



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA LOGÍSTICA PARA LA MEJORA
EN LA GESTIÓN DE INVENTARIO DE REPUESTOS DE LA
LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PORCELANATO EN LA EMPRESA
C.A ECUATORIANA DE CERÁMICA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO/A INDUSTRIAL

AUTORES:

DENNYS ARMANDO ANDRADE ASHQUI

ARAHÍ SALOMÉ VILLARREAL JIMÉNEZ

Riobamba - Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA LOGÍSTICA PARA LA MEJORA
EN LA GESTIÓN DE INVENTARIO DE REPUESTOS DE LA
LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PORCELANATO EN LA EMPRESA
C.A ECUATORIANA DE CERÁMICA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO/A INDUSTRIAL

AUTORES: DENNYS ARMANDO ANDRADE ASHQUI

ARAHÍ SALOMÉ VILLARREAL JIMÉNEZ

DIRECTOR: Ing. JAIME IVÁN ACOSTA VELARDE, MSc.

Riobamba - Ecuador

2023

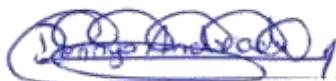
©2023, Dennys Armando Andrade Ashqui & Arahí Salomé Villarreal Jiménez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, DENNYS ARMANDO ANDRADE ASHQUI y ARAHÍ SALOMÉ VILLARREAL JIMÉNEZ, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 12 de mayo del 2023



Dennys Armando Andrade Ashqui

C.I: 0604559872



Arahí Salomé Villarreal Jiménez

C.I: 0401728746

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA LOGÍSTICA PARA LA MEJORA EN LA GESTIÓN DE INVENTARIO DE REPUESTOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PORCELANATO EN LA EMPRESA C.A ECUATORIANA DE CERÁMICA**, realizado por los señores: **DENNYS ARMANDO ANDRADE ASHQUI** y **ARAHÍ SALOMÉ VILLARREAL JIMÉNEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud que el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Marco Homero Almendariz Puente PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-05-12
Ing. Jaime Iván Acosta Velarde, MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-05-12
Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-05-12

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico a mi familia quienes son el pilar fundamental en mi vida académica, en especial a mi madre, padre y hermanos quienes confiaron en mis capacidades académicas y me apoyaron a lo largo de mi vida estudiantil, además a todos mis compañeros y amigos que conocí en todo este tiempo, que conjuntamente me han ayudado a seguir adelante y vencer todas las dificultades encontradas

Dennys

Este trabajo de titulación se la dedico a mi madre, padre y hermanos, ya que han sido un pilar fundamental y me han brindado su apoyo incondicional en el transcurso de mi vida, con amor y comprensión me han enseñado a seguir siempre adelante y a dar lo mejor de mí frente a cualquier circunstancia teniendo en cuenta los valores como la honradez y la responsabilidad, también se lo dedico a mi abuelito, que se encuentra en mejor lugar, pero estoy segura de que estaría orgulloso de este gran logro en esta etapa de mi vida.

Arahí

AGRADECIMIENTO

En esta oportunidad, agradezco a toda mi familia que estuvo conmigo a lo largo del trayecto estudiantil, a mis padres que fueron el pilar fundamental para culminar mi formación académica con su esfuerzo por entregarme todo lo que necesitaba, de igual forma a mis amigos que estuvieron en las buenas y malas apoyándome incondicionalmente, además a todos los maestros y profesores que conocí y me ayudaron a formar mi carácter en el ámbito personal y laboral.

Dennys

Quisiera brindar mis más sinceros agradecimientos a toda mi familia quienes fueron los que día a día me motivaron a no rendirme a pesar de los obstáculos. A los amigos que conocí a lo largo de la carrera, los cuales se convirtieron en mi familia durante el tiempo que pasé en Riobamba. De igual manera, a los docentes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo con vocación para enseñar por todo el conocimiento que me aportaron a mi vida personal y profesional.

Arahí

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvii
RESUMEN.....	xviii
SUMMARY.....	xix
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	4
1.3. Justificación.....	5
1.3.1. <i>Delimitación espacial</i>	5
1.3.2. <i>Delimitación temporal</i>	5
1.3.3. <i>Delimitación temática</i>	6
1.4. Objetivos.....	6
1.4.1. <i>Objetivo general</i>	6
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	6

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	7
2.1. Antecedentes.....	7
2.2. Bases teóricas.....	8
2.2.1. <i>Logística</i>	8
2.2.1.1. <i>Principio del costo total</i>	8
2.2.2. <i>Cadena de suministros</i>	9
2.2.2.1. <i>Inventario</i>	9
2.2.2.2. <i>Gestión del almacén</i>	10
2.2.2.3. <i>Gestión de transporte</i>	10
2.2.3. <i>Gestión de inventarios</i>	11
2.2.3.1. <i>Variables que afectan a la gestión de inventarios</i>	11
2.2.3.2. <i>Tamaño, estructura y representación del inventario</i>	11

