN, Awanish. Building Websites with Django: Build and deploy professional websites with Python programming and the Django framework [en línea]. India: BPB Publications, 2021. [fecha de consulta: 17 de junio de 2021].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=SWEEeEAAQBAJ>

ISBN: 978-9389328288

RECUERO, Mikel. La compartición internacional de datos personales relativos a la salud en tiempos de la COVID-19: aspectos éticos y legales para el impulso de la necesaria cooperación. Revista de bioética y derecho [en línea]. n.º 50, noviembre 2020. [fecha de consulta: 30 de abril de 2021].

Disponible en: <https://revistes.ub.edu/index.php/RBD/article/view/31711>



ISSN: 1886-5887

DOI: <https://doi.org/10.1344/rbd2020.50.31711>

RUPPERT, Tamas y ABONYI, Janos. Industrial Internet of Things based cycle time control of assembly lines [en línea], enero, 2018, [Fecha de consulta: 30 de abril de 2021].

Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8325590>

DOI: 10.1109/IIOT.2018.8325590

SAMPIERI, R y MENDOZA, C. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta [en línea]. México: Editorial Mc Graw Hill Education, 2018. [fecha de consulta: 20 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>

ISBN: 978-1-4562-6096-5

SISTEMAS de información como herramienta para reorganizar procesos de manufactura por Vargas Encalada [et al.]. Revista Venezolana de Gerencia [en línea]. vol. 24, n.º 85, enero - marzo 2019. [fecha de consulta: 30 de abril de 2021].

Disponible

en:

<https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/23840>

DOI: <https://doi.org/10.37960/revista.v24i85.23840>

SISTEMA ERP para la automatización de procesos productivos en el Sector Metal-Mecánico Automotriz por Fabián Gálvez [et al.]. Revista de Ingeniería Industrial [en línea]. vol. 1, N.º 2, diciembre 2017, pp. 33-41. [fecha de consulta: 30 de junio de 2021].

Disponible

en:

[https://www.ecorfan.org/republicofperu/rj\\_ingenieria\\_industrial\\_ii.php](https://www.ecorfan.org/republicofperu/rj_ingenieria_industrial_ii.php)

ISSN: 2523-0344

TACILLO, Elvis. Metodología de la investigación científica. [en línea]. Perú: Universidad Jaime Bausate y Meza, 2016. pp. 102.

Disponible en: <http://repositorio.bausate.edu.pe/handle/bausate/36>

THE productivity opportunities by applying machine learning algorithms in a fab por Lai [et al.]. 2017 Joint International Symposium on e-manufacturing and design collaboration. [en línea]. 2017. [fecha de consulta: 20 de junio de 2021].

Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8089089>

DOI: 10.23919/issm.2017.8089089

ULLMAN, Larry. PHP and MySQL for Dynamic Web Sites [en línea]. 5.ª ed. Estados Unidos: Peachpit Press, 2017. [fecha de consulta: 18 de junio de 2021].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=D3I8DwAAQBAJ>

ISBN: 978-0134301846

Use case of artificial intelligence in machine learning manufacturing 4.0 por Flaih [et al.]. 2019 International Conference on computational intelligence and knowledge economy (ICCIKE) [en línea]. 2019. [fecha de consulta: 30 de junio de 2021].

Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9004327>

DOI: 10.1109/iccike47802.2019.9004327

VALLEJO, Johnn. Análisis y diseño de sistema de control de producción e inventario para la empresa Prosergraf. Tesis (Ingeniero de sistemas). Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2016.

Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/19787>

VARGAS, Max. La importancia de implementar el uso de pronósticos en las empresas [en línea]. Conexión ESAN: Perú. 11 de mayo 2015. [Fecha de consulta 20 de setiembre de 2021].

Disponible en:

<https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2015/05/11/importancia-implementar-el-uso-de-pronosticos-empresas/>

VÁSQUEZ, Flor. Modelo de box y jenkins y redes neuronales para pronosticar el precio del dólar del sistema bancario en moneda nacional año 2015. Tesis (Ingeniero estadístico). Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2017.

Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/1860>

VERA, Bárbara. Sistema de Pronóstico vía WEB basado en redes neuronales para mejorar el cálculo de la demanda de agua potable en el área de planificación en la empresa SEDALIB S.A, de la ciudad de Trujillo. Tesis (Ingeniería de sistemas). Perú: Universidad César Vallejo, 2016.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/9857>

VERASTEGUI, Lucio y ROJAS, Cindy. Caracterización de las TICs en las empresas peruanas. Global business administration journal [en línea]. vol. 3, n.º 1, mayo-junio 2019. [fecha de consulta: 30 de abril de 2021].

Disponible

en:

[https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Global\\_Business/article/view/2299](https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Global_Business/article/view/2299)

DOI: <https://doi.org/10.31381/gbaj.v3i1.2299>

WATKINS, Marley. A step-by-Step Guide to Exploratory Factor Analysis with SPSS [en línea]. New York: Routledge, 2021. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://www.routledge.com/A-Step-by-Step-Guide-to-Exploratory-Factor-Analysis-with-SPSS/Watkins/p/book/9780367710316>

ISBN: 9781003149347

WELLING, Luke y THOMSON, Laura. PHP and MySQL Web Development [en línea]. 5.ª ed. Estados Unidos: Addison-Wesley Professional, 2016. [fecha de consulta: 17 de junio de 2021].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=dgInDQAAQBAJ>

ISBN: 978-0321833891

ZEISSIG, Jorge. Modelo de pronóstico y planificación de la producción de la línea de alto movimiento de fábrica de recubrimientos superficiales. Tesis (Ingeniería de sistemas). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2010.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1. Declaratoria de autenticidad (Autor)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

### Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, ATOCHE SALAS JAIRO CESAR estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Sistema web utilizando machine learning para mejorar la planificación de requerimientos de materiales de la producción en el sector industrial", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
JAIRO CESAR ATOCHE SALAS DNI: 73206906 ORCID 0000-0002-9809-3449	Firmado digitalmente por: JATOCHESA el 18-12-2021 15:09:58

Código documento Trilce: TRI - 0233070

## ANEXO 2. Declaratoria de autenticidad (Asesora)



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, AMOROS CHAVEZ GLADYS JACQUELINE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Sistema web utilizando machine learning para mejorar la planificación de requerimientos de materiales de la producción en el sector industrial", cuyo autor es ATOCHE SALAS JAIRO CESAR, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 18 de Diciembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
AMOROS CHAVEZ GLADYS JACQUELINE DNI: 41481800 ORCID 0000-0003-3937-1119	Firmado digitalmente por: GAMOROSC el 18-12- 2021 13:53:02

Código documento Trilce: TRI - 0233069



## ANEXO 3. Metodología UWE

### FASE 1: Planificación

#### 1.1. Método de trabajo

##### 1.1.1. Estudio comparativo de las herramientas utilizadas

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron diversas herramientas tanto gratuitas como de pago para documentar y programar el sistema web. A continuación, se detallarán las herramientas utilizadas junto a la comparativa entre otros softwares parecidos a fin de justificar la decisión de su uso.

##### ➤ Lenguaje de programación

Para el desarrollo del sistema de la presente investigación se planteó la utilización de un lenguaje de programación necesario que cumpla con las características requeridas por el autor de la investigación para un desarrollo del sistema web sin dificultad alguna. Por lo que, se identificaron tres lenguajes de programación candidatos para la realización de un cuadro comparativo a fin de identificar el que mejor satisfaga los requerimientos de la investigación.

Tabla 52. Cuadro comparativo de lenguajes de programación

Características	Java	Python	PHP
Paradigma	Orientado a objetos	Orientado a objetos	Multiparadigma
Plataformas	Multiplataforma	Multiplataforma	Multiplataforma
Lenguaje	Compilado	Interpretado	Interpretado
Curva de aprendizaje	Sencillo	Más sencillo que Java	Más difícil que Python
Conectividad con la base de datos	Necesita un API	Necesita controladores	Compatible hasta con 25 base de datos
Seguridad	Niveles de seguridad	Más seguro con funciones de ciberseguridad	Se produjeron diversos ataques a la seguridad
Licencia	GNU GPL	Código abierto	Código abierto
Desarrollo web	Proporciona mayor seguridad que otros lenguajes de programación	Compatible para desarrollo web integrando machine learning, ciencia	Centrado en desarrollo web

		de datos, big data, entre otros.	
--	--	----------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia

Tras la realización del cuadro comparativo de lenguajes de programación para el desarrollo del sistema de la investigación, se llegó al resultado de utilizar el lenguaje de programación Python debido a que cumple con todos los requerimientos que se necesitan para el desarrollo satisfactorio del sistema web.

➤ **Marco de trabajo**

El software del framework permitió realizar un desarrollo del sistema de manera acelerada, respetando las buenas prácticas de programación, evitando código repetitivo y centrándonos en resolver los problemas centrales dejando de lado el tiempo que se perdería en realizar procesos básicos como el registro de usuarios y/o la conexión a la base de datos. Es por ello que, se identificaron tres marcos de trabajo del lenguaje de programación Python que puedan cumplir con las perspectivas de desarrollo de manera óptima.

Tabla 53. Cuadro comparativo de marcos de trabajo

Características	Pyramid	Django	Flask
ORM	No incluye	Incluye	No incluye
Enfoque	Framework completo	Framework completo	Microframework centrado en pequeños proyectos
Comunidad	Mediana	Grande	Mediana
Bootstrapping	Incorpora herramientas de arranque	Incorpora herramientas de arranque	No incorporado
Curva de aprendizaje	Medianamente complejo	Medianamente complejo	Sencillo de aprender
Migración	Soporta migraciones a otra plataforma	Soporta migraciones a otra plataforma	Soporta migraciones a otra plataforma
Documentación	Excelente	Excelente	Excelente

Fuente: Elaboración propia.

Tras la realización del cuadro comparativo se pudo llegar a la decisión de implementar el uso del framework Django debido a que cumple con las perspectivas que se requieren para el desarrollo del proyecto pese a tener una curva de aprendizaje más complicada que Flask. Asimismo, este marco de trabajo cuenta con

un patrón de diseño basado en el Modelo Vista Controlador (MVC) pero bajo la estructura de Django llamándolo Model Template View (MTV).

➤ **Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD)**

Asimismo, se decidió la identificación de los tres sistemas gestores de base de datos compatibles con el framework de Django.

Tabla 54. Cuadro comparativo de Sistema Gestor de Base de Datos

Características	MySQL	PostgreSQL	SQLite
Tipo de base de datos	Relacional	Relacional de objetos	Relacional
Concurrencia	Normal	Manejado mejor que MySQL	No funciona en la gestión de usuarios
Licencia	Gratuito	Código abierto	Pago
Flujo de trabajo	Centrado en velocidad	Centrado en estándares dejando de lado la velocidad	Lectura rápida debido a la simplicidad
Portabilidad	Multiplataforma	Exportar y cargar a un servidor	Almacenado en disco ordinario siendo multiplataforma
DBMS	Complejo	Complejo	Simple
Seguridad	Sistema de privilegios	Múltiples características de seguridad	No cuenta con sistema de autenticación

Fuente: Elaboración propia.

Tras la realización de las comparativas entre los sistemas gestores para identificar la base de datos que mayores aportes pueda tener en la gestión del sistema web, se terminó optando por el uso de MySQL debido al fácil uso y gestión del sistema además de ser gratuita y rápida en realizar consultas en comparación con PostgreSQL.

➤ **Editor de código fuente**

Para la fase de la construcción del sistema es voluntario la utilización de un editor de código fuente para una fácil estructuración y alertado inmediato por errores de sintaxis u otros a la hora de programar. Sin embargo, la utilización de estos editores está centrado mayormente en la reducción de tiempos en los procesos o partes básicas de un programador como sería el autocompletado de la sintaxis o el alertar errores de la sintaxis. Asimismo, tener una gestión rápida en la búsqueda y reemplazo de código evitando la



duplicidad del mismo. Ante esto, se decidió identificar tres editores de código compatibles que puedan ser posibles candidatos en el cumplimiento de las perspectivas previstas para el desarrollo del sistema web.

Tabla 55. Cuadro comparativo de editor de código fuente

Características	Visual Studio Code	PyCharm	Atom
Plataformas disponibles	MacOS, Linux y Windows	MacOS, Linux y Windows	MacOS, Linux y Windows
Trabajo colaborativo	Mediante extensión	Mediante aplicación a parte	Incorporado
Precio	Gratuito	Gratuito	Gratuito
Lenguajes compatibles	Múltiples lenguajes	Python	Múltiples lenguajes
Soporte de plugins	Incorporado	Incorporado	Incorporado

Fuente: Elaboración propia.

Tras la realización del cuadro comparativo se decidió utilizar el software Visual Studio Code debido a la necesidad de utilizar diversos archivos con extensiones diferentes (HTML, CSS, JavaScript, Python).

#### ➤ Editor de gráficos vectorial

Esta herramienta permitió el diseño y creación de los prototipos del sistema web planteado. Esto con el fin de poder realizar pruebas, observar errores o deficiencias para mejorarlo antes de comenzar su desarrollo. Entre las herramientas más conocidas para el desarrollo de prototipos se identificaron tres softwares para la comparativa.

Tabla 56. Cuadro comparativo de editor de gráficos vectorial

Características	Adobe XD	Figma	Sketch
Plataformas disponibles	MacOS y Windows	Basado en navegador, necesita conexión a internet	MacOS
Acceso sin conexión	No disponible	Disponible	Disponible
Precio	Gratuito	Gratuito	Pago
Trabajo colaborativo	Incorporado	Incorporado	No incorporado

<b>Soporte de plugins</b>	Incorporado	Incorporado	Incorporado
---------------------------	-------------	-------------	-------------

Fuente: Elaboración propia.

Tras la realización del cuadro comparativo se decidió utilizar el software de Adobe XD debido a la compatibilidad con el sistema operativo a utilizar para el desarrollo, junto a la necesidad de no requerir conexión a internet para utilizarlo y que es un software con un plan de pagos gratuito. Asimismo, dispone de plugins creado por la comunidad para tener mejor experiencia en el uso del mismo junto a la vinculación a un servicio en la nube.

➤ **Herramienta de diseño de software de lenguaje de modelado unificado**

Antes del desarrollo de la codificación de un sistema, siempre es recomendable tener una documentación previa mediante diagramas para tener una mayor perspectiva del resultado y poder encaminar el desarrollo del mismo. Es por ello que, se optó por identificar tres softwares reconocidos por el diseño de UML para optar por el que mayor se ajuste a los requerimientos previstos para el sistema.

Tabla 57. Cuadro comparativo de herramienta de diseño de UML

<b>Características</b>	<b>Rational Rose</b>	<b>MagicDraw</b>	<b>Enterprise Architect</b>
<b>Licencia</b>	Comercial	Comercial	Comercial
<b>Trabajo colaborativo</b>	Desarrollo multiusuario	No incluye	Incluye
<b>Entorno gráfico</b>	No muy amigable	Intuitiva	No muy amigable
<b>Compatibilidad</b>	Multiplataforma	Multiplataforma	Multiplataforma
<b>Diagramas UML</b>	Hasta 15 tipos	Hasta 10 tipos	Hasta 13 tipos
<b>Compatibilidad con la metodología UWE</b>	No	Mediante plugin MagicUWE	Mediante plugin

Fuente: Elaboración propia.

Tras la realización de las comparativas de las herramientas de diseño de UML identificadas anteriormente, se terminó optando por la utilización de MagicDraw pese a ser un software de uso comercial previo pago y de ser menos amigable con su entorno, tiene mayor compatibilidad con diagramas

UML junto al agregado del plugin “MagicUWE” con el fin de realizar todos los diagramas necesarios de la metodología.

➤ **Programa estadístico informático**

La utilización de software estadístico está centrada mayormente en la recopilación, análisis de datos, su interpretación y presentación de los resultados mayormente en informes. Por ello, se identificaron tres programas estadísticos populares entre la comunidad científica a fin de optar por el que cumpla con los requerimientos previstos para el desarrollo de la investigación.

Tabla 58. Cuadro comparativo de programa estadístico informático.

Características	SPSS	Stata	SAS
<b>Licencia</b>	Comercial	Comercial	Comercial
<b>Curva de aprendizaje</b>	Complejo	Complejo	Complejo
<b>Análisis de datos</b>	Usado para datos complejos	No puede analizar datos complejos	Usado para datos complejos y sencillos
<b>Análisis</b>	Grandes cantidades de datos	Procedimiento de análisis normales	Desde procesos normales hasta análisis de enormes cantidades de datos
<b>Aplicaciones</b>	Usado en áreas de ciencias	Usado en econometría	Usado en áreas de ciencias
<b>Beneficios</b>	Genera resultados en informe	Amplia documentación	Útil en la gestión de datos y generación de informes
<b>Desarrollo</b>	Utilizado mayormente para desarrollos ágiles	Usado para aplicaciones grandes	Utilizado para desarrollos complejos

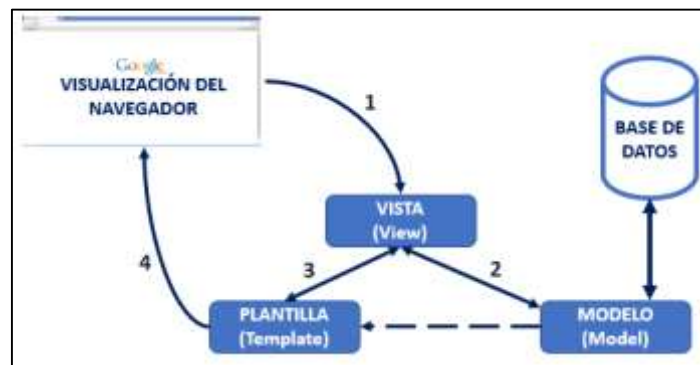
Fuente: Elaboración propia.

Tras la realización de un cuadro comparativo entre los diversos softwares de análisis de estadístico, se optó por la utilización del SPSS para analizar los datos de la investigación, tanto por las características que logran distinguir frente a sus competidores como el hecho de que es uno de los más populares por la comunidad científica a la hora de realizar análisis de datos.

**1.1.2. Patrón de diseño**

Los patrones de diseño ayudan en el desarrollo para establecer una estructura de codificación adecuada y limpia con el fin de que sea reusable y escalable a futuro. Asimismo, Vidal [et al.] indican que, el patrón Modelo Vista Controlador es uno de los más usados en diversos lenguajes de programación para el desarrollo; sin embargo; en Django este patrón sufre un cambio, pero sigue manteniendo los mismos principios. El patrón MTV (Model Template View), el primero está relacionado a la capa de la base de datos, el segundo referido a las plantillas HTML que sería la capa de presentación y el último referido a la capa lógica (p. 88). Diagramando lo mencionado a continuación se muestra el diagrama que cumple el patrón MTV.

Figura 37. Patrón de diseño MTV



Fuente: Adaptado de Vidal [et al.], 2021.

Ante lo mencionado anteriormente, el patrón de diseño utilizado para el desarrollo del sistema web será el patrón de diseño MTV debido a que se está utilizando el marco de trabajo Django para el desarrollo web.

## FASE 2: Diseño

### 2.1. Modelo de requerimientos

#### 2.1.1. Descripción general del sistema

El sistema iniciará mediante el logueo de los usuarios para dirigirlos a sus módulos correspondientes dependiendo del rol que tengan asignado, los usuarios serán registrados únicamente por el rol de administrador y todos tendrán la opción de recuperar su contraseña junto a la configuración de su perfil. El rol vendedor podrá crear nuevos clientes, modificar información básica de los mismos, eliminarlos y generar consultas. A su vez, permite

realizar el registro de sus pedidos relacionándolo con los productos disponibles en el sistema y el cliente que lo solicite. Este módulo también presentará las funciones de crear, eliminar, modificar datos y consultar. El Producción generará las órdenes de producción mediante el uso del machine learning con un pronóstico de órdenes de una semana o por día como contemplan las normativas de la empresa investigada. Cabe destacar, que el sistema puede realizar el pronóstico por meses; sin embargo; no se implementó la configuración por la forma de trabajo en la empresa. Este usuario una vez generé las órdenes de producción para la semana. Podrá administrar las órdenes (agregar nuevas, modificar la cantidad de productos a producir, eliminar órdenes) para luego planificar los requerimientos de materia por orden de producción mediante el uso del sistema. Esto generará una estimación precisa de los materiales requeridos para la producción de cada orden. Con relación al rol almacén donde se registrará el ingreso y salida de materia prima y la administración de las materias prima requeridas para la producción. En este módulo el usuario podrá relacionar las materias utilizadas para cada uno de los productos disponibles. Así como, cambiar la cantidad requerida y agregar nueva materia o eliminarla. Este mismo rol se encarga de administrar los productos disponibles para que el Producción pueda planificar las órdenes de producción.

### 2.1.2. Roles de usuario

En el sistema existirán diversos tipos de usuario que tendrán acceso a módulos privilegiados dependiendo del tipo de rol que tengan configurados. Los usuarios se clasifican en 4 tipos de perfiles. A continuación, se describirán de manera detallada cada uno de los perfiles.

Tabla 59. Roles de usuario

N.º	Rol	Descripción
1	Administrador	Es la persona encargada de realizar funciones de alto nivel en el sistema como la gestión de los otros perfiles junto a la verificación de datos.
2	Vendedor	Es la persona encargada de realizar las funciones de gestión de clientes y los pedidos solicitados.

<b>3</b>	Almacén	Es la persona encargada de administrar el inventario, ingreso y salida de materia prima y los productos realizados.
<b>4</b>	Producción	Es la persona encargada de generar las órdenes de producción, modificar la cantidad de las mismas, eliminarlas y realizar la planificación de requerimientos de materia por cada orden.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.3. Requerimiento funcional

Los requerimientos funcionales planteados fueron 12 requerimientos funcionales. Cabe destacar que, el planteamiento de algunos de estos requerimientos está tomados de manera general de las funciones CRUD (Crear, leer, actualizar, borrar). Sin embargo, se especificarán en mayor detalle en los diagramas de caso de uso y las especificaciones de los mismos.

Tabla 60. Requerimiento funcional

<b>Código</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>Descripción</b>
<b>RF01</b>	<b>Iniciar sesión</b>	El sistema deberá tener un proceso de logueo mediante usuario y contraseña para dirigir al usuario a su respectivo módulo dependiendo de su rol asignado.
<b>RF02</b>	<b>Recuperar contraseña</b>	El sistema deberá tener un módulo para que los diversos tipos de usuario puedan realizar una recuperación de su contraseña en caso se olviden mediante el uso de su correo electrónico registrado.
<b>RF03</b>	<b>Configurar perfil</b>	El sistema permite actualizar datos del perfil del usuario registrado.
<b>RF04</b>	<b>Administrar usuarios</b>	El sistema permite registrar a los usuarios del sistema, asignándoles el rol correspondiente para su acceso al sistema.
<b>RF05</b>	<b>Administrar cliente</b>	El sistema permite realizar la búsqueda de clientes, registrar nuevos clientes, modificar datos, eliminarlos.

<b>RF06</b>	<b>Administrar pedidos</b>	El sistema permite realizar la búsqueda de pedidos solicitados por los clientes, crear, eliminar, modificar.
<b>RF07</b>	<b>Administrar materia prima</b>	El sistema permite realizar la búsqueda de materia prima, registrar nuevas, modificar, eliminar.
<b>RF08</b>	<b>Registrar ingreso de materia prima</b>	El sistema permite registrar el ingreso de la materia prima al almacén agregando, modificando o eliminando.
<b>RF09</b>	<b>Registrar salida de materia prima</b>	El sistema permite registrar la salida de la materia prima mediante el registro de los productos que se producirán.
<b>RF10</b>	<b>Administrar productos</b>	El sistema permite consultar, registrar y modificar productos agregándoles cantidades a los existentes.
<b>RF11</b>	<b>Administrar orden de producción</b>	El sistema permite consultar la orden de producción, eliminar las órdenes.
<b>RF12</b>	<b>Planificar requerimiento de materia</b>	El sistema permite detallar los requerimientos de materia necesarios para el inicio de la producción.

Fuente: Elaboración propia.

#### 2.1.4. Requerimiento no funcional

Se especificarán los criterios evaluados para el desarrollo del sistema. Estos requerimientos serán divididos en tres tipos: Requerimientos de seguridad enfocado a la implementación de medidas de seguridad con el fin de resguardar la información del sistema. Requerimientos adicionales referido al cumplimiento del estándar internacional ISO/IEC 9126 en relación a la funcionalidad, eficiencia, facilidad de uso, entre otros. Finalmente, Requerimientos de estructura, relacionado al uso de herramientas para el desarrollo del sistema.

Tabla 61. Requerimiento no funcional

TIPO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
------	--------	-------------

<b>REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD</b>	RNF01	El acceso al sistema debe estar controlado por una contraseña y nombre de usuario.
	RNF02	La contraseña debe estar protegida de acuerdo a un algoritmo de encriptación colocado en la base de datos y el sistema. Permitiendo que la información transmitida no sea capturada e interpretada.
<b>REQUERIMIENTOS ADICIONALES DEL SISTEMA</b>	RNF03	El sistema deberá explicar de manera bien descrita las opciones que los usuarios puedan utilizar.
	RNF04	Se deberá presentar información sobre errores que cometa al interactuar con el sistema a fin de que lo pueda resolver de manera inmediata.
	RNF05	Deberán realizarse las pruebas necesarias de calidad de software a fin de garantizar un funcionamiento correcto.
	RNF06	Deberá considerar imágenes y textos de manera clara que permitan una mejor comprensión de las funcionalidades disponibles.
	RNF08	El sistema deberá adaptarse a distintos navegadores web.
<b>REQUERIMIENTOS DE ESTRUCTURA</b>	RNF07	La información debe ser guardada en el SGBD MySQL.
	RNF08	El software debe ser capaz de adaptarse a futuros cambios o actualizaciones de requisitos.



	RNF09	El software debe ser desarrollado en el lenguaje de programación Python.
--	-------	--

Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.5. Priorización

En este apartado se definen la priorización de los requerimientos funcionales mediante un criterio de priorización utilizando técnicas para darle el puntaje correspondiente a cada requerimiento.

A continuación, se detallan los criterios de priorización:

Tabla 62. Criterios de priorización

CÓDIGO	CRITERIO DE PRIORIZACIÓN	DESCRIPCIÓN
CP01	Importancia	Referido al impacto que tiene dentro del sistema.
CP02	Costo	Referido a los gastos en su desarrollo e implementación.
CP03	Tiempo	Referido a los tiempos necesarios para su desarrollo.
CP04	Riesgo	Referido a los riesgos en caso fracase o exista algún error en el requerimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, para la evaluación de los criterios se realiza la identificación de la técnica a utilizar para asignar el valor correspondiente. Existen diversas técnicas para evaluar la priorización de los casos de uso: Votación, Técnica de clasificación de burbujas, cinco “por qué”, cien dólares. A continuación, se describirán de manera más detallada cada una de las técnicas.

Tabla 63. Técnicas de priorización

N.º	Técnica	Descripción
1	Votación	Consiste en que cada uno de los interesados en el sistema realicen una votación con escala a fin de poner puntajes a cada uno de los requerimientos dependiendo del criterio asignado.

<b>2</b>	<b>Clasificación de burbujas</b>	Consiste en comparar los requisitos entre ellos mismos a fin de ir encontrando mayor prioridad que el otro, continuando de esa manera hasta tener un orden de jerarquía establecido.
<b>3</b>	<b>Cinco “por qué”</b>	Consiste en la interacción de todos los interesados en el sistema a fin de que puedan argumentar la necesidad del por qué es necesario dicho requerimiento en el sistema para finalmente analizar las respuestas y brindar un nivel de jerarquía a cada uno de los requerimientos.
<b>4</b>	<b>Cien dólares</b>	Consiste en la interacción de los interesados entregándoles 100 dólares conceptuales a fin de que puedan distribuir el dinero entre los requerimientos que consideren más importantes.

Fuente: Elaboración propia.

Tras la identificación de las diversas técnicas para priorizar casos de uso, se terminó decidiendo por la implementación de la técnica de votación, ya que es una manera más rápida y óptima de realizar las evaluaciones a cada uno de los requerimientos. La votación costará de valores asignados del 1 al 10 por cada uno de los interesados en el sistema. A continuación, se muestra la tabla de priorización con los valores asignados a cada uno de los requerimientos con respecto a los criterios evaluados.

Tabla 64. Asignación de valores

<b>Código</b>	<b>Requerimiento funcional</b>	<b>Importancia</b>	<b>Costo</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Riesgo</b>
<b>RF01</b>	Iniciar sesión	8	6	7	9
<b>RF02</b>	Recuperar contraseña	7	6	7	8
<b>RF03</b>	Configurar perfil	6	6	6	7
<b>RF04</b>	Administrar usuarios	6	6	6	6
<b>RF05</b>	Administrar cliente	8	5	6	7
<b>RF06</b>	Administrar pedidos	8	7	6	7

<b>RF07</b>	Administrar materia prima	8	5	4	6
<b>RF08</b>	Registrar ingreso de materia prima	8	4	5	7
<b>RF09</b>	Registrar salida de materia prima	8	8	7	7
<b>RF10</b>	Administrar productos	8	6	6	7
<b>RF11</b>	Administrar orden de producción	8	6	6	7
<b>RF12</b>	Planificar requerimiento de materia	7	6	5	7

Fuente: Elaboración propia.

Una vez asignado el cada valor en los requerimientos con relación a los criterios, se realizará la sumatoria de criterios con la siguiente fórmula:

$$Total = \frac{(VC1 + VC2 + VC3 + VC4)}{(Cantidad\ de\ criterios)}$$

Fuente: Elaboración propia.

- **VC:** Valor del criterio

El valor de la priorización de cada requisito se definirá con el valor Bajo, Medio y Alto de acuerdo a los puntajes mostrados a continuación:

- **Bajo:** 1.0 hasta 5.4
- **Medio:** 5.5 hasta 7.4
- **Alto:** 7.5 hasta 10

Finalmente, la priorización de los requerimientos de caso de uso quedará de la siguiente manera:

Tabla 65. Priorización de requerimientos

Código	Requerimiento funcional	Puntaje	Priorización
<b>RF01</b>	<b>Iniciar sesión</b>	7.5	Alto

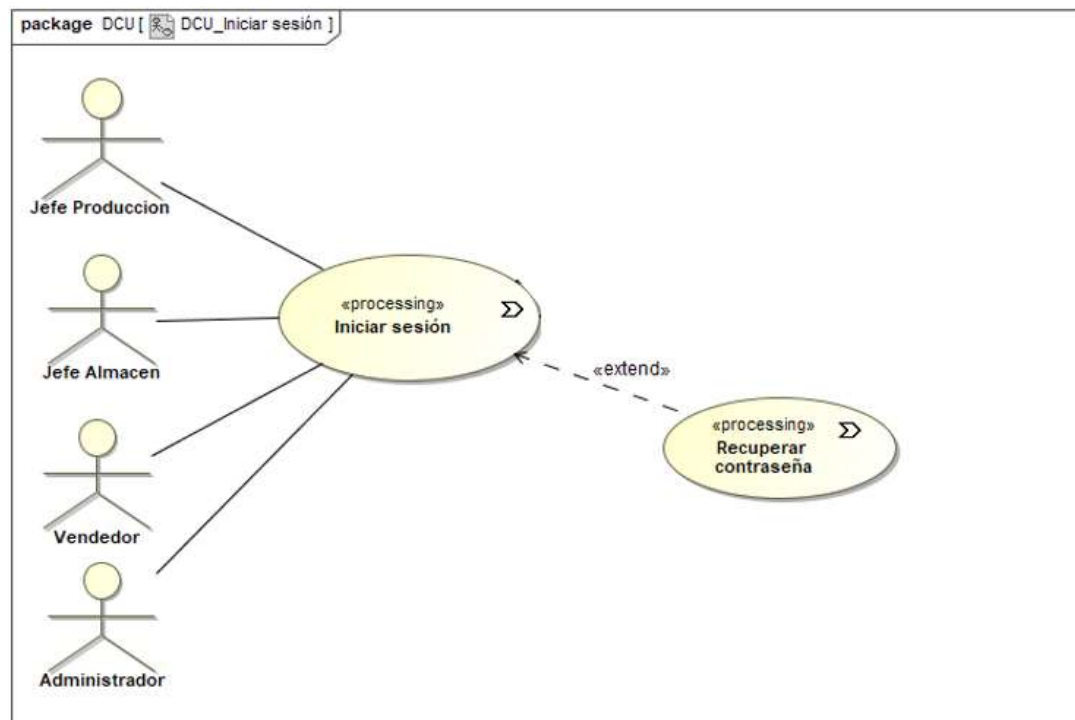
RF02	Recuperar contraseña	7	Medio
RF03	Configurar perfil	6.25	Medio
RF04	Administrar usuarios	6	Medio
RF05	Administrar cliente	6.5	Medio
RF06	Administrar pedidos	7	Medio
RF07	Administrar materia prima	5.75	Medio
RF08	Registrar ingreso de materia prima	6	Medio
RF09	Registrar salida de materia prima	7.5	Alto
RF10	Administrar productos	6.75	Medio
RF11	Administrar orden de producción	6.75	Medio
RF12	Planificar requerimiento de materia	6.25	Medio

Fuente: Elaboración propia.

## 2.1.6. Diagrama de casos de uso

### 2.1.6.1. Iniciar sesión

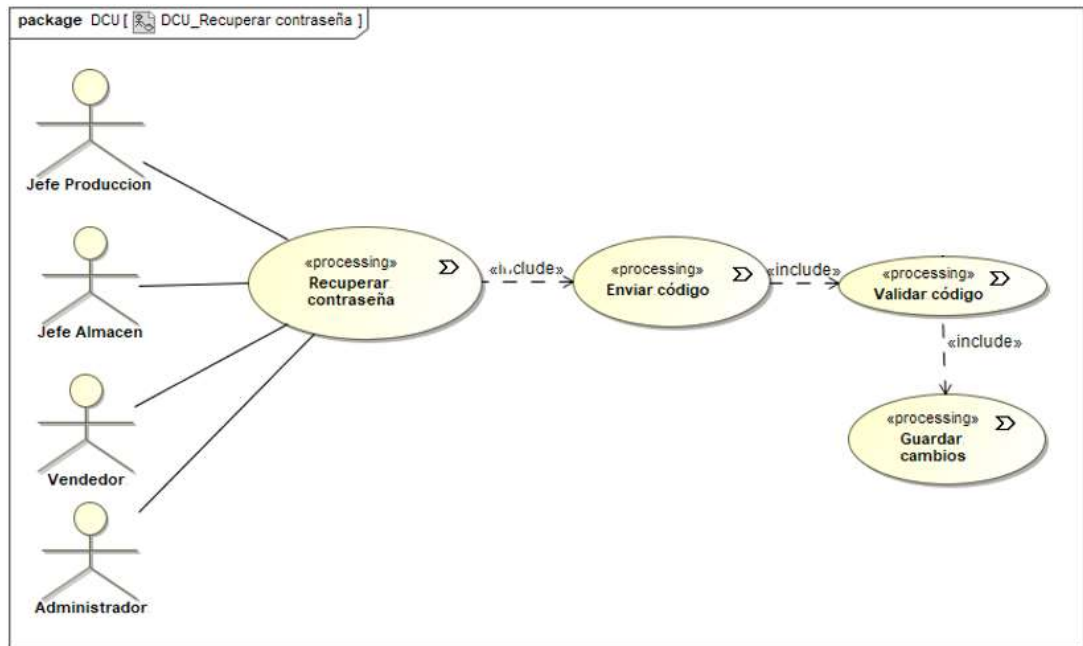
Figura 38. DCU: Iniciar sesión



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.6.2. Recuperar contraseña

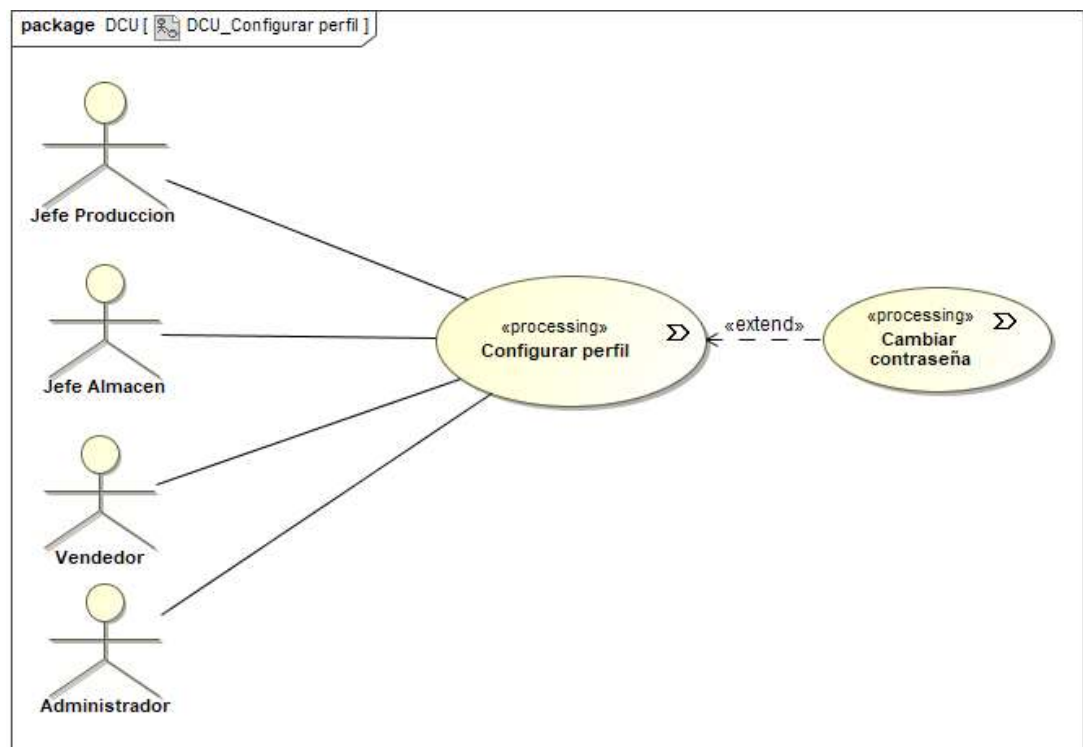
Figura 39. DCU: Recuperar contraseña



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.6.3. Configurar perfil

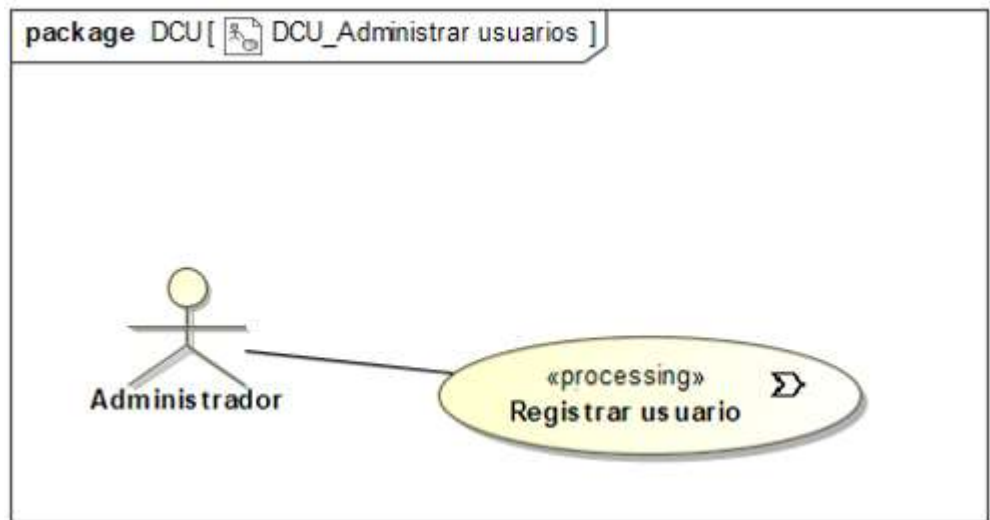
Figura 40. DCU: Configurar perfil



Fuente: Elaboración propia.

#### 2.1.6.4. Administrar usuarios

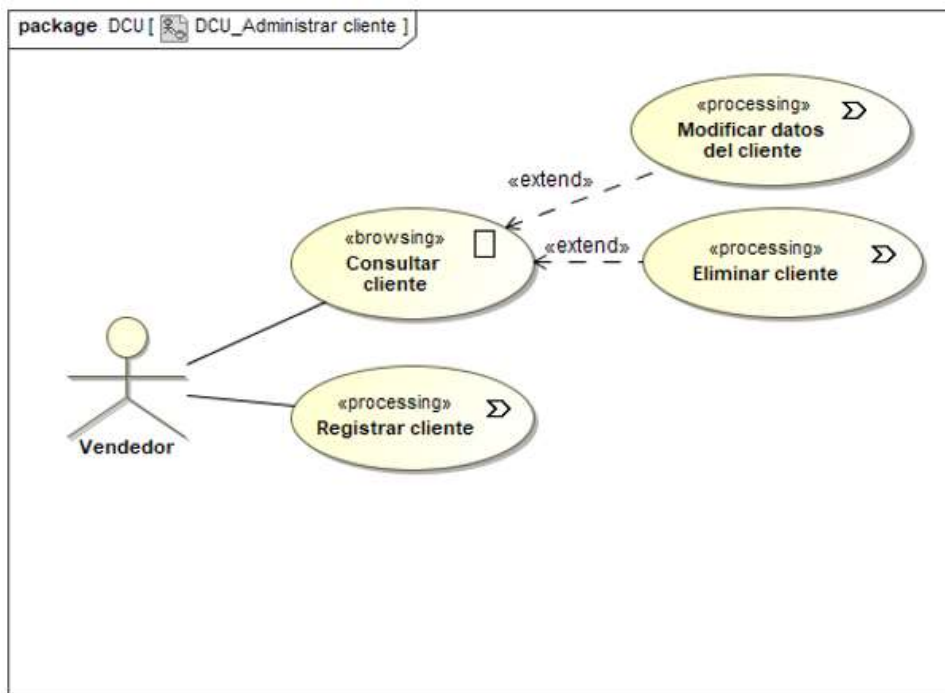
Figura 41. DCU: Administrar usuarios



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.6.5. Administrar cliente

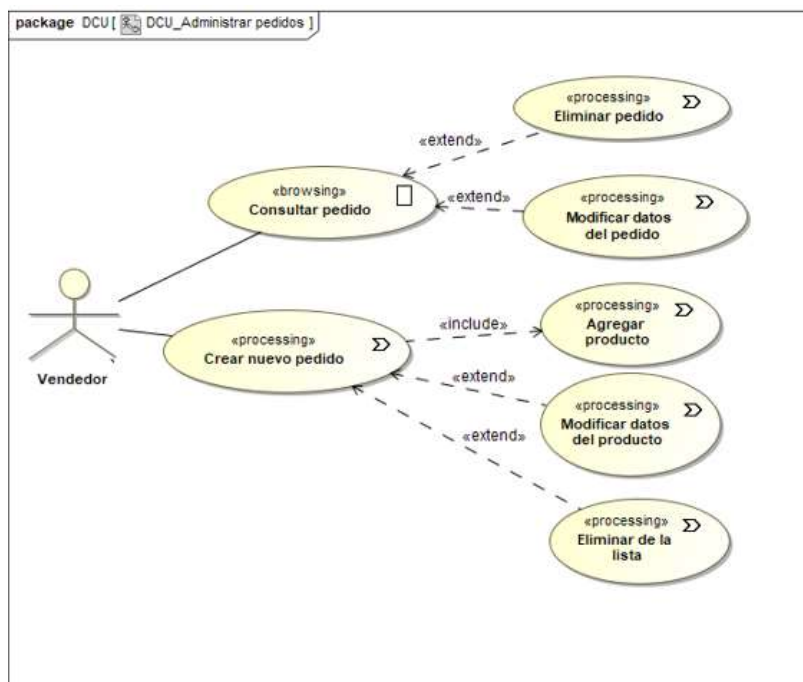
Figura 42. DCU: Administrar cliente



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.6.6. Administrar pedido

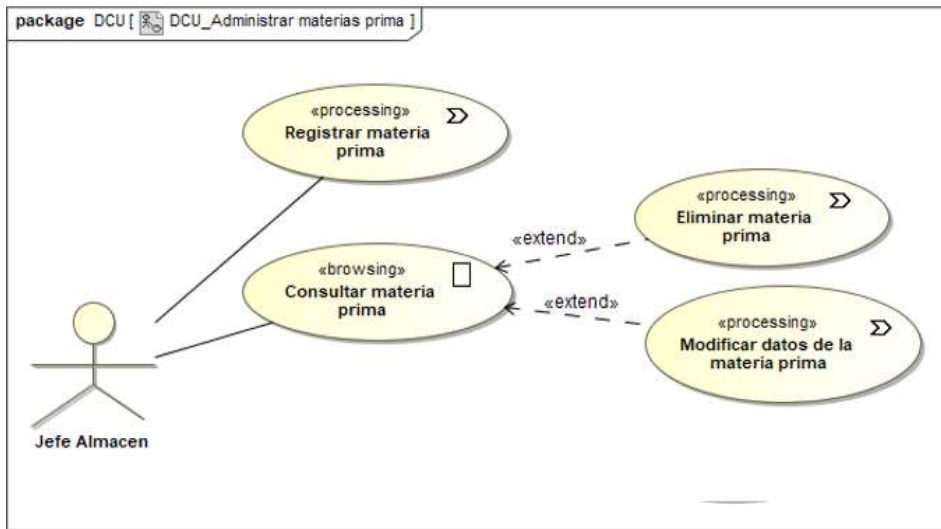
Figura 43. DCU: Administrar pedido



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.6.7. Administrar materia prima

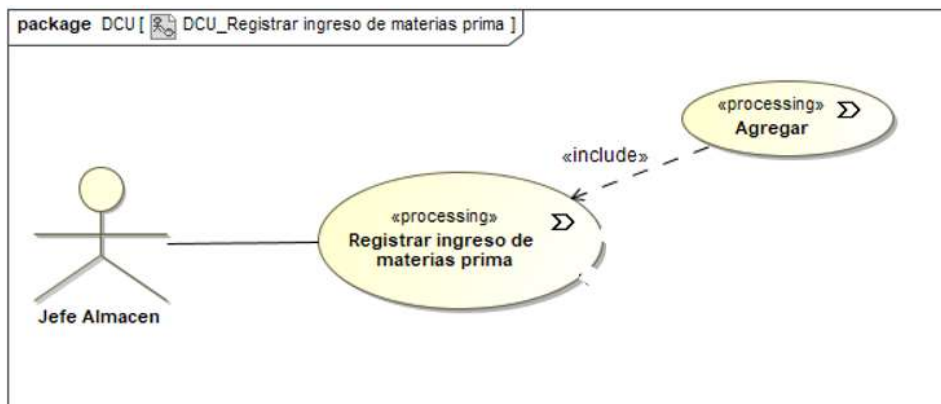
Figura 44. DCU: Administrar materia prima



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.6.8. Registrar ingreso de materia prima

Figura 45. DCU: Registrar ingreso de materia prima

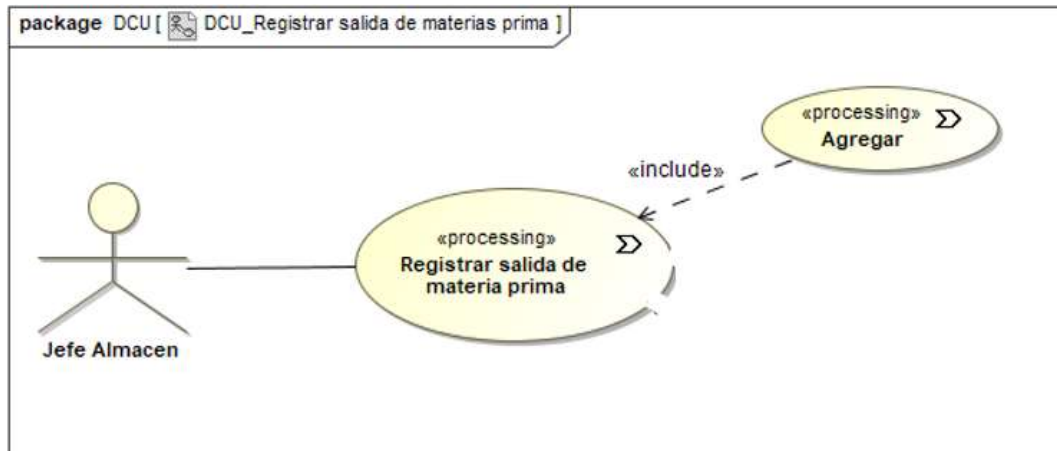


Fuente: Elaboración propia.