2.2.4.	<i>Pronóstico de la demanda</i>	13
2.2.4.1.	<i>Análisis de regresión</i>	13
2.2.4.2.	<i>Modelo de descomposición simple</i>	13
2.2.4.3.	<i>Promedio móvil</i>	13
2.2.4.4.	<i>Método de Holt-Winter</i>	14
2.2.5.	<i>Clasificación de los modelos de inventarios</i>	14
2.2.5.1.	<i>Modelos determinísticos</i>	15
2.2.6.	<i>Modelo de clasificación de inventarios ABC</i>	17
2.2.6.1.	<i>Diagrama de Pareto</i>	18
2.2.7.	<i>Indicadores de productividad y mantenimiento</i>	19
2.2.7.1.	<i>Productividad</i>	19
2.2.7.2.	<i>Eficiencia</i>	19
2.2.7.3.	<i>Eficacia</i>	19
2.2.7.4.	<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	19
2.2.7.5.	<i>Indicadores de gestión de inventarios</i>	20
2.3.	Metodología 5S	22
2.3.1.	<i>Seiri (Clasificación)</i>	23
2.3.2.	<i>Seiton (Ordenar)</i>	24
2.3.3.	<i>Seiso (Limpieza)</i>	25
2.3.4.	<i>Seiketsu (Estandarización)</i>	26
2.3.5.	<i>Shitsuke (Disciplina)</i>	27

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	28
3.1.	Tipo de estudio	28
3.2.	Tipo de investigación	28
3.3.	Metodología	28
3.4.	Proceso metodológico	29
3.4.1.	<i>Generalidades de la empresa</i>	29
3.4.1.1.	<i>Reseña histórica</i>	29
3.4.1.2.	<i>Ubicación de la empresa</i>	30
3.4.1.3.	<i>Compromiso de la empresa</i>	30
3.4.1.4.	<i>Misión</i>	30
3.4.1.5.	<i>Visión</i>	30
3.4.1.6.	<i>Valores institucionales</i>	31
3.4.1.7.	<i>Política de calidad</i>	31

3.4.1.8.	<i>Organigrama estructural de la línea de producción</i>	31
3.4.2.	<i>Descripción de la línea de producción objeto de estudio</i>	32
3.4.2.1.	<i>Descripción del proceso productivo</i>	32
3.4.2.2.	<i>Descripción de la maquinaria que comprende la línea de producción</i>	33
3.4.3.	<i>Análisis de la situación actual de la gestión de inventario de repuestos</i>	36
3.4.3.1.	<i>Jerarquización de equipos</i>	36
3.4.3.2.	<i>Indicadores de gestión</i>	39
3.4.3.3.	<i>Identificación de los repuestos</i>	44
3.5.	Desarrollo de la estrategia logística para la gestión de inventario de repuestos	45
3.5.1.	<i>Estrategia logística para la gestión de inventarios</i>	45
3.5.1.1.	<i>Priorización de repuestos</i>	45
3.5.1.2.	<i>Datos de consumo repuestos nacionales e importados</i>	46
3.5.1.3.	<i>Pronósticos de demanda</i>	58
3.5.1.4.	<i>Políticas de gestión de inventarios</i>	59
3.6.	Diseño e implementación de la metodología 5s en el almacén de repuestos	61
3.6.1.	<i>Lanzamiento del programa 5S</i>	61
3.6.2.	<i>Evaluación inicial mediante la metodología 5S</i>	61
3.6.3.	<i>Situación actual del almacén de repuestos</i>	62
3.6.4.	<i>Diseño de la metodología 5S en el almacén de repuestos</i>	63
3.6.4.1.	<i>Designación del equipo de trabajo</i>	63
3.6.4.2.	<i>Seiri (Clasificación)</i>	64
3.6.4.3.	<i>Seiton (Orden)</i>	65
3.6.4.4.	<i>Seiso (Limpieza)</i>	66
3.6.4.5.	<i>Seiketsu (Estandarización)</i>	67
3.6.4.6.	<i>Shitsuke (Disciplina)</i>	68

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS	69
4.1.	Resultados de la estrategia logística desarrollada	69
4.1.1.	<i>Resultados priorización de repuestos</i>	69
4.1.2.	<i>Resultados pronósticos de la demanda</i>	72
4.1.2.1.	<i>Cálculo de pronósticos</i>	74
4.1.3.	<i>Resultados de las políticas de gestión de inventarios (Modelo EOQ)</i>	89
4.1.4.	<i>Resultados indicadores de productividad</i>	108
4.1.5.	<i>Resultados indicadores de mantenimiento</i>	109
4.2.	Resultados de la implementación de la metodología 5S	110

4.2.1.	<i>Nivel de implementación</i>	110
4.2.2.	<i>Evaluación final 5S</i>	110
4.2.3.	<i>Clasificación, control y limpieza</i>	111
4.2.4.	<i>Estandarización</i>	112
CONCLUSIONES		113
RECOMENDACIONES		114
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Esquema de aplicación 5S.....	27
Tabla 1-3:	Maquinaria que comprende la línea de producción de porcelanato	34
Tabla 2-3:	Análisis de criticidad para la línea de producción de porcelanato	36
Tabla 3-3:	Sistema de evaluación de criticidad	37
Tabla 4-3:	Valores y criterios de decisión	37
Tabla 5-3:	Cálculo de indicadores de producción.....	40
Tabla 6-3:	Cálculo de indicadores de mantenimiento.....	42
Tabla 7-3:	Indicadores de gestión (Evaluación inicial)	43
Tabla 8-3:	Registro de repuestos nacionales.....	45
Tabla 9-3:	Criterio de decisión para el análisis ABC.....	46
Tabla 10-3:	Consumo anual chumacera tipo T 206	46
Tabla 11-3:	Consumo anual banda 1100-H-100.....	47
Tabla 12-3:	Consumo anual banda 900-H-100.....	48
Tabla 13-3:	Consumo anual banda 570-H-100.....	48
Tabla 14-3:	Consumo anual banda 1120-8M.....	49
Tabla 15-3:	Consumo anual piñón H-100.....	50
Tabla 16-3:	Consumo anual junta 22	50
Tabla 17-3:	Consumo anual bomba	51
Tabla 18-3:	Consumo anual junta 147	52
Tabla 19-3:	Consumo anual kit juntas 128	52
Tabla 20-3:	Consumo anual junta 9	53
Tabla 21-3:	Consumo anual junta 2	54
Tabla 22-3:	Consumo anual bolsa 142.....	54
Tabla 23-3:	Consumo anual kit juntas 12	55
Tabla 24-3:	Consumo anual kit PM.....	56
Tabla 25-3:	Consumo anual bolsa 87.....	56
Tabla 26-3:	Consumo anual junta 28	57
Tabla 27-3:	Consumo anual junta 67	58
Tabla 28-3:	Criterios para estimar el costo de ordenar	59
Tabla 29-3:	Indicadores para el modelo EOQ	60
Tabla 30-3:	Evaluación inicial 5S.....	61
Tabla 31-3:	Tipos de suciedad	66
Tabla 32-3:	Criterios de evaluación.....	68

Tabla 1-4:	Selección de repuestos críticos nacionales en función a frecuencia de cambio	69
Tabla 2-4:	Selección de repuestos críticos nacionales en función al tiempo de cambio.....	70
Tabla 3-4:	Resumen repuestos críticos nacionales	71
Tabla 4-4:	Resumen repuestos críticos importados	71
Tabla 5-4:	Cálculos indicadores de medición de error	72
Tabla 6-4:	Selección método para pronóstico de demanda.....	73
Tabla 7-4:	Pronóstico de demanda chumacera T 206	74
Tabla 8-4:	Pronóstico de demanda banda 110-H-100.....	75
Tabla 9-4:	Pronóstico de demanda banda 900-H-100.....	75
Tabla 10-4:	Pronóstico de demanda banda 570-H-100.....	76
Tabla 11-4:	Pronóstico de demanda banda 1120-8M	77
Tabla 12-4:	Pronóstico de demanda piñón H-100	78
Tabla 13-4:	Pronóstico de demanda junta 22.....	78
Tabla 14-4:	Pronóstico de demanda bomba.....	79
Tabla 15-4:	Pronóstico de demanda junta 147.....	80
Tabla 16-4:	Pronóstico de demanda kit juntas 128	81
Tabla 17-4:	Pronóstico de demanda junta 9.....	82
Tabla 18-4:	Pronóstico de demanda junta 2.....	83
Tabla 19-4:	Pronóstico de demanda bolsa 142	84
Tabla 20-4:	Pronóstico de demanda kit juntas 12	85
Tabla 21-4:	Pronóstico de demanda kit PM.....	86
Tabla 22-4:	Pronóstico de demanda bolsa 87	87
Tabla 23-4:	Pronóstico de demanda junta 28.....	88
Tabla 24-4:	Pronóstico de demanda junta 67	89
Tabla 25-4:	Modelo de cantidad económica de pedido chumacera tipo T 206	90
Tabla 26-4:	Modelo de cantidad económica de pedido banda 1100-H-100	91
Tabla 27-4:	Modelo de cantidad económica de pedido banda 900-H-100	92
Tabla 28-4:	Modelo de cantidad económica de pedido banda 570-H-100	93
Tabla 29-4:	Modelo de cantidad económica de pedido banda 1120-8M	94
Tabla 30-4:	Modelo de cantidad económica de pedido piñón H-100	95
Tabla 31-4:	Modelo de cantidad económica de pedido junta 22	96
Tabla 32-4:	Modelo de cantidad económica de pedido bomba.....	97
Tabla 33-4:	Modelo de cantidad económica de pedido junta 147	98
Tabla 34-4:	Modelo de cantidad económica de pedido kit juntas 128.....	99
Tabla 35-4:	Modelo de cantidad económica de pedido junta 9	100
Tabla 36-4:	Modelo de cantidad económica de pedido junta 2	101
Tabla 37-4:	Modelo de cantidad económica de pedido bolsa 142	102

Tabla 38-4:	Modelo de cantidad económica de pedido kit juntas 12.....	103
Tabla 39-4:	Modelo de cantidad económica de pedido kit PM	104
Tabla 40-4:	Modelo de cantidad económica de pedido bolsa 87	105
Tabla 41-4:	Modelo de cantidad económica de pedido junta 28	106
Tabla 42-4:	Modelo de cantidad económica de pedido junta 67	107
Tabla 43-4:	Indicadores de productividad	109
Tabla 44-4:	Indicadores de mantenimiento.....	109
Tabla 45-4:	Evaluación final 5S	110
Tabla 46-4:	Resultados clasificación, control, limpieza	111