### 2.1.6.9. Registrar salida de materia prima

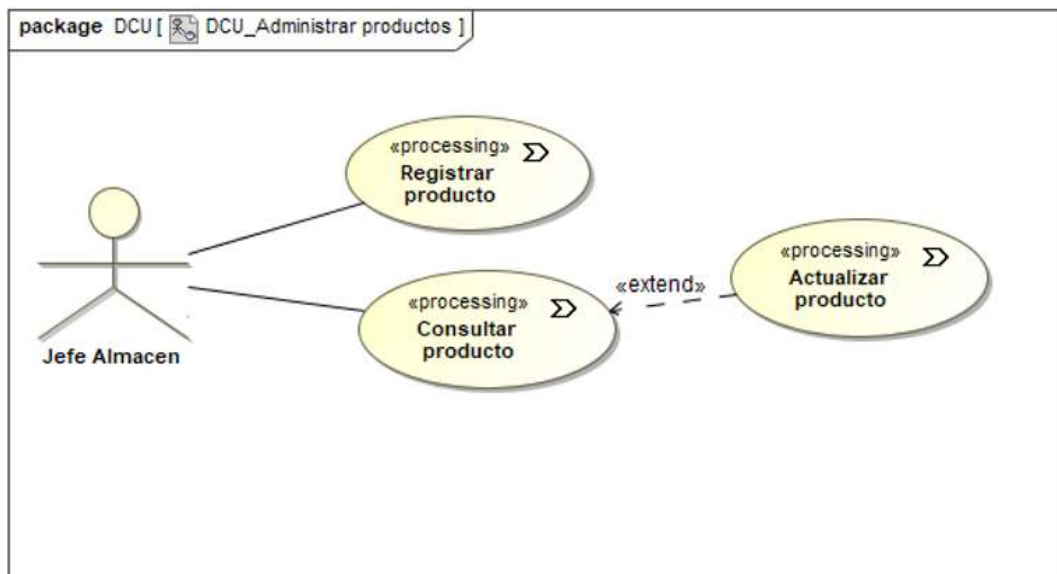
Figura 46. DCU: Registrar salida de materia prima



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.6.10. Administrar producto

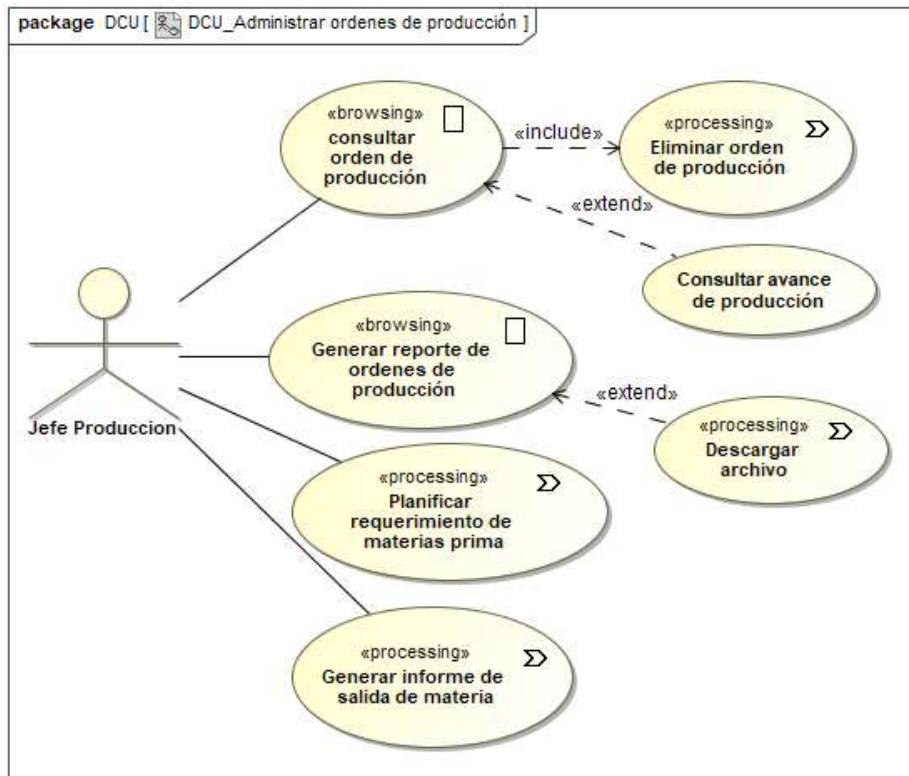
Figura 47. DCU: Administrar producto



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.6.11. Administrar ordenes de producción

Figura 48. DCU: Administrar ordenes de producción



Fuente: Elaboración propia.

## 2.1.7. Especificación de casos de uso

En esta sección, se detallan las especificaciones de cada caso de uso observado en los diagramas de caso de uso anteriores a fin de poder conocer a mayor detalle los actores involucrados, las condiciones para activarlas y el flujo de eventos que sigue cada uno de estos.

### 2.1.7.1. Iniciar sesión

Tabla 66. ECU: Iniciar sesión

Caso de uso	Iniciar sesión	Código de caso de uso	CU01
		Requerimiento funcional	RF01
<b>Actores</b>	Administrador, vendedor, Almacén, Producción		
<b>Breve descripción</b>	Realizar el logueo al sistema dirigiéndoles a sus respectivos módulos dependiendo del rol del usuario.		
<b>Flujo de eventos</b>			
<b>Flujo básico</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario ingresa su usuario y contraseña.	
	2	El usuario da clic en "Ingresar".	
	3	El sistema valida los datos ingresados.	
<b>Flujos alternos</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	3	En caso los datos no son validados, se cancela el acceso y se muestra una ventana emergente con el error sucedido.	
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe estar registrado en la base de datos.		
<b>Postcondiciones</b>	Acceso al sistema.		
<b>Puntos de extensión</b>	<Recuperar contraseña>		

Fuente: Elaboración propia.

## 2.1.7.2. Recuperar contraseña

Tabla 67. ECU: Recuperar contraseña.

Caso de uso	Recuperar contraseña	Código de caso de uso	CU02
		Requerimiento funcional	RF02
<b>Actores</b>	Administrador, vendedor, Producción, Almacén		
<b>Breve descripción</b>	Los usuarios que olvidaron su contraseña pueden solicitar una recuperación de la contraseña mediante el envío de validación para un posterior cambio de la contraseña.		
<b>Flujo de eventos</b>			
<b>Flujo básico</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario ingresa su correo electrónico.	
	2	El usuario da clic en "Enviar código".	
	3	El sistema valida los datos y genera un código de verificación enviado al correo.	
	4	El usuario ingresa una nueva contraseña.	
	5	El usuario da clic en "Guardar cambios".	
<b>Flujos alternos</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	En caso no valida el correo ingresado, se cancela el flujo de eventos y se mostrará una ventana emergente con el error sucedido.	
	4	En caso el código ingresado no coincide, se cancela la acción y se muestra una ventana emergente con el error sucedido.	
<b>Precondiciones</b>	Estar registrado en la base de datos.		
<b>Postcondiciones</b>	La base de datos actualiza los datos del usuario.		
<b>Puntos de extensión</b>	<Enviar código> <Guardar cambios>		

Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.7.3. Configurar perfil

Tabla 68. ECU: Configurar perfil

Caso de uso	Configurar perfil	Código Caso de uso	CU03
		Requerimiento funcional	RF03
<b>Actores</b>	Administrador, vendedor, Producción, Almacén		
<b>Breve descripción</b>	Todos los roles de usuario tendrán un módulo donde podrán actualizar datos de su perfil.		
<b>Flujo de eventos</b>			
<b>Flujo básico</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario ingresa al módulo de configuración.	
	2	El usuario da clic en actualizar contraseña.	
	3	El usuario da clic en “Guardar cambios”.	
	4	El sistema valida los datos actualizados.	
<b>Flujos alternos</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	4	En caso el sistema no valide algún campo actualizado, se notificará mediante una ventana emergente el error para su corrección.	
<b>Precondiciones</b>	Iniciar sesión con su rol de usuario.		
<b>Postcondiciones</b>	La base de datos actualiza los datos del usuario.		
<b>Puntos de extensión</b>	No existe puntos de extensión.		

Fuente: Elaboración propia.

## 2.1.7.4. Registrar usuario

Tabla 69. ECU: Registrar usuario

<b>Caso de uso</b>	<b>Registrar usuario</b>	<b>Código de caso de uso</b>	<b>CU04</b>
		<b>Requerimiento funcional</b>	<b>RF04</b>
<b>Actores</b>	Administrador		
<b>Breve descripción</b>	Realizar el registro de los distintos roles del usuario por parte del administrador para luego notificar a los usuarios creados por correo electrónico.		
<b>Flujo de eventos</b>			
<b>Flujo básico</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario ingresa los datos solicitados.	
	2	El usuario da clic en “registrar usuario”.	
	3	El sistema valida los datos ingresados.	
	4	El sistema notifica por correo a todos los usuarios creados.	
<b>Flujos alternos</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	3	En caso se ingresé algún dato erróneo, el sistema mostrará una ventana emergente con el error sucedido.	
<b>Precondiciones</b>	Iniciar sesión con el rol de usuario “Administrador”		
<b>Postcondiciones</b>	Se registra un nuevo usuario en la base de datos.		
<b>Puntos de extensión</b>	No existe puntos de extensión		

Fuente: Elaboración propia

### 2.1.7.5. Consultar cliente

Tabla 70. ECU: Consultar cliente

Caso de uso	Consultar cliente	Código de caso de uso	CU05
		Requerimiento funcional	RF05
Actores	Vendedor		
Breve descripción	El rol de usuario vendedor puede realizar búsquedas en el sistema para encontrar los datos de un cliente en específico.		
<b>Flujo de eventos</b>			
Flujo básico	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario ingresa al módulo de administrar clientes.	
	2	El usuario ingresa algún dato clave de identificación del cliente.	
	3	El usuario da clic en "Consultar cliente".	
	4	El sistema consulta los datos con la base de datos.	
	5	El sistema muestra los datos solicitados al usuario.	
Flujos alternos	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	4	En caso el sistema no encuentre al usuario en la base de datos, se le notificará mediante una ventana emergente el error sucedido.	
Precondiciones	Iniciar sesión con el rol de usuario "vendedor".		
Postcondiciones	No existe post condición.		
Puntos de extensión	<Modificar datos> <Eliminar cliente>		

Fuente: Elaboración propia.

## 2.1.7.6. Registrar cliente

Tabla 71. ECU: Registrar cliente

Caso de uso	Registrar cliente	Código de caso de uso	CU06
		Requerimiento funcional	RF05
<b>Actores</b>	Vendedor		
<b>Breve descripción</b>	El rol de usuario vendedor puede realizar el registro de nuevos clientes en el sistema.		
<b>Flujo de eventos</b>			
<b>Flujo básico</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario ingresa al módulo de administrar clientes.	
	2	El usuario ingresa en “registrar nuevo cliente”.	
	3	El usuario registra los datos solicitados.	
	4	El sistema valida los datos con la base de datos.	
	5	El sistema muestra una ventana emergente con la confirmación del registro.	
<b>Flujos alternos</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	4	En caso el sistema no encuentre al usuario en la base de datos, se le notificará mediante una ventana emergente el error sucedido.	
<b>Precondiciones</b>	Iniciar sesión con el rol de usuario “vendedor”.		
<b>Postcondiciones</b>	Se registra un nuevo cliente en la base de datos.		
<b>Puntos de extensión</b>	No existe puntos de extensión.		

Fuente: Elaboración propia.



## 2.1.7.7. Modificar cliente

Tabla 72. ECU: Modificar cliente

Caso de uso	Modificar cliente	Código de caso de uso	CU07
		Requerimiento funcional	RF05
Actores	Vendedor		
Breve descripción	El rol de usuario vendedor puede realizar la modificación de algún dato del cliente registrado previa consulta.		
<b>Flujo de eventos</b>			
Flujo básico	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario modifica los datos pertinentes.	
	2	El sistema valida los datos con la base de datos.	
	3	El sistema muestra una ventana emergente con la confirmación de la modificación.	
Flujos alternos	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	2	En caso no valida algún dato, se mostrará una ventana emergente con el error sucedido.	
Precondiciones	Iniciar sesión con el rol de usuario “vendedor”. Realizar la consulta de cliente (CU07).		
Postcondiciones	Se actualiza los datos de cliente en la base de datos.		
Puntos de extensión	No existe puntos de extensión.		

Fuente: Elaboración propia.

## 2.1.7.8. Eliminar cliente

Tabla 73. ECU: Eliminar cliente

<b>Caso de uso</b>	<b>Eliminar cliente</b>	<b>Código de caso de uso</b>	<b>CU08</b>
		<b>Requerimiento funcional</b>	<b>RF05</b>
<b>Actores</b>	Vendedor		
<b>Breve descripción</b>	El rol de usuario vendedor puede realizar la eliminación de algún cliente registrado previa consulta.		
<b>Flujo de eventos</b>			
<b>Flujo básico</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario da clic en “Eliminar usuario”.	
	2	El sistema muestra una ventana emergente solicitando la comprobación de la opción.	
	3	El usuario confirma la acción.	
	4	El sistema muestra una confirmación mediante una ventana emergente.	
<b>Flujos alternos</b>	No existe ningún flujo alternativo.		
<b>Precondiciones</b>	Iniciar sesión con el rol de usuario “vendedor”. Realizar la consulta de cliente (CU07).		
<b>Postcondiciones</b>	Se elimina el cliente de la base de datos.		
<b>Puntos de extensión</b>	No existe puntos de extensión.		

Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.7.9. Consultar pedido

Tabla 74. ECU: Consultar pedido

<b>Caso de uso</b>	<b>Consultar pedido</b>	<b>Código de caso de uso</b>	<b>CU09</b>
		<b>Requerimiento funcional</b>	<b>RF06</b>
<b>Actores</b>	Vendedor		
<b>Breve descripción</b>	Los usuarios pueden realizar la búsqueda de los pedidos registrados en la base de datos.		
<b>Flujo de eventos</b>			
<b>Flujo básico</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario ingresa algún dato clave de identificación del pedido.	
	2	El usuario da clic en "Consultar pedido".	
	3	El sistema consulta los datos en la base de datos.	
	4	El sistema muestra los datos solicitados al usuario.	
<b>Flujos alternos</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	3	En caso el sistema no encuentre el pedido en la base de datos, se muestra una ventana emergente con el error.	
<b>Precondiciones</b>	Estar logueado en el sistema. Ingresar al módulo de administrar pedidos.		
<b>Postcondiciones</b>	No existe ninguna post condición.		
<b>Puntos de extensión</b>	<Eliminar pedido> <Modificar pedido>		

Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.7.10. Crear nuevo pedido

Tabla 75. ECU: Crear nuevo pedido

<b>Caso de uso</b>	<b>Crear nuevo pedido</b>	<b>Código de caso de uso</b>	<b>CU10</b>
		<b>Requerimiento funcional</b>	<b>RF06</b>
<b>Actores</b>	Vendedor		
<b>Breve descripción</b>	El rol de usuario vendedor puede realizar el registro de nuevos pedidos relacionándolo con un cliente.		
<b>Flujo de eventos</b>			
<b>Flujo básico</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario ingresa en “crear nuevo pedido”.	
	2	El usuario relaciona el pedido con el cliente.	
	3	El sistema valida la relación con la base de datos.	
	4	El usuario registra los detalles del pedido.	
	5	El sistema muestra una ventana emergente con la confirmación del registro.	
<b>Flujos alternos</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	2	En caso el cliente no se encuentre registrado, el usuario podrá realizar el registro del cliente.	
<b>Precondiciones</b>	Iniciar sesión con el rol de usuario “vendedor”. Ingresar al módulo de administrar pedidos.		
<b>Postcondiciones</b>	Se registra el nuevo pedido en la base de datos.		
<b>Puntos de extensión</b>	No existe puntos de extensión.		

Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.7.11. Modificar pedido

Tabla 76. ECU: Modificar pedido

Caso de uso	Modificar pedido	Código de caso de uso	CU11
		Requerimiento funcional	RF06
Actores	Vendedor		
Breve descripción	El rol de usuario vendedor puede realizar la modificación del detalle del pedido registrado previa consulta.		
<b>Flujo de eventos</b>			
Flujo básico	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario modifica los datos pertinentes.	
	2	El sistema valida los datos con la base de datos.	
	3	El sistema muestra una ventana emergente con la confirmación de la modificación.	
Flujos alternos	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	2	En caso no valida algún dato, se mostrará una ventana emergente con el error sucedido.	
Precondiciones	Iniciar sesión con el rol de usuario "vendedor". Realizar la consulta del pedido (CU10).		
Postcondiciones	Se actualiza los detalles del pedido en la base de datos.		
Puntos de extensión	No existe puntos de extensión.		

Fuente: Elaboración propia.

## 2.1.7.12. Eliminar pedido

Tabla 77. ECU: Eliminar pedido

Caso de uso	Eliminar pedido	Código de caso de uso	CU13
		Requerimiento funcional	RF06
Actores	Vendedor		
Breve descripción	El rol de usuario vendedor puede realizar la eliminación de un pedido registrado previa consulta.		
<b>Flujo de eventos</b>			
Flujo básico	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario da clic en “Eliminar pedido”.	
	2	El sistema muestra una ventana emergente solicitando la comprobación de la opción.	
	3	El usuario confirma la acción.	
	4	El sistema muestra una confirmación mediante una ventana emergente.	
Flujos alternos	No existe ningún flujo alternativo.		
Precondiciones	Iniciar sesión con el rol de usuario “vendedor”. Realizar la consulta de pedido (CU10).		
Postcondiciones	Se elimina el pedido de la base de datos.		
Puntos de extensión	No existe puntos de extensión.		

Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.7.13. Consultar materia prima

Tabla 78. ECU: Consultar materia prima

Caso de uso	Consultar materia prima	Código de caso de uso	CU14
		Requerimiento funcional	RF07
Actores	Almacén		
Breve descripción	El usuario puede realizar la búsqueda de la materia prima registrada con los detalles de datos y otros relacionados en la base de datos.		
<b>Flujo de eventos</b>			
Flujo básico	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario ingresa algún dato clave de identificación de la materia prima.	
	2	El usuario da clic en “Consultar materia prima”.	
	3	El sistema consulta los datos en la base de datos.	
	4	El sistema muestra los datos solicitados al usuario.	
Flujos alternos	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	3	En caso el sistema no encuentre la consulta en la base de datos, se muestra un mensaje de error al usuario.	
Precondiciones	Estar logueado en el sistema. Ingresar al módulo de administrar materia prima.		
Postcondiciones	No existe ninguna post condición.		
Puntos de extensión	<Modificar datos de materia prima> <Eliminar materia prima>		

Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.7.14. Registrar materia prima

Tabla 79. ECU: Registrar materia prima

<b>Caso de uso</b>	<b>Registrar materia prima</b>	<b>Código de caso de uso</b>	<b>CU15</b>
		<b>Requerimiento funcional</b>	<b>RF07</b>
<b>Actores</b>	Almacén		
<b>Breve descripción</b>	El rol de usuario “Almacén” puede realizar el registro de nueva materia prima.		
<b>Flujo de eventos</b>			
<b>Flujo básico</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario ingresa en “registrar nueva materia prima”.	
	2	El usuario ingresa los detalles de la nueva materia.	
	3	El usuario da clic en “registrar”.	
	4	El sistema valida los datos ingresados.	
	5	El sistema muestra una ventana emergente con la confirmación del registro.	
<b>Flujos alternos</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	4	En caso exista algún error en la comprobación de datos, se le enviará un mensaje de error al usuario.	
<b>Precondiciones</b>	Iniciar sesión con el rol de usuario “Almacén”. Ingresar al módulo de administrar materia prima.		
<b>Postcondiciones</b>	Se registra la materia prima en la base de datos.		
<b>Puntos de extensión</b>			

Fuente: Elaboración propia.



### 2.1.7.15. Modificar datos de materia prima

Tabla 80. ECU: Modificar datos de materia prima

Caso de uso	Modificar datos de materia prima	Código de caso de uso	CU16
		Requerimiento funcional	RF07
<b>Actores</b>	Almacén		
<b>Breve descripción</b>	El usuario puede realizar la modificación del detalle de la materia prima registrada previa consulta.		
<b>Flujo de eventos</b>			
<b>Flujo básico</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario modifica los datos pertinentes.	
	2	El sistema valida los datos con la base de datos.	
	3	El sistema muestra una ventana emergente con la confirmación de la modificación.	
<b>Flujos alternos</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	2	En caso no valida algún dato, se mostrará una ventana emergente con el error sucedido.	
<b>Precondiciones</b>	Iniciar sesión con el rol de usuario "Almacén". Realizar la consulta de la materia prima (CU14).		
<b>Postcondiciones</b>	Se actualiza los detalles de la materia prima en la base de datos.		
<b>Puntos de extensión</b>	No existe puntos de extensión.		

Fuente: Elaboración propia.

## 2.1.7.16. Eliminar materia prima

Tabla 81. ECU: Eliminar materia prima

Caso de uso	Eliminar materia prima	Código de caso de uso	CU17
		Requerimiento funcional	RF07
<b>Actores</b>	Almacén		
<b>Breve descripción</b>	El usuario puede realizar la eliminación de la materia prima previa consulta.		
<b>Flujo de eventos</b>			
<b>Flujo básico</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario da clic en “Eliminar”.	
	2	El sistema muestra una ventana emergente solicitando la comprobación de la opción.	
	3	El usuario confirma la acción.	
	4	El sistema muestra una confirmación mediante una ventana emergente.	
<b>Flujos alternos</b>	No existe ningún flujo alternativo.		
<b>Precondiciones</b>	Iniciar sesión con el rol de usuario “Almacén”. Realizar la consulta de materia prima (CU14).		
<b>Postcondiciones</b>	Se elimina la materia prima de la base de datos.		
<b>Puntos de extensión</b>	No existe puntos de extensión.		

Fuente: Elaboración propia.

## 2.1.7.17. Registrar ingreso de materia prima

Tabla 82. ECU: Registrar ingreso de materia prima

Caso de uso	Registrar ingreso de materia prima	Código de caso de uso	CU18
		Requerimiento funcional	RF08
Actores	Almacén		
Breve descripción	El usuario puede realizar el ingreso de la materia prima.		
<b>Flujo de eventos</b>			
Flujo básico	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario da clic en “registrar ingreso”.	
	2	El usuario ingresa la cantidad de materia prima.	
	3	El usuario ingresa los detalles requeridos.	
	4	El sistema valida los datos ingresados.	
5	El sistema muestra una ventana emergente con la confirmación del ingreso.		
Flujos alternos	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	4	En caso exista algún error en la comprobación de datos, se le notificará mediante un mensaje de error al usuario.	
Precondiciones	Iniciar sesión con el rol de usuario “Almacén”. Ingresar al módulo de registrar ingreso de materia prima.		
Postcondiciones	Se registra el ingreso de la materia prima en la base de datos.		
Puntos de extensión	<<agregar>>		

Fuente: Elaboración propia.

## 2.1.7.18. Registrar salida de materia prima

Tabla 83. ECU: Registrar salida de materia prima

Caso de uso	Registrar salida de materia prima	Código de caso de uso	CU19
		Requerimiento funcional	RF09
<b>Actores</b>	Almacén		
<b>Breve descripción</b>	El usuario realiza el retiro de una cantidad de materia prima.		
<b>Flujo de eventos</b>			
<b>Flujo básico</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario da clic en “registrar salida”.	
	2	El usuario ingresa la cantidad de materia prima a retirar.	
	3	El sistema valida la cantidad.	
	4	El sistema muestra una ventana emergente con la confirmación de la operación.	
<b>Flujos alternos</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	3	En caso se solicite mayor cantidad de la existente, se notificará al usuario del error.	
<b>Precondiciones</b>	Iniciar sesión con el rol de usuario “Almacén”. Ingresar al módulo de registrar salida materia prima.		
<b>Postcondiciones</b>	Se actualiza la cantidad de materia prima en la base de datos.		
<b>Puntos de extensión</b>	<<agregar>>		

Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.7.19. Consultar producto

Tabla 84. ECU: Consultar producto

Caso de uso	Consultar producto	Código de caso de uso	CU20
		Requerimiento funcional	RF10
<b>Actores</b>	Almacén		
<b>Breve descripción</b>	El usuario puede realizar la búsqueda de los productos registrados en la base de datos.		
<b>Flujo de eventos</b>			
<b>Flujo básico</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario ingresa algún dato clave de identificación del producto.	
	2	El usuario da clic en “consultar producto”.	
	3	El sistema consulta los datos en la base de datos.	
	4	El sistema muestra los datos solicitados al usuario.	
<b>Flujos alternos</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	3	En caso el sistema no encuentre la consulta en la base de datos, se muestra un mensaje de error al usuario.	
<b>Precondiciones</b>	Estar logueado en el sistema. Ingresar al módulo de administrar productos		
<b>Postcondiciones</b>	No existe ninguna post condición.		
<b>Puntos de extensión</b>	No existe puntos de extensión.		

Fuente: Elaboración propia.

## 2.1.7.20. Registrar producto

Tabla 85. ECU: Registrar producto

Caso de uso	Registrar producto	Código de caso de uso	CU21
		Requerimiento funcional	RF10
<b>Actores</b>	Almacén		
<b>Breve descripción</b>	El usuario puede realizar el registro de nuevos productos en la base de datos.		
<b>Flujo de eventos</b>			
<b>Flujo básico</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario da clic en “registrar nuevo producto”.	
	2	El usuario ingresa los detalles del nuevo producto	
	3	El usuario da clic en “registrar”.	
	4	El sistema valida los datos ingresados.	
5	El sistema muestra una ventana emergente con la confirmación del registro.		
<b>Flujos alternos</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	4	En caso exista algún error en la comprobación de datos, se le enviará un mensaje de error al usuario.	
<b>Precondiciones</b>	Iniciar sesión con el rol de usuario “Almacén”. Ingresar al módulo de administrar productos.		
<b>Postcondiciones</b>	Se registra el nuevo producto en la base de datos.		
<b>Puntos de extensión</b>	No existe puntos de extensión.		

Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.7.21. Actualizar producto

Tabla 86. ECU: Actualizar producto

Caso de uso	Actualizar producto	Código de caso de uso	CU22
		Requerimiento funcional	RF10
Actores	Almacén		
Breve descripción	El usuario puede realizar la actualización de la cantidad de productos existentes en la base de datos previa consulta.		
<b>Flujo de eventos</b>			
Flujo básico	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario modifica la cantidad de productos.	
	2	El usuario da clic “actualizar”.	
	3	El sistema muestra una ventana emergente con la confirmación de la cantidad actualizada.	
Flujos alternos	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	2	En caso se ingrese una cantidad de datos no permitida se notificará al usuario el error.	
Precondiciones	Realizar el inicio de sesión en el sistema. Realizar la consulta de los productos (CU20).		
Postcondiciones	Se actualiza la cantidad de productos en la base de datos.		
Puntos de extensión	No existe puntos de extensión.		

Fuente: Elaboración propia.

## 2.1.7.22. Consultar orden de producción

Tabla 87. ECU: Consultar orden de producción

Caso de uso	Consultar orden de producción	Código de caso de uso	CU23
		Requerimiento funcional	RF11
<b>Actores</b>	Producción		
<b>Breve descripción</b>	El usuario puede realizar la búsqueda de las ordenes de producción generadas en la base de datos.		
<b>Flujo de eventos</b>			
<b>Flujo básico</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario ingresa algún dato clave de identificación de la orden de producción	
	2	El usuario da clic en “consultar orden”.	
	3	El sistema consulta los datos en la base de datos.	
	4	El sistema muestra los datos solicitados al usuario.	
<b>Flujos alternos</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	3	En caso el sistema no encuentre la consulta en la base de datos, se muestra un mensaje de error al usuario.	
<b>Precondiciones</b>	Estar logueado en el sistema. Ingresar al módulo de control de producción.		
<b>Postcondiciones</b>	No existe ninguna post condición.		
<b>Puntos de extensión</b>	<<eliminar orden de producción>> <<consultar producción>>		

Fuente: Elaboración propia.



### 2.1.7.23. Eliminar orden de producción

Tabla 88. ECU: Eliminar orden de producción

Caso de uso	Eliminar orden de producción	Código de caso de uso	CU24
		Requerimiento funcional	RF11
<b>Actores</b>	Producción		
<b>Breve descripción</b>	El usuario puede realizar la eliminación de la orden de producción previa consulta en la base de datos.		
<b>Flujo de eventos</b>			
<b>Flujo básico</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario da clic en “eliminar”.	
	2	El sistema muestra una ventana emergente solicitando la comprobación de la opción.	
	3	El usuario da clic en “confirmar”.	
4	El sistema muestra una confirmación de la eliminación mediante una ventana emergente.		
<b>Flujos alternos</b>	No existe ningún flujo alternativo.		
<b>Precondiciones</b>	Iniciar sesión con el rol de usuario “Producción”. Realizar la consulta de orden de producción (CU23).		
<b>Postcondiciones</b>	Se elimina la orden de producción de la base de datos.		
<b>Puntos de extensión</b>	No existe puntos de extensión.		

Fuente: Elaboración propia.

## 2.1.7.24. Consultar avance de producción

Tabla 89. ECU: Generar orden de producción

Caso de uso	Consultar avance de producción	Código de caso de uso	CU25
		Requerimiento funcional	RF11
<b>Actores</b>	Producción		
<b>Breve descripción</b>	El usuario puede realizar la consulta del avance de producción en la base de datos.		
<b>Flujo de eventos</b>			
<b>Flujo básico</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario ingresa algún dato clave de identificación del control de la producción.	
	2	El usuario da clic en “consultar avance”.	
	3	El sistema consulta los datos en la base de datos.	
	4	El sistema muestra los datos solicitados al usuario.	
<b>Flujos alternos</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	3	En caso el sistema no encuentre la consulta en la base de datos, se muestra un mensaje de error al usuario.	
<b>Precondiciones</b>	Estar logueado en el sistema. Ingresar al módulo de control de producción.		
<b>Postcondiciones</b>	No existe ninguna post condición.		
<b>Puntos de extensión</b>	No existe puntos de extensión.		

Fuente: Elaboración propia.

## 2.1.7.25. Planificar requerimiento de materia

Tabla 90. ECU: Planificar requerimiento de materia

<b>Caso de uso</b>	<b>Planificar requerimiento de materia</b>	<b>Código de caso de uso</b>	<b>CU26</b>
		<b>Requerimiento funcional</b>	<b>RF12</b>
<b>Actores</b>	Producción		
<b>Breve descripción</b>	El usuario puede realizar la planificación de los materiales necesarios para la producción.		
<b>Flujo de eventos</b>			
<b>Flujo básico</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	1	El usuario da clic en “planificar requerimiento de materia”.	
	2	El sistema procesa la cantidad del pedido por la materia necesaria.	
	3	El usuario valida los requerimientos de materia.	
<b>Flujos alternos</b>	<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	
	2	En caso exista algún error en la comprobación de datos, se le enviará un mensaje de error al usuario.	
<b>Precondiciones</b>	Iniciar sesión con el rol de usuario “Producción”. Ingresar al módulo de administrar orden de producción.		
<b>Postcondiciones</b>	Realizar la consulta de orden de producción (CU23). Se actualiza la cantidad de materia prima en la base de datos.		
<b>Puntos de extensión</b>			

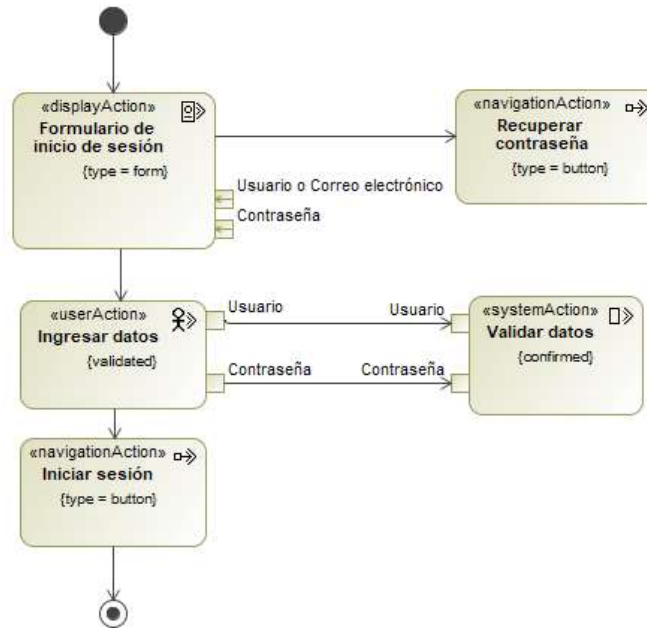
Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.8. Diagrama de actividades

En esta sección se muestran los diagramas de actividades relacionados a cada caso de uso del sistema identificado anteriormente a fin de poder ver a detalle el flujo de actividades a seguir en el sistema.

#### 2.1.8.1. Iniciar sesión

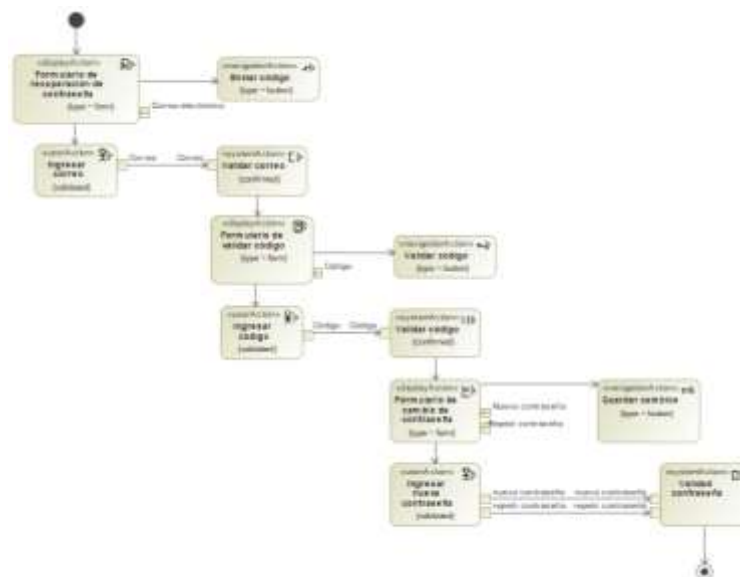
Figura 49. DA: Iniciar sesión



Fuente: Elaboración propia.