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2:	Gráfica de costos modelo EOQ.....	9
Ilustración 2-2:	Cadena de suministros.....	9
Ilustración 3-2:	Representación del modelo EOQ.....	12
Ilustración 4-2:	Clasificación de los modelos de inventario.....	15
Ilustración 5-2:	Esquema modelo de cantidad económica de pedido (EOQ).....	17
Ilustración 6-2:	Esquema indicadores KPI.....	21
Ilustración 7-2:	Esquema metodología 5S.....	22
Ilustración 8-2:	Proceso de clasificación.....	24
Ilustración 9-2:	Formato tarjeta roja.....	25
Ilustración 10-2:	Formato para evaluación de la metodología 5S.....	26
Ilustración 1-3:	Proceso metodológico.....	29
Ilustración 2-3:	Ubicación geográfica Ecuacerámica.....	30
Ilustración 3-3:	Organigrama estructural de la línea de producción de porcelanato.....	31
Ilustración 4-3:	Descripción del proceso productivo para la elaboración de porcelanato.....	32
Ilustración 5-3:	Diagrama de flujo proceso productivo de elaboración de porcelanato.....	33
Ilustración 6-3:	Análisis de Pareto según el número de paros de la maquinaria.....	38
Ilustración 7-3:	Análisis de Pareto según el tiempo de paro.....	38
Ilustración 8-3:	Análisis de Pareto según la producción perdida.....	39
Ilustración 9-3:	Eficiencia diaria de la maquinaria.....	40
Ilustración 10-3:	Eficacia diaria de la maquinaria.....	41
Ilustración 11-3:	Productividad diaria de la maquinaria.....	41
Ilustración 12-3:	Análisis de los indicadores de mantenimiento (OEE).....	43
Ilustración 13-3:	Resúmenes indicadores de producción y mantenimiento.....	44
Ilustración 14-3:	Gráfica consumo anual chumacera tipo T 206.....	47
Ilustración 15-3:	Gráfica consumo anual banda 1100-H-100.....	47
Ilustración 16-3:	Gráfica consumo anual banda 900-H-100.....	48
Ilustración 17-3:	Gráfico consumo anual banda 570-H-100.....	49
Ilustración 18-3:	Gráfica de consumo banda 1120-8M.....	49
Ilustración 19-3:	Gráfica de consumo anual piñón H-100.....	50
Ilustración 20-3:	Gráfica consumo anual junta 22.....	51
Ilustración 21-3:	Gráfica consumo anual bomba.....	51
Ilustración 22-3:	Gráfica consumo anual junta 147.....	52
Ilustración 23-3:	Gráfica consumo anual kit juntas 128.....	53
Ilustración 24-3:	Gráfica consumo anual junta 9.....	53

Ilustración 25-3:	Gráfica consumo anual junta 2.....	54
Ilustración 26-3:	Gráfica consumo anual bolsa 142	55
Ilustración 27-3:	Gráfica consumo anual kit juntas 12	55
Ilustración 28-3:	Gráfica consumo anual kit PM.....	56
Ilustración 29-3:	Gráfica consumo bolsa 87	57
Ilustración 30-3:	Gráfica consumo anual junta 28.....	57
Ilustración 31-3:	Gráfica consumo anual junta 67.....	58
Ilustración 32-3:	Inducción de la planificación de las 5S	61
Ilustración 33-3:	Gráfica evaluación inicial 5S	62
Ilustración 34-3:	Clasificación alfanumérica de la bodega de repuestos	63
Ilustración 35-3:	Sistema de registro de entradas y salidas	63
Ilustración 36-3:	Esquema organizacional y funcional 5S	64
Ilustración 37-3:	Tarjeta roja	65
Ilustración 1-4:	Diagrama de Pareto según la frecuencia de cambio.....	69
Ilustración 2-4:	Diagrama de Pareto según el tiempo de cambio	70
Ilustración 3-4:	Resultados análisis ABC repuestos importados	71
Ilustración 4-4:	Pronóstico de la demanda chumacera tipo T 206.....	74
Ilustración 5-4:	Pronóstico de la demanda banda 1100-H-100.....	75
Ilustración 6-4:	Pronóstico de demanda banda 900-H-100.....	76
Ilustración 7-4:	Pronóstico de demanda banda 570-H-100.....	76
Ilustración 8-4:	Pronóstico de demanda banda 1120-8M	77
Ilustración 9-4:	Pronóstico de demanda piñón H-100	78
Ilustración 10-4:	Pronóstico de demanda junta 22.....	79
Ilustración 11-4:	Pronóstico de demanda bomba.....	80
Ilustración 12-4:	Pronóstico de demanda junta 147.....	81
Ilustración 13-4:	Pronóstico de demanda kit juntas 128.....	81
Ilustración 14-4:	Pronóstico de demanda junta 9.....	82
Ilustración 15-4:	Pronóstico de demanda junta 2.....	83
Ilustración 16-4:	Pronóstico de demanda bolsa 142	84
Ilustración 17-4:	Pronóstico de demanda kit juntas 12.....	85
Ilustración 18-4:	Pronóstico de demanda kit PM.....	86
Ilustración 19-4:	Pronóstico de demanda bolsa 87	87
Ilustración 20-4:	Pronóstico de demanda junta 28.....	88
Ilustración 21-4:	Pronóstico de demanda junta 67.....	89
Ilustración 22-4:	Análisis de costos chumacera tipo T 206	90
Ilustración 23-4:	Análisis de costos banda 1100-H-100	91
Ilustración 24-4:	Análisis de costos banda 900-H-100	92

Ilustración 25-4: Análisis de costos banda 570-H-100	93
Ilustración 26-4: Análisis de costos banda 1120-8M.....	94
Ilustración 27-4: Análisis de costos piñón H-100.....	95
Ilustración 28-4: Análisis de costos junta 22	96
Ilustración 29-4: Análisis de costos bomba	97
Ilustración 30-4: Análisis de costos junta 147	98
Ilustración 31-4: Análisis de costos kit juntas 128	99
Ilustración 32-4: Análisis de costos junta 9	100
Ilustración 33-4: Análisis de costos junta 2	101
Ilustración 34-4: Análisis de costos bolsa 142.....	102
Ilustración 35-4: Análisis de costos kit juntas 12	103
Ilustración 36-4: Análisis de costos kit PM.....	104
Ilustración 37-4: Análisis de costos bolsa 87.....	105
Ilustración 38-4: Análisis de costos junta 28	106
Ilustración 39-4: Análisis de costos junta 67	107
Ilustración 40-4: Modelo de simulación en Flexsim.....	108
Ilustración 41-4: Evaluación indicadores de productividad.....	109
Ilustración 42-4: Evaluación indicadores de mantenimiento.....	110
Ilustración 43-4: Comparación inicial y final metodología 5S	111

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** GUÍA DE EVALUACIÓN DE CRITICIDAD
- ANEXO B:** MATRIZ DE PONDERACIÓN DE FACTORES
- ANEXO C:** RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD
- ANEXO D:** REGISTRO DE DATOS REPUESTOS IMPORTADOS
- ANEXO E:** FORMATO REGISTRO PARA GUÍA DE REPUESTOS NACIONALES
- ANEXO F:** FORMATO REGISTRO PARA GUÍA DE REPUESTOS NACIONALES
- ANEXO G:** EVALUACIÓN INICIAL 5S
- ANEXO H:** MODELO ABC PARA REPUESTOS IMPORTADOS
- ANEXO I:** MANUAL DE PROCEDIMIENTOS 5S
- ANEXO J:** EVALUACIÓN FINAL 5S
- ANEXO K:** GUÍA DE REPUESTOS NACIONALES E IMPORTADOS

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo diseñar una estrategia logística para la mejora en la gestión de inventario de repuestos de la línea de producción de porcelanato en la Empresa C.A Ecuatoriana de Cerámica. Se llevó a cabo el estudio utilizando una metodología de forma analítica para identificar el proceso productivo de elaboración de porcelanato, el tipo de maquinaria que interviene en cada una de las áreas de la línea de producción y los repuestos nacionales e importados, también se analizó la situación actual de la gestión de inventarios, una vez obtenido los datos sobre los repuestos de la maquinaria se trabajó con una metodología inductiva para el desarrollo de un modelo de cantidad económica de pedido (EOQ) plasmada en una guía de fácil manejo y comprensión, de igual forma se elaboró un manual de procedimientos basado en la metodología 5S. Mediante este método se identificó que la empresa carece de estrategias y técnicas para la gestión del inventario de repuestos de la maquinaria, posteriormente con el modelo implementado se obtiene un incremento en los indicadores de gestión, también en el almacenamiento de los repuestos se obtuvo la mejora en el control, orden y limpieza de los espacios de trabajo en la bodega. Logrando como resultado establecer las políticas en la empresa en el almacén de repuestos, llegando a implementar el 60% de las actividades planificadas en el transcurso de 4 meses a partir del mes de diciembre del año 2022 a marzo del 2023. Se concluye que con las actividades realizadas se garantiza la mejora del proceso en el control, manejo, almacenamiento y distribución de los artículos, logrando un incremento del 23% en el promedio global de las 5 etapas del programa, y recomendando tomar en cuenta los procesos de simulación para la implementación de nuevas técnicas.

Palabras clave: <ESTRATEGIA LOGÍSTICA>, <GESTIÓN DE INVENTARIO>, <REPUESTOS DE MAQUINARIA>, <MODELO DE CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)>, <METODOLOGÍA 5S>, <INDICADORES DE GESTIÓN>, <PRODUCTIVIDAD>.