#### 2.1.8.2. Recuperar contraseña

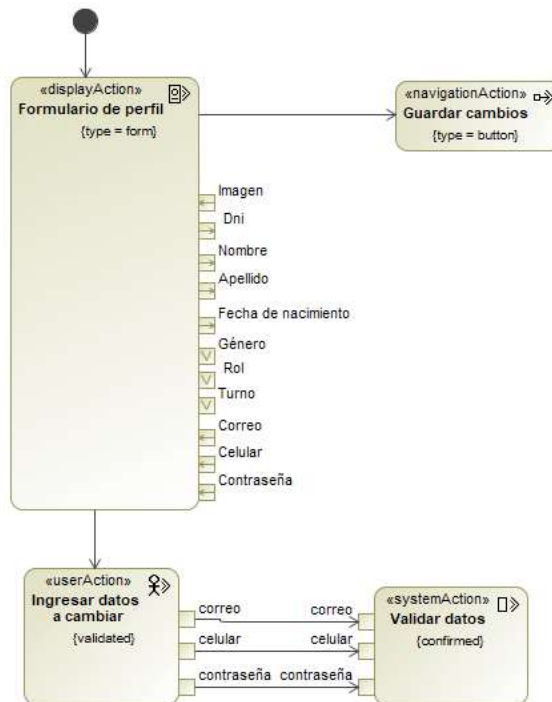
Figura 50. DA: Recuperar contraseña



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.8.3. Configurar perfil

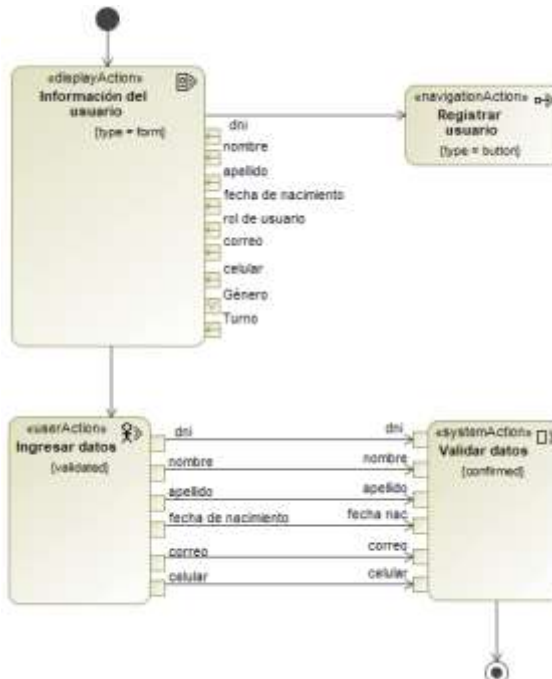
Figura 51. DA: Configurar perfil



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.8.4. Registrar usuario

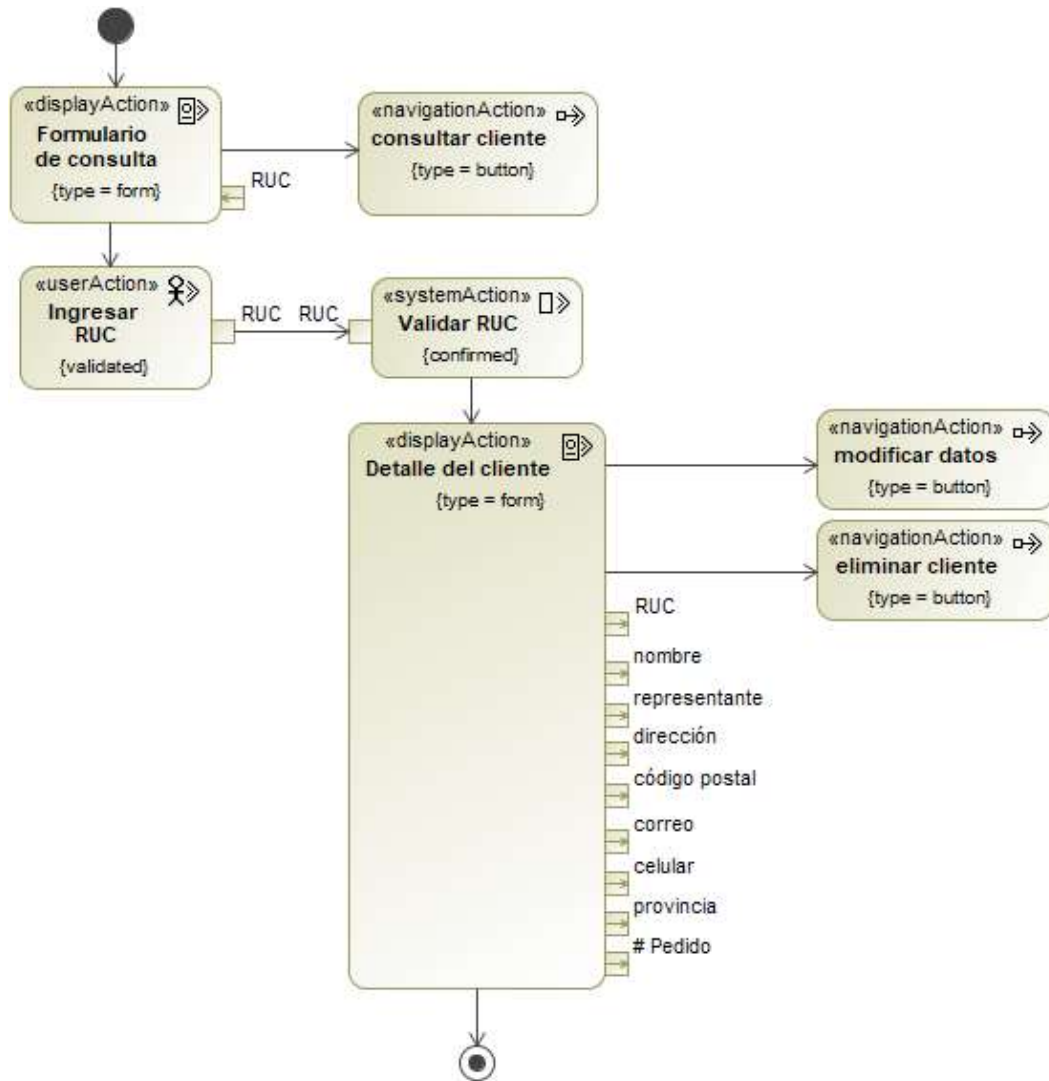
Figura 52. DA: Registrar usuario



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.8.5. Consultar cliente

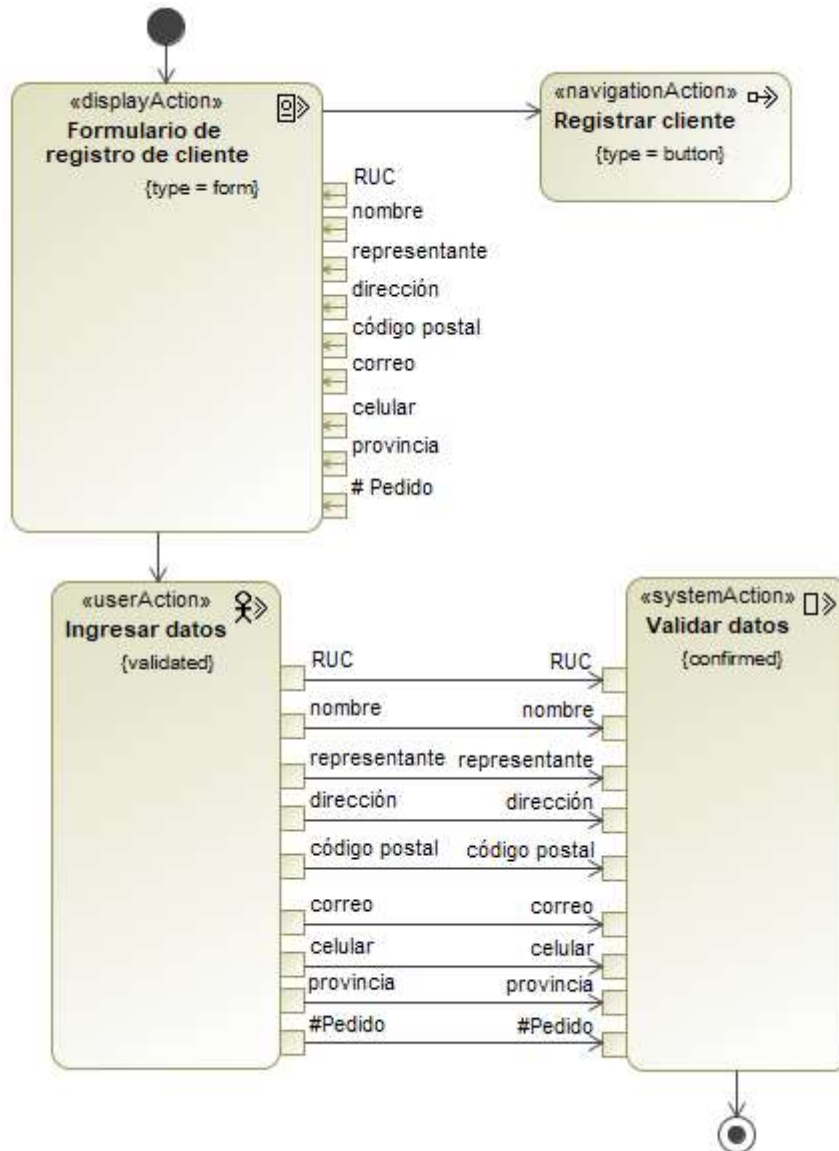
Figura 53. DA: Consultar cliente



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.8.6. Registrar cliente

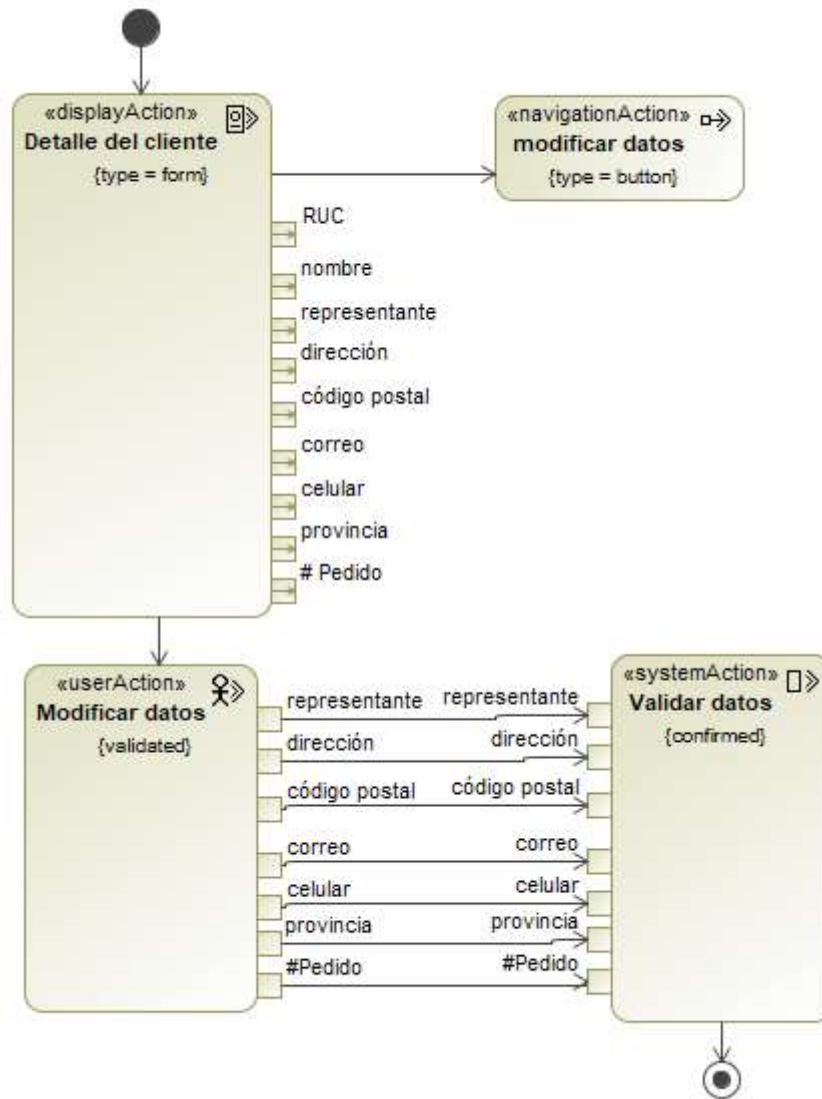
Figura 54. DA: Registrar cliente



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.8.7. Modificar cliente

Figura 55. DA: Modificar cliente

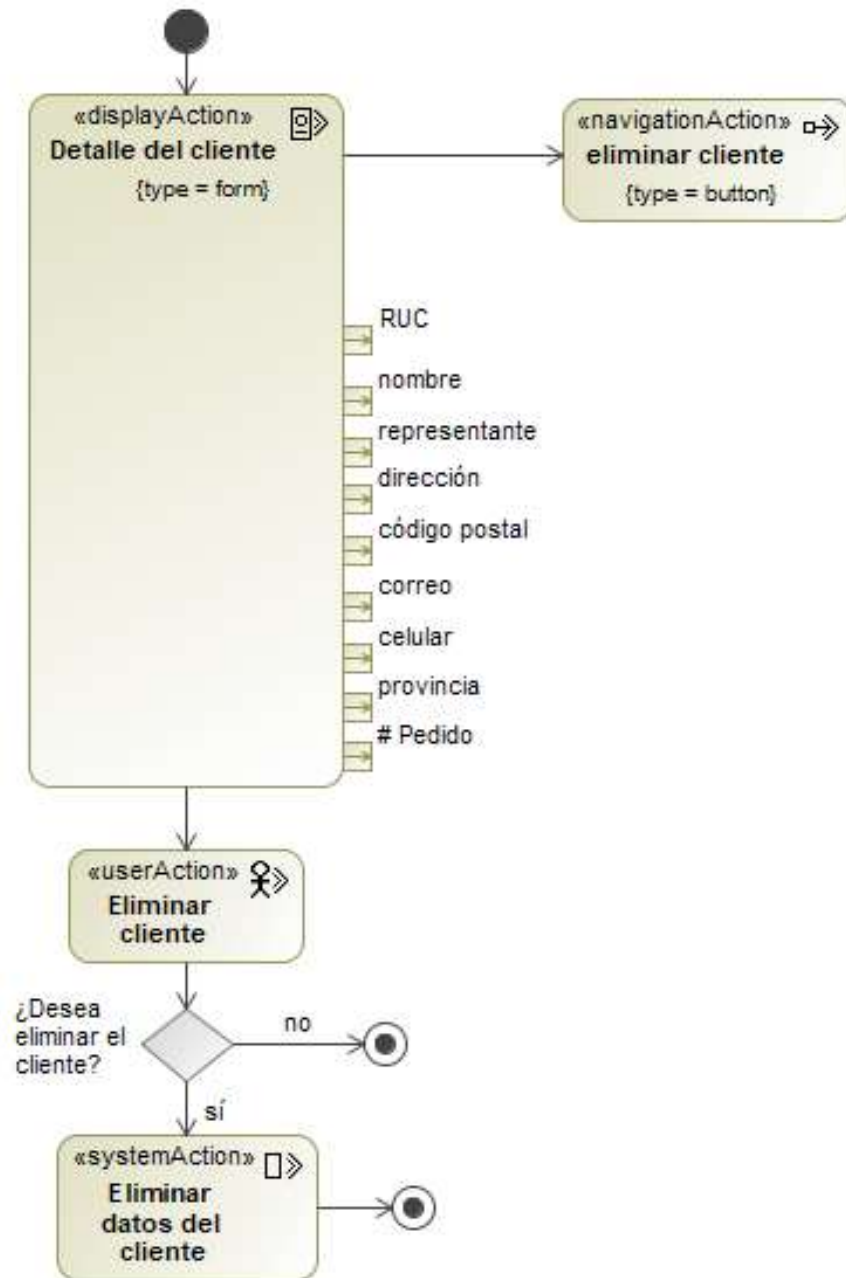


Fuente: Elaboración propia.



### 2.1.8.8. Eliminar cliente

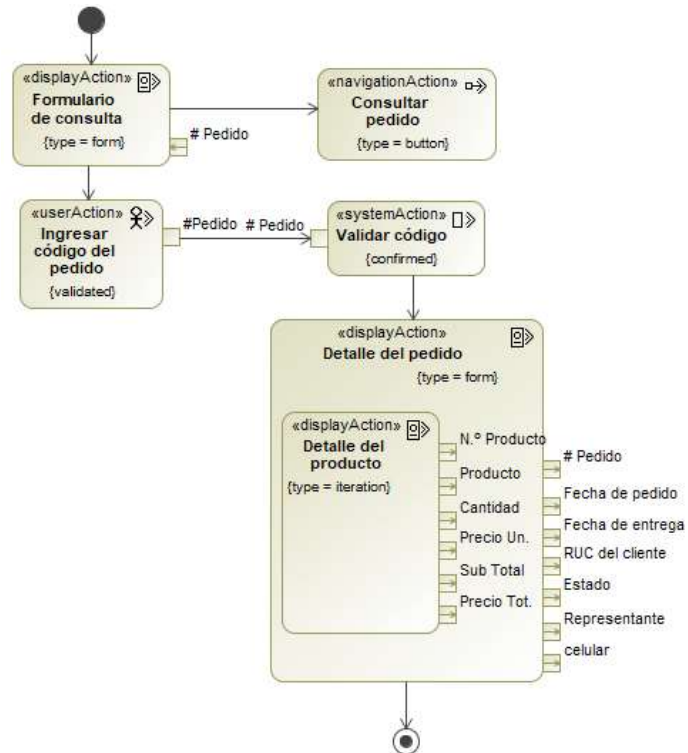
Figura 56. DA: Eliminar cliente



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.8.9. Consultar pedido

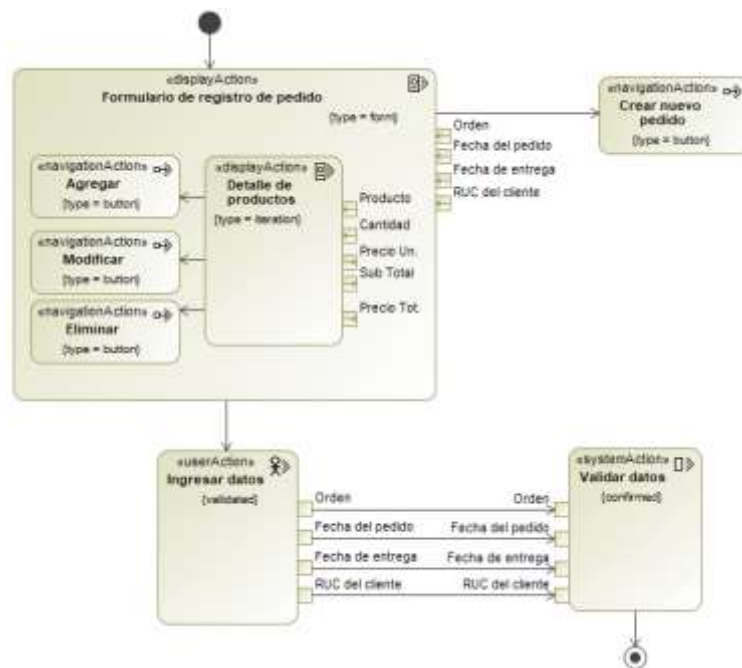
Figura 57. DA: Consultar pedido



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.8.10. Crear nuevo pedido

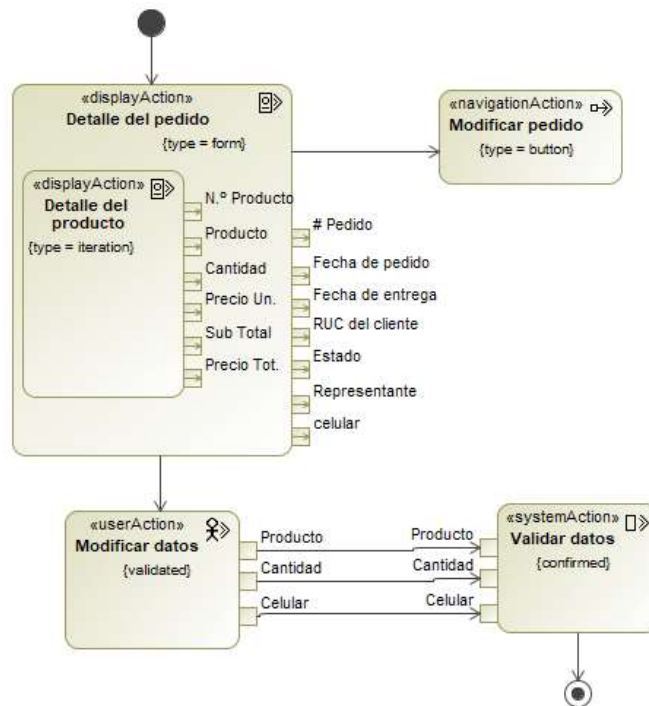
Figura 58. DA: Crear nuevo pedido



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.8.11. Modificar pedido

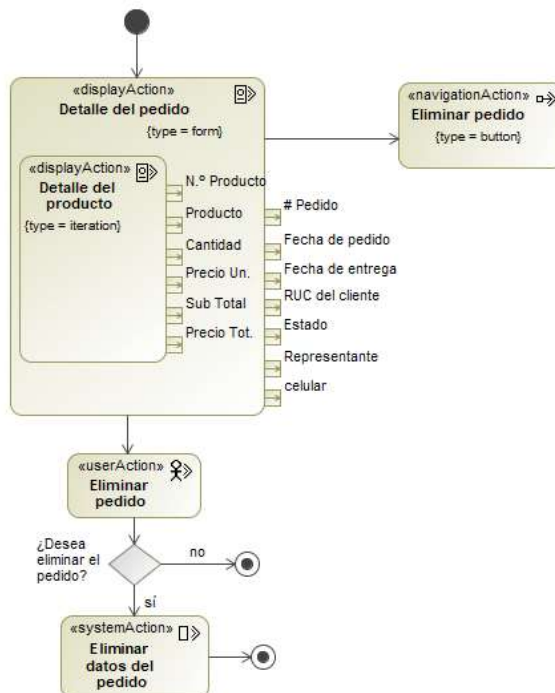
Figura 59. DA: Modificar pedido



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.8.12. Eliminar pedido

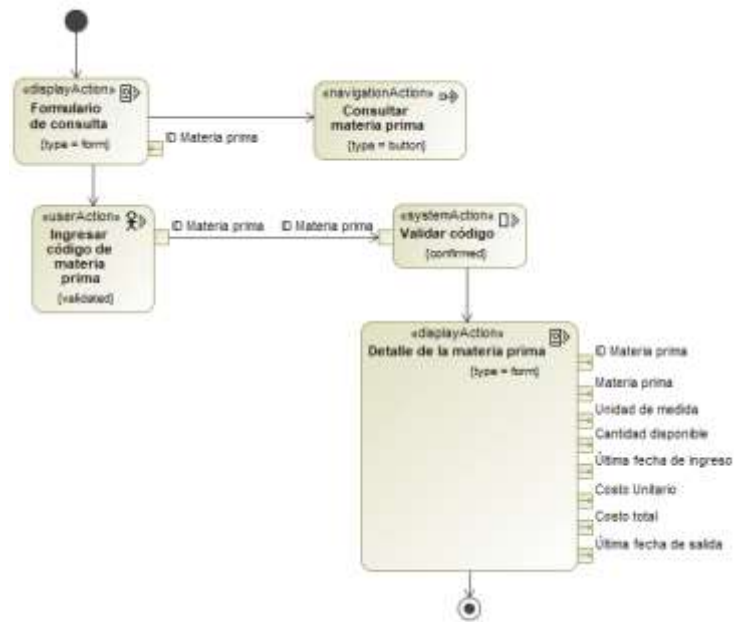
Figura 60. DA: Eliminar pedido



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.8.13. Consultar materia prima

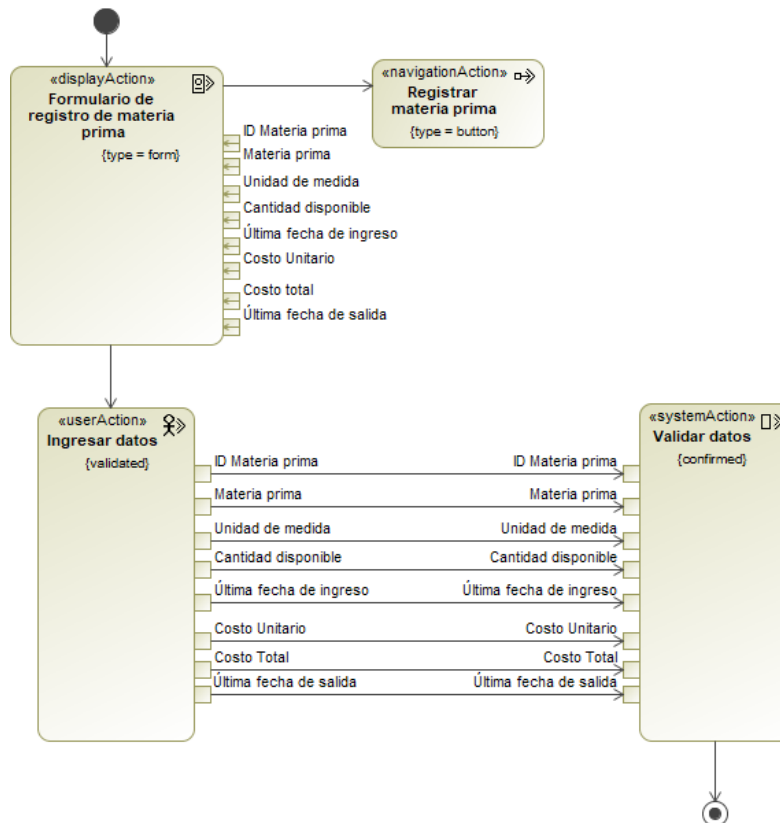
Figura 61. DA: Consultar materia prima



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.8.14. Registrar materia prima

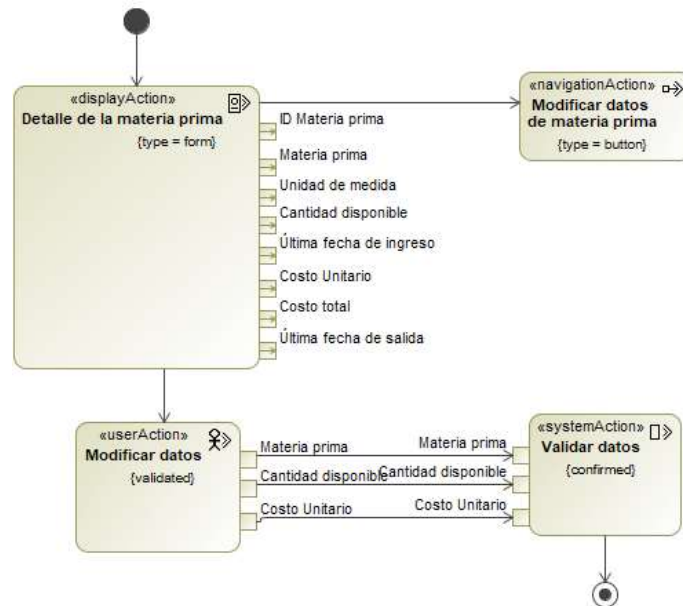
Figura 62. DA: Registrar materia prima



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.8.15. Modificar datos de materia prima

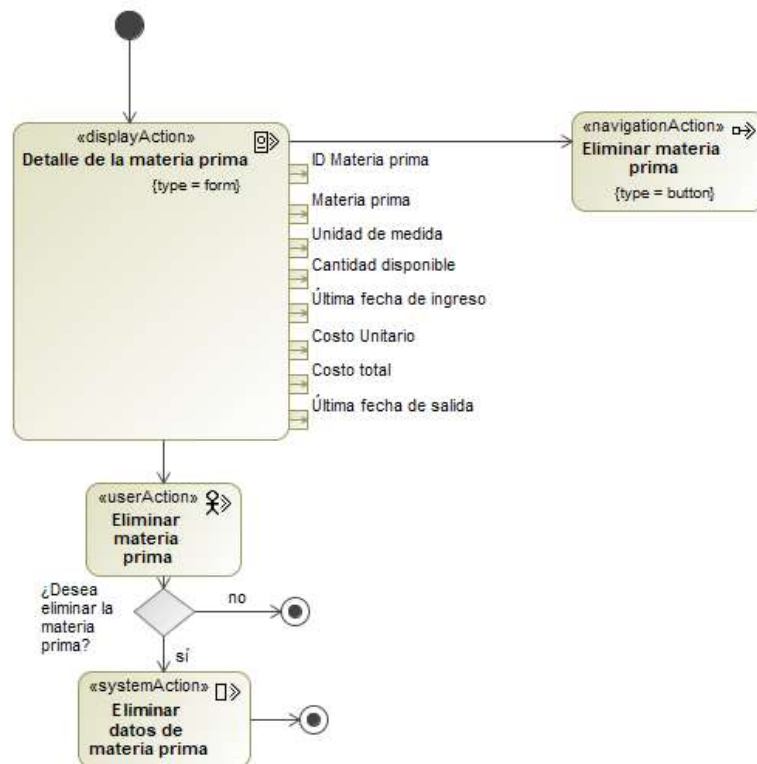
Figura 63. DA: Modificar datos de materia prima



Fuente: Elaboración propia

### 2.1.8.16. Eliminar materia prima

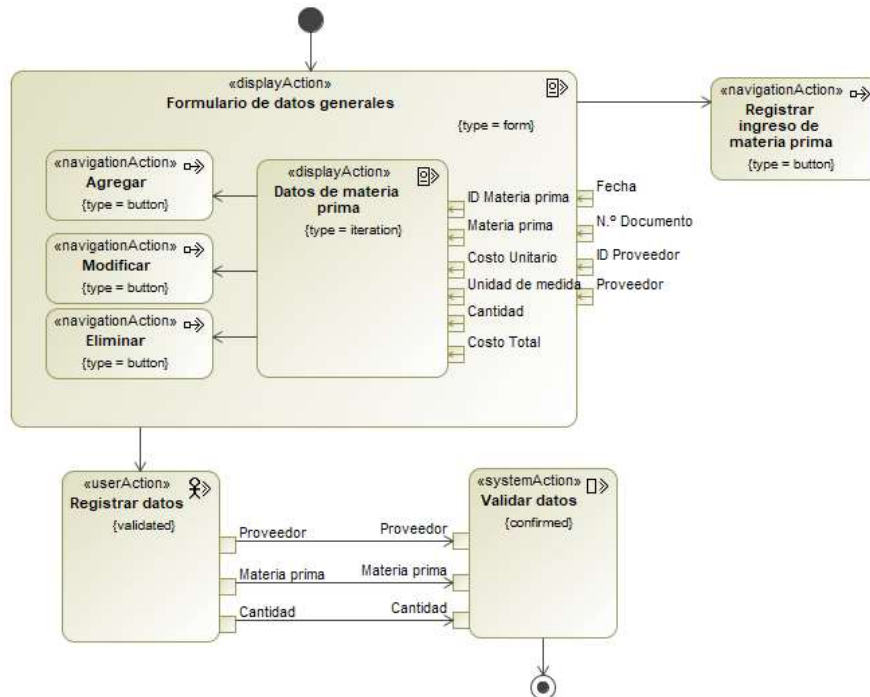
Figura 64. DA: Eliminar materia prima



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.8.17. Registrar ingreso de materia prima

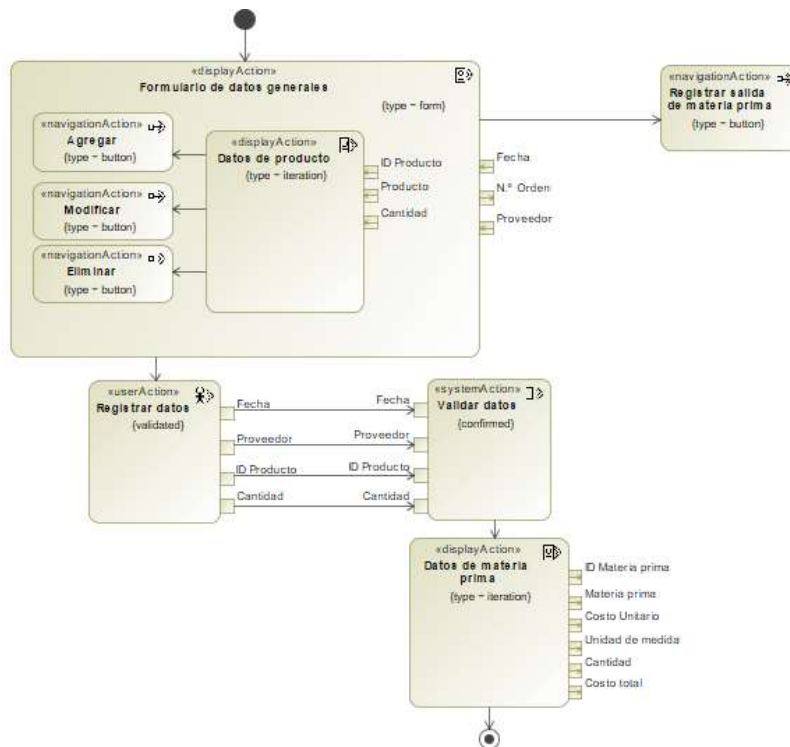
Figura 65. DA: Registrar ingreso de materia prima.



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.8.18. Registrar salida de materia prima

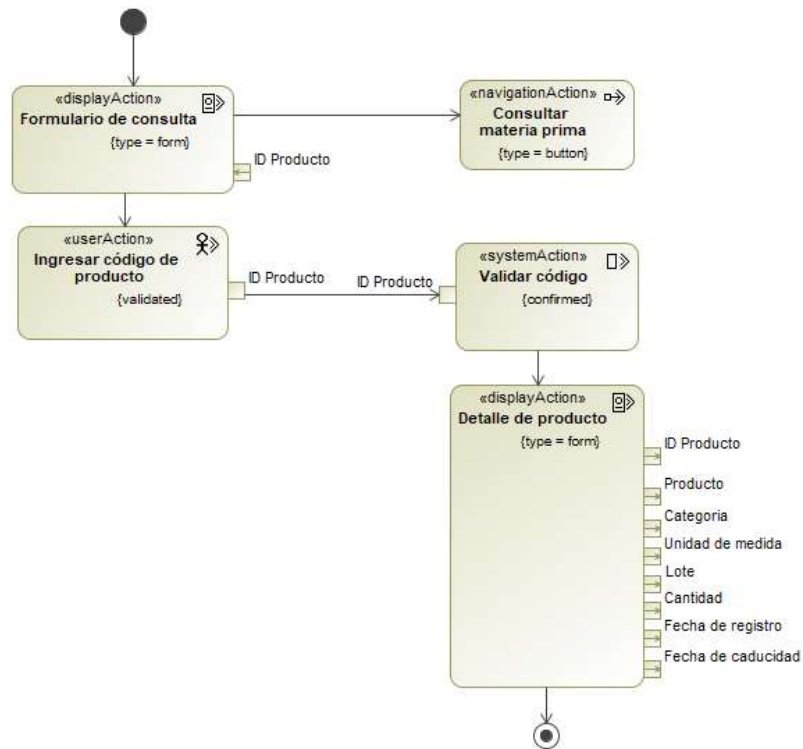
Figura 66. DA: Registrar salida de materia prima



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.8.19. Consultar producto

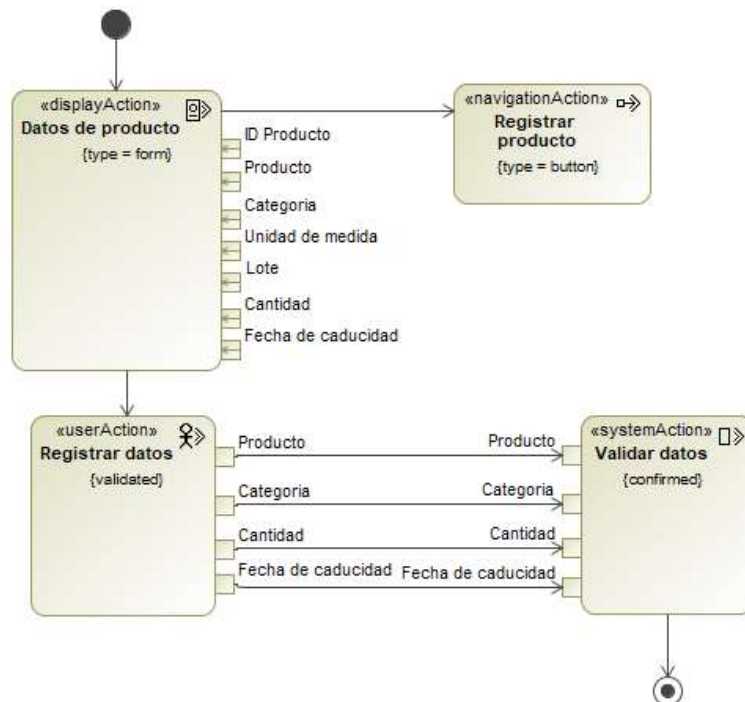
Figura 67. DA: Consultar producto



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.8.20. Registrar producto

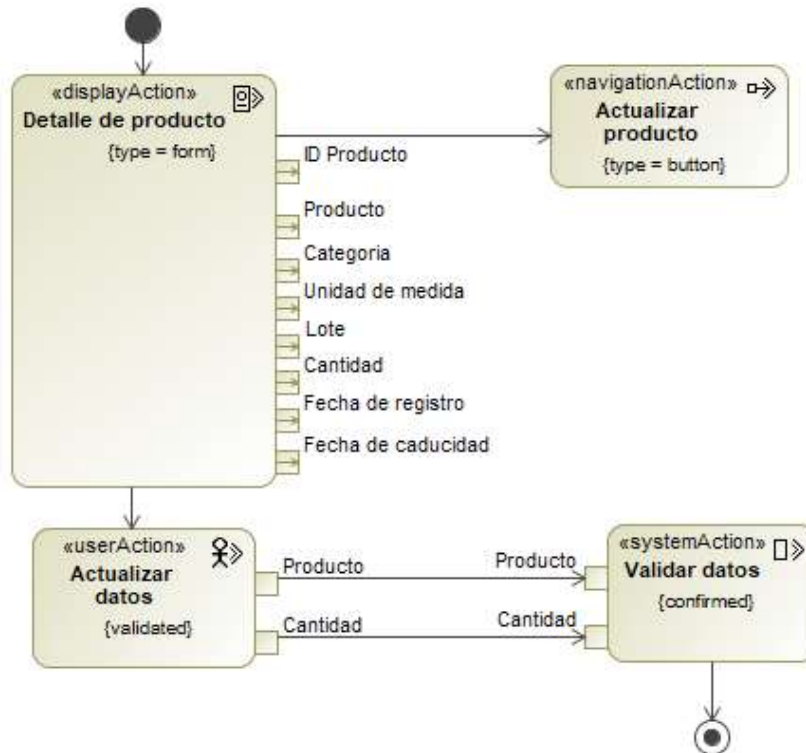
Figura 68. DA: Registrar producto



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.8.21. Actualizar producto

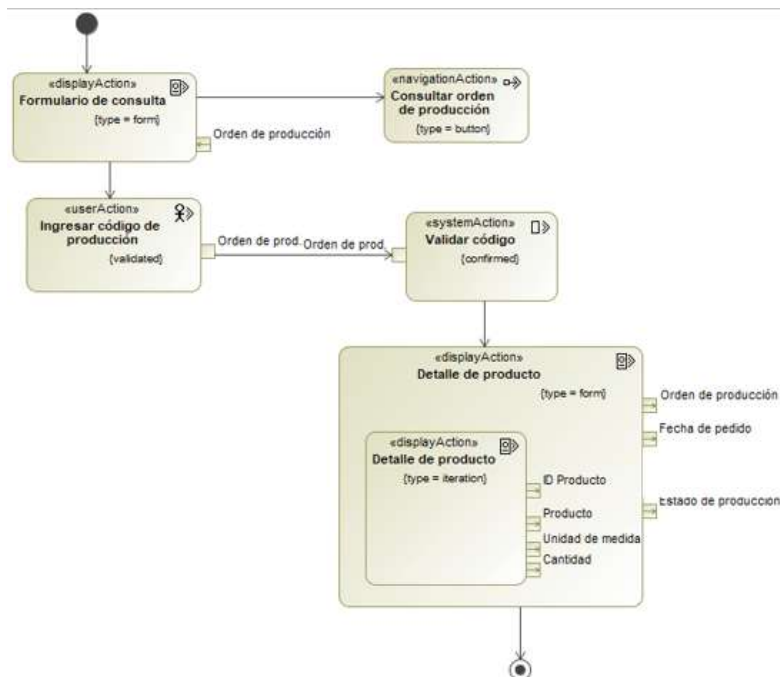
Figura 69. DA: Actualizar producto



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.8.22. Consultar orden de producción

Figura 70. DA: Consultar orden de producción

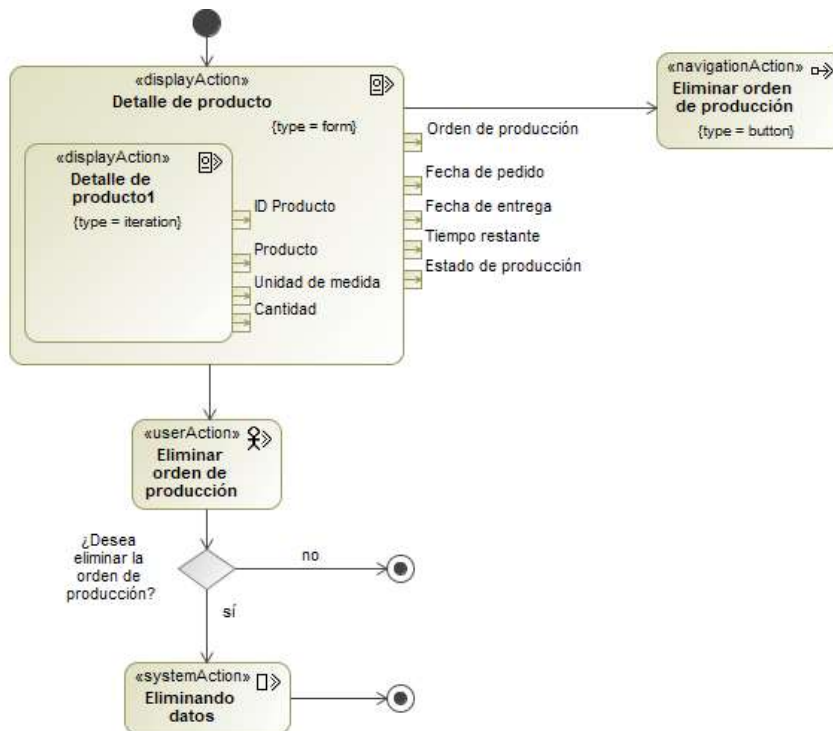


Fuente: Elaboración propia.



### 2.1.8.23. Eliminar orden de producción

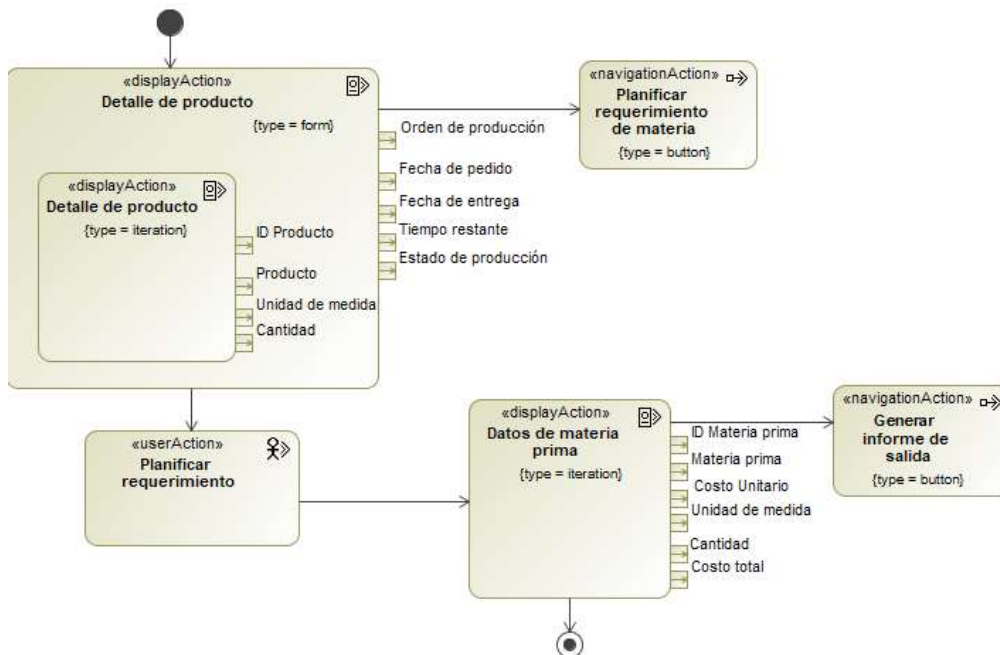
Figura 71. DA: Eliminar orden de producción



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.8.24. Planificar requerimiento de materia

Figura 72. DA: Planificar requerimiento de materia

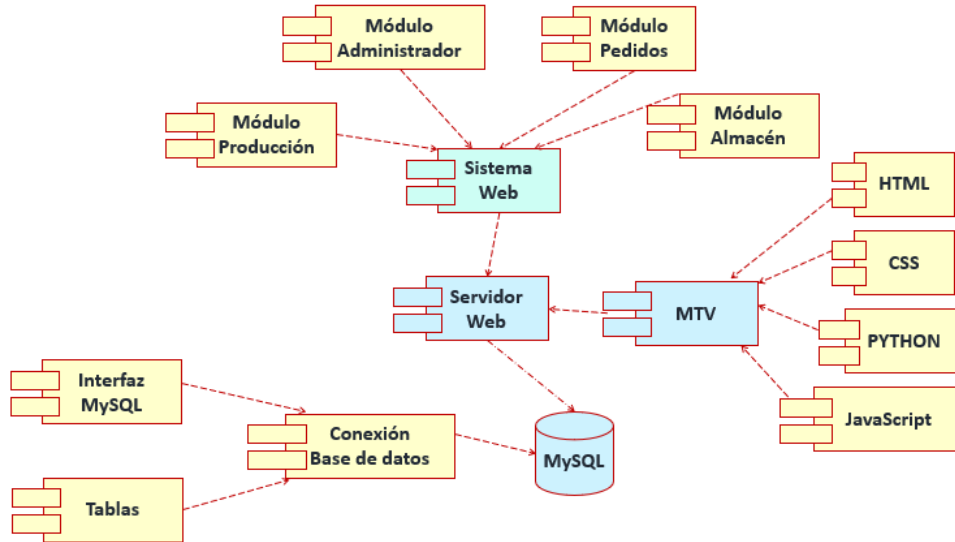


Fuente: Elaboración propia.

## 2.2. Modelo de contenido

### 2.2.1. Diagrama de componentes

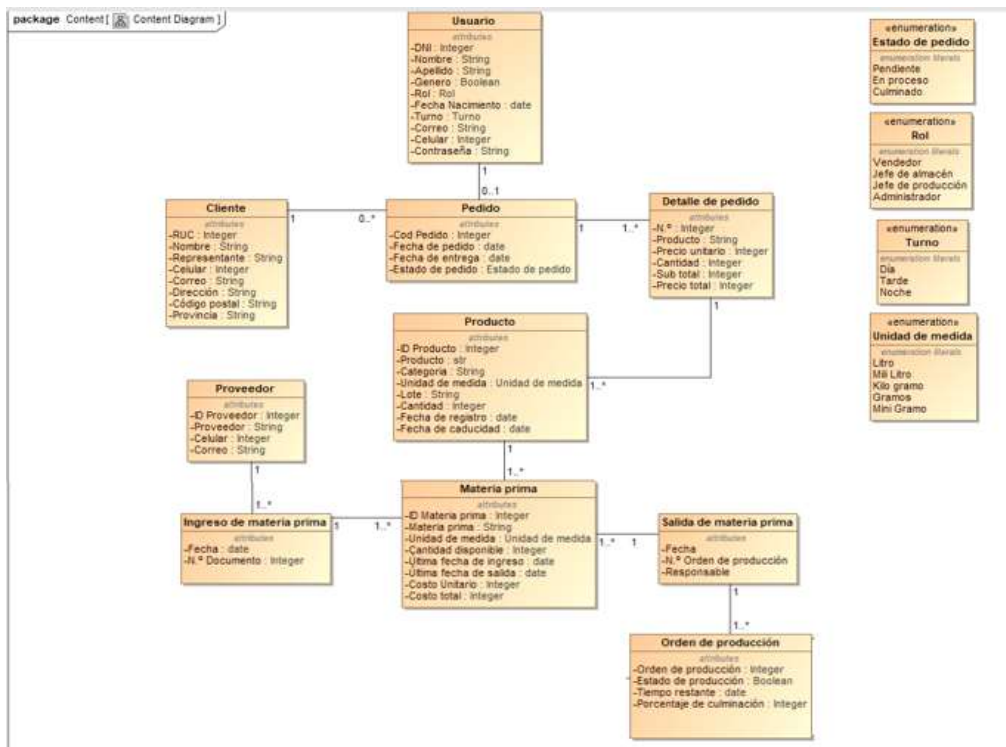
Figura 73. Diagrama de despliegue



Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.2. Diagrama de contenido

Figura 74. Diagrama de contenido



Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.3. Codificación de la base de datos

En el marco de trabajo Django la creación de la base de datos se simplifica de gran manera mediante la creación de clases en el archivo “models.py” para luego realizar una migración que convierta lo codificado en SQL. A continuación, se muestra la codificación necesaria para crear la base de datos del sistema.