0896-DBRA-UPT-2023



SUMMARY

The aim of this work was to develop a logistic strategy for the improvement in the inventory management of spare parts of the porcelain production line in the Ecuatoriana de Ceramica Company C.A. The study was carried out using an analytical methodology to identify the production process of porcelain production, the type of machinery involved in each of the areas of the production line, and domestic and imported spare parts, the current situation of inventory management was also analyzed. After collecting the data on machine spare parts, an economic order quantity model (EOQ) was developed in the form of a user-friendly and easy-to-understand guide using an inductive methodology. On the other hand, a procedure manual based on the 5S methodology was also developed. Through this method, it was determined that the company lacked strategies and techniques for managing machine spare parts inventory. Subsequently, with the implemented model, an increase in management indicators as well as an improvement in the control, order, and cleanliness of the work areas in the warehouse for storing spare parts was achieved. As a result, spare parts stock policies were established in the company and 60% of the planned activities were implemented over the course of 4 months from December 2022 to March 2023. It is concluded that the activities carried out ensure an improvement in the process of control, handling, storage, and distribution of items, achieving a 23% increase in the overall average of the 5 phases of the program and taking into account the simulation processes for the implementation of new techniques.

Keywords: <LOGISTICS STRATEGY>, <INVENTORY MANAGEMENT>, <MACHINERY REPLACEMENT>, <ECONOMIC ORDER QUANTITY (EOQ) MODEL>, <5S METHODOLOGY>, <MANAGEMENT INDICATORS>, <PRODUCTIVITY>.



Lic. Angela Cecibel Moreno Novillo
0602603938

INTRODUCCIÓN

Las empresas ecuatorianas actualmente se ven obligadas a incorporar nuevas estrategias de mejora que garanticen un nivel de excelencia dentro de su sistema productivo, con el fin de ser cada vez más competitivas en el mercado nacional e internacional; para el mejoramiento de los procesos es importante trabajar en el uso de técnicas que permitan la optimización y continuidad del flujo productivo, tomando como pilar fundamental el menor uso de recursos (humanos, herramientas y materiales), para obtener mayores beneficios (económicos y productivos).

Para lograr ese beneficio se usa una estrategia logística basada en la gestión de inventarios como herramienta fundamental para el mejoramiento de la línea de producción de porcelanato, la cual es importante en el manejo y control de existencias tomando en cuenta la materia prima y los repuestos necesarios para que las distintas maquinarias se encuentren en constante funcionamiento, con el fin de mantener la continuidad de las actividades operativas, reduciendo significativamente retrasos en el proceso por falta de repuestos y finalmente contribuyendo al incremento de la competitividad dentro del sector industrial.

El presente trabajo de integración curricular hace referencia a las herramientas utilizadas para el desarrollo de una estrategia logística para la gestión de inventarios en la línea de producción de porcelanato que permita obtener un plan de abastecimiento, control y manejo de repuestos basados en una serie de políticas y técnicas para garantizar la disponibilidad de la maquinaria y equipos, el cual puede ser replicable para las demás líneas de producción de cerámica y porcelanato de la empresa C.A Ecuatoriana de Cerámica; para la ejecución se utilizó técnicas para pronósticos de demanda, un modelo de cantidad económica de pedido (EOQ) y la herramienta Lean Manufacturing (5S) aplicada al almacén de repuestos, las cuales presentan un efecto positivo en la disponibilidad y rendimiento de la maquinaria, observando un valor de aumento en la optimización de los procesos.

En el desarrollo de la estrategia logística para la gestión de inventarios de repuestos se empieza con la recolección de información mediante el uso de técnicas y herramientas como hojas de verificación, registros de producción y diálogos con supervisores y jefes de cada área, con el fin de identificar la maquinaria objeto de estudio a través de un análisis de criticidad de los equipos basados en la norma SAE JA 1012, con los resultados obtenidos se identificó los repuestos de tipo nacional e importados que comprende a la maquinaria analizada, se delimitó los artículos bajo un estudio utilizando las metodologías ABC y diagrama de Pareto, garantizando la información necesaria para el desarrollo de un modelo de cantidad económica de pedido, complementado con un análisis de pronósticos de consumo para los siguientes tres años.

Como complemento de la gestión se elaboró una guía de repuestos bajo la modalidad de catálogo, en el cual se representan políticas de consumo, manejo y control analizados bajo la estrategia principal de cantidad económica de pedido, además, en el almacenamiento de dichos artículos se implementó la metodología 5S mediante el uso de técnicas de mejora como un check list de verificación de la situación inicial de cada una de las etapas que comprende el programa, el uso de tarjetas rojas para clasificación de repuestos según su estado, reordenamiento, señalización y acondicionamiento de los espacios para el almacenamiento de los artículos, un manual de procedimientos para la correcta clasificación, control y limpieza del lugar a través de actividades estandarizadas que contribuyan al cuidado y conservación de los repuestos.

El presente trabajo contiene una estructura de cuatro capítulos haciendo referencia en primer lugar al planteamiento del problema que se ha logrado identificar en el análisis realizado a la empresa, el marco teórico en el cual se encuentra plasmados los conocimientos adquiridos en la formación académica, además un marco metodológico en el que se detalla las instrucciones a seguir en el uso adecuado de las distintas herramientas y técnicas mencionadas, con la finalidad de obtener los resultados requeridos.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

El término “logística” antiguamente no se asociaba a los procesos de producción, sino a la distribución de combustible para el abastecimiento de las naciones, entre las cuales estaban Reino Unido, Estados Unidos, España, China y Japón, con el pasar de los años en Europa la correcta distribución de recursos fue una parte fundamental para ganar guerras y construir grandes edificaciones arquitectónicas, por su parte Asia creó tácticas eficaces para combatir guerras bélicas, en Egipto se asocia a la construcción de pirámides por su exactitud debido a la época en la que se encontraba, para América los incas comenzaron a desarrollar estudios poblacionales y almacenamiento de insumos que eran recolectados por la agricultura y la minería, no obstante, los españoles fueron aquellos que le dieron el nombre debido a las cuadrillas que se formaron en las guerras para el abastecimiento de insumos alimenticios y armas a los militares en combate, siendo el punto de partida para que años más tarde se asocie a las industrias dentro de sus procesos productivos y administrativos.

Mientras Europa y Asia avanzaban en términos de tecnología, América comenzaba a establecer rutas para el intercambio y compra de productos entre naciones, la creación de carreteras y vías para el tren marcaba el inicio de la logística en el continente, con la llegada de la computadora a Estados Unidos, los procesos logísticos sufrieron un cambio en su implementación, ya que las industrias demandaban un sistema que permita adquirir sus materias primas y a la vez enviar sus productos terminados al mundo pero en menor tiempo utilizando menos recursos, es así que (Hurtado Ganoza, 2018) asocia la logística a los inventarios de productos, puesto que es donde inició todo el proceso de abastecimiento. Con los próximos años ya no solo era necesario adquirir productos, sino que los mismos lleguen en buen estado y las políticas de costos tomaban fuerza dentro del proceso de gestión. Una vez adquiridos los diversos productos era necesario tener un almacenamiento correcto según el tipo de material, por lo cual las empresas comenzaron a gestionar sus inventarios en función a los requerimientos por la empresa, modelos como ABC y EOQ tomaron fuerza en el manejo de los almacenes.

En el Ecuador la logística comenzó con las exportaciones de productos al mundo, el banano y cacao eran los productos más demandados por países del exterior, por lo cual se requería que sean transportados de tal forma que se encuentren en buen estado en su destino programado, exclusivamente por vía marina. Asociando este proceso a las industrias, los empresarios requerían

materias primas de buena calidad y con un suficiente abastecimiento por parte de agricultores quienes proveían de estos recursos y a su vez, que sus productos sean enviados a los consumidores de tal manera que se cubra cada segmento de mercado. Actualmente existen empresas dedicadas exclusivamente a la logística, prestando servicios a empresas que no cuentan con el conocimiento para realizarlo, con estrategias y políticas que agregan valor al producto que se comercializa, de igual manera al país que lo produce.

C.A Ecuatoriana de Cerámica es una empresa dedicada a la fabricación de baldosas cerámicas y porcelanatos, sus procesos comienzan en la adquisición de materias primas a canteras productoras de las diferentes arcillas, estableciendo rutas y cronogramas asociadas a la producción diaria o mensual. De igual forma para la comercialización de cerámica, la empresa cuenta con su propia tienda en los exteriores de su planta industrial, como los diferentes puntos de abastecimiento en la ciudad y las diferentes exportaciones a países como Colombia, Perú, Estados Unidos, entre otros. Para mantener una distribución adecuada del producto es necesario establecer rutas en función al stock en inventarios de bodega y según el requerimiento de los potenciales clientes, además, las instalaciones tienen distintas bodegas para el almacenamiento de recursos complementarios como esmaltes, cartón entre otros y para los repuestos de la maquinaria.

1.2. Planteamiento del problema

La línea de producción de la planta pisos dedicada únicamente a la elaboración de porcelanato de la empresa C.A Ecuatoriana de Cerámica en sus formatos 30X60, 60X60 y 60X120, dispone de activos industriales empezando desde una prensa hidráulica, secadero de tipo horizontal con 5 niveles, la aplicación del engobe, esmalte y caramuro se realiza mediante dispensadores de velas y cabinas airless, para la cocción del material se utiliza un horno de rodillos; posterior a esto se apila el material cerámico mediante el uso de brazos robóticos denominados “Robofloor” de carga y descarga. El porcelanato pasa por una rectificadora, que se encarga de delimitar las dimensiones del formato que se trabaja; posteriormente atraviesa por una clasificadora, la cual separa según la calidad del material; finalmente se empaca y coloca los cartones de producto en los pallets con la ayuda de un brazo robótico.

A través de una investigación de campo ejecutada en la línea de producción descrita anteriormente, se observó que el 70% de los repuestos son adquiridos mediante importación de los distintos fabricantes y el 30% restante se los encuentra en el mercado nacional ya sean comprados o mecanizados, los mismos que presentan un porcentaje alto de rotación y tiempo de cambio en la maquinaria, generando costos de mantenimiento e inventarios elevados. Cabe recalcar que, el proceso de abastecimiento inicia desde la orden de compra emitida por la empresa,

hasta la recepción de los repuestos; dichos procedimientos tardan meses en hacerse efectivos debido a los distintos filtros que son necesarios al importar productos. Estas demoras afectan al mantenimiento continuo de la máquina, puesto que, si no se encuentra repuestos en el inventario, la maquinaria no puede ser reparada en caso de sufrir algún desperfecto.