Figura 75. Codificación base de datos

```
App > models.py > Usuario
1  from django.db import models
2  from django.db.models.base import Model
3  from django.utils.translation import gettext as _
4
5  class Usuario(models.Model):
6      DNI=models.CharField(max_length=8, primary_key=True, unique=True)
7      Nombre=models.CharField(max_length=30)
8      Apellido=models.CharField(max_length=30)
9      Genero=models.CharField(max_length=9)
10     Rol=models.CharField(max_length=18)
11     Fecha_Nac=models.DateField()
12     Turno=models.CharField(max_length=6)
13     Correo=models.EmailField()
14     Celular=models.CharField(max_length=9)
15     Usuario=models.CharField(max_length=20)
16     Contraseña=models.CharField(max_length=50)
17
18     class Meta:
19
20         permissions = (
21             ('is_administrador', _('Administrador')),
22             ('is_vendedor', _('Vendedor')),
23             ('is_almacen', _('Almacen')),
24             ('is_produccion', _('Produccion')),
25         )
26
27
28     class Cliente(models.Model):
29         RUC=models.CharField(max_length=11, primary_key=True, unique=True)
30         Nombre=models.CharField(max_length=50)
31         Representante=models.CharField(max_length=30)
32         Celular=models.CharField(max_length=9)
33         Correo=models.EmailField()
34         Direccion=models.CharField(max_length=100)
35        Codigo_postal=models.CharField(max_length=10)
36         Provincia=models.CharField(max_length=30)
37
38     class Pedido(models.Model):
39         Cod_Pedido=models.IntegerField(unique=True, primary_key=True)
40         Fecha_Pedido=models.DateField()
41         Fecha_Entrega=models.DateField()
42         Estado_Pedido=models.CharField(max_length=15, null=True)
43         RUC=models.ForeignKey(Cliente,null=True,blank=True, on_delete=models.CASCADE)
44         DNI=models.ForeignKey(Usuario,null=True,blank=True, on_delete=models.CASCADE)
45         Precio_Total=models.IntegerField(null=True)
```

```

46
47 class Producto(models.Model):
48     ID_Producto=models.CharField(max_length=30, unique=True,primary_key=True)
49     Producto=models.CharField(max_length=50)
50     Categoria=models.CharField(max_length=30)
51     Unidad_Medida=models.CharField(max_length=30)
52     Lote=models.CharField(max_length=20)
53     Cantidad=models.IntegerField()
54     Fecha_Registro=models.DateField()
55     Fecha_Caducidad=models.DateField()
56
57 class Detalle_Pedido(models.Model):
58     Precio_Unit=models.IntegerField()
59     Cantidad=models.IntegerField()
60     Sub_total=models.IntegerField()
61     Cod_Pedido=models.ForeignKey(Pedido,null=True,blank=True, on_delete=models.CASCADE)
62     ID_Producto=models.ForeignKey(Producto,null=True,blank=True, on_delete=models.CASCADE)
63
64 class Materia_Prima(models.Model):
65     ID_Materia=models.IntegerField(unique=True,primary_key=True)
66     Materia_Prima=models.CharField(max_length=50)
67     Un_Medida=models.CharField(max_length=30)
68     Cantidad_Disponible=models.IntegerField()
69     Ultimo_Ingreso=models.DateField(null=True)
70     Ultima_Salida=models.DateField(null=True)
71     Costo_Unitario=models.IntegerField()
72     Costo_Total=models.IntegerField()
73
74 class Materia_Producto(models.Model):
75     ID_Producto=models.ForeignKey(Producto,null=True,blank=True, on_delete=models.CASCADE)
76     ID_Materia=models.ForeignKey(Materia_Prima,null=True,blank=True, on_delete=models.CASCADE)
77     Cantidad = models.IntegerField()
78
79 class Proveedor(models.Model):
80     ID_Proveedor=models.IntegerField(unique=True,primary_key=True)
81     Proveedor=models.CharField(max_length=50)
82     Celular=models.CharField(max_length=9)
83     Correo=models.EmailField()
84
85 class Ingreso_Materia(models.Model):
86     Fecha=models.DateField()
87     N_Documento=models.IntegerField(primary_key=True)
88     ID_Proveedor=models.ForeignKey(Proveedor,null=True,blank=True, on_delete=models.CASCADE)
89     ID_Materia=models.ForeignKey(Materia_Prima,null=True,blank=True, on_delete=models.CASCADE)
90     Cantidad = models.IntegerField()
91     Costo_Un = models.IntegerField()
92     Costo_Tot = models.IntegerField()
93
94 class Orden_Produccion(models.Model):
95     ID_Orden=models.CharField(primary_key=True,max_length=15)
96     Estado_Produccion=models.CharField(max_length=30)
97     Fecha_Iniciado=models.CharField(null=True, max_length=10)
98
99 class Salida_Materia(models.Model):
100     Fecha=models.DateField()
101     ID_Orden=models.ForeignKey(Orden_Produccion,null=True,blank=True, on_delete=models.CASCADE)
102     Responsable=models.CharField(max_length=20)
103     ID_Materia=models.ForeignKey(Materia_Prima,null=True,blank=True, on_delete=models.CASCADE)
104     Cantidad = models.IntegerField()
105
106 class Detalle_Orden(models.Model):
107     ID_Orden=models.ForeignKey(Orden_Produccion,null=True,blank=True, on_delete=models.CASCADE)
108     ID_Producto=models.ForeignKey(Producto,null=True,blank=True, on_delete=models.CASCADE)
109     Cantidad=models.IntegerField()
110
111 class Plan_Materia(models.Model):
112     Cantidad=models.CharField(primary_key=True,max_length=30)
113     ID_Orden=models.ForeignKey(Orden_Produccion,null=True,blank=True,on_delete=models.CASCADE)
114     ID_Producto=models.ForeignKey(Producto,null=True,blank=True, on_delete=models.CASCADE)
115     ID_Materia=models.ForeignKey(Materia_Prima,null=True,blank=True, on_delete=models.CASCADE)

```

Fuente: Elaboración propia.

## 2.2.4. Diccionario de datos

### 2.2.4.1. Lista de tablas

Tabla 91. Lista de tablas.

ID	Nombre	Descripción
1	Usuario	Datos de los usuarios registrados en el sistema
2	Cliente	Datos personales de los clientes del negocio.
3	Pedido	Datos generales de los pedidos.
4	Producto	Datos generales de los productos del sistema.
5	Detalle_Pedido	Datos en detalle de los pedidos.
6	Materia_Prima	Datos generales de materia prima.
7	Materia_Producto	Tabla relacionada entre las tablas de materia prima y la de producto donde se agrega el campo de cantidad.
8	Proveedor	Datos generales del proveedor.
9	Ingreso_Materia	Datos de los ingresos de materia prima al módulo almacén.
10	Salida_Materia	Datos de la salida de materia prima para las ordenes de producción.
11	Orden_Produccion	Datos generales de órdenes de producción.
12	Detalle_Orden	Datos relacionados al detalle de los productos por la orden de producción.
13	Plan_Materia	Tabla donde se almacenan la materia prima planificada para la producción de una orden.

Fuente: Elaboración propia.

## 2.2.4.2. Descripción de las tablas

### Tabla “USUARIO”

Tabla 92. Tabla "Usuario".

COLUMNA	TIPO DE DATO	LONGITUD	PK	FK	NULL	DESCRIPCIÓN
DNI	Char	8	SI	NO	NO	DNI
Nombre	Char	30	NO	NO	NO	Nombres
Apellido	Char	30	NO	NO	NO	Apellidos
Genero	Char	9	NO	NO	NO	Género: M- Masculino F- Femenino
Rol	Char	18	NO	NO	NO	Rol de usuario
Fecha_Nac	Date		NO	NO	NO	Fecha de nacimiento
Turno	Char	6	NO	NO	NO	Horario de trabajo
Correo	Email		NO	NO	NO	Correo electrónico
Celular	Char	9	NO	NO	NO	Celular
Usuario	Char	20	NO	NO	NO	Usuario
Contraseña	Char	50	NO	NO	NO	Contraseña

Fuente: Elaboración propia.

### Tabla “CLIENTE”

Tabla 93. Tabla "Cliente".

COLUMNA	TIPO DE DATO	LONGITUD	PK	FK	NULL	DESCRIPCIÓN
RUC	Char	11	SI	NO	NO	RUC
Nombre	Char	50	NO	NO	NO	Nombre de la empresa
Representante	Char	30	NO	NO	NO	Nombre del representante
Celular	Char	9	NO	NO	NO	Número de celular
Correo	Email		NO	NO	NO	Correo electrónico
Direccion	Char	100	NO	NO	NO	Dirección
Codigo_postal	Char	10	NO	NO	NO	Código postal
Provincia	Email	30	NO	NO	NO	Provincia

Fuente: Elaboración propia.

## Tabla "PEDIDO"

Tabla 94. Tabla "Pedido"

COLUMNA	TIPO DE DATO	LONGITUD	PK	FK	NULL	DESCRIPCIÓN
Cod_Pedido	Integer		SI	NO	NO	Código del pedido
Fecha_Pedido	Date		NO	NO	NO	Fecha del pedido
Fecha_Entrega	Date		NO	NO	NO	Fecha de entrega
Estado_Pedido	Char	15	NO	NO	NO	Estado del pedido
RUC	Integer		NO	SI	NO	RUC
DNI	Integer		NO	SI	NO	DNI

Fuente: Elaboración propia.

## Tabla "Producto"

Tabla 95. Tabla "Producto"

COLUMNA	TIPO DE DATO	LONGITUD	PK	FK	NULL	DESCRIPCIÓN
ID_Producto	Integer		SI	NO	NO	ID del producto
Producto	Char	50	NO	NO	NO	Nombre del producto
Categoria	Char	30	NO	NO	NO	Categoría
Unidad_Medida	Char	30	NO	NO	NO	Unidad de medida
Lote	Char	20	NO	NO	NO	Lote
Cantidad	Integer		NO	NO	NO	Cantidad
Fecha_Registro	Date		NO	NO	NO	Fecha de registro
Fecha_Caducidad	Date		NO	NO	NO	Fecha de caducidad

Fuente: Elaboración propia.

### Tabla “Detalle\_pedido”

Tabla 96. Tabla "Detalle\_Pedido"

COLUMNA	TIPO DE DATO	LONGITUD	PK	FK	NULL	DESCRIPCIÓN
ID	Integer		SI	NO	NO	ID
Precio_Unit	Integer		NO	NO	NO	Precio unitario
Cantidad	Integer		NO	NO	NO	Cantidad
Sub_total	Integer		NO	NO	NO	Sub total
Precio_total	Integer		NO	NO	NO	Precio total
Cod_Pedido	Integer		NO	SI	NO	Codigo del pedido
ID_Producto	Integer		NO	SI	NO	ID del producto

Fuente: Elaboración propia.

### Tabla “Materia\_Prima”

Tabla 97. Tabla "Materia\_Prima"

COLUMNA	TIPO DE DATO	LONGITUD	PK	FK	NULL	DESCRIPCIÓN
ID_Materia	Integer		SI	NO	NO	ID Materia
Materia_Prima	Char	50	NO	NO	NO	Nombre de materia prima
Un_Medida	Char	30	NO	NO	NO	Unidad de medida
Cantidad_Disponible	Integer		NO	NO	NO	Cantidad disponible
Ultimo_Ingreso	Date		NO	NO	NO	Ultima fecha de ingreso
Ultima_Salida	Date		NO	NO	NO	Ultima fecha de salida
Costo_Unitario	Integer		NO	NO	NO	Costo unitario
Costo_Total	Integer		NO	NO	NO	Costo total
ID_Producto	Integer		NO	SI	NO	ID del producto

Fuente: Elaboración propia.



### Tabla “Materia\_Producto”

Tabla 98. Tabla “Materia\_Producto”

COLUMNA	TIPO DE DATO	LONGITUD	PK	FK	NULL	DESCRIPCIÓN
ID_Producto	Integer		NO	SI	NO	ID del producto
ID_Materia	Integer		NO	SI	NO	ID de materia
Cantidad	Integer		NO	NO	NO	Cantidad

Fuente: Elaboración propia.

### Tabla “Proveedor”

Tabla 99. Tabla "Proveedor"

COLUMNA	TIPO DE DATO	LONGITUD	PK	FK	NULL	DESCRIPCIÓN
ID_Proveedor	Integer		SI	NO	NO	ID del proveedor
Proveedor	Char	50	NO	NO	NO	Nombre del proveedor
Celular	Char	9	NO	NO	NO	Celular
Correo	Email		NO	NO	NO	Correo electrónico

Fuente: Elaboración propia.

### Tabla “Ingreso\_Materia”

Tabla 100. Tabla "Ingreso\_Materia"

COLUMNA	TIPO DE DATO	LONGITUD	PK	FK	NULL	DESCRIPCIÓN
ID	Integer		SI	NO	NO	ID
Fecha	Date		NO	NO	NO	Fecha de ingreso
N_Documento	Integer		NO	NO	NO	Número de documento
ID_Proveedor	Integer		NO	SI	NO	ID del proveedor
<b>Cantidad</b>	Integer		NO	NO	NO	Cantidad
<b>Costo_Un</b>	Integer		NO	NO	NO	Costo unitario
<b>Costo_Tot</b>	Integer		NO	NO	NO	Costo total

Fuente: Elaboración propia.

### Tabla "Salida\_Materia"

Tabla 101. Tabla "Salida\_Materia"

COLUMNA	TIPO DE DATO	LONGITUD	PK	FK	NULL	DESCRIPCIÓN
ID	Integer		SI	NO	NO	ID
Fecha	Date		NO	NO	NO	Fecha de salida
ID_Orden	Integer		NO	SI	NO	Número de orden de producción
Responsable	Char	20	NO	NO	NO	Nombre del responsable
ID_Materia	Integer		NO	SI	NO	ID de materia
Cantidad	Integer		NO	NO	NO	Cantidad

Fuente: Elaboración propia.

### Tabla "Orden\_Produccion"

Tabla 102. Tabla "Orden\_Produccion"

COLUMNA	TIPO DE DATO	LONGITUD	PK	FK	NULL	DESCRIPCIÓN
Orden_Produccion	Char	15	SI	NO	NO	Orden de producción
Estado_Produccion	Char	30	NO	NO	NO	Estado de producción
Fecha iniciado	Char		NO	NO	NO	Fecha de inicio

Fuente: Elaboración propia.

### Tabla "Detalle\_Orden"

Tabla 103. Tabla "Detalle\_Orden"

COLUMNA	TIPO DE DATO	LONGITUD	PK	FK	NULL	DESCRIPCIÓN
ID_Orden	Integer		NO	SI	NO	ID de la orden
ID_Producto	Integer		NO	SI	NO	ID de producto
Cantidad	Integer		NO	NO	NO	Cantidad

Fuente: Elaboración propia.

### Tabla "Plan\_Materia"

Tabla 104. Tabla "Plan\_Materia"

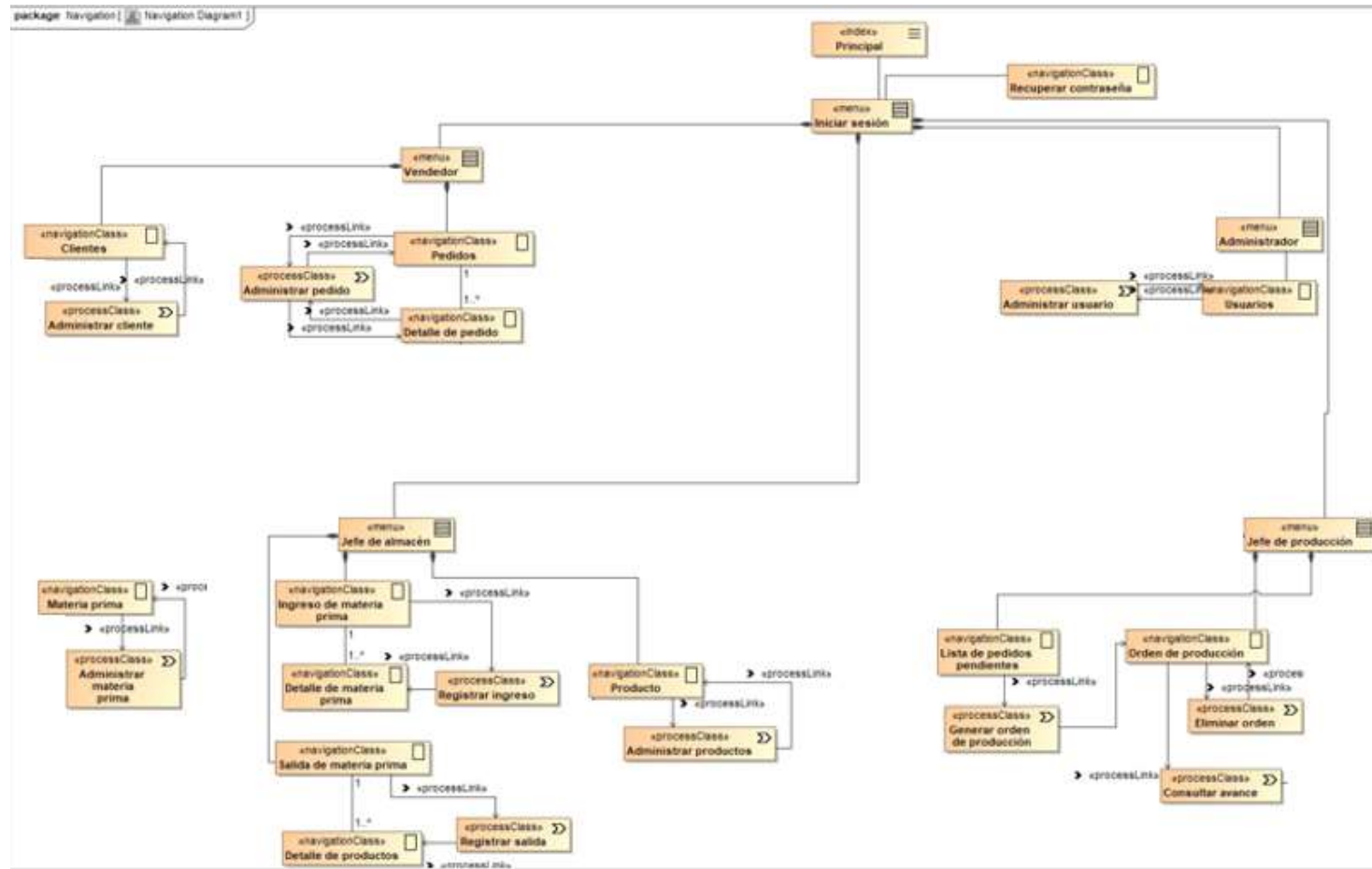
COLUMNA	TIPO DE DATO	LONGITUD	PK	FK	NULL	DESCRIPCIÓN
ID	Integer		SI	SI	NO	ID
ID_Orden	Integer		NO	SI	NO	ID orden
ID_Producto	Integer		NO	SI	NO	ID de la tabla producto
ID_Materia	Integer		NO	SI	NO	ID de la tabla materia
Cantidad	Integer		NO	NO	NO	Cantidad

Fuente: Elaboración propia.

## 2.3. Modelo navegacional

### 2.3.1. Diagrama de navegación

Figura 76. Diagrama de navegación



Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.2. Estructura de las rutas de navegación

Tabla 105. Estructura de rutas de navegación

ITEM	PÁGINAS	URL	DESCRIPCIÓN	VISITANTE	ADMINISTRADOR	VENDEDOR	ALMACÉN	PRODUCCIÓN
GENERAL	Home	/	Página principal del sistema	X				
	Iniciar sesión	/	Página de inicio de sesión	X	X	X	X	X
	Recuperar contraseña	recuperar-contraseña/	Módulo para recuperar contraseña	X	X	X	X	X
	Manual de usuario	/	Función para descarga del manual	X	X	X	X	X
ADMINISTRADOR	Menú principal	menu-administrador/	Página principal del administrador		X			
	Administrar usuario	administrar-usuario/	Módulo para administrar usuarios		X			
	Generar usuario	generar/	Enlace de registro de usuario		X			
	Configurar perfil	configurar-perfil/	Módulo para configurar perfil		X			
VENDEDOR	Menú principal	menu-vendedor/	Página principal del vendedor			X		
	Administrar clientes	administrar-clientes/	Módulo para administrar clientes			X		
	Administrar pedidos	administrar-pedidos/	Módulo para administrar pedidos			X		
	Modificar pedido	modificar/	Módulo para editar pedidos			X		
	Configurar perfil	configurar-perfil/	Módulo para configurar perfil			X		
ALMACÉN	Menú principal	menu-almacen/	Página principal del almacén				X	
	Administrar materia	administrar-materia/	Módulo para administrar materia prima				X	
	Modificar materia	modificar-materia/	Módulo para modificar y vincular materia y productos				X	
	Ingresar materia prima	ingreso-materia/	Módulo para registrar el ingreso de materia				X	
	Salida de materia prima	salida-materia/	Módulo para registrar la salida de materia				X	
	Administrar productos	administrar-productos/	Módulo para administrar los productos producidos				X	
	Configurar perfil	configurar-perfil/	Módulo para configurar perfil				X	
PRODUCCIÓN	Menú principal	menu-produccion/	Página principal de la producción					X
	Orden de producción	nuevos-pedidos/	Módulo para planificar y administrar las ordenes de producción					X
	Detallar orden	detallar-orden/	Módulo para editar cantidad de productos por orden.					X
	planificar orden	administrar-orden/	Módulo para generar la planificación de materia prima					X
	Eliminar orden	eliminar/	Enlace de eliminación de orden					X

Fuente: Elaboración propia.

## 2.4. Modelo de presentación

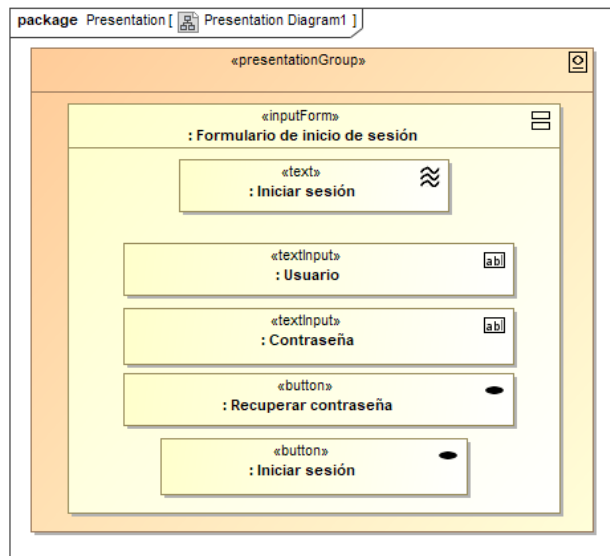
En la sección del modelo de presentación se presentan los diagramas de presentación relacionados al sistema a desarrollar y los prototipos del sistema.

### 2.4.1. Diagrama de presentación

A continuación, se detallarán los diagramas de presentación por cada uno de los módulos requeridos para cumplir los requerimientos del sistema.

#### 2.4.1.1. Iniciar sesión

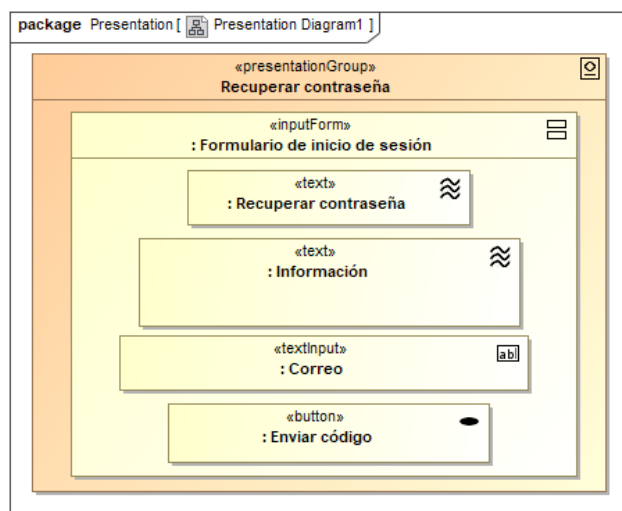
Figura 77. Diagrama de presentación: Iniciar sesión



Fuente: Elaboración propia.

#### 2.4.1.2. Recuperar contraseña

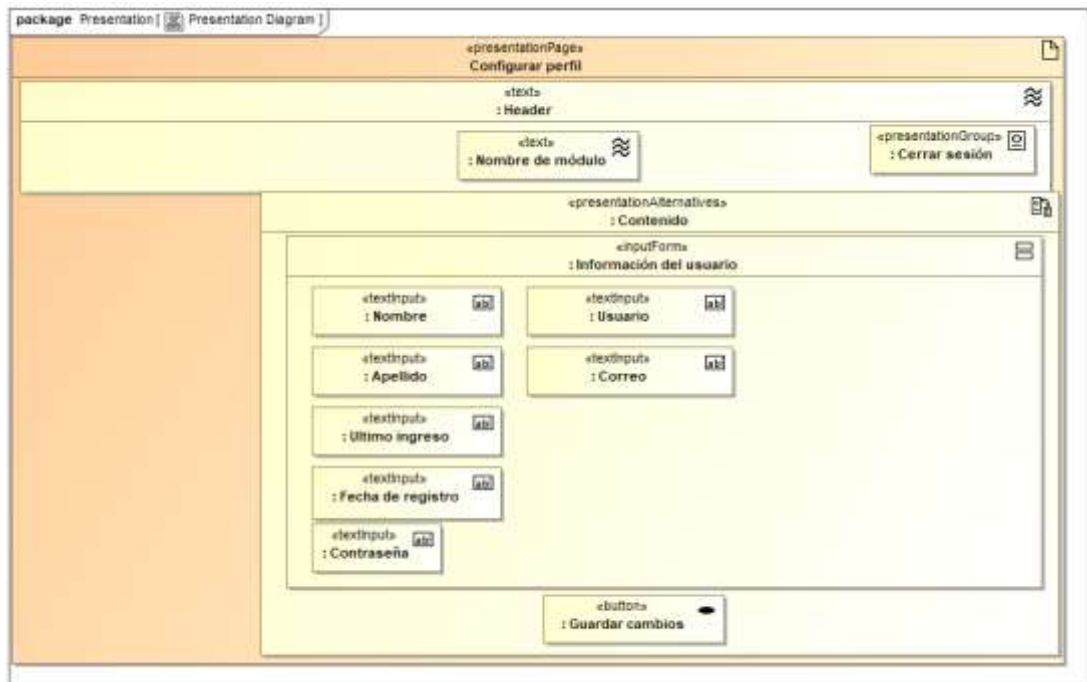
Figura 78. Diagrama de presentación: Recuperar contraseña



Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.1.3. Configurar perfil

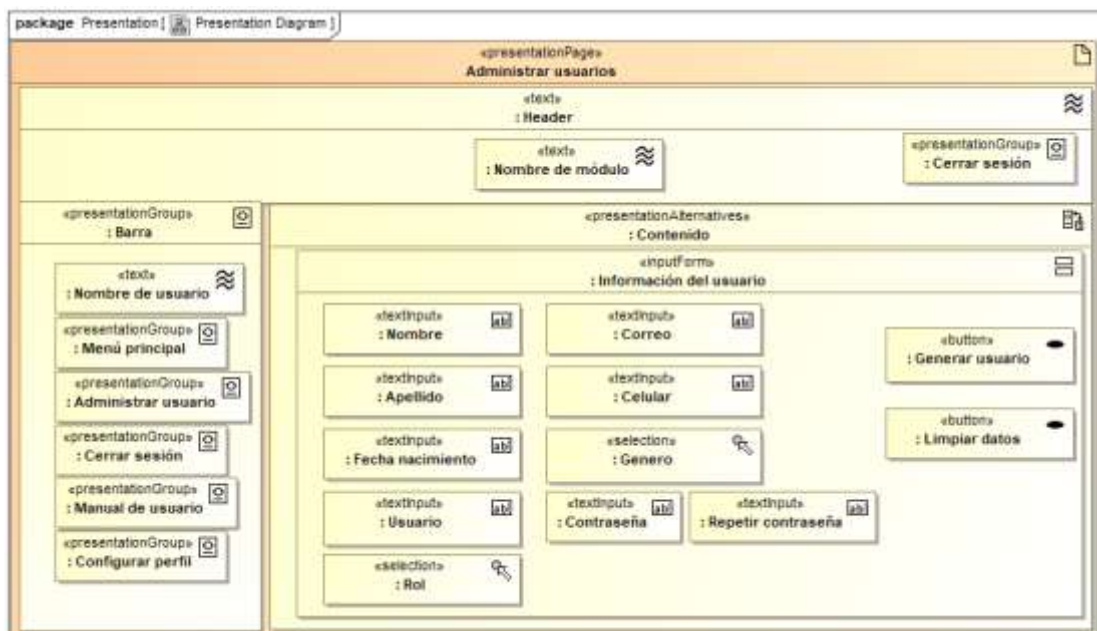
Figura 79. Diagrama de presentación: Configurar perfil



Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.1.4. Administrar usuario

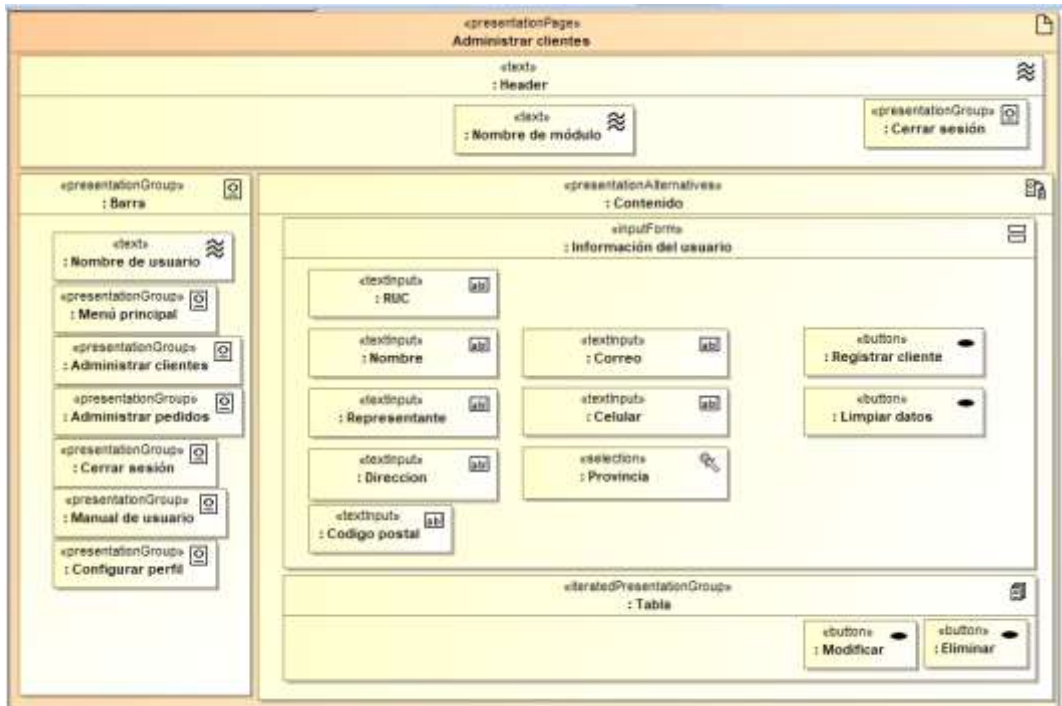
Figura 80. Diagrama de presentación: Administrar usuario



Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.1.5. Administrar clientes

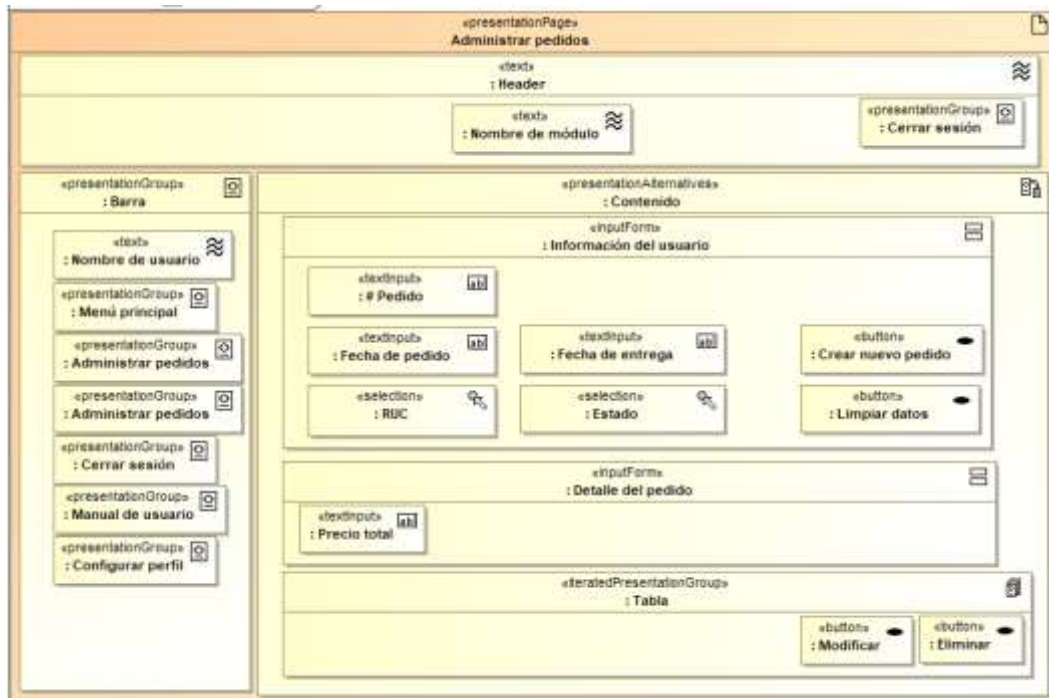
Figura 81. Diagrama de presentación: Administrar clientes



Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.1.6. Administrar pedidos

Figura 82. Diagrama de presentación: Administrar pedidos

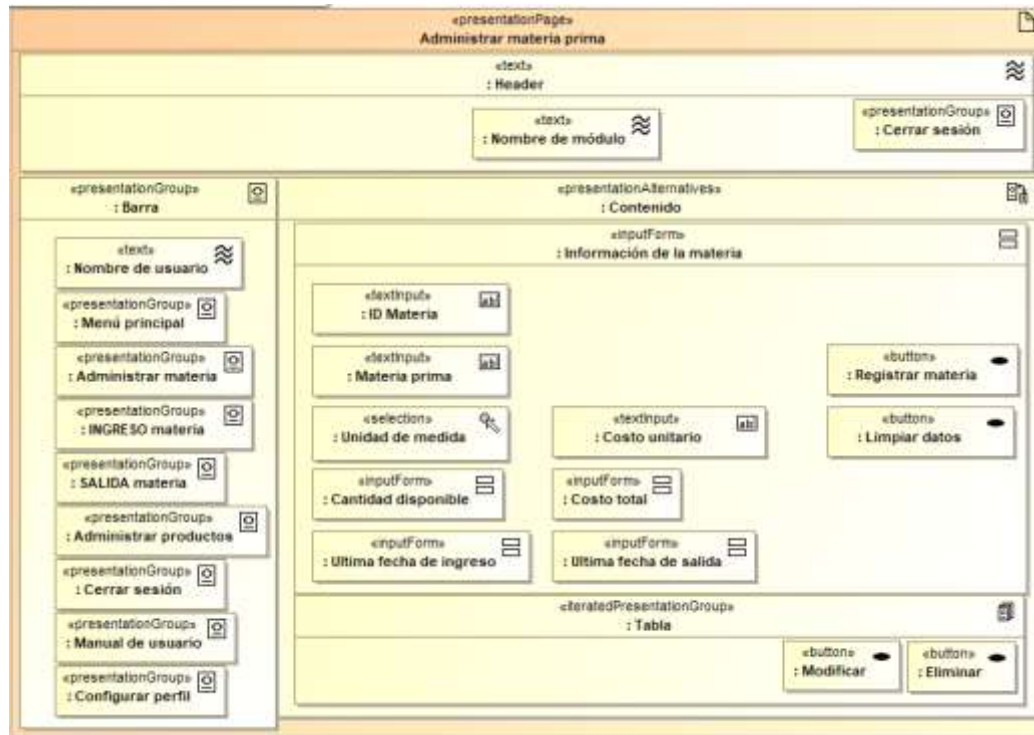


Fuente: Elaboración propia.



### 2.4.1.7. Administrar materia prima

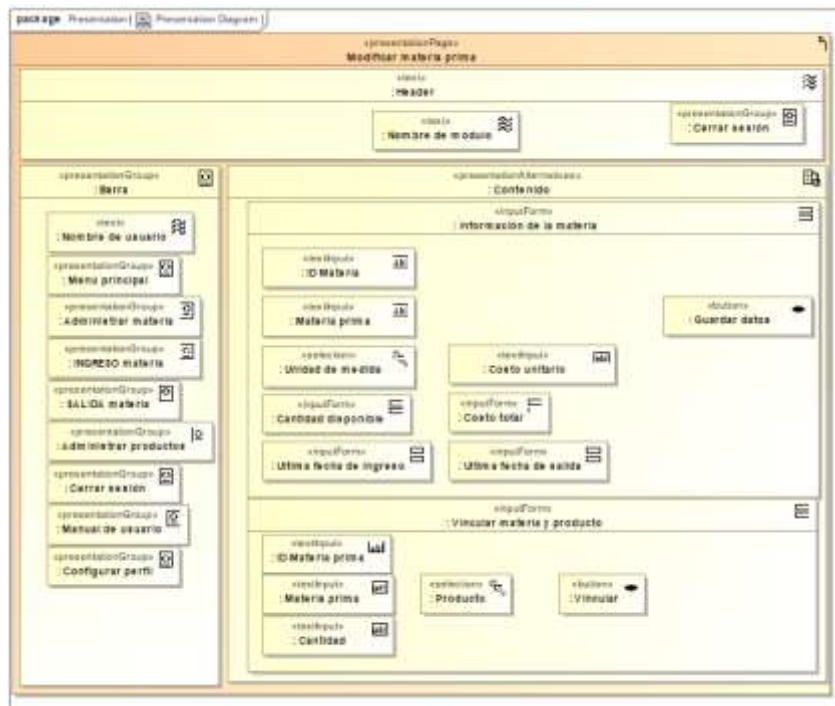
Figura 83. Diagrama de presentación: Administrar materia prima



Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.1.8. Modificar materia prima

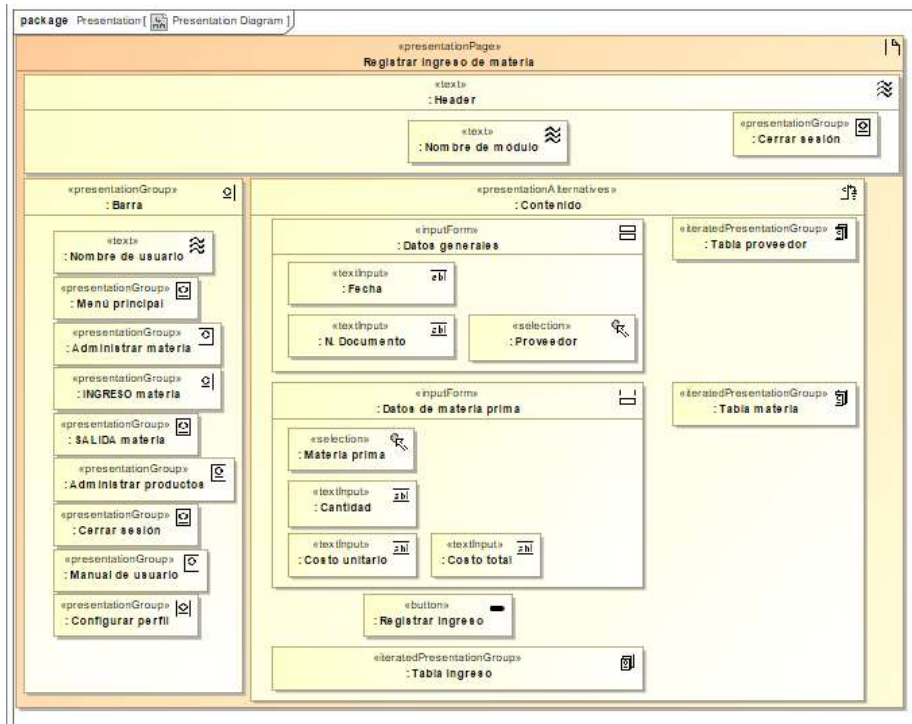
Figura 84. Diagrama de presentación: Modificar materia prima



Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.1.9. Registrar ingreso de materia

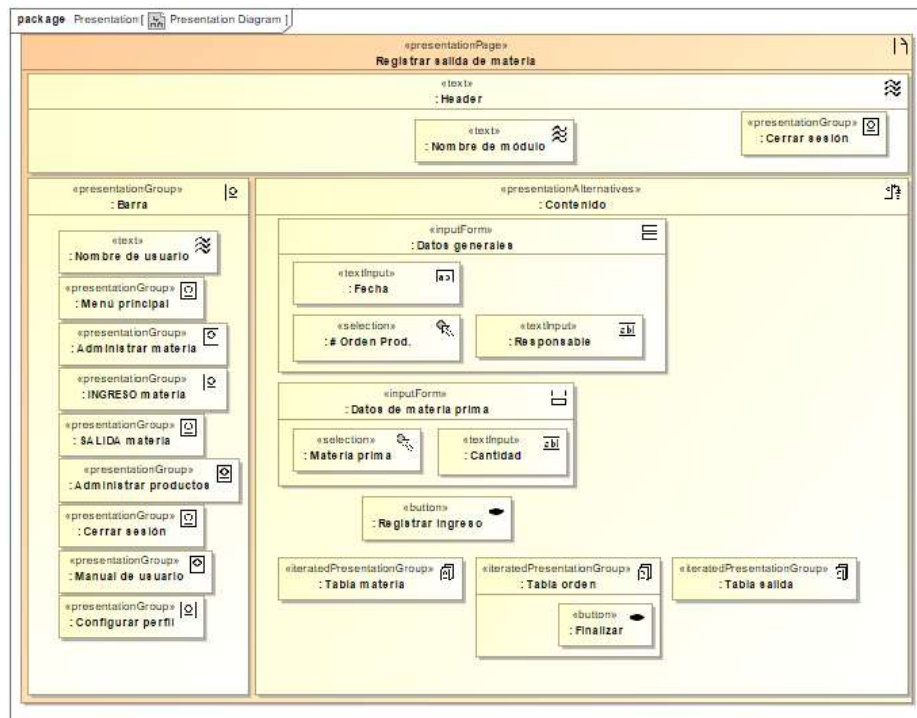
Figura 85. Diagrama de presentación: Registrar ingreso de materia



Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.1.10. Registrar salida de materia

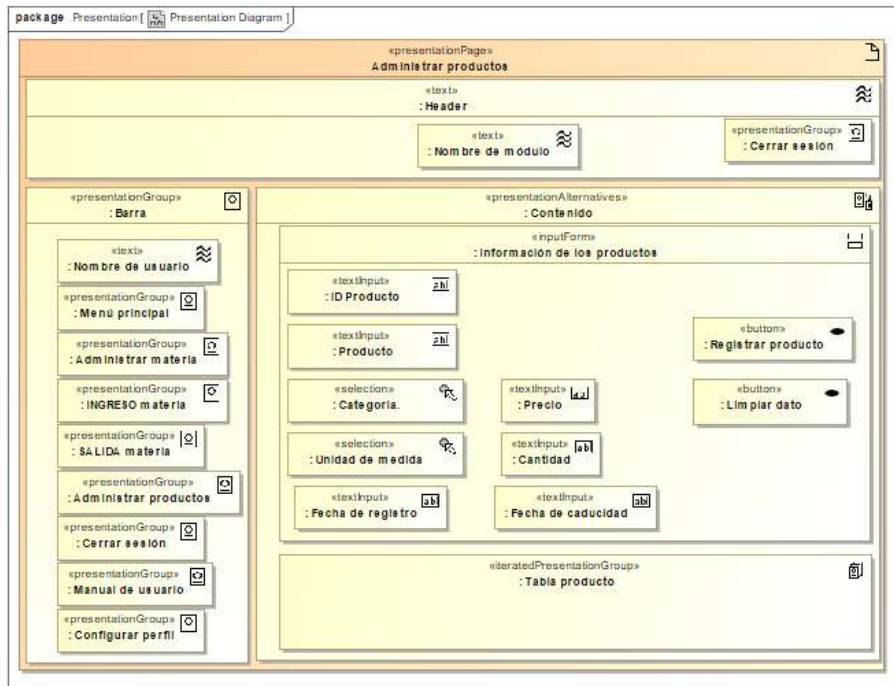
Figura 86. Diagrama de presentación: Registrar salida de materia



Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.1.11. Administrar productos

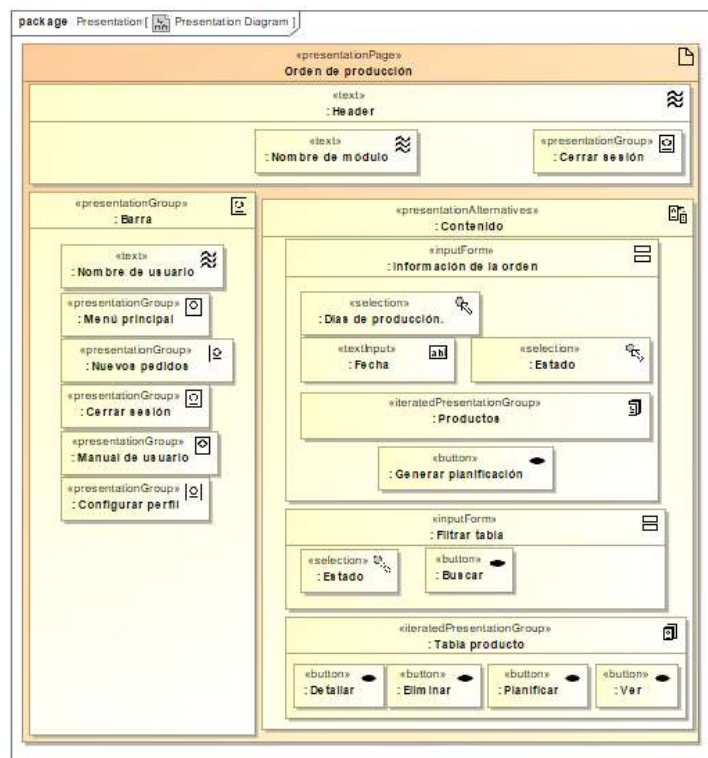
Figura 87. Diagrama de presentación: Administrar productos



Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.1.12. Administrar orden de producción

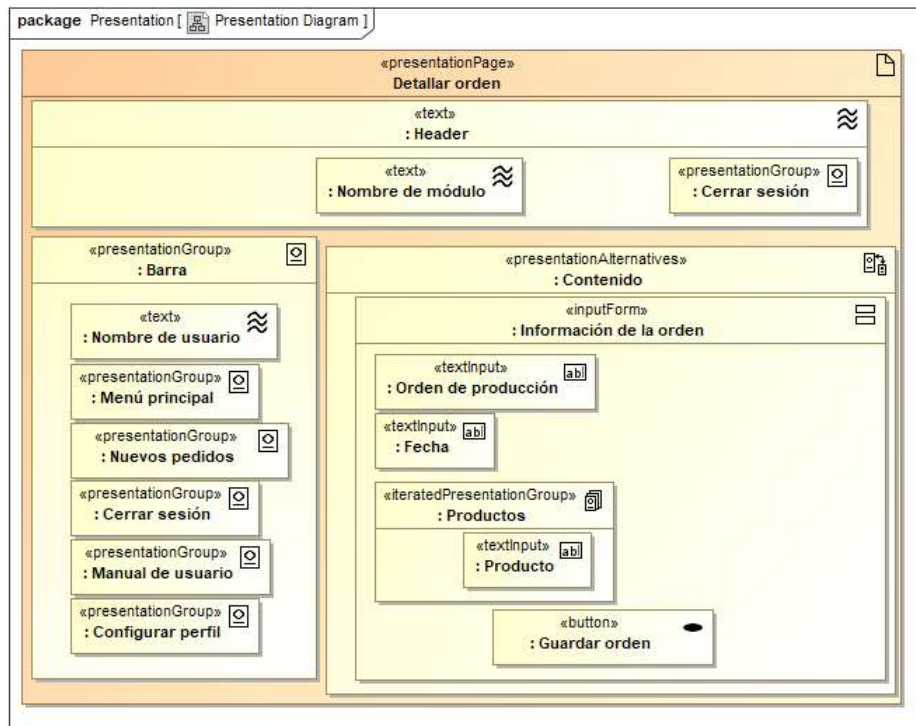
Figura 88. Diagrama de presentación: Administrar orden de producción



Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.1.13. Detallar orden

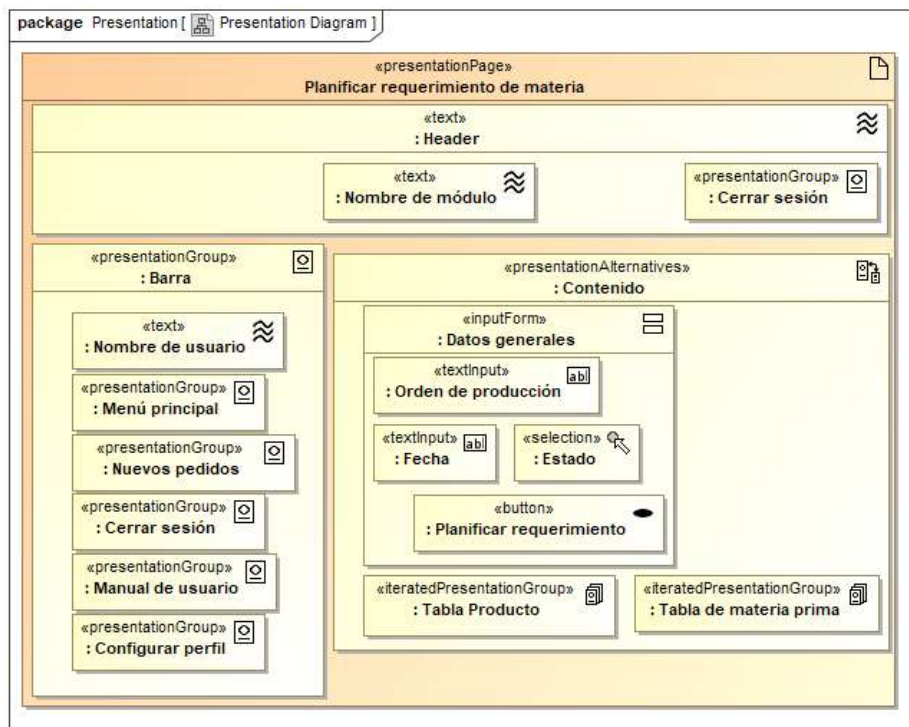
Figura 89. Diagrama de presentación: Detallar orden



Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.1.14. Planificar requerimiento de materia

Figura 90. Diagrama de presentación: Planificar requerimiento de materia



Fuente: Elaboración propia.

## 2.4.2. Prototipo del sistema

A continuación, se presentan los prototipos desarrollados en el software Adobe XD referido a los diversos módulos del sistema en cumplimiento con los requerimientos funcionales propuestos.

### 2.4.2.1. Iniciar sesión

Figura 91. Prototipo: Iniciar sesión.



Este prototipo muestra una pantalla de inicio de sesión con un fondo verde. El título "Iniciar sesión" está en la parte superior central, acompañado de un ícono de cerrar (X) en la esquina superior derecha. Hay dos campos de entrada: "Usuario" con un ícono de persona y "Contraseña" con un ícono de candado. Debajo de los campos hay un enlace "¿Olvidaste tu contraseña?". En la parte inferior hay un botón amarillo con el texto "INICIAR SESIÓN".

Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.2.2. Recuperar contraseña

Figura 92. Prototipo: Recuperar contraseña



Este prototipo muestra una pantalla de recuperación de contraseña con un fondo verde. El título "Recuperar la contraseña" está en la parte superior central, acompañado de un ícono de cerrar (X) en la esquina superior derecha. El texto principal indica: "En esta opción te ayudaremos en el de su contraseña." y "A continuación, proporcione los siguientes datos." Hay un campo de entrada etiquetado "Ingrese su correo electrónico" y "Correo electrónico:". En la parte inferior hay un botón amarillo con el texto "Enviar código".

Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.2.3. Configurar perfil

Figura 93. Prototipo: Configurar perfil

Este prototipo muestra la interfaz de configuración de perfil de un usuario. El encabezado es 'CONFIGURAR PERFIL' con un botón 'Cerrar sesión' a la derecha. En el centro hay un ícono de usuario y el nombre 'UsuarioP'. Abajo, una sección 'Información personal' muestra los datos: Nombre: Jairo, Apellido: Alarce, Usuario: UsuarioP, Correo: contacto@guia.com, Última ingreso: 27 de Noviembre de 2021 a las 03:47, Fecha de registro: 26 de Noviembre de 2021 a las 03:50, y Contraseña: [Actualizar contraseña](#). Un botón 'Guardar cambios' está ubicado al final.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.2.4. Administrar usuarios

Figura 94. Prototipo: Administrar usuarios

Este prototipo muestra la interfaz de administración de usuarios. El encabezado es 'ADMINISTRAR USUARIOS' con un botón 'Cerrar sesión' a la derecha. La sección 'Información del usuario' contiene campos para Nombre, Apellido, Fecha de nacimiento, Usuario, Estado (dropdown), Correo, Celular, Género, Tarifa, Usuario y Opciones. Botones 'Generar usuario' y 'Limpiar datos' están a la derecha. Una tabla de usuarios está visible al fondo.

#	DNI	Nombre	Apellido	Fecha Nac.	Edad	Correo	Celular	Género	Tarifa	Usuario	Opciones
---	-----	--------	----------	------------	------	--------	---------	--------	--------	---------	----------

Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.2.5. Administrar cliente

Figura 95. Prototipo: Administrar cliente

Este prototipo muestra la interfaz de administración de clientes. El encabezado es 'ADMINISTRAR CLIENTES' con un botón 'Cerrar sesión' a la derecha. La sección 'Información del cliente' contiene campos para RUC, Nombre, Representante, Dirección, Código postal, Correo, Celular, Provincia, Dirección y Cód. Postal. Botones 'Registrar cliente' y 'Limpiar datos' están a la derecha. Una tabla de clientes está visible al fondo.

#	RUC	Nombre	Representante	Correo	Celular	Provincia	Dirección	Cód. Postal	Opciones
1									Modificar Eliminar
2									Modificar Eliminar
3									Modificar Eliminar
4									Modificar Eliminar
5									Modificar Eliminar
6									Modificar Eliminar
7									Modificar Eliminar
8									Modificar Eliminar
9									Modificar Eliminar
10									Modificar Eliminar

Fuente: Elaboración propia.

## 2.4.2.6. Administrar pedidos

Figura 96. Prototipo: Administrar pedidos

Este prototipo muestra la interfaz de usuario para administrar pedidos. Incluye un encabezado con el título 'ADMINISTRAR PEDIDOS' y un botón de 'Cerrar sesión'. La sección principal está dividida en 'Información del pedido' y 'Detalle del pedido'. La información del pedido incluye campos para el ID del pedido, la fecha de pedido y de entrega, el RUC del cliente, y el estado del pedido. El detalle del pedido muestra un resumen con 'Precio total' y una tabla con columnas para ID, Producto, Cantidad, P. Unitario y Sub total. En la parte inferior, hay una tabla con columnas para ID Pedido, RUC Cliente, Representante, Fecha Pedido, Fecha Entrega, Precio Total, Estado y Opciones, con botones de 'Modificar' y 'Eliminar' para cada fila.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 97. Prototipo: Detalle del pedido

Este prototipo muestra el detalle de un pedido. Incluye un encabezado con el título 'DETALLE DEL PEDIDO' y un botón de 'Cerrar sesión'. La sección principal muestra el ID del pedido, el producto seleccionado, el precio unitario y la cantidad. Hay botones de 'Agregar' y 'Limpiar'. La parte inferior muestra una tabla con columnas para ID, Producto, Descripción, Cant., P. Unitario (S.), Sub Total(S.) y Opciones. El precio total del pedido es de 800.

ID	Producto	Descripción	Cant.	P. Unitario (S.)	Sub Total(S.)	Opciones
1	Caballeros	Caballeros	30	7	210	Eliminar
2	Chachabon, perreo	Chachabon de perreo	30	0	300	Eliminar
3	Chachabon, perreo	Chachabon de perreo	20	8	160	Eliminar
4	Salsucha, pollo	Salsucha de pollo	20	10	200	Eliminar

Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.2.7. Administrar materia prima

Figura 98. Prototipo: Administrar materia prima

ADMINISTRAR MATERIA PRIMA

Información de la materia prima

ID Materia Prima:

Materia Prima:

Unidad de medida:

Costo Unitario:

Cantidad disponible:

Costo total:

Última fecha de ingreso:

Última fecha de salida:

#	ID	Materia prima	Unidad de medida	Cantidad	Costo Un.	Costo Tot.	Último Ingreso	Última Salida	Opciones
1	35001	Corte de Pello	kilo gramos	20.0	126	2780	25 de Noviembre de 2021	26 de Noviembre de 2021	Modificar Eliminar
2	35002	MDM de Pello	kilo gramos	120.0	210	10500	24 de Noviembre de 2021	None	Modificar Eliminar
3	35007	Piel de pello	kilo gramos	10.0	40	2000	None	None	Modificar Eliminar
4	35004	Grasa de res	kilo gramos	80.0	31	2800	None	None	Modificar Eliminar
5	35005	Corte Industrial	kilo gramos	80.0	310	18600	None	None	Modificar Eliminar
6	35006	MDM de Cerdo	kilo gramos	50.0	52	2080	25 de Noviembre de 2021	None	Modificar Eliminar
7	35007	Mascara de cerdo	kilo gramos	30.0	23	750	None	None	Modificar Eliminar
8	35008	Pelajo de cerdo	kilo gramos	80.0	23	1500	None	None	Modificar Eliminar

Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.2.8. Modificar materia prima

Figura 99. Prototipo: Modificar materia prima

MODIFICAR MATERIA PRIMA

Información de la materia prima

ID Materia Prima:

Materia Prima:

Unidad de medida:

Costo Unitario:

Cantidad disponible:

Costo total:

Última fecha de ingreso:

Última fecha de salida:

Vincular materia y producto

ID Materia Prima:

Materia Prima:

Producto:

Cantidad:

Fuente: Elaboración propia.



### 2.4.2.9. Registrar ingreso de materia prima

Figura 100. Prototipo: Registrar ingreso de materia prima

INGRESO DE MATERIA PRIMA
Cerrar sesión

**Datos generales:**

Fecha: dd / mm / aaaa

N. Documento:  Proveedor:

**Datos de materia prima:**

Materia Prima:  Cantidad:

Costo Unitario:  Costo total:

#	Fecha	ID Documento	ID Proveedor	Proveedor	ID Materia	Materia	Cantidad	Costo Unit.(S/.)	Costo Tot.(S/.)
1	24 de Noviembre de 2021	20001	70111233	Victor Ch.	35002	MDM de Pollo	10	30	300
2	25 de Noviembre de 2021	20003	70111233	Victor Ch.	35006	MDM de Cerdo	10	300	3000

ID Proveedor	Proveedor
70012355	EUR. Negocios
70021453	Rosa Amalberto
70111233	Victor Ch.
72211133	St. Thomas
73200111	Fundacion Coronel
73320110	Gian Coop

ID Materia	Materia
35001	Carne de Pollo
35002	MDM de Pollo
35003	Pollo de pollo
35004	Grasa de res
35005	Carne industrial
35006	MDM de Cerdo
35007	Masaca de cerdo
35008	Pelajo de cerdo
35009	Pierna de cerdo
35010	Extremidad de pellerjo
35011	Intestino Morca

Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.2.10. Registrar salida de materia prima

Figura 101. Prototipo: Registrar salida de materia prima

SALIDA DE MATERIA PRIMA
Cerrar sesión

**Datos generales:**

Fecha: dd / mm / aaaa

ID y Orden Prod.:  Responsable:

**Materia prima:**

ID Materia:  Cantidad:

ID Materia	Materia
35001	Carne de Pollo
35002	MDM de Pollo
35003	Pollo de pollo
35004	Grasa de res
35005	Carne Industrial
35006	MDM de Cerdo
35007	Masaca de cerdo
35008	Pelajo de cerdo
35009	Pierna de cerdo
35010	Extremidad de pellerjo
35011	Intestino Morca

#	Fecha	Orden Prod.	ID Materia	Materia	Cantidad
1	25 de Noviembre de 2021	20211102	35001	Carne de Pollo	10
2	26 de Noviembre de 2021	20211102	35001	Carne de Pollo	10

Fuente: Elaboración propia.

## 2.4.2.11. Administrar productos

Figura 102. Prototipo: Administrar productos

**ADMINISTRAR PRODUCTOS** Cerrar sesión

Información de los productos:

ID Producto:  Registrar producto

Producto:  Precio (S.):

Categoría:  Cantidad:

Unidad de medida:  Fecha de caducidad:

Fecha de registro:  Limpiar datos

Generar reporte de productos

#	ID	Producto	Categoría	Unidad de medida	Precio (S.)	Cantidad	Fecha de registro	Fecha de caducidad	Opciones
1	Cabanos	Cabanos	Chorizos	gramos	4	30	4 de Noviembre de 2021	20 de Noviembre de 2021	Modificar Eliminar
2	Chicharon prensa	Chicharon de prensa	Embutidos y Fianbre	gramos	9	100	4 de Noviembre de 2021	18 de Noviembre de 2021	Modificar Eliminar
3	Hamburguesa carne	Hamburguesa de carne	Hamburguesas	kgz	12	90	4 de Noviembre de 2021	9 de Diciembre de 2021	Modificar Eliminar
4	Hamburguesa pollo	Hamburguesa de pollo	Hamburguesas	kgz	15	50	4 de Noviembre de 2021	9 de Diciembre de 2021	Modificar Eliminar
5	Hot Dog	Hot Dog	Chorizos	gramos	8	120	4 de Noviembre de 2021	25 de Noviembre de 2021	Modificar Eliminar
6	Jamon Ingles	Jamon Ingles	Embutidos y Fianbre	gramos	7	50	4 de Noviembre de 2021	18 de Noviembre de 2021	Modificar Eliminar
7	Jamon Pais	Jamon del pais	Embutidos y Fianbre	gramos	7	50	4 de Noviembre de 2021	15 de Noviembre de 2021	Modificar Eliminar
8	Salchicha pollo	Salchicha de pollo	Chorizos	gramos	8	60	4 de Noviembre de 2021	25 de Noviembre de 2021	Modificar Eliminar

Fuente: Elaboración propia.

## 2.4.2.12. Administrar orden de producción

Figura 103. Prototipo: Administrar orden de producción

**ORDEN DE PRODUCCIÓN** Cerrar sesión

Información de la orden:

Días de producción:  Fecha:

Estado:  Generar planificación de producción

Productos a planificar:

Cabanos  Chicharon de prensa  Hamburguesa de carne

Hamburguesa de pollo  Hot Dog  Jamon Ingles

Jamon del pais  Salchicha de pollo

Filtrar tabla por:  buscar

#	Orden	Fecha	Estado	Opciones	Materia
1	20211102	2021-11-02	Finalizado	Detalle Eliminar Planificar Ver	
2	20211103	2021-11-03	Pendiente	Detalle Eliminar Planificar Ver	
3	20211104	2021-11-04	Pendiente	Detalle Eliminar Planificar Ver	
4	20211105	2021-11-05	Pendiente	Detalle Eliminar Planificar Ver	
5	20211106	2021-11-06	Pendiente	Detalle Eliminar Planificar Ver	
6	20211107	2021-11-07	Pendiente	Detalle Eliminar Planificar Ver	
7	20211115	2021-11-15	En proceso	Detalle Eliminar Planificar Ver	
8	20211116	2021-11-16	Pendiente	Detalle Eliminar Planificar Ver	
9	20211127	2021-11-27	Pendiente	Detalle Eliminar Planificar Ver	
10	20211128	2021-11-28	Pendiente	Detalle Eliminar Planificar Ver	
11	20211129	2021-11-29	Pendiente	Detalle Eliminar Planificar Ver	

Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.2.13. Detallar orden de producción

Figura 104. Prototipo: Detallar orden de producción

**DETALLE DE LA ORDEN** Cerrar sesión

Información de la orden

Orden de producción: 20211102

Fecha de producción: 2021/11/02

Hamburguesa de carne: 0

Hamburguesa de pollo: 4

Hot Dog: 0

Salchicha: 0

Chicharron de prensa: 4

Jamon Ingles: 0

Jamon del Pais: 0

Cabanossi: 279

**Guardar orden**

Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.2.14. Planificar requerimiento de materia prima

Figura 105. Prototipo: Planificar requerimiento de materia prima

**ADMINISTRAR ORDEN DE PRODUCCIÓN** Cerrar sesión

Datos generales

Orden de Producción: 20211102

Fecha de pedido: 2021/11/02 Estado: Pendiente

**Planificar requerimiento de materia**

#	ID Producto	Producto	Cantidad
1	Hamburguesa_carne	Hamburguesa de carne	0
2	Hamburguesa_pollo	Hamburguesa de pollo	0
3	Hot Dog	Hot Dog	0
4	Salchicha_pollo	Salchicha de pollo	0
5	Chicharon_prensa	Chicharon de prensa	0
6	Jamon Ingles	Jamon Ingles	0
7	Jamon_Pais	Jamon del pais	0
8	Cabanossi	Cabanossi	279

#	Producto	Materia prima	Cantidad	Un. Medida
1	Hamburguesa de carne	Pelajo de cerdo	0	kilo gramos
2	Hamburguesa de carne	MDM de Cerdo	0	kilo gramos
3	Hamburguesa de pollo	Carne de Pollo	0	kilo gramos
4	Hamburguesa de pollo	Piel de pollo	0	kilo gramos
5	Hot Dog	MDM de Pollo	0	kilo gramos
6	Hot Dog	Extension de panillo	0	kilo gramos
7	Hot Dog	Estivacion Mixta	0	kilo gramos
8	Salchicha de pollo	Carne de Pollo	0	kilo gramos
9	Salchicha de pollo	Grasa de res	0	kilo gramos
10	Salchicha de pollo	Extension de panillo	0	kilo gramos
11	Chicharon de prensa	Muscula de cerdo	0	kilo gramos
12	Chicharon de prensa	Pelajo de cerdo	0	kilo gramos
13	Chicharon de prensa	Pierna de cerdo	0	kilo gramos
14	Jamon Ingles	Pierna de cerdo	0	kilo gramos
15	Jamon Ingles	Carne de Pollo	0	kilo gramos
16	Jamon del pais	Pierna de cerdo	0	kilo gramos
17	Jamon del pais	Carne de Pollo	0	kilo gramos

Fuente: Elaboración propia.

### **FASE 3: Codificación**

En esta fase se especifican lo relacionado a las codificaciones del sistema, estructura del sistema, plantillas, herencias, clases, objetos y funciones de los diversos módulos.

#### **3.1. Estructura del sistema**

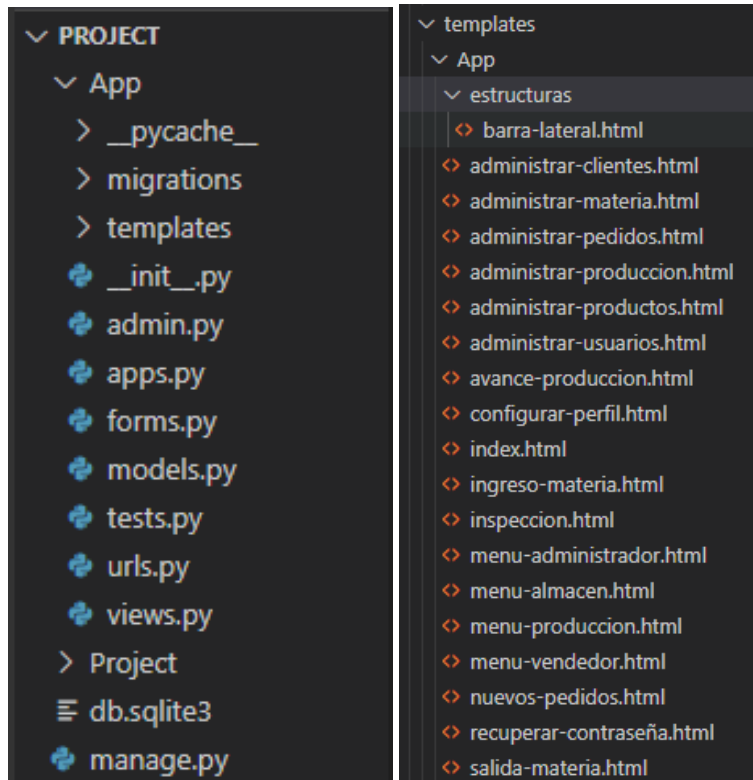
La estructura del sistema está basada en el patrón de diseño MTV. La carpeta principal del sistema lleva de nombre "Project" la cual incluye 2 sub carpetas "App" donde está todo lo relacionado a la aplicación desarrollada y "Project" el cual es el proyecto creado al iniciar el desarrollo.

Cabe destacar la diferenciación entre un proyecto y una aplicación al momento de realizar la estructura del sistema para su posterior desarrollo, ya que todo sistema desarrollado en Django realiza la creación de un proyecto para su desarrollo, no obstante, dentro del proyecto creado existirán diversas aplicaciones que se podrán desarrollar y reutilizar para proyectos similares.

Para el desarrollo del sistema se decidió la creación de solo un aplicativo que abarque los diversos módulos con las funcionalidades planteadas para una mejor interacción entre estas, junto al hecho de que no se considera necesario la separación de aplicaciones dentro del desarrollo.

El sistema web codificado se compone de las siguientes carpetas y archivos observados en la figura a continuación.

Figura 106. Estructura del sistema



Fuente: Elaboración propia.

**App:** Carpeta donde se almacena el aplicativo desarrollado.

**Migration =** Carpeta donde se almacena las migraciones de los models.py para las bases de datos.

**Templates:** Carpeta donde se almacenan las plantillas HTML

**Static:** Carpeta estática donde se almacenan las sub carpetas “IMG” relacionado a las imágenes utilizadas en el sistema, “CSS” relacionado a los archivos CSS para las páginas web y “JSS” relacionado a los archivos JavaScript para las páginas web.

**Models.py:** Archivo Python donde se crean las clases para la migración y creación de la base de datos.

**Urls.py:** Archivo Python donde se almacenan los enlaces URL del sistema.

**Views.py:** Archivo Python donde se almacenan las funciones del sistema.

### 3.2. Plantillas y funciones

#### Herencia

Django al ser un marco de trabajo que se programa con el lenguaje de programación Python, se destaca en la facilidad de reutilización de plantillas HTML utilizando la herencia. A continuación, se muestran algunas herencias realizadas dentro del sistema con el fin de evitar la duplicidad de código dentro del aplicativo.

Ejemplificando lo mencionado, el sistema web desarrollado plantea una barra lateral para cada uno de los diferentes roles de usuario existentes en el sistema. Estos usuarios tendrán módulos exclusivos y, por lo tanto, la misma estructura interna de la plantilla HTML. Por lo que, para evitar la redundancia de código fuente se decide la creación de una estructura base llamada "Barra-lateral.html" la cual será la herencia padre. Esta plantilla se puede observar en la figura 107 a continuación.

Figura 107. Plantilla de herencia padre

```

1  {% load static %}
2  <doctype html>
3  <html lang="es">
4  <head>
5  <meta charset="utf-8">
6  <title>{% block titleweb %}{% endblock %}</title>
7  <script src="https://kit.fontawesome.com/64572026aa.js" crossorigin="anonymous"></script>
8  <link rel="stylesheet" href="{% static 'CSS\barra-lateral-v1.0.css' %}">
9  </head>
10
11 <body>
12 <nav id="menu" >
13 <a id="logout" href="">Cerrar sesi&ocute;n&nbsp;&nbsp;&nbsp;<i class="fas fa-sign-out-alt"></i></a>
14 </nav>
15
16 <div id="menu-lateral" class="menu-colapsado">
17 <!--HEADER-->
18 <div id="header">
19 <!--<div id="title"><span>Bel: </span></div-->
20 <div id="menu-btn">
21 <div class="btn-administrar"></div>
22 <div class="btn-administrar"></div>
23 <div class="btn-administrar"></div>
24 </div>
25 </div>
26 <!--PROFILE-->
27 <div id="profile">
28 <div id="foto"></div>
29 <div id="name"><span>Usuario</span></div>
30 </div>
31 <!--ITEMS-->
32 <div id="menu-items">
33 &#x7B; block content %&#x7D;
34 <div class="item">
35 <a href="#">
36 &#x7B; <div class="icon"><i class="fas fa-users-cog"></i></div>
37 &#x7B; <div class="title"><span>Administrar usuario</span></div>
38 </a>
39 </div>
40 &#x7B; endblock %&#x7D;
41 <div class="item separator">
42
43 </div>
44 <div class="item">
45 <a href="configurar-perfil">
46 &#x7B; <div class="icon"><i class="fas fa-wrench"></i></div>
47 &#x7B; <div class="title"><span>Configurar perfil</span></div>
48 </a>
49 </div>
50 </div>
51 </div>
52 <script>
53 const btn=document.querySelector('#menu-btn');
54 const menu=document.querySelector('#menu-lateral');
55 btn.addEventListener('click', e => {
56 menu.classList.toggle("menu-expandido");
57 menu.classList.toggle("menu-colapsado");
58 document.querySelector('body').classList.toggle('body-expandido');
59 });
60 </script>
61
62 </body>
63 </html>

```

Fuente: Elaboración propia.

Una vez definida la plantilla se realiza la creación de bloques los cuales estarán agrupando al código que se reutilizará o duplicará cambiando sus valores en las plantillas hijas. Estos bloques son los siguientes.

El Código en la línea 2 “`{% block titleweb %} Menú principal {% endblock %}`” esta referido a la herencia del título web de la plantilla.

El código en la línea 3 al 34 “`{% block content %} {% endblock %}`” esta referido a que toda esa agrupación del content será heredada de la plantilla para los otros templates.

De manera que, en la plantilla hija se realiza el llamado de la plantilla padre y se agregan los códigos en bloque junto a la nueva codificación exclusiva de ese módulo como se puede observar en la figura 108.

Figura 108. Plantilla de herencia hija

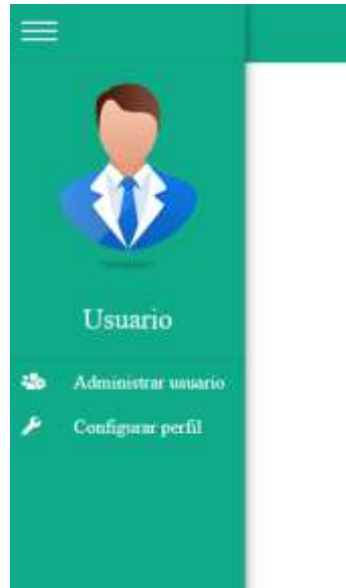
```
1  {% extends "App/estructuras/barra-lateral.html" %}
2  {% block titleweb %} Menú principal {% endblock %}
3  {% block content %}
4  <div class="item">
5      <a href="{% url 'menu-vendedor' %}">
6          <div class="icon"><i class="fas fa-home"></i></div>
7          <div class="title"><span>Menu principal</span></div>
8      </a>
9  </div>
10 <div class="item">
11     <a href="{% url 'administrar-clientes' %}">
12         <div class="icon"><i class="fas fa-users-cog"></i></div>
13         <div class="title"><span>Administrar clientes</span></div>
14     </a>
15 </div>
16 <div class="item">
17     <a href="{% url 'administrar-pedidos' %}">
18         <div class="icon"><i class="fas fa-boxes"></i></div>
19         <div class="title"><span>Administrar pedidos</span></div>
20     </a>
21 </div>
22 <div class="item">
23     <a href="{% url 'logout' %}">
24         <div class="icon"><i class="fas fa-sign-out-alt"></i></div>
25         <div class="title"><span>Cerrar sesi&oacute;n</span></div>
26     </a>
27 </div>
28 <div class="item">
29     <a href="https://drive.google.com/uc?export=download&id=10HGcg5LkJyzcw_7gOnjZzL3-tPJTgeaY">
30         <div class="icon"><i class="fas fa-file-pdf"></i></div>
31         <div class="title"><span>Manual de usuario</span></div>
32     </a>
33 </div>
34 {% endblock %}
35
```

Fuente: Elaboración propia.



De esta manera se obtiene una reutilización de código necesaria para evitar la duplicidad del mismo, gracias a la utilización de un lenguaje orientado a objetos. Teniendo como resultado final las siguientes interfaces.

Figura 109. Interface plantilla padre



Fuente: Elaboración propia.

Figura 110. Interface plantillas hijas

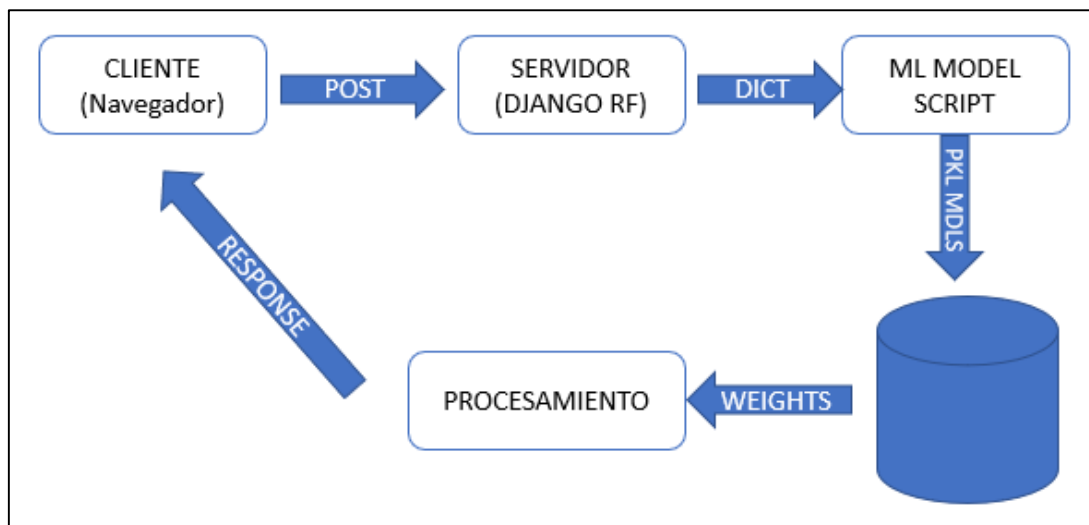


Fuente: Elaboración propia.

## Creación del Machine Learning

El aprendizaje automático se divide en 3 tipos (supervisado, no supervisado y refuerzo). En el desarrollo del sistema para la presente investigación se estará utilizando el aprendizaje automático de tipo supervisado debido a que es una modalidad donde los algoritmos van aprendiendo de acuerdo a los datos introducidos ya etiquetados y clasificados por la persona para realizar un procesamiento y generar salida de información útil y esperada.

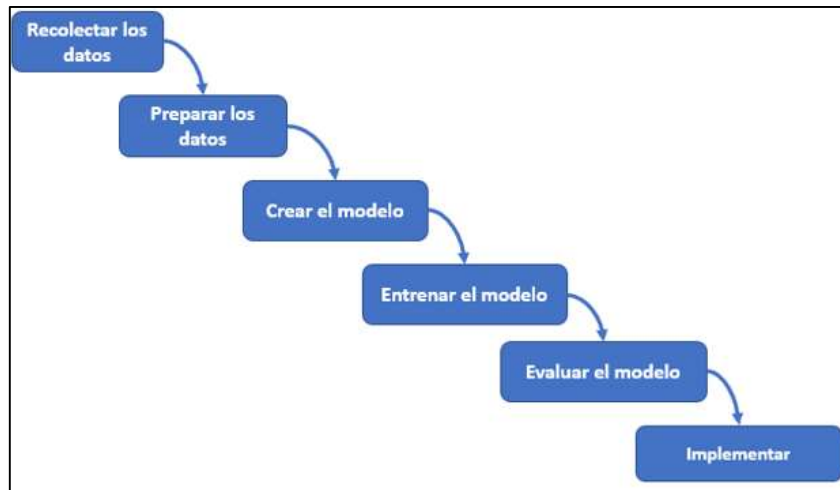
Figura 111. Ciclo del sistema con el machine learning



Fuente: Elaboración propia.

Para el desarrollo del machine learning en el sistema propuesto se hará uso de la librería Scikit-Learn, ya que es una de las librerías mayormente orientadas en los tipos de machine learning existentes y compatibles con el lenguaje de programación Python. En la figura 112, se presentan las 6 fases para la construcción del ML.

Figura 112. 6 fases para construir el ML



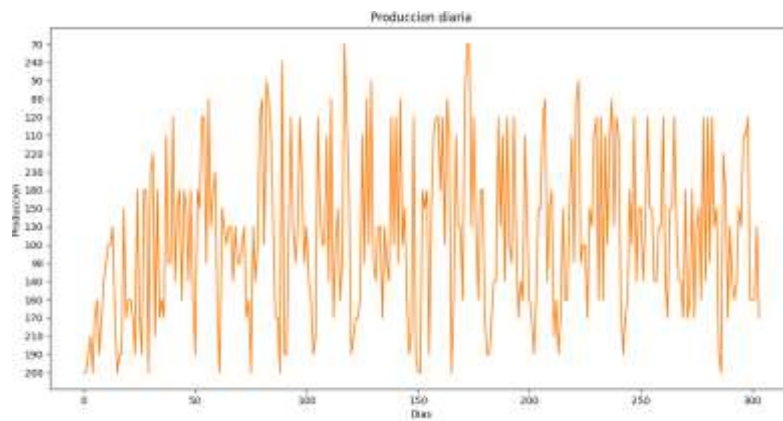
### Fase 1: Recolectar los datos

Para la recolección de datos se realizará mediante la información recolectada en un CSV debido a que el entrenamiento necesitará de información ya recolectada y la vinculación a la base de datos estará vacía a la hora de implementar el sistema. Asimismo, esta fase se aprovechó para la revisión y visualización de los datos para comprobar si existe una tendencia en los datos o son datos estacionarios.

La recolección de los datos abarca no solo la recolección de los datos necesarios para la creación del modelo, sino también la visualización de los datos para la comprobación antes de la creación del mismo a fin de evitar errores o fallos a futuro.

En la figura 113, se visualiza la gráfica con relación a las producciones en el último año y la cantidad del producto producido. A su vez, se observa que existe una semejanza en las cantidades en ciertos días de producción. Por lo tanto, se confirmaría que los datos a utilizar para el machine learning son series temporales y por ende se debería utilizar alguna técnica de machine learning que ayude a predecir de una manera eficiente respetando la estacionariedad de los datos.

Figura 113. Datos estacionarios - Producción diaria 2021



Ante lo mencionado anteriormente, se decide la utilización de diversos modelos de pronóstico con el fin de escoger el modelo con una mayor precisión en el pronóstico. Por lo tanto, en la presente investigación se optaron por realizar el modelo de pronóstico mediante árbol de decisión, regresión lineal, SARIMAX, redes neuronales LSTM y redes neuronales MLP.

### **Fase 2: Preparar los datos**

Para la preparación de los datos se realizó la normalización de los datos estacionarios a una escala entre 0 a -1 con el fin de poder alimentar a la red neuronal para luego usar el algoritmo de retro propagación para entrenarla. En la figura 114, se visualiza el código necesario para la transformación mencionada.

Figura 114. Fase 2 - Preparación de los datos

```

456 def series_a_supervisado(data, n_in=1, n_out=1, dropnan=True):
457     n_vars = 1 if type(data) is list else data.shape[1]
458     datos = pd.DataFrame(data)
459     cols, names = list(), list()
460     #secuencia input (t-n, ... t-1)
461     for i in range(n_in, 0, -1):
462         cols.append(datos.shift(i))
463         names += [('var%d(t-%d)' % (j+1, i)) for j in range(n_vars)]
464     #secuencia forecast (t, t+1, ... t+n)
465     for i in range(0, n_out):
466         cols.append(datos.shift(-i))
467         if i == 0:
468             names += [('var%d(t)' % (j+1)) for j in range(n_vars)]
469         else:
470             names += [('var%d(t+%d)' % (j+1, i)) for j in range(n_vars)]
471     agg = pd.concat(cols, axis=1)
472     agg.columns = names
473     if dropnan:
474         agg.dropna(inplace=True)
475     return agg
476
477     values = datos.values #Cargar los conjuntos de datos
478     values = values.astype('float32') #Asignar float a todos los datos
479
480     scaler = MinMaxScaler(feature_range=(-1, 1)) #Transformar el rango entre -1 a 1
481     values=values.reshape([-1, 1])
482     scaled = scaler.fit_transform(values)
483
484     #frame como supervised learning
485     reframed = series_a_supervisado(scaled, PASOS, 1)

```

Finalmente, dará como resultado la figura 115, donde se presentan 6 columnas, las 5 primeras columnas (var1(t-6) a t-1)) son las entradas que representan las producciones de los 6 días y la última columna (var1(t)) sería la salida del 7mo día.

Figura 115. Transformación datos estacionarios a supervisado

	var1(t-6)	var1(t-5)	var1(t-4)	var1(t-3)	var1(t-2)	var1(t-1)	var1(t)
7	-0.030928	-0.340206	0.536083	1.000000	-0.649485	-0.443299	-0.030928
8	-0.340206	0.536083	1.000000	-0.649485	-0.443299	-0.030928	-0.185567
9	0.536083	1.000000	-0.649485	-0.443299	-0.030928	-0.185567	-0.649485
10	1.000000	-0.649485	-0.443299	-0.030928	-0.185567	-0.649485	-0.391753
11	-0.649485	-0.443299	-0.030928	-0.185567	-0.649485	-0.391753	-0.649485

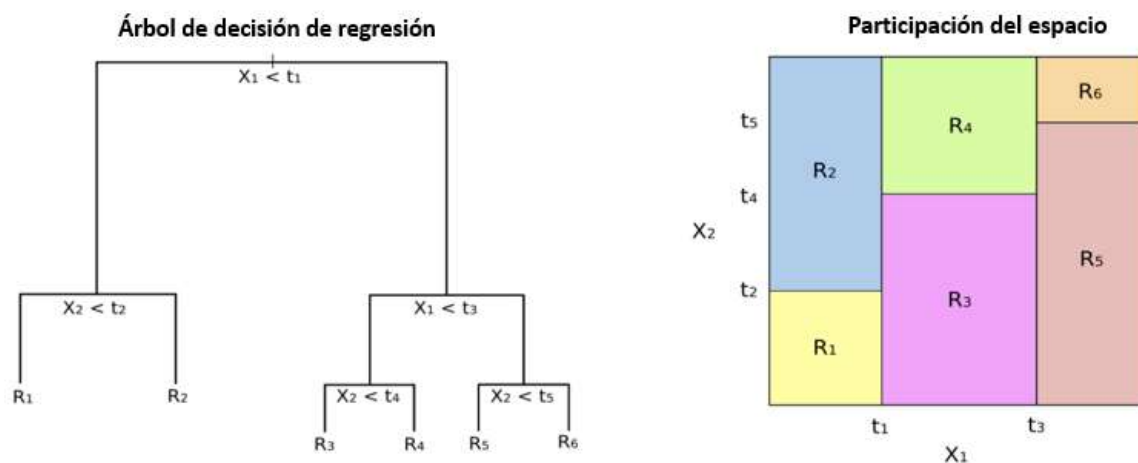
### Fase 3: Crear el modelo

Para la creación del modelo de machine learning para realizar el pronóstico de planificación se utilizaron 5 modelos diferentes con técnicas de predicción con el fin de comparar los resultados entre estos y elegir el que mejor precisión tenga. Cabe destacar que, se tiene en consideración los tiempos de entrenamiento y el consumo de recursos de CPU y RAM para la elección del modelo a implementar. A continuación, se detalla la creación de cada uno de los modelos.

## Modelo Árbol de decisión de regresión

Los árboles de decisión son un método dividido en clasificación y regresión para generar predicciones a través de decisiones lógicas y utilizando el nodo final para evaluar la siguiente predicción. Para el presente estudio se optó por el desarrollo de un modelo de árbol de decisión con el fin de evaluar su precisión frente a las otras técnicas de predicción.

El árbol de regresión consiste en aplicar la siguiente fórmula  $X_c \leq t$  or  $X_c \geq t$ , donde si el valor a evaluar es mayor o menor se deberá tomar una ruta distinta repitiendo el mismo proceso hasta llegar al nodo final (R). Para observarlo de manera gráfica sería el siguiente modelo.



Donde los valores del nodo terminal ( $R_1, R_2, \dots, R_x$ ) serán colocados de manera repetitiva en los hiper rectángulos para hallar la variable de respuesta. En este tipo de modelo se utiliza la siguiente ecuación del RSS (Residual Sum of Squares):  $RSS = \sum_{x=1}^x \sum_{i \in R_1} (Y_i - Y_{R_1})^2$  donde  $Y_{R_1}$  es la media de la variable respuesta en la región  $R_1$ .

Para la creación del modelo requiere de dos argumentos ( $X, Y$ ) en matrices. En la figura 116, se aprecia la creación del código para un árbol de decisión donde se tienen 50 días para predecir y con un porcentaje de 45% de entrenamiento y 55% de validación debido a que era el valor que mejor funcionaba en este caso.

Figura 116. Creación del modelo RAD.

```
#Crear la prediccion de x dias
futuros_dias = 50
#Crear columna de prediccion
datos['Prediccion'] = datos[['Producto']].shift(-futuros_dias)

#Convertir los datos anteriores en un array quitando las ultimas filas
X = np.array(datos.drop(['Prediccion'],1))[:-futuros_dias]
#Convertir los datos anteriores en un array con todos los datos menos el 'X'
Y = np.array(datos['Prediccion'])[:-futuros_dias]

#Dividir los datos para train=50% y test=50%->
x_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split(X,Y,test_size=0.55)

#Creacion del modelo
arbol = DecisionTreeRegressor().fit(x_train, y_train)

#Obtener las x datos del conjunto de datos
x_futuro = datos.drop(['Prediccion'],1))[:-futuros_dias]
x_futuro = x_futuro.tail(futuros_dias)
x_futuro = np.array(x_futuro)
```

## Modelo de regresión lineal

La regresión lineal es utilizada dentro del aprendizaje supervisado con el fin de generar una aproximación lineal indicando la tendencia de los datos para pronosticar a futuro. Se plantea la fórmula de una recta:

$$Y = B_0 + B_1X_1 + u$$

Donde:

Y = Variable a predecir

B<sub>0</sub> = Intercepto

B<sub>1</sub> = Pendiente

X<sub>1</sub> = Variable que causa el cambio

U = error

Para la creación del modelo utilizando regresión lineal se plantea el mismo código que la figura 91, pero cambiando la función a implementar. Teniendo el siguiente extracto de código presentado en la figura 117.

Figura 117. Creación del modelo RL

```
#Crear la prediccion de x dias
futuros_dias = 50
#Crear columna de prediccion
datos['Prediccion'] = datos[['Producto']].shift(-futuros_dias)

#Convertir los datos anteriores en un array quitando las ultimas filas
X = np.array(datos.drop(['Prediccion'],1))[:-futuros_dias]
#Convertir los datos anteriores en un array con todos los datos menos el 'X' anterior
Y = np.array(datos['Prediccion'])[:-futuros_dias]

#Dividir los datos para train=45% y test=55%->
x_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split(X,Y,test_size=0.55)

#Creacion del modelo
reg_lineal = LinearRegression().fit(x_train, y_train)

#Obtener las x datos del conjunto de datos
x_futuro = datos.drop(['Prediccion'],1))[:-futuros_dias]
x_futuro = x_futuro.tail(futuros_dias)
x_futuro = np.array(x_futuro)
```

## Modelo estadístico SARIMAX

El modelo SARIMAX está basado en el promedio móvil integrado autorregresivo estacional con factores exógenos, centrándose en su totalidad en realizar el pronóstico a datos históricos que sean netamente estacionarios. Explicando las fórmulas a profundidad se expresaría de la siguiente manera:

$$SARIMAX \underbrace{(p, d, q)}_{\text{No estacionario}} \underbrace{(P, D, Q, S)}_{\text{Estacionario}}$$

Donde:

AR(p): número de términos autorregresivos.

I(d): número de diferencias no estacionales necesarias para la estacionariedad.

MA(q): número de errores de pronóstico retrasados en la ecuación de predicción.

AR(P): número de términos autorregresivos estacionales

I(D): Número de diferenciación estacional

MA(Q): orden de promedio móvil estacional.

X(S): Duración de la fase estacional repetida.

Se observa la similitud del (p, d, q) que plantea el modelo ARIMA junto al (P, D, Q, S) donde se presenta el factor de estacionalidad donde se registran 4 datos a diferencia del ARIMA con solo 3. Para representarlo matemáticamente se plantean de la siguiente fórmula:



$$\phi_p(L)\tilde{\phi}_p(L^s)\Delta^d\Delta_s^D y_t = A(t) + \theta q(L)\tilde{\theta}_q(L^s)\epsilon_t$$

Donde:

- $\phi_p(L)$  = Es el polinomio de rezago autorregresivo no estacional.
- $\tilde{\phi}_p(L^s)$  = Es el polinomio de rezago autorregresivo estacional.
- $\Delta^d\Delta_s^D y_t$  = Es la serie de tiempo, tiempos d diferenciados y tiempos D diferenciados estacionalmente.
- $A(t)$  = Es el polinomio de la tendencia.
- $\theta q(L)$  = Es el polinomio de rezago de la media móvil no estacional.
- $\tilde{\theta}_q(L^s)$  = Es el polinomio de rezago de la media móvil estacional.

Para la creación del modelo utilizando SARIMAX se plantea el siguiente código presentado en la figura 118.

Figura 118. Creación del modelo SARIMAX

```
retro_prediccion = test_data.copy()
#Crear modelo SARIMAX junto a la retroalimentación
for x_train in test_data.index:
    train_data = lim_produccion_diaria[:x_train]
    modeloSARIMAX = SARIMAX(train_data, order=mi_order, seasonal_order=mi_seasonal_order)
    modelo_entrenado = modeloSARIMAX.fit()

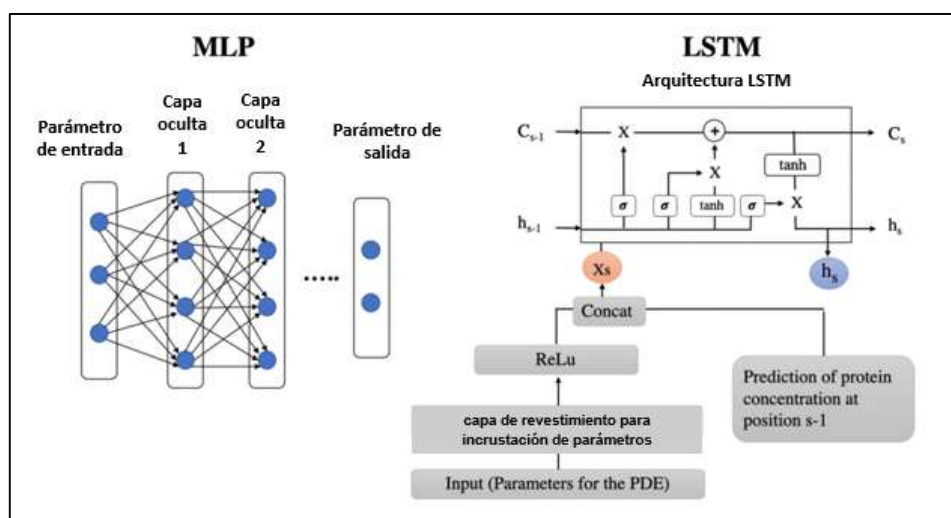
    pred = modelo_entrenado.forecast()
    retro_prediccion[x_train] = pred

retro_residuals = test_data - retro_prediccion
```

## Modelo de red neuronal LSTM

Las redes neuronales LSTM son una de los tipos de redes recurrentes caracterizados por memorizar los datos estacionarios evitando la perdida de estos en el procesamiento, de allí el nombre del tipo de red siendo Long Short Term Memory (LSTM). A continuación, se presenta la arquitectura de la red neuronal LSTM y la red neuronal MLP la cual se creará luego.

Figura 119. Arquitectura de redes neuronales MLP y LSTM



Fuente: Burzawa et. al (2020)

Como se observa en la figura 119, se presenta la arquitectura de la red neuronal de perceptrón multicapa y la red neuronal con memoria a corto plazo, siendo la segunda más compleja al presentar estados, capas con embeddings y retroalimentación.

Por lo tanto, se presenta en la figura 120 el código para la creación del modelo usando la red neuronal LSTM. Destacando como cantidad a predecir un total de 50 días, teniendo un porcentaje de 80% 20% con relación al entrenamiento y las validaciones. Asimismo, se utilizarán 2 capas LSTM (50 neuronas con retroalimentación y 50 neuronas sin retroalimentación) y 2 capas densas (25 neuronas y 1 neurona), esta configuración está basado en la mejor precisión que se pudo obtener.

Figura 120. Creación del modelo LSTM

```
#Transformar train en 3 dimensiones para el LSTM (Filas,Pasos,Columna)
x_train = np.reshape(x_train, (x_train.shape[0],x_train.shape[1],1))

#Construir el modelo LSTM
modeloLSTM = Sequential()
modeloLSTM.add(LSTM(50,return_sequences=True, input_shape=(x_train.shape[1] , 1)))#Capa con 50 neuronas
modeloLSTM.add(LSTM(50, return_sequences=False)) #2da Capa con 50 neuronas
modeloLSTM.add(Dense(25)) #Capa densa con 25 neuronas
modeloLSTM.add(Dense(1)) #Capa densa con 1 neurona
```

### Modelo de red neuronal MLP

La red neuronal de tipo perceptrón multicapa son redes tradicionales las cuales presentan capas de entrada, capas ocultas que realizan el proceso y capas de salida. Este tipo de red neuronal aplica la siguiente ecuación.

$$y_t = \alpha_0 + \sum_{j=1}^h \alpha_j G \left( \beta_{oj} + \sum_{i=1}^p \beta_{ij} y_{t-i} \right) + e_t$$

Donde:

$Y_t$  = Valor pronosticado

$Y_{t-i}$  = Valor de la variable de entrada

$\alpha_j$  = Representa el peso de la capa oculta a la capa de salida.

$\beta_{ij}$  = Coeficiente que representa el peso de la capa de entrada a la capa oculta.

G = Referido a la función logística para la capa de entrada para determinar la función de salida en la capa oculta.

h = Número de neuronas registradas en la capa oculta.

P = Número de neuronas registradas en la capa de entrada.

$e_t$  = errores del modelo

Para la creación de la red neuronal se definió un total de 6 entradas con 1 capa oculta con 6 neuronas para tener como resultado 1 sola neurona. Asimismo, se utilizó la función de tangente hiperbólica mencionada anteriormente y el optimizador Adam junto a las métricas de evaluación de precisión y de pérdida, ya que la predicción resultante tendrá un valor continuo y por ende la utilización de estas métricas ayudará a visualizar si existe una reducción mientras más ciclos de ejecuciones realice. Referido a los ciclos de ejecución, se decidió la utilización de 30 "Epochs" debido a que, generará una predicción más estable y continua por cada uno de los ciclos implementados.

Cabe destacar, la separación de cierta cantidad de los datos totales para el entrenamiento y la validación.

Figura 121. Creación del modelo MLP

```
#Creacion del modelo
def crear_modelo():
    modeloMTP = Sequential()
    modeloMTP.add(Dense(6, input_shape=(1,6),activation='tanh'))
    modeloMTP.add(Flatten())
    modeloMTP.add(Dense(1, activation='tanh'))
    modeloMTP.compile(loss='mean_absolute_error',optimizer='Adam',metrics=["mse"])
    modeloMTP.summary()
    return modeloMTP
```

#### Fase 4: Entrenamiento del modelo

Para el entrenamiento del modelo se realizó mediante un ciclo de ejecuciones con un valor de 30 veces para la red neuronal MLP y 20 veces para la red neuronal LSTM como se presenta en la figura 122 respectivamente.

Figura 122. Fase 4 - Entrenamiento del modelo MLP y LSTM

```
#ML-Entrenamiento del modelo
modeloMTP = crear_modelo()
history=modeloMTP.fit(x_train,y_train,epochs=30,
                    alidation_data=(x_val,y_val),
                    batch_size=6)
```

```
#Entrenar el modelo
modeloLSTM.fit(x_train,y_train,batch_size=1,epochs=20)
```

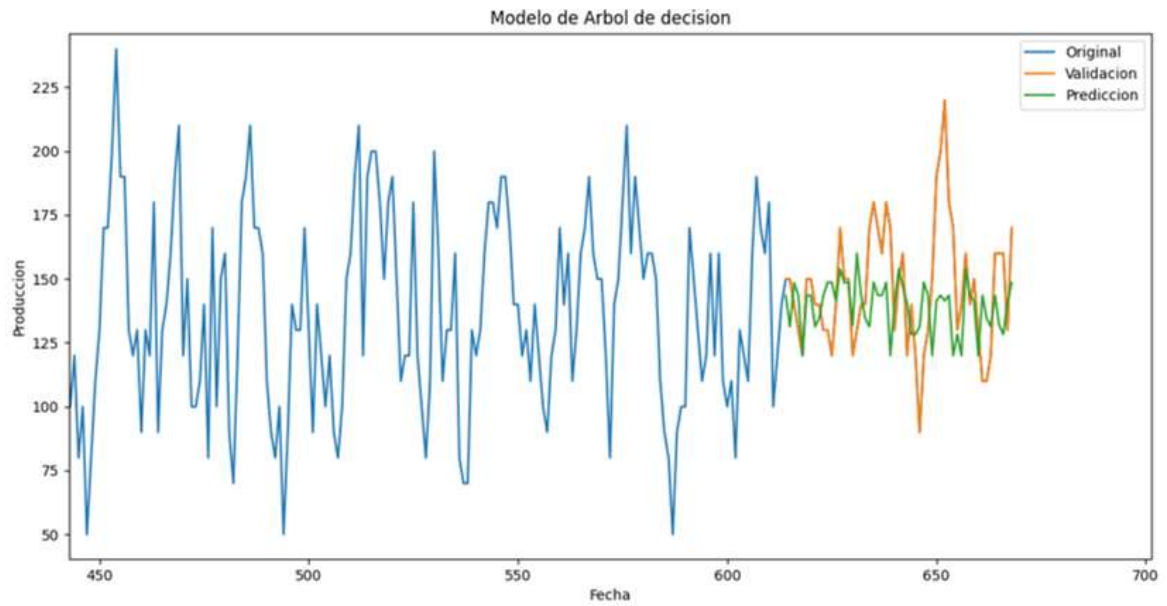
#### Fase 5: Evaluación del modelo

En esta fase se realiza la comprobación de los modelos propuestos con el fin de evaluar los errores de pronóstico, las precisiones de los mismos, los tiempos de entrenamiento, entre otros.

#### Modelo de regresión de árbol de decisión

En la figura 123 se presenta el pronóstico generado mediante la creación del modelo de regresión lineal.

Figura 123. Pronóstico con modelo RAD.



Siendo las líneas azules, los datos reales históricos, las líneas naranjas los datos reales utilizados para comparar y validar los datos verdes que es el pronóstico generado por la regresión de árbol de decisión. Asimismo, se plantean las métricas de evaluación con el fin de comparar los resultados de cada modelo.

Tabla 106. Errores del modelo RAD y precisión

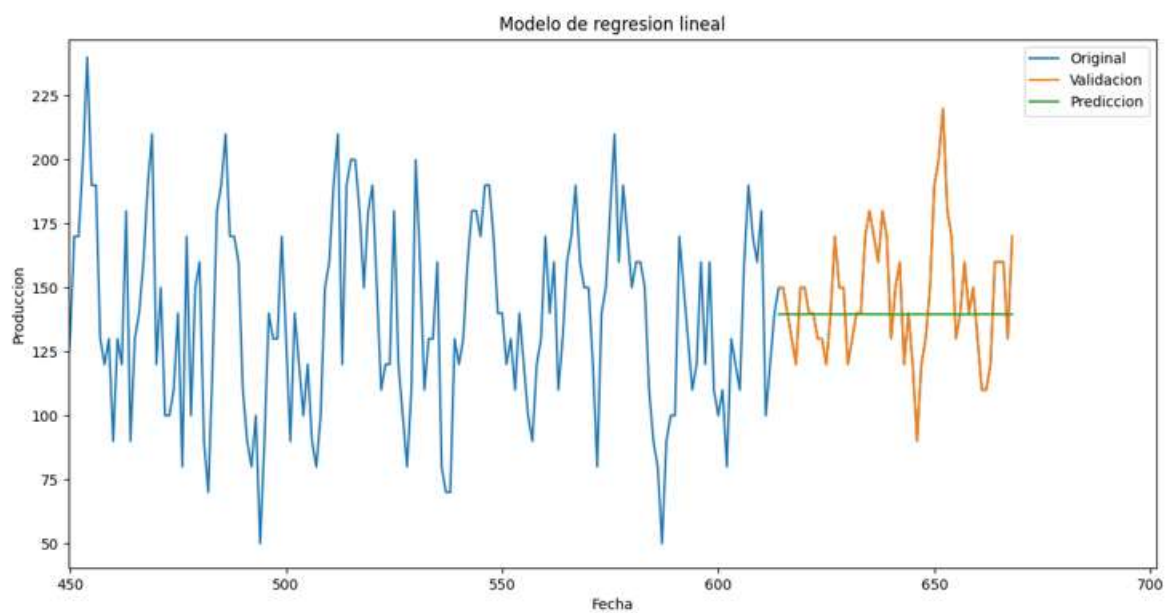
ITEM	VALOR REAL	VALOR PRONOSTICADO	Error de pronóstico	Desviación Absoluta Media (MAD)	Error Cuadrático Medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)	Precisión
t	Dt	Ft	Dt - Ft	Dt - Ft	Dt - Ft   <sup>2</sup>	(  Dt - Ft   / Dt) * 100	MAPE-100
1	150	143	7	7	49	5	95
2	150	131	19	19	361	13	87
3	140	148	-8	8	64	6	94
4	130	144	-14	14	196	11	89
5	120	120	0	0	0	0	100
6	150	143	7	7	49	5	95
7	140	131	9	9	81	6	94
8	140	135	5	5	25	4	96
9	130	144	-14	14	196	11	89
10	130	149	-19	19	361	15	85
11	120	149	-29	29	841	24	76
12	140	141	-1	1	1	1	99
13	170	154	16	16	256	9	91
14	150	148	2	2	4	1	99
15	150	149	1	1	1	1	99
16	130	160	-30	30	900	23	77
17	140	144	-4	4	16	3	97
18	140	135	5	5	25	4	96
19	170	131	39	39	1521	23	77
20	180	149	31	31	961	17	83
21	170	144	26	26	676	15	85
22	160	144	16	16	256	10	90
23	180	149	31	31	961	17	83
24	170	120	50	50	2500	29	71
25	150	154	-4	4	16	3	97
26	160	147	13	13	169	8	92
27	140	141	-1	1	1	1	99
28	120	128	-8	8	64	7	93
29	120	128	-8	8	64	7	93
30	130	149	-19	19	361	15	85
31	150	143	7	7	49	5	95
32	190	120	70	70	4900	37	63
33	200	141	59	59	3481	30	70
34	220	144	76	76	5776	35	65
35	180	141	39	39	1521	22	78
36	170	144	26	26	676	15	85
37	140	120	20	20	400	14	86
38	160	120	40	40	1600	25	75
39	140	154	-14	14	196	10	90
40	150	143	7	7	49	5	95
41	130	141	-11	11	121	8	92
42	110	120	-10	10	100	9	91
43	120	143	-23	23	529	19	81
44	160	<b>131</b>	29	29	841	18	82
45	160	<b>144</b>	16	16	256	10	90
46	160	132	28	28	784	18	82
47	170	128	42	42	1764	25	75
		<b>Total</b>	<b>519</b>	<b>953</b>	<b>34019</b>	<b>599</b>	<b>87.26</b>
		<b>Suma de errores</b>	<b>11.04255319</b>	<b>20.27659574</b>	<b>723.8085106</b>	<b>12.74468085</b>	
			CFE = 11.04	MAD = 20.27	MSE = 723.80	MAPE = 12.74	PP = 87

De acuerdo a la tabla 106, se presentan los siguientes resultados donde se tiene una sumatoria acumulada de errores del 11.04. Asimismo, la desviación absoluta media presenta un valor de 20.27, un error cuadrático medio de 723.80 y un error porcentual absoluto medio de 12.74% dando una precisión promedio de 87.26%

### Modelo de regresión lineal

En la figura 124 se presenta el pronóstico generado mediante la creación del modelo de regresión lineal.

Figura 124. Pronóstico con modelo RL



Siendo las líneas azules, los datos reales históricos, las líneas naranjas los datos reales utilizados para comparar y validar los datos verdes que es el pronóstico generado por la regresión lineal. Asimismo, se plantean las métricas de evaluación con el fin de comparar los resultados de cada modelo.

Tabla 107. Errores del modelo RL y precisión

ITEM	VALOR REAL	VALOR PRONOSTICADO	Error de pronóstico	Desviación Absoluta Media (MAD)	Error Cuadrático Medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)	Precisión
t	Dt	Ft	Dt - Ft	Dt - Ft	Dt - Ft  <sup>2</sup>	( Dt - Ft  / Dt) * 100	MAPE-100
1	150	139	11	11	121	7	93
2	150	139	11	11	121	7	93
3	140	139	1	1	1	1	99
4	130	139	-9	9	81	7	93
5	120	139	-19	19	361	16	84
6	150	139	11	11	121	7	93
7	140	139	1	1	1	1	99
8	140	139	1	1	1	1	99
9	130	139	-9	9	81	7	93
10	130	139	-9	9	81	7	93
11	120	139	-19	19	361	16	84
12	140	139	1	1	1	1	99
13	170	139	31	31	961	18	82
14	150	139	11	11	121	7	93
15	150	139	11	11	121	7	93
16	130	139	-9	9	81	7	93
17	140	139	1	1	1	1	99
18	140	139	1	1	1	1	99
19	170	139	31	31	961	18	82
20	180	139	41	41	1681	23	77
21	170	139	31	31	961	18	82
22	160	139	21	21	441	13	87
23	180	139	41	41	1681	23	77
24	170	139	31	31	961	18	82
25	150	139	11	11	121	7	93
26	160	139	21	21	441	13	87
27	140	140	0	0	0	0	100
28	120	140	-20	20	400	17	83
29	120	140	-20	20	400	17	83
30	130	140	-10	10	100	8	92
31	150	140	10	10	100	7	93
32	190	140	50	50	2500	26	74
33	200	140	60	60	3600	30	70
34	220	140	80	80	6400	36	64
35	180	140	40	40	1600	22	78
36	170	140	30	30	900	18	82
37	140	140	0	0	0	0	100
38	160	140	20	20	400	13	87
39	140	140	0	0	0	0	100
40	150	140	10	10	100	7	93
41	130	140	-10	10	100	8	92
42	110	140	-30	30	900	27	73
43	120	140	-20	20	400	17	83
44	160	140	20	20	400	13	87
45	160	140	20	20	400	13	87
46	160	140	20	20	400	13	87
47	170	140	30	30	900	18	82
		<b>Total</b>	526	894	29866	562	88.04
		<b>Suma de errores</b>	11.19148936	19.0212766	635.4468085	11.95744681	
			CFE = 11.19	MAD = 19.02	MSE = 635.44	MAPE = 11.95	PP = 88

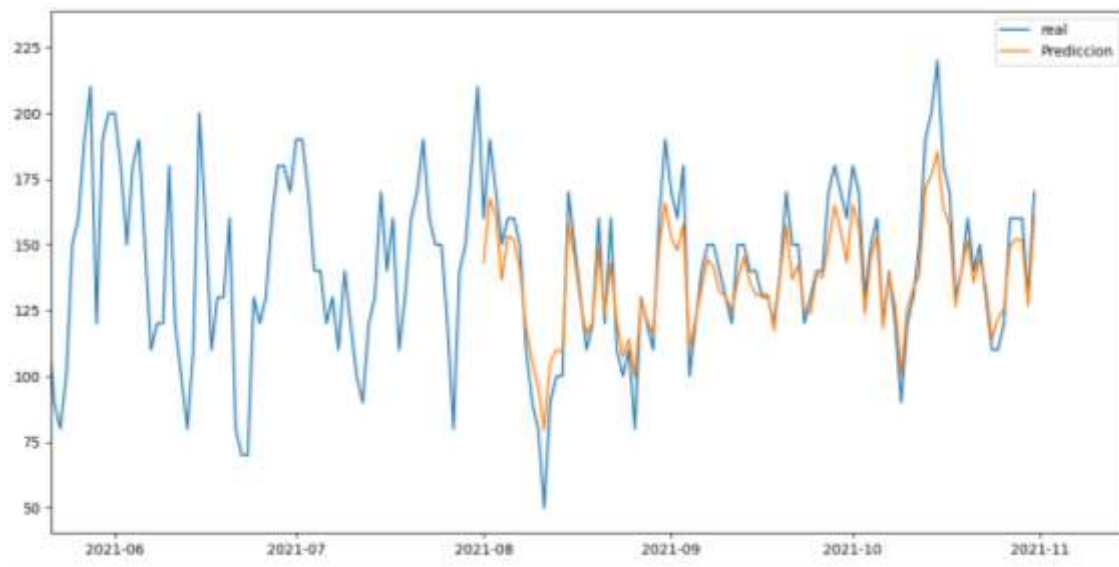


De acuerdo a la tabla 107, se presentan los siguientes resultados donde se tiene una sumatoria acumulada de errores del 11.19. Asimismo, la desviación absoluta media presenta un valor de 19.02, un error cuadrático medio de 635.44 y un error porcentual absoluto medio de 11.95% dando una precisión promedio de 88.04%.

### Modelo de SARIMAX

En la figura 125 se presenta el pronóstico generado mediante la creación del modelo predictivo utilizando SARIMAX.

Figura 125. Pronóstico del modelo SARIMAX



Siendo las líneas azules, los datos reales históricos y las líneas naranjas los datos reales utilizados para comparar el pronóstico generado por el modelo SARIMAX. Asimismo, se plantean las métricas de evaluación con el fin de comparar los resultados de cada modelo.

Tabla 108. Errores del modelo SARIMAX y precisión

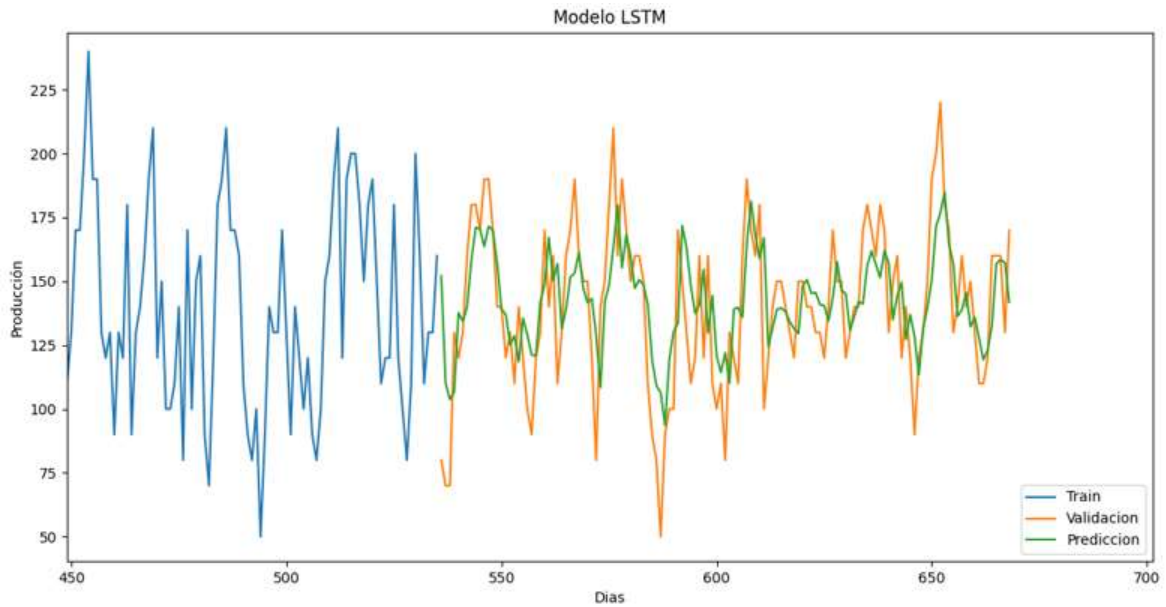
ITEM	VALOR REAL	VALOR PRONOSTICADO	Error de pronóstico	Desviación Absoluta Media (MAD)	Error Cuadrático Medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)	Precisión
t	Dt	Ft	Dt - Ft	Dt - Ft	Dt - Ft  <sup>2</sup>	( Dt - Ft  / Dt) * 100	MAPE-100
1	150	144	6	6	36	4	96
2	150	141	9	9	81	6	94
3	140	132	8	8	64	6	94
4	130	130	0	0	0	0	100
5	120	125	-5	5	25	4	96
6	150	137	13	13	169	9	91
7	140	136	4	4	16	3	97
8	140	131	9	9	81	6	94
9	130	132	-2	2	4	2	98
10	130	131	-1	1	1	1	99
11	120	117	3	3	9	3	97
12	140	139	1	1	1	1	99
13	170	157	13	13	169	8	92
14	150	137	13	13	169	9	91
15	150	143	7	7	49	5	95
16	130	124	6	6	36	5	95
17	140	139	1	1	1	1	99
18	140	137	3	3	9	2	98
19	170	150	20	20	400	12	88
20	180	165	15	15	225	8	92
21	170	156	14	14	196	8	92
22	160	143	17	17	289	11	89
23	180	165	15	15	225	8	92
24	170	157	13	13	169	8	92
25	150	145	5	5	25	3	97
26	160	153	7	7	49	4	96
27	140	139	1	1	1	1	99
28	120	127	-7	7	49	6	94
29	120	126	-6	6	36	5	95
30	130	133	-3	3	9	2	98
31	150	139	11	11	121	7	93
32	190	172	18	18	324	9	91
33	200	176	24	24	576	12	88
34	220	185	35	35	1225	16	84
35	180	164	16	16	256	9	91
36	170	157	13	13	169	8	92
37	140	141	-1	1	1	1	99
38	160	152	8	8	64	5	95
39	140	136	4	4	16	3	97
40	150	145	5	5	25	3	97
41	130	134	-4	4	16	3	97
42	110	114	-4	4	16	4	96
43	120	126	-6	6	36	5	95
44	160	149	11	11	121	7	93
45	160	152	8	8	64	5	95
46	160	152	8	8	64	5	95
47	170	161	9	9	81	5	95
		<b>Total</b>	334	412	5768	258	
		<b>Suma de errores</b>	7.106382979	8.765957447	122.7234043	5.489361702	94.51
			CFE = 7.11	MAD = 8.77	MSE = 122.72	MAPE = 5.49	PP = 94.5

De acuerdo a la tabla 108, se presentan los siguientes resultados donde se tiene una sumatoria acumulada de errores del 7.11. Asimismo, la desviación absoluta media presenta un valor de 8.77, un error cuadrático medio de 122.72 y un error porcentual absoluto medio de 5.49% dando una precisión promedio de 94.51%.

## Modelo de red neuronal LSTM

En la figura 126 se presenta el pronóstico generado mediante la creación del modelo con la red neuronal LSTM.

Figura 126. Pronóstico del modelo LSTM



Siendo las líneas azules, los datos reales históricos, las líneas naranjas los datos reales utilizados para comparar y validar los datos verdes que es el pronóstico generado por la red neuronal LSTM. Asimismo, se plantean las métricas de evaluación con el fin de comparar los resultados de cada modelo.

Tabla 109. Errores del modelo LSTM y precisión

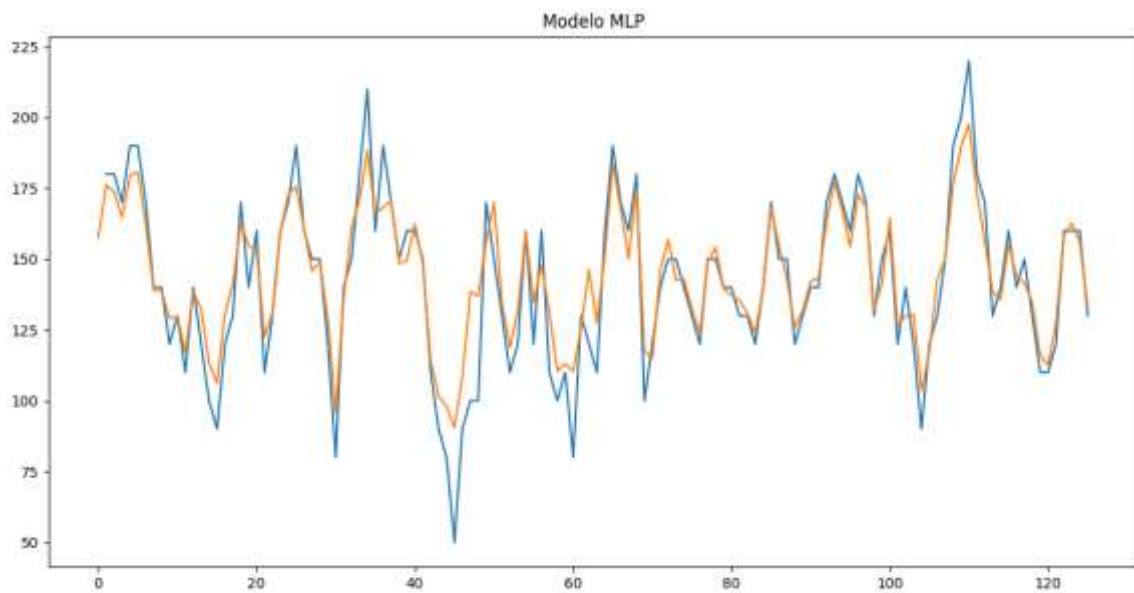
ITEM	VALOR REAL	VALOR PRONOSTICADO	Error de pronóstico	Desviación Absoluta Media (MAD)	Error Cuadrático Medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)	Precisión
t	Dt	Ft	Dt - Ft	Dt - Ft	Dt - Ft  <sup>2</sup>	( Dt - Ft  / Dt) * 100	MAPE-100
1	150	139	11	11	121	7	93
2	150	140	10	10	100	7	93
3	140	138	2	2	4	1	99
4	130	134	-4	4	16	3	97
5	120	131	-11	11	121	9	91
6	150	129	21	21	441	14	86
7	140	151	-11	11	121	8	92
8	140	145	-5	5	25	4	96
9	130	146	-16	16	256	12	88
10	130	141	-11	11	121	8	92
11	120	140	-20	20	400	17	83
12	140	134	6	6	36	4	96
13	170	143	27	27	729	16	84
14	150	158	-8	8	64	5	95
15	150	147	3	3	9	2	98
16	130	131	-1	1	1	1	99
17	140	136	4	4	16	3	97
18	140	142	-2	2	4	1	99
19	170	141	29	29	841	17	83
20	180	156	24	24	576	13	87
21	170	162	8	8	64	5	95
22	160	157	3	3	9	2	98
23	180	151	29	29	841	16	84
24	170	162	8	8	64	5	95
25	150	135	15	15	225	10	90
26	160	144	16	16	256	10	90
27	140	150	-10	10	100	7	93
28	120	127	-7	7	49	6	94
29	120	137	-17	17	289	14	86
30	130	113	17	17	289	13	87
31	150	132	18	18	324	12	88
32	190	140	50	50	2500	26	74
33	200	150	50	50	2500	25	75
34	220	171	49	49	2401	22	78
35	180	177	3	3	9	2	98
36	170	185	-15	15	225	9	91
37	140	165	-25	25	625	18	82
38	160	136	24	24	576	15	85
39	140	139	1	1	1	1	99
40	150	146	4	4	16	3	97
41	130	132	-2	2	4	2	98
42	110	136	-26	26	676	24	76
43	120	128	-8	8	64	7	93
44	160	123	37	37	1369	23	77
45	160	133	27	27	729	17	83
46	160	157	3	3	9	2	98
47	170	158	12	12	144	7	93
		<b>142</b>	312	710	18360	455	
		<b>Suma de errores</b>	6.63829787	15.10638298	390.6382979	9.680851064	90.3191489
			CFE = 6.64	MAD = 15.1	MSE = 390.64	MAPE = 9.68	PP = 90

De acuerdo a la tabla 109, se presentan los siguientes resultados donde se tiene una sumatoria acumulada de errores del 6.64. Asimismo, la desviación absoluta media presenta un valor de 15.1, un error cuadrático medio de 390.64 y un error porcentual absoluto medio de 9.68% dando una precisión promedio de 90.32%

### Modelo de red neuronal MLP

En la figura 127 se presenta el pronóstico generado mediante la creación del modelo con la red neuronal MLP

Figura 127. Pronóstico del modelo MLP



Siendo las líneas azules, los datos reales históricos y las líneas naranjas los datos pronosticados generados por la red neuronal MLP. Asimismo, se plantean las métricas de evaluación con el fin de comparar los resultados de cada modelo.

Tabla 110. Errores del modelo MLP y precisión

ITEM	VALOR REAL	VALOR PRONOSTICADO	Error de pronóstico	Desviación Absoluta Media (MAD)	Error Cuadrático Medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)	Precisión
t	Dt	Ft	Dt - Ft	Dt - Ft	Dt - Ft  <sup>2</sup>	( Dt - Ft  / Dt) * 100	MAPE-100
1	150	156	-6	6	36	4	96
2	150	145	5	5	25	3	97
3	140	142	-2	2	4	1	99
4	130	134	-4	4	16	3	97
5	120	126	-6	6	36	5	95
6	150	149	1	1	1	1	99
7	140	141	-1	1	1	1	99
8	140	138	2	2	4	1	99
9	130	136	-6	6	36	5	95
10	130	133	-3	3	9	2	98
11	120	126	-6	6	36	5	95
12	140	141	-1	1	1	1	99
13	170	168	2	2	4	1	99
14	150	155	-5	5	25	3	97
15	150	144	6	6	36	4	96
16	130	132	-2	2	4	2	98
17	140	142	-2	2	4	1	99
18	140	145	-5	5	25	4	96
19	170	162	8	8	64	5	95
20	180	176	4	4	16	2	98
21	170	165	5	5	25	3	97
22	160	153	7	7	49	4	96
23	180	171	9	9	81	5	95
24	170	167	3	3	9	2	98
25	150	140	10	10	100	7	93
26	160	162	-2	2	4	1	99
27	140	131	9	9	81	6	94
28	120	132	-12	12	144	10	90
29	120	122	-2	2	4	2	98
30	130	143	-13	13	169	10	90
31	150	154	-4	4	16	3	97
32	190	178	12	12	144	6	94
33	200	190	10	10	100	5	95
34	220	192	28	28	784	13	87
35	180	171	9	9	81	5	95
36	170	156	14	14	196	8	92
37	140	138	2	2	4	1	99
38	160	155	5	5	25	3	97
39	140	145	-5	5	25	4	96
40	150	142	8	8	64	5	95
41	130	136	-6	6	36	5	95
42	110	118	-8	8	64	7	93
43	120	129	-9	9	81	8	92
44	160	160	0	0	0	0	100
45	160	163	-3	3	9	2	98
46	160	156	4	4	16	3	97
47	170	168	2	2	4	1	99
<b>Total</b>			52	278	2698	183	96.11
<b>Suma de errores</b>			1.106382979	5.914893617	57.40425532	3.893617021	
			CFE = 1.11	MAD = 5.91	MSE = 57.4	MAPE = 3.89	PP = 96.11

De acuerdo a la tabla 110, se presentan los siguientes resultados donde se tiene una sumatoria acumulada de errores del 1.11. Asimismo, la desviación absoluta media presenta un valor de 5.91, un error cuadrático medio de 57.4 y un error porcentual absoluto medio de 3.89% dando una precisión promedio de 96.11%.

## Resultados

Tras la obtención de los errores de los cinco modelos planteados se realizó la tabla 111 con el fin de comparar los resultados obtenidos con el fin de evaluar de manera general los resultados de los errores y la precisión por cada modelo.

Tabla 111. Comparativa de los errores de pronóstico entre los modelos

	RAD	RL	SARIMAX	LSTM	MLP
CFE	11.04	11.19	7.11	6.64	1.11
MAD	20.27	19.02	8.77	15.1	5.91
MSE	723.8	635.44	122.72	390.64	57.4
MAPE (%)	12.74	11.95	5.49	9.68	3.89
Precisión (%)	87.26	88.04	94.51	90.32	96.11

Tras la comparativa de los resultados de los cinco modelos desarrollados se pudo observar que los modelos de red neuronal MLP obtuvo el mejor resultado con relación a la precisión y los errores del modelo. Asimismo, se observó que el modelo estadístico es menor que el MLP, sin embargo, para obtener una mejor comparativa en relación a los dos modelos se optó por realizar los indicadores de tiempo de entrenamiento y el consumo de CPU y RAM con el fin de obtener los modelos con mejores resultados y plantear la implementación del mejor modelo que cumpla las 4 condiciones.

### **Fase 6: Implementación del modelo**

Finalmente se realiza la implementación del modelo elegido con el fin de generar una predicción aceptable en el pronóstico a partir de los datos recolectados anteriormente. En la presente investigación se realizó el pronóstico de la producción semanal por cada uno de los productos que se producen en la empresa a partir de la última semana registrada en la carga de los datos. En la figura 128 se observa la implementación del pronóstico con relación al modelo MLP debido a que fue el modelo que presento una mejor precisión junto a una reducción considerable en los tiempos de entrenamiento y menor consumo de recursos de CPU y RAM frente al modelo SARIMAX.

Figura 128. Fase 6 - Implementación del modelo en el sistema

PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Información de las ordenes:

	2021/11/22	2021/11/23	2021/11/24	2021/11/25	2021/11/26	2021/11/27
Orden de producción:	2021/11/22	2021/11/23	2021/11/24	2021/11/25	2021/11/26	2021/11/27
Fecha de producción:	2021/11/22	2021/11/23	2021/11/24	2021/11/25	2021/11/26	2021/11/27
Mantenergama de carne:	2252	1380	2418	1460	1470	1668
Mantenergama de pollo:	1190	1210	1118	1210	1170	1111
Haz Dog:	118	127	111	141	141	149
Subidos:	358	421	470	461	470	478
Chickens de queso:	111	120	111	111	120	111
Janon Ingles:	174	171	171	176	177	171
Janon del País:	166	176	179	188	188	188
Cobamont:	180	180	184	180	181	180

Guardar planificación

## FASE 4: Pruebas

En esta sección se realizarán las pruebas de software con relación a los requerimientos propuestos. Teniendo en consideración aquellos que sean más prioritarios o que puedan ser cruciales en caso ocurra algún problema. A continuación, se detallarán las tablas de prueba con relación a las pruebas funcionales.

### 1.1. Pruebas funcionales

A continuación, se plantean diversos escenarios a probar con relación a los requerimientos funcionales del sistema y con el uso de la técnica de caja negra para evaluarlo.



### 1.1.1. Iniciar sesión

Tabla 112. Prueba: Iniciar sesión

INFORMACIÓN GLOBAL DEL CASO DE PRUEBA						
<b>Clasificación de prueba</b>	Funcional		<b>Tipo de prueba</b>	Caja negra		
<b>Funcionalidad</b>	RF		<b>Fecha de ejecución</b>	20/11/2021		
<b>Código de requerimiento</b>	RF01		<b>Módulo del sistema</b>	Iniciar sesión		
<b>Descripción del caso de prueba</b>			Se realizará la prueba de caja negra en el módulo de iniciar sesión con diferentes escenarios posibles ingresando datos correctos e incorrectos.			
<b>1. Caso de prueba</b>						
<b>a. Precondiciones</b>						
1. Tener una cuenta registrada en la base de datos.						
<b>b. Pasos de la prueba</b>						
1. Ingresar correo electrónico. 2. Ingresar contraseña en el campo. 3. Dar clic en el botón "Iniciar sesión"						
Datos de entrada			Respuesta esperada	Coincide		Respuesta del sistema
Campo	Valor	Tipo escenario		Sí	No	
Usuario Contraseña	UsuarioP Contraseña	Correcto	El sistema deberá validar los datos ingresados y dirigirlo al módulo correspondiente e al rol.	X		El sistema válido los datos y lo dirige al módulo correspondiente al rol registrado.
Usuario Contraseña	1234567 987	Incorrecto	El sistema no deberá brindar acceso debido a que no se validará los datos.	X		El sistema no inicia sesión.
<b>2. Resultados de la prueba</b>						
<b>Defectos y desviaciones</b>					<b>Veredicto</b>	
No presento ninguna desviación o fallas.					Aprueba	X
					Desaprueba	

## 1.1.2. Registrar ingreso de materia

Tabla 113. Prueba: Registrar ingreso de materia

INFORMACIÓN GLOBAL DEL CASO DE PRUEBA						
<b>Clasificación de prueba</b>	Funcional	<b>Tipo de prueba</b>	Caja negra			
<b>Funcionalidad</b>	RF	<b>Fecha de ejecución</b>	20/11/2021			
<b>Código de requerimiento</b>	RF08	<b>Módulo del sistema</b>	Registrar ingreso de materia			
<b>Descripción del caso de prueba</b>		Se realizará la prueba de caja negra en el módulo de registrar ingreso de materia prima con diferentes escenarios posibles ingresando datos buenos y faltantes.				
<b>1. Caso de prueba</b>						
<b>a. Precondiciones</b>						
1. Ingresar con el rol de almacén.						
<b>b. Pasos de la prueba</b>						
1. Registrar fecha, documento y proveedor 2. Registrar materia prima y la cantidad. 3. Dar clic en el botón “Registrar ingreso”						
Datos de entrada			Respuesta esperada	Coincide		Respuesta del sistema
Campo	Valor	Tipo escenario		Sí	No	
Fecha N. Doc Proveedor Materia Cantidad	20/11/2021 1 2000001 Proveedor 1 Carne de pollo 20	Correcto	El sistema deberá validar los datos y aumentar la cantidad de dicha materia.	X		El sistema validó el registro y modificó la cantidad de materia prima.
Fecha N. Doc Proveedor Materia Cantidad	20/11/2021 1 2000001 Proveedor 1 20	Incorrecto	El sistema no registrará debido a que falta registrar el campo materia.	X		El sistema no registra los datos.
<b>2. Resultados de la prueba</b>						
<b>Defectos y desviaciones</b>					<b>Veredicto</b>	
No presento ninguna desviación o fallas.					Aprueba	X
					Desaprueba	

### 1.1.3. Registrar salida de materia

Tabla 114. Prueba: Registrar salida de materia

INFORMACIÓN GLOBAL DEL CASO DE PRUEBA						
<b>Clasificación de prueba</b>	Funcional	<b>Tipo de prueba</b>	Caja negra			
<b>Funcionalidad</b>	RF	<b>Fecha de ejecución</b>	20/11/2021			
<b>Código de requerimiento</b>	RF09	<b>Módulo del sistema</b>	Registrar salida de materia			
<b>Descripción del caso de prueba</b>		Se realizará la prueba de caja negra en el módulo de registrar salida de materia prima con diferentes escenarios posibles ingresando datos buenos y faltantes.				
<b>1. Caso de prueba</b>						
<b>a. Precondiciones</b>						
1. Ingresar con el rol de almacén.						
<b>b. Pasos de la prueba</b>						
1. Registrar fecha, orden y responsable 2. Registrar materia prima y la cantidad. 3. Dar clic en el botón “Registrar salida”						
Datos de entrada			Respuesta esperada	Coincide		Respuesta del sistema
Campo	Valor	Tipo escenario		Sí	No	
Fecha Orden Responsable Materia Cantidad	20/11/2021 1 2000001 Proveedor 1 Carne de pollo 20	Correcto	El sistema deberá validar los datos y aumentar la cantidad de dicha materia.	X		El sistema validó el registro y modificó la cantidad de materia prima.
Fecha Orden Responsable Materia Cantidad	20/11/2021 1 2000001 Proveedor 1 20	Incorrecto	El sistema no registrará debido a que falta registrar el campo materia.	X		El sistema no registra los datos.
<b>2. Resultados de la prueba</b>						
<b>Defectos y desviaciones</b>					<b>Veredicto</b>	
No presento ninguna desviación o fallas.					Aprueba	X
					Desaprueba	

### 1.1.4. Planificar orden de producción

Tabla 115. Prueba: Planificar orden de producción

INFORMACIÓN GLOBAL DEL CASO DE PRUEBA						
<b>Clasificación de prueba</b>	Funcional		<b>Tipo de prueba</b>	Caja negra		
<b>Funcionalidad</b>	RF		<b>Fecha de ejecución</b>	20/11/2021		
<b>Código de requerimiento</b>	RF11		<b>Módulo del sistema</b>	Administrar orden de producción		
<b>Descripción del caso de prueba</b>			Se realizará la prueba de caja negra en el módulo de administrar orden de producción con diferentes escenarios posibles.			
<b>1. Caso de prueba</b>						
<b>a. Precondiciones</b>						
1. Ingresar con el rol de producción.						
<b>b. Pasos de la prueba</b>						
1. Elegir tipo de producción y fecha. 2. Seleccionar productos a planificar. 3. Dar clic en el botón "Generar planificación"						
Datos de entrada			Respuesta esperada	Coincide		Respuesta del sistema
Campo	Valor	Tipo escenario		Sí	No	
Tipo Fecha Estado Producto	Día 20/11/2021 Pendiente Hot Dog	Correcto	El sistema deberá pronosticar la producción del producto seleccionado.	X		El sistema generó el pronóstico de acuerdo al producto.
Tipo Fecha Estado Producto	Día 20/11/2021 Pendiente	Incorrecto	El sistema no deberá pronosticar ningún producto.	X		El sistema no pronóstico.
<b>2. Resultados de la prueba</b>						
<b>Defectos y desviaciones</b>					<b>Veredicto</b>	
No presento ninguna desviación o fallas.					Aprueba	X
					Desaprueba	

## **FASE 5: Implementación**

En la última fase del desarrollo de software se especifican los requerimientos de hardware y software necesarios para la ejecución del sistema desarrollado. Así como, la especificación del manual de usuario desarrollado para el entendimiento claro del sistema web.

### **5.1. Requerimientos de Hardware**

Para el funcionamiento adecuado del sistema se necesitará el uso de una computadora con los requerimientos posibles para el uso de un navegador.

Deberán cumplir con las siguientes características de hardware:

- Procesador: Intel I3 5ta Gen en adelante.
- Memoria RAM: Mínima de 2 GB.
- Espacio en disco: Correspondiente al navegador que utilice.
- Monitor: VGA.
- Tarjeta de red: 10/100 Mbps o superior.

### **5.2. Requerimientos de Software**

El equipo informático deberá cumplir con los siguientes requerimientos de software:

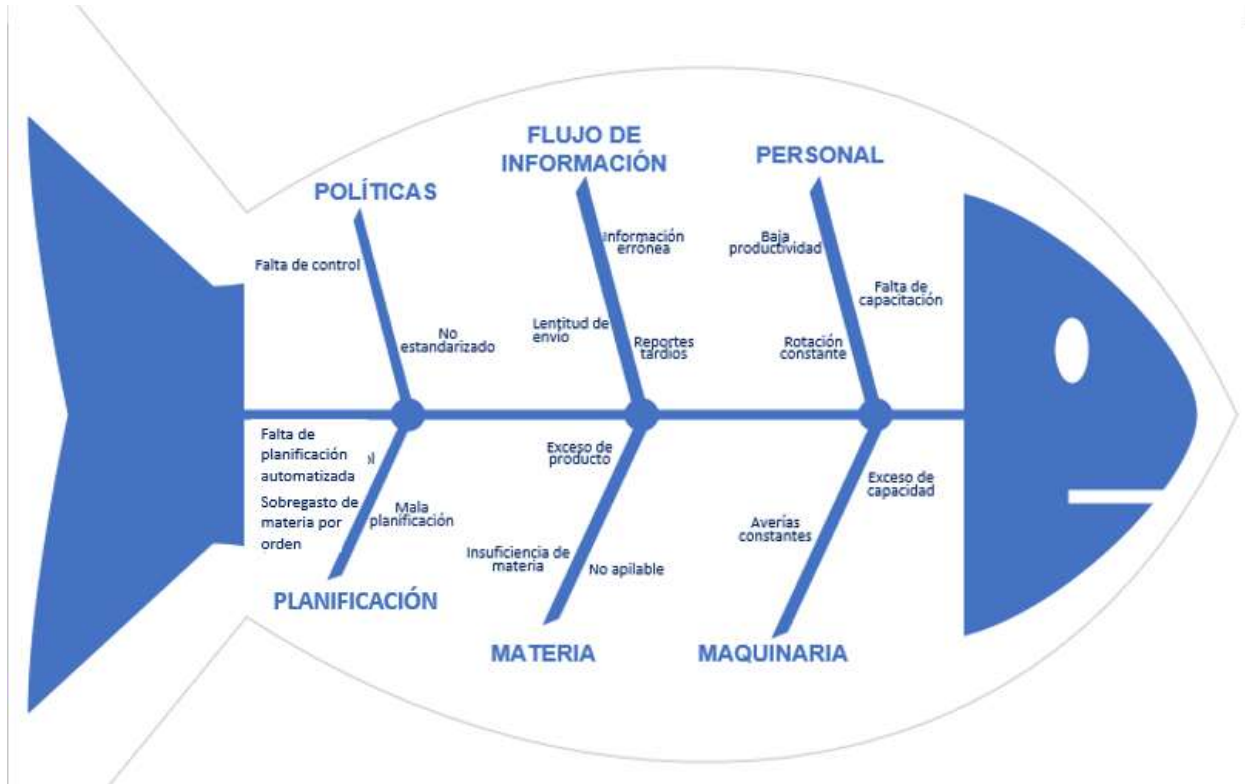
- Sistema operativo: Basado en ventanas gráficas: Linux, Windows o MAC.
- Navegador web: En versiones actuales preferible Mozilla Firefox y Google Chrome (Windows) o Google Chromium (Linux).

### **5.3. Manual de usuario**

En esta sección se detallará el manual de usuario documentado para el entendimiento de cada uno de las funcionalidades del sistema dependiendo de los roles desarrollados en el mismo. Así como, una sección sobre problemas frecuentes que puedan ocurrir y una manera rápida de solucionar dichos problemas. El manual de usuario documentado se encuentra en el Anexo 13: Manual de usuario.

## ANEXO 4. Diagrama de Ishikawa

Figura 129. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO 5. Matriz de Operacionalización de variables

Tabla 116. Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
Independiente:  Sistema web	Los sistemas de información web contienen una colección de páginas web mediante un sitio web donde los usuarios puedan ingresar. (Dieter y Thalheim, 2019)					
Dependiente:  Planificación de los requerimientos de materiales para la producción	Mino (2015), la planificación de requerimientos de materiales es una técnica de planeamiento para la producción enfocada en gestionar el flujo de materia siendo una técnica que busca coordinar los materiales, su precisión y los tiempos de realización con el menor consumo posible. (p. 211)	Para la medición de la variable dependiente, se realizará mediante una ficha de observación para cada uno de los indicadores propuestos.	<b>D1.</b> Tiempo de planificación  Fuente: Álvarez y Lobo (2020, p. 77)	<b>I1: Tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción.</b>  $TPPP = \frac{\sum_i^n = 1 TPP_i}{n}$  Fuente: Andrade, Del Río y Alvear (2019, p.90)  <b>TPPP</b> = Tiempo promedio de planificación de producción <b>TPP</b> = Tiempo de planificación de producción. <b>n</b> = Número de productos  <b>I2: Tiempo promedio de cálculo de materia para producción</b>  $TPC = \frac{\sum_i^n = 1 TC_i}{n}$	Ficha de observación	Razón

				<p>Fuente: Andrade, Del Río y Alvear (2019, p.90)</p> <p><b>TPC</b>=Tiempo promedio de cálculo  <b>TC</b>=Tiempo de cálculo  <b>n</b> = Número de producto</p>		
			<p><b>D2. Precisión de pronóstico</b></p> <p>Fuente: Córdova y Santa María (2020, p. 2)</p>	<p><b>I3: Porcentaje de precisión del pronóstico de la producción.</b></p> $PP = 100\% - MAPE$ <p>Fuente: Batukhtin <i>et. al.</i> (2019, p. 07)</p> <p><b>PP</b>: Precisión del pronóstico  <b>MAPE</b>: Error porcentual Absoluto medio</p> $MAPE = \frac{ D_t - F_t }{D_t} \times 100$ <p>Fuente: Barman, Badul y Dhali. (2018, p. 57)</p> <p><b>D<sub>t</sub></b>: Dato real  <b>F<sub>t</sub></b>: Dato pronosticado</p>	Ficha de observación	
			<p><b>D3. Entrenamiento del modelo de pronóstico</b></p> <p>Fuente: López y Arco (2019, p.11)</p>	<p><b>I4: Tiempo de entrenamiento del modelo</b></p> $TPE = \sum_i^n \frac{Te_i}{n}$ <p>Fuente: Mora, Pérez y Jorquera (2021, p. 5)</p> <p><b>TPE</b>: Tiempo de entrenamiento  <b>Te<sub>i</sub></b>: Tiempo de entrenamiento i  <b>n</b>: Total de pruebas</p>	Ficha de observación	Razón



			<p><b>D4. Consumo de recursos</b></p> <p>Paguay (2018, p.4)</p>	<p><b>I5: Uso de consumo de CPU</b></p> $UCC = \sum_j^n \frac{ccj}{n}$ <p>Fuente: Menes, Arcos y Gallego (2015, p. 9), Paraguay (2018, p.11)</p> <p><b>UCC:</b> Uso de consumo de CPU  <b>ccj:</b> Uso de consumo de CPU en prueba;  <b>n:</b> Total de pruebas</p> <p><b>I6: Uso de consumo de RAM</b></p> $UCR = \sum_j^n \frac{crj}{n}$ <p>Fuente: Menes, Arcos y Gallego (2015, p. 10), Paraguay (2018, p.12)</p> <p><b>UCR:</b> Uso de consumo de RAM  <b>crj:</b> Uso de consumo de RAM en prueba;  <b>n:</b> Total de pruebas</p>	Ficha de observación	Razón
--	--	--	---	--	----------------------	-------

## ANEXO 6. Matriz de consistencia

Tabla 117. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p><b>General</b></p> <p>¿Cómo influye el sistema web utilizando machine learning en la mejora de la planificación de requerimientos de materiales de la producción?</p> <p><b>Específicos</b></p> <p>1. ¿De qué manera influye el sistema web utilizando machine learning en el tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de materiales de la producción?</p> <p>2. ¿Cómo influye el sistema web utilizando machine learning en el tiempo promedio de cálculo de materia para la producción?</p>	<p><b>General</b></p> <p>Determinar la influencia del sistema web utilizando machine learning para la mejora en la planificación de requerimientos de materiales de la producción.</p> <p><b>Específicos</b></p> <p>1. Determinar la influencia del sistema web utilizando machine learning en el tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de materiales de la producción.</p> <p>2. Determinar la influencia del sistema web en el tiempo promedio de cálculo de materia para la producción.</p>	<p><b>General</b></p> <p>El sistema web utilizando machine learning mejora la planificación de los requerimientos de materiales de la producción.</p> <p><b>Específicos</b></p> <p>1. El sistema web utilizando machine learning reduce el tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de materiales de la producción.</p> <p>2. El sistema web utilizando machine learning reduce el tiempo promedio de cálculo de materia para la producción.</p> <p>3. El sistema web utilizando machine</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Sistema web</p> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Planificación de los requerimientos de materiales para la producción</p> <p><b>Indicadores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción.</li> <li>• Tiempo promedio de cálculo de materia para producción.</li> <li>• Porcentaje de precisión del pronóstico para la planificación de los</li> </ul>	<p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>El presente proyecto de investigación está enfocado a un tipo de investigación aplicada.</p> <p><b>Nivel de investigación</b></p> <p>Se utilizará el nivel de investigación explicativa.</p> <p><b>Diseño y esquema de la investigación</b></p> <p>Se utilizará un diseño experimental con subdivisión pre-experimental con un enfoque del método pre y post test para medir el impacto que tendrá la implementación del sistema a desarrollar.</p>	<p><b>Población</b></p> <p>La población a la cual estará enfocado la investigación será una población finita donde como objeto de estudio se tenía a las órdenes de producción. Por lo tanto, la población será un total de 50 órdenes de producción.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>La muestra será un tipo de muestreo probabilístico con un muestreo aleatorio simple siendo que cada unidad de muestra tiene la misma probabilidad de ser elegida. Finalmente, según el resultado de la fórmula aplicada, se tendrá una muestra de 47 órdenes de producción.</p>

<p>3. ¿De qué manera influye el sistema web utilizando machine learning en la precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción?</p>	<p>3. Determinar la influencia del sistema web utilizando machine learning en la precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción.</p>	<p>learning incrementa la precisión del pronóstico para la planificación de los requerimientos de producción.</p>	<p>requerimientos de producción.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico.</li> </ul>		
<p>4. ¿Cómo influye el sistema web utilizando machine learning en el tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico para la planificación de la producción?</p>	<p>4. Determinar la influencia del sistema web utilizando machine learning en el tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.</p>	<p>4. El sistema web utilizando machine learning reduce el tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de consumo de CPU.</li> <li>• Uso de consumo de RAM.</li> </ul>		
<p>5. ¿Cómo influye el sistema web utilizando machine learning en el uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico para la planificación de la producción?</p>	<p>5. Determinar la influencia del sistema web utilizando machine learning en el uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.</p>	<p>5. El sistema web utilizando machine learning reduce el uso de consumo de CPU del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.</p>			
<p>6. ¿Cómo influye el sistema web utilizando machine learning en el uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico para la planificación de la producción?</p>	<p>6. Determinar la influencia del sistema web utilizando machine learning en el uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.</p>	<p>6. El sistema web utilizando machine learning reduce el uso de consumo de RAM del modelo de pronóstico para la planificación de la producción.</p>			

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO 7. Carta de aceptación

Figura 130. Carta de aceptación

**Carta de aceptación**

Lima, 15 de setiembre de 2021

**Señores:**

Universidad César Vallejo

**Atención:**

Facultad de Ingeniería

**Asunto:**

**ACEPTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Por medio de la presente carta se notifica al estudiante Atoche Salas Jairo, con DNI N.º 73206906 de la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad César Vallejo sede Lima Este, la **ACEPTACIÓN** para la realización de su proyecto de investigación cuyo título es, **"Sistema web utilizando machine learning para mejorar la planificación de requerimientos de materiales de la producción en el sector industrial"** en la empresa.

Sin otro particular, quedamos de ustedes.

Atentamente,



-----  
**Ing. Garriazo Cupe, Franklin**  
DNI: 76275474

## ANEXO 8. Encuesta para la selección de la metodología de desarrollo

### ENCUESTA A EXPERTOS PARA LA SELECCIÓN DE METODOLOGÍA

**Objetivo:** Reunir información esencial para la selección de la metodología de desarrollo a aplicar en el desarrollo del sistema web para la tesis.

**Dirigido a:** Profesionales de la carrera de ingeniería de sistemas, Ingeniería Informática, Ingenieros de Software, entre otros profesionales con conocimientos en tecnologías y/o desarrollo de sistemas.

1. **Nombres y Apellidos:** Ing. Edwin Navarro Prado

2. **Generalidades:**

#### Profesión

Ingeniero de Sistemas (  )

Ingeniero Informático ( )

Ingeniero de Software ( )

Otros ( )

#### Años de experiencia

1 – 5 Años ( )

5 – 10 años ( )

10 a más años (  )

#### Elección de la Metodología

**UWE:** Es una metodología basada en RUP y UML para desarrollar sistemas Web cubriendo todo el ciclo de vida de las aplicaciones con un enfoque orientado a objetos.

**OOHDM:** Es una metodología de desarrollo para la elaboración de aplicaciones multimedia teniendo como objetivo simplificar el diseño de las aplicaciones.

**SOHDM:** Es una metodología de desarrollo web que se enfoca en las fases de diseño y análisis junto a escenarios para el desarrollo, pero no en la implementación ni la realización de pruebas de calidad.

Para la elección de la Metodología se aplicarán los siguientes criterios.

- **Flexibilidad.** Referido a la capacidad de adaptación de la metodología frente a los acontecimientos que ocurren en el desarrollo de un sistema web.
- **Costo de desarrollo.** Referido al costo del desarrollo del sistema web al utilizar la metodología.
- **Tiempo de desarrollo.** Referido a que si la metodología permite extender el tiempo de desarrollo sin perjudicar al proyecto.
- **Herramientas a medida.** Referido a que si existen herramientas que permitan un modelamiento exclusivo para la metodología.
- **Participación del cliente.** Referido a que tanto llega a participar el cliente en el desarrollo del sistema web con el uso de esa metodología
- **Simplicidad.** Referido al simplificado del desarrollo y su contenido.
- **Facilidad de uso.** Referido a la usabilidad de la metodología.
- **Análisis.** Referido a la identificación inicial de un proyecto de desarrollo.
- **Diseño.** Referido a la documentación del diseño y prototipado de la web.
- **Construcción.** Referido a la programación del desarrollo web.
- **Pruebas.** Referido a las evaluaciones de calidad del sistema web.

Asimismo, se utilizará la escala de Likert para evaluar mediante puntuación cada uno de los criterios. Se realizará mediante la siguiente valoración:

Valoración	Escala
Muy Malo	1
Malo	2
Regular	3
Bueno	4
Muy Bueno	5

Calificación de la metodología de acuerdo a los criterios y la escala de Likert:

Criterio	UWE	OOHDM	OOWS
Flexibilidad	4	3	3
Costo de desarrollo	5	3	3
Tiempo de desarrollo	5	3	3
Herramientas a medida	3	3	3
Participación del cliente	3	3	3
Simplicidad	3	3	3
Facilidad de uso	3	3	3
Iniciación	4	4	3
Elaboración	4	4	3
Construcción	4	4	3
Transición	4	3	3
Pruebas	4	3	3
Total	46	39	36



FIRMA: \_\_\_\_\_

## ENCUESTA A EXPERTOS PARA LA SELECCIÓN DE METODOLOGÍA

**Objetivo:** Reunir información esencial para la selección de la metodología de desarrollo a aplicar en el desarrollo del sistema web para la tesis.

**Dirigido a:** Profesionales de la carrera de ingeniería de sistemas, Ingeniería Informática, Ingenieros de Software, entre otros profesionales con conocimientos en tecnologías y/o desarrollo de sistemas.

1. **Nombres y Apellidos:** Ing. Miguel Dávila Villanueva

2. **Generalidades:**

### Profesión

Ingeniero de Sistemas (X)

Ingeniero Informático ( )

Ingeniero de Software ( )

Otros ( )

### Años de experiencia

1 – 5 Años ( )

5 – 10 años (X)

10 a más años ( )

### Elección de la Metodología

**UWE:** Es una metodología basada en RUP y UML para desarrollar sistemas Web cubriendo todo el ciclo de vida de las aplicaciones con un enfoque orientado a objetos.

**OOHDM:** Es una metodología de desarrollo para la elaboración de aplicaciones multimedia teniendo como objetivo simplificar el diseño de las aplicaciones.

**SOHDM:** Es una metodología de desarrollo web que se enfoca en las fases de diseño y análisis junto a escenarios para el desarrollo, pero no en la implementación ni la realización de pruebas de calidad.

Para la elección de la Metodología se aplicarán los siguientes criterios.

- **Flexibilidad.** Referido a la capacidad de adaptación de la metodología frente a los acontecimientos que ocurren en el desarrollo de un sistema web.
- **Costo de desarrollo.** Referido al costo del desarrollo del sistema web al utilizar la metodología.
- **Tiempo de desarrollo.** Referido a que si la metodología permite extender el tiempo de desarrollo sin perjudicar al proyecto.
- **Herramientas a medida.** Referido a que si existen herramientas que permitan un modelamiento exclusivo para la metodología.
- **Participación del cliente.** Referido a que tanto llega a participar el cliente en el desarrollo del sistema web con el uso de esa metodología
- **Simplicidad.** Referido al simplificado del desarrollo y su contenido.
- **Facilidad de uso.** Referido a la usabilidad de la metodología.
- **Análisis.** Referido a la identificación inicial de un proyecto de desarrollo.
- **Diseño.** Referido a la documentación del diseño y prototipado de la web.
- **Construcción.** Referido a la programación del desarrollo web.
- **Pruebas.** Referido a las evaluaciones de calidad del sistema web.

Asimismo, se utilizará la escala de Likert para evaluar mediante puntuación cada uno de los criterios. Se realizará mediante la siguiente valoración:

Valoración	Escala
Muy Malo	1
Malo	2
Regular	3
Bueno	4
Muy Bueno	5

**Calificación de la metodología de acuerdo a los criterios y la escala de Likert:**

Criterio	UWE	OOHDM	OOWS
Flexibilidad	3	3	3
Costo de desarrollo	4	4	3
Tiempo de desarrollo	4	3	3
Herramientas a medida	2	3	3
Participación del cliente	3	3	3
Simplicidad	3	4	3
Facilidad de uso	3	3	3
Iniciación	4	3	3
Elaboración	4	3	3
Construcción	4	3	3
Transición	3	3	3
Pruebas	3	3	3
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>36</b>



FIRMA: \_\_\_\_\_



## ANEXO 9. Instrumento de recolección de datos

### Instrumento 1: Indicador 1 – Tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción Pre y Post Test

Tabla 118. Instrumento de recolección - Indicador 1 Pre Test y Post Test

Ficha de observación			
<b>Tipo de prueba</b>	Pre Test y Post Test		
<b>Investigador</b>	Atoche Salas, Jairo Cesar		

Variable	Indicador	Medida	Fórmula
Planificación de los requerimientos de materiales para la producción	Tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción	Razón	$TPPP = \frac{\sum_{i=1}^n 1 TPP_i}{n}$ <p>Fuente: Andrade, Del Río y Alvear (2019, p.90)  <b>TPPP</b> = Tiempo promedio de planificación de producción  <b>TPP</b> = Tiempo de planificación de producción.  <b>n</b> = Número de productos</p>

Item	N.º Productos	Pre Test (minutos)	PostTest (minutos)
1	8	43	3,1
2	8	44	3,1
3	6	49	2,2
4	4	27	1,5
5	5	40	1,9
6	7	36	2,6
7	8	40	3
8	6	64	2,3
9	5	43	1,9
10	4	42	1,5
11	8	64	3
12	6	43	2,3
13	8	58	3
14	4	28	1,5
15	6	47	2,3
16	8	40	3
17	5	49	1,9
18	4	33	1,5
19	8	66	3
20	4	34	1,5
21	4	24	1,5
22	3	27	1,1
23	8	74	3
24	6	55	2,3
25	4	35	1,5
26	6	45	2,3
27	6	40	2,3
28	8	46	3
29	6	40	2,3
30	2	28	0,8
31	3	35	1,1
32	4	33	1,5
33	3	35	1,1
34	4	32	1,5
35	4	39	1,5
36	5	49	1,9
37	6	40	2,3
38	8	59	3
39	7	54	2,6
40	8	43	3
41	7	43	2,6
42	8	71	3
43	8	42	3
44	6	43	2,3
45	8	42	3
46	8	49	3
47	6	30	2,3

Fuente: Elaboración propia.

## Instrumento 2: Indicador 2 – Tiempo promedio de cálculo de materia para producción Pre y Post Test

Tabla 119. Instrumento de recolección - Indicador 2 Pre Test y Post Test

Ficha de observación			
Tipo de prueba		Pre Test y Post Test	
Investigador		Atoche Salas, Jairo Cesar	
Variable	Indicador	Medida	Fórmula
Planificación de los requerimientos de materiales para la producción	Tiempo promedio de cálculo de materia para producción	Razón	$TPC = \frac{\sum_i^n = 1 TC_i}{n}$ <p>Fuente: Andrade, Del Río y Alvear (2019, p.90)  <b>TPC</b>=Tiempo promedio de cálculo  <b>TC</b>=Tiempo de cálculo  <b>N</b> = Número de productos</p>
Item	N.º Productos	Pre Test (minutos)	PostTest (minutos)
1	8	70	0.3
2	8	80	0.5
3	6	60	0.3
4	4	50	0.3
5	5	40	0.3
6	7	90	0.3
7	8	90	0.3
8	6	90	0.3
9	5	70	0.3
10	4	80	0.2
11	8	120	0.3
12	6	100	0.3
13	8	100	0.3
14	4	112	0.3
15	6	90	0.3
16	8	94	0.3
17	5	50	0.3
18	4	76	0.3
19	8	112	0.5
20	4	100	0.2
21	4	90	0.2
22	3	80	0.2
23	8	50	0.3
24	6	40	0.3
25	4	50	0.2
26	6	50	0.2
27	6	80	0.2
28	8	60	0.3
29	6	70	0.3
30	2	30	0.2
31	3	40	0.3
32	4	60	0.3
33	3	40	0.3
34	4	50	0.3
35	4	70	0.3
36	5	70	0.3
37	6	104	0.3
38	8	80	0.3
39	7	80	0.3
40	8	100	0.5
41	7	86	0.3
42	8	118	0.5
43	8	104	0.5
44	6	86	0.3
45	8	84	0.5
46	8	98	0.5
47	6	60	0.3

Fuente: Elaboración propia.

### Instrumento 3: Indicador 3 – Porcentaje de precisión del pronóstico de la producción

Tabla 120. Instrumento de recolección - Indicador 3

Ficha de observación				
Investigador		Atoche Salas, Jairo Cesar		
Modelo de pronóstico		Regresión de árbol de decisión		
Variable	Indicador	Medida	Fórmula	
Planificación de los requerimientos de materiales para la producción	Porcentaje de precisión del pronóstico de la producción.	Razón	$MAPE = \frac{ D_t - F_t }{D_t} \times 100$ <p>Fuente: Barman, Badul y Dhali. (2018, p. 57) Dt: Valor real Ft: Valor pronosticado</p>	$PP = 100\% - MAPE$ <p>Fuente: Batukhtin et. al. (2019, p. 420) PP: Precisión del pronóstico MAPE: Error porcentual Absoluto medio</p>

Item	Valor real	Valor pronosticado	MAPE (%)	Precisión del Pronóstico (%)
1	150	143	5	95
2	150	131	13	87
3	140	148	6	94
4	130	144	11	89
5	120	120	0	100
6	150	143	5	95
7	140	131	6	94
8	140	135	4	96
9	130	144	11	89
10	130	149	15	85
11	120	149	24	76
12	140	141	1	99
13	170	154	9	91
14	150	148	1	99
15	150	149	1	99
16	130	160	23	77
17	140	144	3	97
18	140	135	4	96
19	170	131	23	77
20	180	149	17	83
21	170	144	15	85
22	160	144	10	90
23	180	149	17	83
24	170	120	29	71
25	150	154	3	97
26	160	147	8	92
27	140	141	1	99
28	120	128	7	93
29	120	128	7	93
30	130	149	15	85
31	150	143	5	95
32	190	120	37	63
33	200	141	30	70
34	220	144	35	65
35	180	141	22	78
36	170	144	15	85
37	140	120	14	86
38	160	120	25	75
39	140	154	10	90
40	150	143	5	95
41	130	141	8	92
42	110	120	9	91
43	120	143	19	81
44	160	131	18	82
45	160	144	10	90
46	160	132	18	82
47	170	128	25	75

Fuente: Elaboración propia.

Ficha de observación				
Investigador		Atoche Salas, Jairo Cesar		
Modelo de pronóstico		Regresión Lineal		
Variable	Indicador	Medida	Fórmula	
Planificación de los requerimientos de materiales para la producción	Porcentaje de precisión del pronóstico de la producción.	Razón	$MAPE = \frac{ D_t - F_t }{D_t} \times 100$ <p>Fuente: Barman, Badul y Dhali. (2018, p. 57) Dt: Valor real Ft: Valor pronosticado</p>	$PP = 100\% - MAPE$ <p>Fuente: Batukhtin et. al. (2019, p. 420) PP: Precisión del pronóstico MAPE: Error porcentual Absoluto medio</p>

Item	Valor real	Valor pronóstico	MAPE (%)	Precisión del Pronóstico (%)
1	150	139	7	93
2	150	139	7	93
3	140	139	1	99
4	130	139	7	93
5	120	139	16	84
6	150	139	7	93
7	140	139	1	99
8	140	139	1	99
9	130	139	7	93
10	130	139	7	93
11	120	139	16	84
12	140	139	1	99
13	170	139	18	82
14	150	139	7	93
15	150	139	7	93
16	130	139	7	93
17	140	139	1	99
18	140	139	1	99
19	170	139	18	82
20	180	139	23	77
21	170	139	18	82
22	160	139	13	87
23	180	139	23	77
24	170	139	18	82
25	150	139	7	93
26	160	139	13	87
27	140	140	0	100
28	120	140	17	83
29	120	140	17	83
30	130	140	8	92
31	150	140	7	93
32	190	140	26	74
33	200	140	30	70
34	220	140	36	64
35	180	140	22	78
36	170	140	18	82
37	140	140	0	100
38	160	140	13	87
39	140	140	0	100
40	150	140	7	93
41	130	140	8	92
42	110	140	27	73
43	120	140	17	83
44	160	140	13	87
45	160	140	13	87
46	160	140	13	87
47	170	140	18	82

Fuente: Elaboración propia.

Ficha de observación				
Investigador		Atoche Salas, Jairo Cesar		
Modelo de pronóstico		SARIMAX		
Variable	Indicador	Medida	Fórmula	
Planificación de los requerimientos de materiales para la producción	Porcentaje de precisión del pronóstico de la producción.	Razón	$MAPE = \frac{ D_t - F_t }{D_t} \times 100$ <p>Fuente: Barman, Badul y Dhali. (2018, p. 57) Dt: Valor real Ft: Valor pronosticado</p>	$PP = 100\% - MAPE$ <p>Fuente: Batukhtin et. al. (2019, p. 420) PP: Precisión del pronóstico MAPE: Error porcentual Absoluto medio</p>

Item	Valor real	Valor pronosticado	MAPE (%)	Precisión del Pronóstico (%)
1	150	144	4	96
2	150	141	6	94
3	140	132	6	94
4	130	130	0	100
5	120	125	4	96
6	150	137	9	91
7	140	136	3	97
8	140	131	6	94
9	130	132	2	98
10	130	131	1	99
11	120	117	3	97
12	140	139	1	99
13	170	157	8	92
14	150	137	9	91
15	150	143	5	95
16	130	124	5	95
17	140	139	1	99
18	140	137	2	98
19	170	150	12	88
20	180	165	8	92
21	170	156	8	92
22	160	143	11	89
23	180	165	8	92
24	170	157	8	92
25	150	145	3	97
26	160	153	4	96
27	140	139	1	99
28	120	127	6	94
29	120	126	5	95
30	130	133	2	98
31	150	139	7	93
32	190	172	9	91
33	200	176	12	88
34	220	185	16	84
35	180	164	9	91
36	170	157	8	92
37	140	141	1	99
38	160	152	5	95
39	140	136	3	97
40	150	145	3	97
41	130	134	3	97
42	110	114	4	96
43	120	126	5	95
44	160	149	7	93
45	160	152	5	95
46	160	152	5	95
47	170	161	5	95

Fuente: Elaboración propia.

Ficha de observación	
Investigador	Atoche Salas, Jairo Cesar
Modelo de pronóstico	Red neuronal LSTM

Variable	Indicador	Medida	Fórmula
Planificación de los requerimientos de materiales para la producción	Porcentaje de precisión del pronóstico de la producción.	Razón	$MAPE = \frac{ D_t - F_t }{D_t} \times 100$ <p>Fuente: Barman, Badul y Dhali. (2018, p. 57) Dt: Valor real Ft: Valor pronosticado</p> <p><math>PP = 100\% - MAPE</math> Fuente: Batukhtin et. al. (2019, p. 420) PP: Precisión del pronóstico MAPE: Error porcentual Absoluto medio</p>

Item	Valor real	Valor pronóstico	MAPE (%)	Precisión del Pronóstico (%)
1	150	139	7	93
2	150	140	7	93
3	140	138	1	99
4	130	134	3	97
5	120	131	9	91
6	150	129	14	86
7	140	151	8	92
8	140	145	4	96
9	130	146	12	88
10	130	141	8	92
11	120	140	17	83
12	140	134	4	96
13	170	143	16	84
14	150	158	5	95
15	150	147	2	98
16	130	131	1	99
17	140	136	3	97
18	140	142	1	99
19	170	141	17	83
20	180	156	13	87
21	170	162	5	95
22	160	157	2	98
23	180	151	16	84
24	170	162	5	95
25	150	135	10	90
26	160	144	10	90
27	140	150	7	93
28	120	127	6	94
29	120	137	14	86
30	130	113	13	87
31	150	132	12	88
32	190	140	26	74
33	200	150	25	75
34	220	171	22	78
35	180	177	2	98
36	170	185	9	91
37	140	165	18	82
38	160	136	15	85
39	140	139	1	99
40	150	146	3	97
41	130	132	2	98
42	110	136	24	76
43	120	128	7	93
44	160	123	23	77
45	160	133	17	83
46	160	157	2	98
47	170	158	7	93

Fuente: Elaboración propia.

Ficha de observación				
Investigador		Atoche Salas, Jairo Cesar		
Modelo de pronóstico		Red neuronal MLP		
Variable	Indicador	Medida	Fórmula	
Planificación de los requerimientos de materiales para la producción	Porcentaje de precisión del pronóstico de la producción.	Razón	$MAPE = \frac{ D_t - F_t }{D_t} \times 100$ <p>Fuente: Barman, Badul y Dhali. (2018, p. 57) Dt: Valor real Ft: Valor pronosticado</p>	$PP = 100\% - MAPE$ <p>Fuente: Batukhtin et. al. (2019, p. 420) PP: Precisión del pronóstico MAPE: Error porcentual Absoluto medio</p>

Item	Valor real	Valor pronosticado	MAPE (%)	Precisión del Pronóstico (%)
1	150	156	4	96
2	150	145	3	97
3	140	142	1	99
4	130	134	3	97
5	120	126	5	95
6	150	149	1	99
7	140	141	1	99
8	140	138	1	99
9	130	136	5	95
10	130	133	2	98
11	120	126	5	95
12	140	141	1	99
13	170	168	1	99
14	150	155	3	97
15	150	144	4	96
16	130	132	2	98
17	140	142	1	99
18	140	145	4	96
19	170	162	5	95
20	180	176	2	98
21	170	165	3	97
22	160	153	4	96
23	180	171	5	95
24	170	167	2	98
25	150	140	7	93
26	160	162	1	99
27	140	131	6	94
28	120	132	10	90
29	120	122	2	98
30	130	143	10	90
31	150	154	3	97
32	190	178	6	94
33	200	190	5	95
34	220	192	13	87
35	180	171	5	95
36	170	156	8	92
37	140	138	1	99
38	160	155	3	97
39	140	145	4	96
40	150	142	5	95
41	130	136	5	95
42	110	118	7	93
43	120	129	8	92
44	160	160	0	100
45	160	163	2	98
46	160	156	3	97
47	170	168	1	99

Fuente: Elaboración propia.

## Instrumento 4: Indicador 4 – Tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico

Tabla 121. Instrumento de recolección - Indicador 4

Ficha de observación						
Investigador		Atoche Salas, Jairo Cesar				
Variable	Indicador	Medida				
Planificación de los requerimientos de materiales para la producción	Tiempo de entrenamiento	Razón			$TPE = \sum_i^n \frac{Te_i}{n}$ <p style="font-size: small;">Fuente: Mora, Pérez y Jorquera (2021, p. 5) TPE: Tiempo de entrenamiento Te<sub>i</sub>: Tiempo de entrenamiento i n: Total de pruebas</p>	
Item	Prueba	Modelo RAD	Modelo RL	Modelo SARIMAX	Modelo LSTM	Modelo MLP
1	1	0,15	0,15	24	400	0,21
2	2	0,2	0,15	25	450	0,2
3	3	0,15	0,2	24	420	0,21
4	4	0,2	0,1	25	400	0,2
5	5	0,2	0,2	26	410	0,15
6	6	0,15	0,15	24	420	0,2
7	7	0,2	0,1	25	415	0,21
8	8	0,16	0,1	26	420	0,18
9	9	0,2	0,1	24	415	0,15
10	10	0,16	0,2	26	430	0,21
11	11	0,16	0,1	25	412	0,18
12	12	0,15	0,2	24	410	0,21
13	13	0,2	0,1	24	420	0,2
14	14	0,2	0,1	24	430	0,18
15	15	0,18	0,2	25	400	0,21
16	16	0,2	0,2	24	400	0,2
17	17	0,15	0,1	24	400	0,18
18	18	0,2	0,2	25	410	0,15
19	19	0,2	0,2	26	420	0,15
20	20	0,15	0,1	26	410	0,15
21	21	0,2	0,2	26	410	0,18
22	22	0,2	0,2	26	400	0,21
23	23	0,2	0,2	24	410	0,21
24	24	0,15	0,2	25	400	0,21
25	25	0,2	0,2	25	400	0,18
26	26	0,2	0,2	25	400	0,18
27	27	0,18	0,1	24	400	0,15
28	28	0,16	0,2	25	400	0,2
29	29	0,2	0,1	24	420	0,15
30	30	0,2	0,2	25	430	0,18
31	31	0,15	0,1	24	400	0,15
32	32	0,2	0,2	25	420	0,2
33	33	0,2	0,1	25	430	0,2
34	34	0,2	0,1	25	400	0,2
35	35	0,2	0,2	25	430	0,2
36	36	0,2	0,1	24	410	0,18
37	37	0,2	0,2	25	410	0,2
38	38	0,15	0,1	24	410	0,15
39	39	0,18	0,2	26	410	0,2
40	40	0,18	0,2	26	410	0,2
41	41	0,16	0,1	26	410	0,2
42	42	0,2	0,1	25	390	0,18
43	43	0,18	0,2	24	390	0,2
44	44	0,16	0,15	26	390	0,2
45	45	0,16	0,15	25	410	0,21
46	46	0,2	0,15	26	390	0,21
47	47	0,2	0,2	26	390	0,21

Fuente: Elaboración propia.



## Instrumento 5: Indicador 5 – Uso de consumo de CPU

Tabla 122. Instrumento de recolección - Indicador 5

Ficha de observación						
Investigador	Atoche Salas, Jairo Cesar					
Recursos del equipo de prueba	Procesador			AMD Ryzen 5 3,6Ghz		
	Ram			6GB		
Variable	Indicador	Medida	Fórmula			
Planificación de los requerimientos de materiales para la producción	Uso de consumo de CPU	Razón	$ucc = \frac{\sum_j^j ccj}{n}$ <p style="font-size: small;">Fuente: Menes, Arcos y Gallego (2015, p. 9), Paguay (2018, p.11)</p> <p style="font-size: small;">UCC: Uso de consumo de CPU ccj: Uso de consumo de CPU en pruebas n: Total de pruebas</p>			
Item	Prueba	Modelo RAD	Modelo RL	Modelo SARIMAX	Modelo LSTM	Modelo MLP
1	1	0,3	0,3	0,9	0,7	0,5
2	2	0,2	0,4	0,7	0,8	0,9
3	3	0,3	0,6	0,9	0,8	0,6
4	4	0,3	0,4	1,2	0,7	0,4
5	5	0,4	0,3	0,7	0,9	0,5
6	6	0,3	0,3	0,7	0,9	0,3
7	7	0,3	0,4	0,8	0,7	0,7
8	8	0,4	0,5	0,7	1,3	0,5
9	9	0,5	0,6	0,7	1,2	0,3
10	10	0,6	0,4	0,8	0,7	0,4
11	11	0,3	0,3	0,8	0,9	0,6
12	12	0,3	0,3	1,2	0,6	0,5
13	13	0,4	0,4	1,5	0,8	0,6
14	14	0,4	0,5	1,4	0,7	0,7
15	15	0,5	0,6	1,2	0,5	0,6
16	16	0,6	0,3	0,8	0,6	0,5
17	17	0,4	0,4	0,8	1,2	0,4
18	18	0,5	0,5	0,6	1	0,6
19	19	0,6	0,4	0,9	0,9	0,6
20	20	0,2	0,6	1,2	0,7	0,3
21	21	0,2	0,6	1,4	0,6	0,4
22	22	0,3	0,2	1,6	0,9	0,6
23	23	0,3	0,2	1,4	0,7	0,5
24	24	0,3	0,6	1,2	1,3	0,4
25	25	0,4	0,2	0,9	1,2	0,7
26	26	0,5	0,6	0,8	0,7	0,8
27	27	0,6	0,4	0,7	0,6	0,7
28	28	0,7	0,3	0,9	0,6	0,7
29	29	0,8	0,3	1,2	0,5	0,9
30	30	0,6	0,5	1,4	1	0,3
31	31	0,2	0,4	1,3	0,7	0,4
32	32	0,3	0,3	1,2	1,3	0,3
33	33	0,3	0,4	1,4	1,2	0,4
34	34	0,4	0,2	1,5	0,8	0,3
35	35	0,6	0,3	0,9	0,3	0,5
36	36	0,2	0,2	0,9	0,3	0,5
37	37	0,3	0,2	0,7	0,8	0,3
38	38	0,4	0,47	0,8	1	0,7
39	39	0,5	0,3	0,8	0,8	0,5
40	40	0,4	0,4	0,9	0,8	0,3
41	41	0,4	0,6	1	0,6	0,7
42	42	0,6	0,2	1,2	0,8	0,5
43	43	0,4	0,6	0,8	1,2	0,6
44	44	0,3	0,3	0,6	0,9	0,6
45	45	0,4	0,4	0,9	0,7	0,6
46	46	0,5	0,4	1,2	0,6	0,3
47	47	0,4	0,5	1,4	0,9	0,6

Fuente: Elaboración propia.

## Instrumento 6: Indicador 6 – Uso de consumo de RAM

Tabla 123. Instrumento de recolección - Indicador 6

Ficha de observación						
Investigador		Atoche Salas, Jairo Cesar				
Recursos del equipo de prueba		Procesador		AMD Ryzen 5 3,6Ghz		
		Ram		6GB		
Variable	Indicador	Medida		Fórmula		
Planificación de los requerimientos de materiales para la producción	Uso de consumo de RAM	Razón		$UCR = \sum_j^n \frac{cr_j}{n}$ <p>Fuente: Menes, Arcos y Gallego (2015, p. 10), Paguay (2018, p.12)</p> <p>UCR: Uso de consumo de RAM                      crj: Uso de consumo de RAM en prueba<sub>j</sub>                      n: Total de pruebas</p>		
Item	Prueba	Modelo RAD	Modelo RL	Modelo SARIMAX	Modelo LSTM	Modelo MLP
1	1	165,4	165,6	197,2	198,4	173,4
2	2	167	169,4	201,8	196,3	173
3	3	165,8	166,9	203,4	196,8	174,2
4	4	165,4	168	203,4	198,2	174,6
5	5	165,4	168,5	202,4	198,4	175
6	6	168	168,7	198,2	199,4	171,8
7	7	168,2	169	202,4	196,2	172,6
8	8	168,5	169,5	204,2	196,6	172,4
9	9	168,7	167,6	203,2	199,4	174
10	10	169,2	165,8	205,2	193,5	172,2
11	11	169	169	200,8	194,6	174,6
12	12	167,5	167,8	203,4	195,2	172
13	13	167,6	167,8	200,6	194,4	172,8
14	14	165,6	167,4	196,8	194,4	172,2
15	15	165,8	165,2	203,4	198,4	173
16	16	166,2	169,2	198,6	198,4	171
17	17	167,3	165,2	194,6	195,4	172
18	18	168,3	165,4	208,6	196,4	170,6
19	19	168,3	165,7	195,2	198,4	170,8
20	20	166,7	163	192,4	194,4	172,6
21	21	166	170	199,8	194,2	172
22	22	166,2	163,2	199,2	198	172
23	23	166,4	163,8	203,2	194,4	170,6
24	24	167,2	164,8	204,2	196,4	172,8
25	25	168,2	169,4	198,8	196,2	171,8
26	26	168,4	165,4	194,5	195,4	171,6
27	27	165	167,8	208,6	195	172,6
28	28	165	165,2	208,6	198,4	171,6
29	29	165,2	169,2	197,2	194,6	171,8
30	30	165,4	168,6	202,8	197,2	170,4
31	31	166,5	164,2	203,6	198,4	172,2
32	32	166,9	168,1	208,6	198,4	172
33	33	167,2	168,4	208,2	195	172,4
34	34	165,2	165,2	208,4	201	171,4
35	35	167,2	167,2	196,8	193,8	172
36	36	165	165,8	195,9	194,6	170,9
37	37	165	168,8	202,2	195,6	171,9
38	38	166	169,2	204,8	198	170,8
39	39	168,2	168	194,8	197,6	171,4
40	40	166,2	167,4	197,8	198,6	172
41	41	166,6	165,4	195,2	193,5	171
42	42	167,8	164,8	199,6	198,2	170,8
43	43	166	166,8	194,2	198,5	172,6
44	44	165	165,4	204,8	195,8	174,6
45	45	169,2	169,2	208,6	197,2	172,4
46	46	170	168,4	207,8	194,6	176,3
47	47	168	163,4	202,8	194,8	172,4

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO 10. Carta de presentación para expertos

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo, y así mismo, presentarme con el debido respeto, soy **Jairo Cesar Atoche Salas** identificado con DNI N.º **73206906**, estudiante de la Universidad César Vallejo, ante Ud. expongo: que estoy realizando el trabajo de investigación titulado: **“Sistema web utilizando machine learning para mejorar la planificación de requerimientos de materiales de la producción en el sector industrial”**. Destaco su experiencia profesional, ya que recurro a su honorable persona para solicitarle su valiosa colaboración consistente en la revisión y análisis de los ítems propuestos de los instrumentos de investigación.

Reciba un cordial agradecimiento de antemano por sus aportes que servirán para validar los instrumentos, obteniendo de esta manera el criterio necesario que toda investigación requiere.

Atentamente,



---

Firma  
Atoche Salas, Jairo Cesar  
DNI: 73206906

## ANEXO 11. Criterio de validez

### VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 1 – Tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción

A continuación, lea los siguientes enunciados y rellene el siguiente cuadro con el porcentaje que usted crea conveniente, al finalizar en la parte inferior podrá agregar una observación al trabajo el cual es opcional.

N.º	INDICADORE S	CRITERIO	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 40%	Bueno 41 – 60%	Muy bueno 61 – 80%	Excelente 81 – 100%
1	CLARIDAD	El instrumento esta formulado con lenguaje apropiado que facilita su comprensión				80	
2	OBJETIVIDAD	El instrumento esta expresado en conductas observables, medibles.				80	
3	CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría				80	
4	COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable				80	
5	PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados  Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento				80	

Observaciones:

---



---

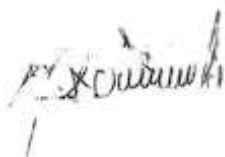


---

Opinión de aplicabilidad:      Aplicable       Aplicable después de corregir       No aplicable

Apellidos y nombre del experto evaluador: Dávila Villanueva, Miguel

Especialidad del validador: Ingeniero de sistemas



FIRMA: \_\_\_\_\_

**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 2 - Tiempo promedio de cálculo de materia para producción**

A continuación, lea los siguientes enunciados y rellene el siguiente cuadro con el porcentaje que usted crea conveniente, al finalizar en la parte inferior podrá agregar una observación al trabajo el cual es opcional.

N.º	INDICADORES	CRITERIO	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 40%	Bueno 41 – 60%	Muy bueno 61 – 80%	Excelente 81 – 100%
1	CLARIDAD	El instrumento esta formulado con lenguaje apropiado que facilita su comprensión				80	
2	OBJETIVIDAD	El instrumento esta expresado en conductas observables, medibles.				80	
3	CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría				80	
4	COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable				80	
5	PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados  Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento				80	

Observaciones:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:      Aplicable [X]      Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

Apellidos y nombre del experto evaluador: Dávila Villanueva, Miguel

Especialidad del validador: Ingeniero de sistemas



FIRMA: \_\_\_\_\_

**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 3 - Porcentaje de precisión del pronóstico  
para la planificación de los requerimientos de producción.**

A continuación, lea los siguientes enunciados y rellene el siguiente cuadro con el porcentaje que usted crea conveniente, al finalizar en la parte inferior podrá agregar una observación al trabajo el cual es opcional.

N.º	INDICADORES	CRITERIO	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 40%	Bueno 41 – 60%	Muy bueno 61 – 80%	Excelente 81 – 100%
1	CLARIDAD	El instrumento esta formulado con lenguaje apropiado que facilita su comprensión				80	
2	OBJETIVIDAD	El instrumento esta expresado en conductas observables, medibles.				80	
3	CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría				80	
4	COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable				80	
5	PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados  Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento				80	

Observaciones:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:      Aplicable       Aplicable después de corregir       No aplicable

Apellidos y nombre del experto evaluador: Dávila Villanueva, Miguel

Especialidad del validador: Ingeniero de sistemas



FIRMA: \_\_\_\_\_

**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 4 – Tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico**

A continuación, lea los siguientes enunciados y rellene el siguiente cuadro con el porcentaje que usted crea conveniente, al finalizar en la parte inferior podrá agregar una observación al trabajo el cual es opcional.

N.º	INDICADORES	CRITERIO	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 40%	Bueno 41 – 60%	Muy bueno 61 – 80%	Excelente 81 – 100%
1	CLARIDAD	El instrumento esta formulado con lenguaje apropiado que facilita su comprensión				80	
2	OBJETIVIDAD	El instrumento esta expresado en conductas observables, medibles.				80	
3	CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría				80	
4	COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable				80	
5	PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.  Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento				80	

Observaciones:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:      Aplicable [X]      Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

Apellidos y nombre del experto evaluador: Dávila Villanueva, Miguel

Especialidad del validador: Ingeniero de sistemas



FIRMA: \_\_\_\_\_

### VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 5 – Uso de consumo de CPU

A continuación, lea los siguientes enunciados y rellene el siguiente cuadro con el porcentaje que usted crea conveniente, al finalizar en la parte inferior podrá agregar una observación al trabajo el cual es opcional.

N.º	INDICADORES	CRITERIO	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 40%	Bueno 41 – 60%	Muy bueno 61 – 80%	Excelente 81 – 100%
1	CLARIDAD	El instrumento esta formulado con lenguaje apropiado que facilita su comprensión				80	
2	OBJETIVIDAD	El instrumento esta expresado en conductas observables, medibles.				80	
3	CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría				80	
4	COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable				80	
5	PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados  Son suficientes la cantidad y calidad de items presentados en el instrumento				80	

Observaciones:

\_\_\_\_\_

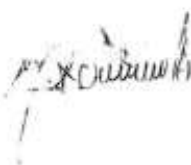
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:      Aplicable       Aplicable después de corregir       No aplicable

Apellidos y nombre del experto evaluador: Dávila Villanueva, Miguel

Especialidad del validador: Ingeniero de sistemas



FIRMA: \_\_\_\_\_



### VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 6 – Uso de consumo de RAM

A continuación, lea los siguientes enunciados y rellene el siguiente cuadro con el porcentaje que usted crea conveniente, al finalizar en la parte inferior podrá agregar una observación al trabajo el cual es opcional.

N.º	INDICADORES	CRITERIO	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 40%	Bueno 41 – 60%	Muy bueno 61 – 80%	Excelente 81 – 100%
1	CLARIDAD	El instrumento esta formulado con lenguaje apropiado que facilita su comprensión				80	
2	OBJETIVIDAD	El instrumento esta expresado en conductas observables, medibles.				80	
3	CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría				80	
4	COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable				80	
5	PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados  Son suficientes la cantidad y calidad de items presentados en el instrumento				80	

**Observaciones:**

---



---



---

**Opinión de aplicabilidad:**      Aplicable       Aplicable después de corregir       No aplicable

**Apellidos y nombre del experto evaluador:** Dávila Villanueva, Miguel

**Especialidad del validador:** Ingeniero de sistemas



**FIRMA:** \_\_\_\_\_

**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 1 – Tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción**

A continuación, lea los siguientes enunciados y rellene el siguiente cuadro con el porcentaje que usted crea conveniente, al finalizar en la parte inferior podrá agregar una observación al trabajo el cual es opcional.

N.º	INDICADORES	CRITERIO	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 40%	Bueno 41 – 60%	Muy bueno 61 – 80%	Excelente 81 – 100%
1	CLARIDAD	El instrumento esta formulado con lenguaje apropiado que facilita su comprensión			60		
2	OBJETIVIDAD	El instrumento esta expresado en conductas observables, medibles.			60		
3	CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría			60		
4	COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable			60		
5	PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados  Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento			60		

**Observaciones:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Opinión de aplicabilidad:**      Aplicable       Aplicable después de corregir       No aplicable

**Apellidos y nombre del experto evaluador:** Mg. Ing. Amoros Chávez, Gladys Jacqueline

**Especialidad del validador:** Magister, Ingeniera de sistemas

**FIRMA:**



**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 2 - Tiempo promedio de cálculo de materia para producción**

A continuación, lea los siguientes enunciados y rellene el siguiente cuadro con el porcentaje que usted crea conveniente, al finalizar en la parte inferior podrá agregar una observación al trabajo el cual es opcional.

N.º	INDICADORES	CRITERIO	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 40%	Bueno 41 – 60%	Muy bueno 61 – 80%	Excelente 81 – 100%
1	CLARIDAD	El instrumento esta formulado con lenguaje apropiado que facilita su comprensión			60		
2	OBJETIVIDAD	El instrumento esta expresado en conductas observables, medibles.			60		
3	CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría			60		
4	COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable			60		
5	PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados  Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento			60		

**Observaciones:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

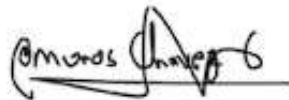
\_\_\_\_\_

**Opinión de aplicabilidad:**      Aplicable [X]      Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

**Apellidos y nombre del experto evaluador:** Mg. Ing. Amoros Chávez, Gladys Jacqueline

**Especialidad del validador:** Magister, Ingeniera de sistemas

**FIRMA:** \_\_\_\_\_



**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 3 - Porcentaje de precisión del pronóstico  
para la planificación de los requerimientos de producción.**

A continuación, lea los siguientes enunciados y rellene el siguiente cuadro con el porcentaje que usted crea conveniente, al finalizar en la parte inferior podrá agregar una observación al trabajo el cual es opcional.

N.º	INDICADORES	CRITERIO	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 40%	Bueno 41 – 60%	Muy bueno 61 – 80%	Excelente 81 – 100%
1	CLARIDAD	El instrumento esta formulado con lenguaje apropiado que facilita su comprensión			60		
2	OBJETIVIDAD	El instrumento esta expresado en conductas observables, medibles.			60		
3	CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría			60		
4	COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable			60		
5	PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados  Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento			60		

Observaciones:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

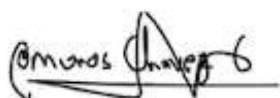
\_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:      Aplicable [X]      Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

Apellidos y nombre del experto evaluador: Mg. Ing. Amoros Chávez, Gladys Jacqueline

Especialidad del validador: Magister, Ingeniera de sistemas

FIRMA: \_\_\_\_\_



**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 4 – Tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico**

A continuación, lea los siguientes enunciados y rellene el siguiente cuadro con el porcentaje que usted crea conveniente, al finalizar en la parte inferior podrá agregar una observación al trabajo el cual es opcional.

N.º	INDICADORES	CRITERIO	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 40%	Bueno 41 – 60%	Muy bueno 61 – 80%	Excelente 81 – 100%
1	CLARIDAD	El instrumento esta formulado con lenguaje apropiado que facilita su comprensión			60		
2	OBJETIVIDAD	El instrumento esta expresado en conductas observables, medibles.			60		
3	CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría			60		
4	COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable			60		
5	PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados  Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento			60		

**Observaciones:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

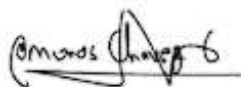
\_\_\_\_\_

**Opinión de aplicabilidad:**      Aplicable [X]      Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

**Apellidos y nombre del experto evaluador:** Mg. Ing. Amoros Chávez, Gladys Jacqueline

**Especialidad del validador:** Magister, Ingeniera de sistemas

**FIRMA:** \_\_\_\_\_



## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 5 – Uso de consumo de CPU

A continuación, lea los siguientes enunciados y rellene el siguiente cuadro con el porcentaje que usted crea conveniente, al finalizar en la parte inferior podrá agregar una observación al trabajo el cual es opcional.

N.º	INDICADORES	CRITERIO	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 40%	Bueno 41 – 60%	Muy bueno 61 – 80%	Excelente 81 – 100%
1	CLARIDAD	El instrumento esta formulado con lenguaje apropiado que facilita su comprensión			60		
2	OBJETIVIDAD	El instrumento esta expresado en conductas observables, medibles.			60		
3	CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría			60		
4	COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable			60		
5	PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.  Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento			60		

**Observaciones:**

---



---



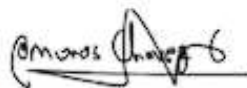
---

**Opinión de aplicabilidad:**      Aplicable       Aplicable después de corregir       No aplicable

**Apellidos y nombre del experto evaluador:** Mg. Ing. Amoros Chávez, Gladys Jacqueline

**Especialidad del validador:** Magister, Ingeniera de sistemas

**FIRMA:** \_\_\_\_\_



## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 6 – Uso de consumo de RAM

A continuación, lea los siguientes enunciados y rellene el siguiente cuadro con el porcentaje que usted crea conveniente, al finalizar en la parte inferior podrá agregar una observación al trabajo el cual es opcional.

N.º	INDICADORES	CRITERIO	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 40%	Bueno 41 – 60%	Muy bueno 61 – 80%	Excelente 81 – 100%
1	CLARIDAD	El instrumento esta formulado con lenguaje apropiado que facilita su comprensión			60		
2	OBJETIVIDAD	El instrumento esta expresado en conductas observables, medibles.			60		
3	CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría			60		
4	COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable			60		
5	PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados  Son suficientes la cantidad y calidad de items presentados en el instrumento			60		

**Observaciones:**

---



---



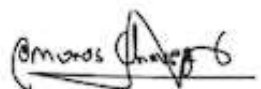
---

**Opinión de aplicabilidad:**      Aplicable       Aplicable después de corregir       No aplicable

**Apellidos y nombre del experto evaluador:** Mg. Ing. Amoros Chávez, Gladys Jacqueline

**Especialidad del validador:** Magíster, Ingeniera de sistemas

**FIRMA:** \_\_\_\_\_



**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 1 – Tiempo promedio de recolección de información para la planificación de los requerimientos de producción**

A continuación, lea los siguientes enunciados y rellene el siguiente cuadro con el porcentaje que usted crea conveniente, al finalizar en la parte inferior podrá agregar una observación al trabajo el cual es opcional.

N.º	INDICADORES	CRITERIO	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 40%	Bueno 41 – 60%	Muy bueno 61 – 80%	Excelente 81 – 100%
1	CLARIDAD	El instrumento esta formulado con lenguaje apropiado que facilita su comprensión				75	
2	OBJETIVIDAD	El instrumento esta expresado en conductas observables, medibles.				75	
3	CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría				75	
4	COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable				75	
5	PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados  Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento				75	

Observaciones:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:      Aplicable [X]      Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

Apellidos y nombre del experto evaluador: Ing. Navarro Prado, Edwin

Especialidad del validador: Ingeniero de sistemas

FIRMA: \_\_\_\_\_





**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 2 - Tiempo promedio de cálculo de materia para producción**

A continuación, lea los siguientes enunciados y rellene el siguiente cuadro con el porcentaje que usted crea conveniente, al finalizar en la parte inferior podrá agregar una observación al trabajo el cual es opcional.

N.º	INDICADORES	CRITERIO	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 40%	Bueno 41 – 60%	Muy bueno 61 – 80%	Excelente 81 – 100%
1	CLARIDAD	El instrumento esta formulado con lenguaje apropiado que facilita su comprensión				75	
2	OBJETIVIDAD	El instrumento esta expresado en conductas observables, medibles.				75	
3	CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría				75	
4	COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable				75	
5	PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados  Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento				75	

**Observaciones:**

---



---



---

**Opinión de aplicabilidad:**      Aplicable     Aplicable después de corregir       No aplicable

**Apellidos y nombre del experto evaluador:** Ing. Navarro Prado, Edwin

**Especialidad del validador:** Ingeniero de sistemas

**FIRMA:** \_\_\_\_\_



**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 3 - Porcentaje de precisión del pronóstico  
para la planificación de los requerimientos de producción.**

A continuación, lea los siguientes enunciados y rellene el siguiente cuadro con el porcentaje que usted crea conveniente, al finalizar en la parte inferior podrá agregar una observación al trabajo el cual es opcional.

N.º	INDICADORES	CRITERIO	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 40%	Bueno 41 – 60%	Muy bueno 61 – 80%	Excelente 81 – 100%
1	CLARIDAD	El instrumento esta formulado con lenguaje apropiado que facilita su comprensión				75	
2	OBJETIVIDAD	El instrumento esta expresado en conductas observables, medibles.				75	
3	CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría				75	
4	COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable				75	
5	PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados  Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento				75	

**Observaciones:**

---



---



---

**Opinión de aplicabilidad:**      Aplicable     Aplicable después de corregir       No aplicable

**Apellidos y nombre del experto evaluador:** Ing. Navarro Prado, Edwin

**Especialidad del validador:** Ingeniero de sistemas

**FIRMA:** \_\_\_\_\_



**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 4 – Tiempo de entrenamiento del modelo de pronóstico**

A continuación, lea los siguientes enunciados y rellene el siguiente cuadro con el porcentaje que usted crea conveniente, al finalizar en la parte inferior podrá agregar una observación al trabajo el cual es opcional.

N.º	INDICADORES	CRITERIO	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 40%	Bueno 41 – 60%	Muy bueno 61 – 80%	Excelente 81 – 100%
1	CLARIDAD	El instrumento esta formulado con lenguaje apropiado que facilita su comprensión				75	
2	OBJETIVIDAD	El instrumento esta expresado en conductas observables, medibles.				75	
3	CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría				75	
4	COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable				75	
5	PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados  Son suficientes la cantidad y calidad de items presentados en el instrumento				75	

**Observaciones:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Opinión de aplicabilidad:**      Aplicable [X]    Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

**Apellidos y nombre del experto evaluador:** Ing. Navarro Prado, Edwin

**Especialidad del validador:** Ingeniero de sistemas

**FIRMA:** \_\_\_\_\_



## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 5 – Uso de consumo de CPU

A continuación, lea los siguientes enunciados y rellene el siguiente cuadro con el porcentaje que usted crea conveniente, al finalizar en la parte inferior podrá agregar una observación al trabajo el cual es opcional.

N.º	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 40%	Bueno 41 – 60%	Muy bueno 61 – 80%	Excelente 81 – 100%
1	CLARIDAD	El instrumento esta formulado con lenguaje apropiado que facilita su comprensión				75	
2	OBJETIVIDAD	El instrumento esta expresado en conductas observables, medibles.				75	
3	CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría				75	
4	COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable				75	
5	PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados  Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento				75	

Observaciones:

---



---



---

Opinión de aplicabilidad:      Aplicable       Aplicable después de corregir       No aplicable

Apellidos y nombre del experto evaluador: Ing. Navarro Prado, Edwin

Especialidad del validador: Ingeniero de sistemas

FIRMA: \_\_\_\_\_



## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 6 – Uso de consumo de RAM

A continuación, lea los siguientes enunciados y rellene el siguiente cuadro con el porcentaje que usted crea conveniente, al finalizar en la parte inferior podrá agregar una observación al trabajo el cual es opcional.

N.º	INDICADORES	CRITERIO	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 40%	Bueno 41 – 60%	Muy bueno 61 – 80%	Excelente 81 – 100%
1	CLARIDAD	El instrumento esta formulado con lenguaje apropiado que facilita su comprensión				75	
2	OBJETIVIDAD	El instrumento esta expresado en conductas observables, medibles.				75	
3	CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría				75	
4	COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable				75	
5	PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados  Son suficientes la cantidad y calidad de items presentados en el instrumento				75	

Observaciones:

---



---



---

Opinión de aplicabilidad:      Aplicable     Aplicable después de corregir       No aplicable

Apellidos y nombre del experto evaluador: Ing. Navarro Prado, Edwin

Especialidad del validador: Ingeniero de sistemas

FIRMA: \_\_\_\_\_



## ANEXO 12. Certificación de conducta responsable

Figura 131. Certificación de conducta responsable CONCYTEC

---

# FICHA CTI VITAE

[Exportar](#) [Imprimir](#)



### ATOCHÉ SALAS JAIRO CESAR

---

Fecha de última actualización:  
20-06-2021

 <https://orcid.org/0000-0002-9809-3449>



**Conducta Responsable  
en Investigación**

Fecha: 27/06/2021

---

## **ANEXO 13. Manual de usuario**

### **SISTEMA WEB UTILIZANDO MACHINE LEARNING PARA MEJORAR LA PLANIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES DE LA PRODUCCIÓN EN EL SECTOR INDUSTRIAL**

#### **Manual de Usuario**

Versión: 1.0

Fecha: 20/11/2021

Queda prohibido cualquier tipo de explotación y, en particular, la reproducción, distribución, comunicación pública y/o transformación, total o parcial, por cualquier medio, de este documento sin el previo consentimiento expreso y por escrito de los desarrolladores.

## HOJA DE CONTROL

<b>Centro de Estudios</b>	Universidad César Vallejo		
<b>Proyecto</b>	Sistema web utilizando machine learning para mejorar la planificación de requerimientos de materiales de la producción en el sector industrial		
<b>Entregable</b>	Manual de Usuario		
<b>Versión/Edición</b>	1.0	<b>Fecha Versión</b>	20/11/2021
<b>Aprobado por</b>	Jairo Cesar Atoche Salas	<b>Fecha Aprobación</b>	20/11/2021
		<b>N.º Total de Páginas</b>	13

### Autor

<b>Apellidos y Nombres</b>
Atoche Salas Jairo Cesar



## ÍNDICE DE MANUAL DE USUARIO

1.	OBJETIVO DEL MANUAL.....	260
2.	REQUISITOS DEL SISTEMA WEB.....	260
3.	MANUAL DE USUARIO .....	260
	3.1. Pantalla Inicial .....	260
	3.2. Recuperación de la contraseña.....	261
	3.3. Roles de usuario.....	261
4.	OPCIONES DEL SISTEMA.....	262
	4.1. Rol Administrador .....	262
	4.2. Rol Vendedor.....	263
	4.3. Rol Almacén .....	264
	4.4. Rol Producción .....	267

## 1. OBJETIVO DEL MANUAL

El presente documento pretende indicar las funcionalidades que presenta el sistema web al usuario final.

## 2. REQUISITOS DEL SISTEMA WEB

<b>Sistema Operativo</b>	Basado en ventanas gráficas: Linux, Windows o MAC.
<b>Navegador Web</b>	En versiones actuales preferible Mozilla Firefox y Google Chrome (Windows) o Google Chromium (Linux).
<b>CPU</b>	Intel I3 5ta Gen en adelante.
<b>RAM</b>	Mínimo de 2GB.
<b>Espacio en disco</b>	Correspondiente al navegador que utilice.

## 3. MANUAL DE USUARIO

### 3.1. Pantalla Inicial

En la pantalla principal del sistema se presentan un par de opciones relacionadas al logueo en el sistema (1) y la descarga del manual de usuario (2). Cabe destacar que, para ingresar al sistema debe solicitar una cuenta al administrador, ya que es un sistema cerrado.



### 3.2. Recuperación de la contraseña

En el caso que el usuario olvidó su contraseña, se le brinda la opción de recuperarla (2) mediante el correo electrónico (3), luego darle clic en el botón de “enviar código” (4) para que se envié un formulario de cambio de contraseña al correo ingresado (6).



### 3.3. Roles de usuario

Actualmente el sistema presenta cuatro roles de usuario: Administrador, Vendedor, Almacén y Producción, cada uno teniendo funcionalidades diferentes dentro del sistema.

#### 3.3.1. Rol Administrador

En el sistema el rol de administrador tendrá las funcionalidades de creación de los nuevos usuarios (7) dentro del sistema.

### 3.3.2. Rol Vendedor

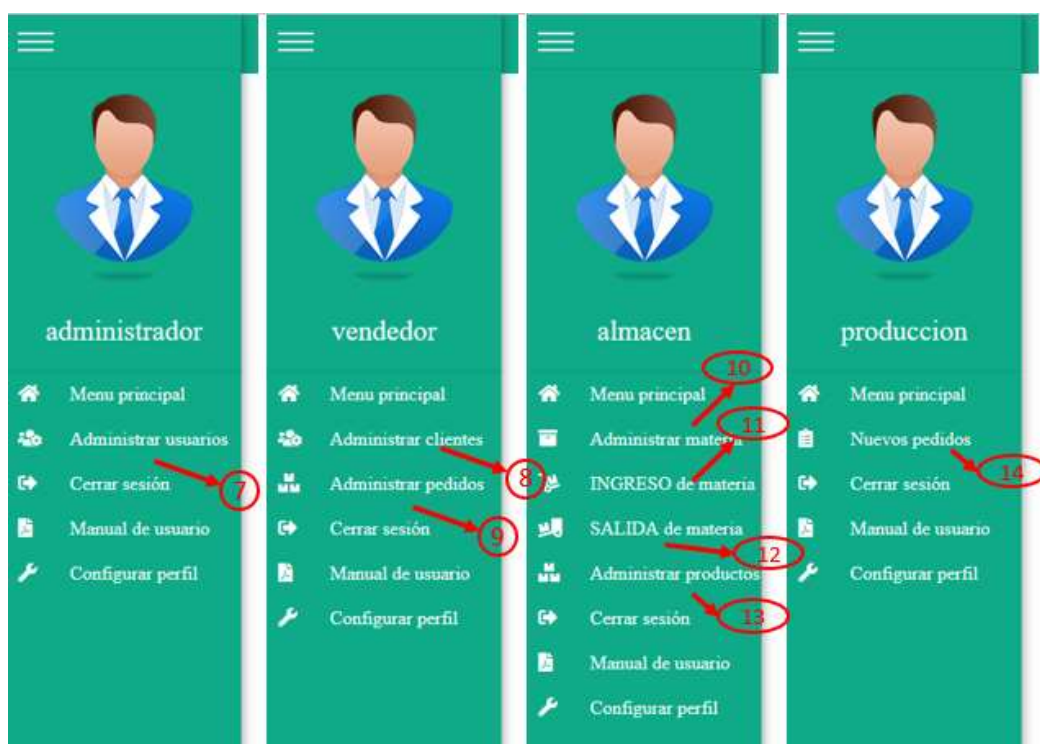
En el sistema, el rol de vendedor tendrá las funcionalidades de administrar los clientes (8) y administrar los pedidos (9) solicitados por ellos.

### 3.3.3. Rol Almacén

En el sistema, el rol de almacén tendrá las funcionalidades de administrar la materia prima (10), registrar los ingresos (11) y salidas de materia prima (12) y administrar los productos producidos (13).

### 3.3.4. Rol Producción

En el sistema, el rol de producción tendrá las funcionalidades referidas a la planificación de los requerimientos de materia para la producción (14).



## 4. OPCIONES DEL SISTEMA

El sistema presenta diversas opciones de acuerdo al tipo de usuario que ingrese en el mismo. A continuación, se detallarán las funcionalidades por cada uno de los roles.

### 4.1. Rol Administrador

Para la creación de los usuarios se debe registrar un formulario con datos básicos sobre la persona y el registro de un usuario y la contraseña junto al tipo de rol de usuario que tendrá la persona para finalmente darle clic en el botón de “Generar usuario” (15).

## 4.2. Rol Vendedor

Para la administración de los clientes se debe registrar un formulario con datos necesarios para el registro del cliente para luego darle clic en el botón “Registrar cliente” (16). Asimismo, podrá modificar (17) y eliminar (18) a los clientes del sistema.

#	RUC	Nombre	Representante	Correo	Ciudad	Provincia	Dirección	Cód. Postal	Opciones
1									Modificar Eliminar
2									Modificar Eliminar
3									Modificar Eliminar
4									Modificar Eliminar
5									Modificar Eliminar
6									Modificar Eliminar
7									Modificar Eliminar
8									Modificar Eliminar

De igual forma, para la administración de los pedidos se deberá de realizar el registro de un nuevo pedido y vincularlo con uno de los clientes ya registrados para posteriormente darle clic en el botón “Crear nuevo pedido” (19). Después del registro del pedido se podrá modificar (20) para agregar los productos relacionados al pedido solicitado (22).



En caso registre un producto de forma errónea, el sistema le permitirá eliminarlo (23) del registro antes de guardar el pedido (24).



### 4.3. Rol Almacén

Para la administración de la materia prima se deberá registrar un formulario con los datos necesarios para posteriormente dar clic en el botón “Registrar materia” (25). Asimismo, se podrá modificar (26) o eliminar (27) los registros.

**ADMINISTRAR MATERIA PRIMA** Cerrar sesión

Información de la materia prima

ID Materia Prima:

Materia Prima:

Unidad de medida:

Cantidad disponible:

Última fecha de ingreso:

\$ Costo Unitario:

\$ Costo total:

Última fecha de salida:

**Registrar materia** (25)

**Limpiar datos**

#	ID	Materia prima	Unidad de medida	Cantidad	Costo Un.	Costo Tot.	Ultimo Ingreso	Ultimo Salida	Opciones
1									Modificar Eliminar
2									Modificar Eliminar
3									Modificar Eliminar
4									Modificar Eliminar
5									Modificar Eliminar
6									Modificar Eliminar
7									Modificar Eliminar
8									Modificar Eliminar
9									Modificar Eliminar
10									Modificar Eliminar
11									Modificar Eliminar

(26) (27)

Correspondiente a la modificación de la materia prima registrada, se le presentarán los datos ya registrados de acuerdo a lo que se guardó con el fin de que el usuario pueda editarlos y posteriormente guardarlo (28). De igual forma, en este módulo se realizará la relación entre la materia prima, cantidad de materia y el producto que se producirá con esta (29).

**MODIFICAR MATERIA PRIMA** Cerrar sesión

Información de la materia prima

ID Materia Prima: 25001

Materia Prima: Carne de Pato

Unidad de medida:

Cantidad disponible: 20,0

Última fecha de ingreso:

\$ Costo Unitario: 120

\$ Costo total: 2400

**Guardar datos** (28)

Vincular materia y producto

ID Materia Prima: 25001

Materia Prima: Carne de Pato

Producto:

Cantidad:

**Vincular** (29)

En el módulo de ingreso de materia prima se presentan 2 formularios donde se solicita los datos del proveedor, la fecha y luego la materia prima con la cantidad que ingresará para posteriormente dar clic en el botón “Registrar ingreso” (30).







#### 4.4. Rol Producción

En el rol de producción se presenta el módulo de orden de producción relacionado a la planificación del mismo. El usuario podrá realizar la planificación registrando el formulario de “información de la orden” donde podrá escoger que tipo de planificación se realizará (Un día o semanal) y que productos serán los que se planificarán para posteriormente dar clic en el botón “Generar planificación de producción” (36) donde el sistema mediante el uso de modelos de machine learning realizará un pronóstico de acuerdo al tipo de planificación y productos seleccionados anteriormente.

De igual forma, existe un formulario donde se podrá escoger el tipo de estado de las órdenes de producción ya creadas con el fin de poder filtrarlas (37) y realizar de una manera más rápido las consultas de las mismas donde el usuario podrá revisar la orden a detalle (38), Eliminar la orden (39), planificar la materia prima (40) y ver a detalle la orden (41).

ORDEN DE PRODUCCIÓN

Información de la orden  
 Días de producción: General  
 Fecha: 01 / 01 / 2022 Estado: Pendiente  
 Productos a planificar:  
 Cebaneros  Chickens de prensa  Hamburguesas de ternero  
 Hamburguesas de pollo  Hot Dog  Jamon Ingles  
 Jamon del pais  Salchicha de pollo

Generar planificación de producción

Filtrar tabla por:  
 Estado: Pendiente buscar

#	Orden	Fecha	Estado	Opciones	Materia
1	20211102	2021/11/02	Finalizado	Detalle Eliminar Planificar	Ver
2	20211103	2021/11/03	Pendiente	Detalle Eliminar Planificar	Ver
3	20211104	2021/11/04	Pendiente	Detalle Eliminar Planificar	Ver
4	20211105	2021/11/05	Pendiente	Detalle Eliminar Planificar	Ver
5	20211106	2021/11/06	Pendiente	Detalle Eliminar Planificar	Ver
6	20211107	2021/11/07	Pendiente	Detalle Eliminar Planificar	Ver
7	20211115	2021/11/15	En proceso	Detalle Eliminar Planificar	Ver
8	20211116	2021/11/16	Pendiente	Detalle Eliminar Planificar	Ver
9	20211117	2021/11/17	Pendiente	Detalle Eliminar Planificar	Ver
10	20211118	2021/11/18	Pendiente	Detalle Eliminar Planificar	Ver
11	20211119	2021/11/19	Pendiente	Detalle Eliminar Planificar	Ver

Al dar clic en detallar orden de producción, se visualizará un módulo donde se permitirá el cambio en las cantidades de los productos a producir. Cabe destacar que, este funcionamiento se deberá realizar antes de generar la planificación de materia prima.

DETALLE DE LA ORDEN

Información de la orden  
 Orden de producción: 20211102  
 Fecha de producción: 2021/11/02  
 Hamburguesas de ternero: 1  
 Hamburguesas de pollo: 0  
 Hot Dog: 0  
 Salchicha: 1  
 Chickens de prensa: 0  
 Jamon Ingles: 0  
 Jamon del Pais: 0  
 Cebaneros: 279

Guardar orden

En el caso que se de en el botón de planificar aparecerá un módulo donde se visualizará en una tabla los productos planificados con sus cantidades y si el usuario encuentra una tabla a la derecha del módulo esto indicará que ya existe una planificación en esa orden. De igual forma, al realizar la planificación el estado de la orden de producción cambiará de “Pendiente” a “En proceso”.

**ADMINISTRAR ORDEN DE PRODUCCIÓN** Cerrar sesión

Datos generales:

Orden de Producción: 20211102

Fecha de pedido: 2021/11/02

Estado: **Pendiente**

**Planificar requerimiento de materia**

#	ID Producto	Producto	Cantidad
1	Hamburguesa_carne	Hamburguesa de carne	0
2	Hamburguesa_pollo	Hamburguesa de pollo	0
3	Hot Dog	Hot Dog	0
4	Salsicha_pollo	Salsicha de pollo	0
5	Chicharron_prensa	Chicharron de prensa	0
6	Jamon Ingles	Jamon Ingles	0
7	Jamon_Pais	Jamon del pais	0
8	Cabonosi	Cabonosi	279

#	Producto	Materia prima	Cantidad	Un.	Medida
1	Hamburguesa de carne	Pelaje de cerdo	0	kilo	gramos
2	Hamburguesa de carne	MDM de Cerdo	0	kilo	gramos
3	Hamburguesa de pollo	Carne de Pollo	0	kilo	gramos
4	Hamburguesa de pollo	Piel de pollo	0	kilo	gramos
5	Hot Dog	MDM de Pollo	0	kilo	gramos
6	Hot Dog	Extensión de pechero	0	kilo	gramos
7	Hot Dog	Tanaisson Mixta	0	kilo	gramos
8	Salsicha de pollo	Carne de Pollo	0	kilo	gramos
9	Salsicha de pollo	Grasa de res	0	kilo	gramos
10	Salsicha de pollo	Extensión de pechero	0	kilo	gramos
11	Chicharron de prensa	Mascara de cerdo	0	kilo	gramos
12	Chicharron de prensa	Pelaje de cerdo	0	kilo	gramos
13	Chicharron de prensa	Pierna de cerdo	0	kilo	gramos
14	Jamon Ingles	Pierna de cerdo	0	kilo	gramos
15	Jamon Ingles	Carne de Pollo	0	kilo	gramos
16	Jamon del pais	Pierna de cerdo	0	kilo	gramos
17	Jamon del pais	Carne de Pollo	0	kilo	gramos

Por último, en la opción de ver le dirigirá a un módulo donde se observará con mayor detalle la orden de producción con sus materias primas requeridas para producir, una tabla a detalle con cada producto y sus cantidades requeridas junto a una opción donde se podrá generar un documento en PDF para el envío al usuario de rol Almacén y que pueda generar el registro de salida de materia.

**ADMINISTRAR ORDEN DE PRODUCCIÓN** Cerrar sesión

Datos generales:

Orden de Producción: 20211102

Fecha de pedido: 2021/11/02

Estado: **Pendiente**

**Generar informe de salida de materia**

#	ID Producto	Producto	Cantidad
1	Hamburguesa_carne	Hamburguesa de carne	0
2	Hamburguesa_pollo	Hamburguesa de pollo	0
3	Hot Dog	Hot Dog	0
4	Salsicha_pollo	Salsicha de pollo	0
5	Chicharron_prensa	Chicharron de prensa	0
6	Jamon Ingles	Jamon Ingles	0
7	Jamon_Pais	Jamon del pais	0
8	Cabonosi	Cabonosi	279

Hamb. Carne - Cantidad materia

Cantidad a producir: 0 **TOTAL**

Pelaje de cerdo X 1,1 = 0

MDM de Cerdo X 0,7 = 0

Hamb. Pollo - Cantidad materia

Cantidad a producir: 0 **TOTAL**

#	Producto	Materia prima	Cantidad	Un.	Medida
1	Hamburguesa de carne	Pelaje de cerdo	0	kilo	gramos
2	Hamburguesa de carne	MDM de Cerdo	0	kilo	gramos
3	Hamburguesa de pollo	Carne de Pollo	0	kilo	gramos
4	Hamburguesa de pollo	Piel de pollo	0	kilo	gramos
5	Hot Dog	MDM de Pollo	0	kilo	gramos
6	Hot Dog	Extensión de pechero	0	kilo	gramos
7	Hot Dog	Tanaisson Mixta	0	kilo	gramos
8	Salsicha de pollo	Carne de Pollo	0	kilo	gramos
9	Salsicha de pollo	Grasa de res	0	kilo	gramos
10	Salsicha de pollo	Extensión de pechero	0	kilo	gramos
11	Chicharron de prensa	Mascara de cerdo	0	kilo	gramos
12	Chicharron de prensa	Pelaje de cerdo	0	kilo	gramos
13	Chicharron de prensa	Pierna de cerdo	0	kilo	gramos
14	Jamon Ingles	Pierna de cerdo	0	kilo	gramos
15	Jamon Ingles	Carne de Pollo	0	kilo	gramos
16	Jamon del pais	Pierna de cerdo	0	kilo	gramos
17	Jamon del pais	Carne de Pollo	0	kilo	gramos

Cuando el tipo de usuario con rol Almacén realice el registro del retiro de la materia prima para producir el sistema cambiará el estado de la orden de producción de “En proceso” a “Finalizado” para concluir el ciclo del funcionamiento del sistema de planificación de los requerimientos de materiales para producción.

**Filtrar tabla por:**

Estado: **Finalizado**

#	Orden	Fecha	Estado	Opciones	Materia
1	20211102	2021/11/02	Finalizado	<a href="#">Detallar</a> <a href="#">Eliminar</a> <a href="#">Planificar</a> <a href="#">Ver</a>	

## ANEXO 14. Estudio de factibilidad

Previo al desarrollo del sistema web, se realizó un estudio de factibilidad para la verificación que el implementar el sistema propuesto es rentable.

### 1. Costos

#### Costos de inversión:

Se indican los distintos tipos de recursos de hardware y software ya existentes en la empresa.

#### ➤ Hardware

Tabla 124. Costos de inversión - Lista de Hardware

HARDWARE
Computadora
Impresora

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 125. Costos de inversión - Detalles de Hardware

N.º	DESCRIPCIÓN	IMPORTE S/.
1	Computadora	S/. 1250.00
2	Impresora	S/. 500.00
<b>Total:</b>		S/. 1750.00

Fuente: Elaboración propia.

#### ➤ Software

Tabla 126. Costos de inversión - Lista de Software

SOFTWARE	
MagicDraw	Visual Studio Code

Microsoft Office 365	SPSS 27
MySQL	Django

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 127. Costos de inversión - Detalles de Software

N.º	DESCRIPCIÓN	IMPORTE S/.
1	MagicDraw	S/. 600.00
2	Visual Studio Code	Gratis
3	Microsoft Office 365	Gratis
4	SPSS27	S/. 600.00
5	MySQL	Gratis
6	Django	Gratis
<b>Total:</b>		S/. 1200.00

Fuente: Elaboración propia.

### Costos de desarrollo:

Se indican los recursos invertidos en el desarrollo del sistema web.

#### ➤ Materiales

Tabla 128. Costos de desarrollo - Lista de Materiales

Materiales	
Tinta	Papel
Lapiceros	Corrector
Folder	CD-Rotulado

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 129. Costo de desarrollo - Detalle de Materiales

N.º	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO S/.
1	Recarga de tinta de impresora	2	S/. 17.50
2	Paquete Hojas Bond A4	1	S/. 12.50
3	Lapiceros	3	S/. 5.00
4	Corrector	1	S/. 2.50
5	Folder	1	S/0.50
6	CD-Rotulado	1	S/7.50
<b>TOTAL:</b>			<b>S/. 73.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Servicios**

Tabla 130. Costos de desarrollo - Servicios

Servicios	
Internet	Luz
Transporte	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 131. Costos de desarrollo - Detalle de Servicios

N.º	DESCRIPCIÓN	N.º DÍAS	COSTO POR DÍA	MESES	TOTAL, S/.
1	Internet	30	S/.3.30	4	S/. 396.00
2	Luz	30	S/.3.00	4	S/. 360.00

3	Transporte	15	S/.2.50	4	S/. 150.00
<b>Total</b>					S/. 906.00

Fuente: Elaboración propia.

### Costos de operación anual:

Se indican los recursos que se invertirán para operar los equipos utilizados para los procesos del sistema web por parte de los trabajadores de la empresa.

#### ➤ Costo de consumo de energía

Tabla 132. Costo por operación anual - Consumo eléctrico

N.º	EQUIPO	CANTIDAD	CONSUMO KW/H	COSTO KWH	HORAS POR MES	TIEMPO	TOTAL
1	Computadora	3	0.04	0.046	240	12 meses	S/. 15.90
<b>Total</b>							S/.15.90

Fuente: Elaboración propia.

#### ➤ Servicios Web

Tabla 133. Costo por operación anual - Servicio Web

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO x MES	TIEMPO O	TOTAL
<b>Acceso Internet</b>	1	S/. 100.00	12	S/. 1200.00
<b>Total</b>				S/. 1200.00

Fuente: Elaboración propia.

## 2. Beneficios

Referido a la rentabilidad generada mediante el uso del sistema web.

**Beneficios intangibles:**

- Disponibilidad permanente para la planificación de las órdenes de producción.
- Reducción en fallas o errores en el registro de información.
- Disminución en los tiempos de envío de la información.
- Disminución en el uso de materiales físicos (papeles).
- Información de reportes disponible en cualquier momento en tiempo real para la administración.





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, ATOCHE SALAS JAIRO CESAR estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Sistema web utilizando machine learning para mejorar la planificación de requerimientos de materiales de la producción en el sector industrial", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
ATOACHE SALAS JAIRO CESAR <b>DNI:</b> 73206906 <b>ORCID</b> 0000-0002-9809-3449	Firmado digitalmente por: JATOCHESA el 18-12-2021 15:09:58

Código documento Trilce: INV - 0505153