Como consecuencia de la problemática antes mencionada se presentan deficientes políticas de adquisición, organización, limpieza, sistemas de manejo y abastecimiento de los repuestos; adicionalmente, los estándares de calidad se ven disminuidos debido a los costos de compra. Es así como la productividad, rendimiento y la disponibilidad de la maquinaria tienden a disminuir en un 30%.

Para dar solución a los inconvenientes, se pretende diseñar una estrategia logística la cual estará compuesta por políticas para una adecuada gestión de inventarios en bodega. De igual forma, se planteará una guía en donde se especifique indicadores clave relacionados a cantidad económica de pedido para cada repuesto de la maquinaria y un manual de procedimientos basadas en las metodologías 5S.

1.3. Justificación

Se considera que el presente estudio ayudará a establecer políticas que mejoren el abastecimiento, organización, manejo y distribución de los repuestos, permitiendo aumentar el rendimiento y la disponibilidad del equipo que comprende la línea de producción de porcelanato de la Empresa C.A Ecuatoriana de Cerámica. Conjuntamente, se buscará instaurar un manual de procedimientos para la bodega de repuestos basado en la metodología 5S, enfatizada en el correcto uso y almacenamiento de estos.

1.3.1. Delimitación espacial

El estudio se limitará a la gestión de repuestos de la maquinaria en la línea de producción de porcelanato en la Empresa C.A Ecuatoriana de Cerámica, ubicada en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, parroquia Velasco.

1.3.2. Delimitación temporal

El presente trabajo de titulación se llevará a cabo en un período de 5 meses a partir del mes de septiembre del 2022 hasta febrero del año 2023.

1.3.3. Delimitación temática

El propósito del presente estudio es diseñar una estrategia logística para la gestión de inventarios de repuestos mediante políticas, técnicas y metodologías que permitan disminuir problemáticas dentro de la línea de producción de porcelanato, con la finalidad de aumentar el rendimiento y la disponibilidad de la maquinaria.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar una estrategia logística para la mejora en la gestión de inventario de repuestos de la línea de producción de porcelanato en la Empresa C.A Ecuatoriana de Cerámica.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de los repuestos de la maquinaria que conforma la línea de producción de porcelanato con un proceso de inventariado utilizando técnicas y herramientas de gestión.
- Desarrollar una estrategia logística para la gestión de inventarios de repuestos formulando políticas enfocadas en el correcto manejo, control y abastecimiento, además de una guía que incluya características de los repuestos, costos de adquisición, almacenamiento, tamaño de lote, stock de seguridad, tiempo de reorden y tiempo de aprovisionamiento, basada en el modelo de cantidad económica de pedido (EOQ).
- Diseñar una planificación de orden y limpieza para un adecuado almacenamiento de los repuestos en la bodega, aplicando la metodología 5S.
- Evaluar el diseño de la estrategia logística para la gestión de repuestos de la maquinaria de la línea de producción de porcelanato, mediante un proceso de simulación con software especializado para identificar indicadores de gestión.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes

El autor (Llerena Butrón, 2019) en su trabajo de titulación analiza como la logística tiene importancia dentro del mantenimiento de la maquinaria pesada encargada del movimiento de tierras y desarrolla una política que le permita trabajar bajo la filosofía de la Confiabilidad, consiguiendo que los equipos siempre se encuentren disponibles para realizar el trabajo, teniendo en cuenta que el correcto abastecimiento de repuestos ayuda a facilitar el proceso, evitando demoras perjudiciales para las empresas.

En la tesis de (Triana Sosa, 2018) se desarrolló una política de compra y abastecimiento de repuestos para el servicio de mantenimiento que se realiza a la maquinaria, la cual es comercializada por la misma empresa, la falta de los repuestos afecta considerablemente a su servicio, tomando en cuenta que la mayoría de los mismos son importados considera que se deben elegir a los proveedores que cumplan con un proceso logístico en sus entregas, costos accesibles tanto para repuestos locales como importados y una vez que son adquiridos, una correcta distribución a los diferentes talleres evitará el desabastecimiento de los mismos.

En el proyecto presentado por (Flores Maltese, 2022) se muestra un análisis y propuesta para la mejora en los inventarios de repuestos basado en la demanda de los clientes, el número de maquinaria y los costos, considerando modelos de pedido por períodos, analizando los puntos de reorden, stocks de seguridad y costo de mantenimiento dentro de la bodega. Al desarrollar un modelo Q de pedidos por período a los repuestos que tienen más demanda en 5 años, logró disminuir el desabastecimiento y sobre almacenamiento de los repuestos en bodega, consiguiendo el número exacto y necesario para el mantenimiento de la maquinaria.

(Trujillo, 2018) en su modelo de gestión de repuestos se enfoca en el correcto abastecimiento para el mantenimiento de la maquinaria dentro de las empresas con un capital alto como petroleras, enfatiza en elaborar un mapa integral que le permite identificar todo el proceso logístico de los repuestos para abastecer al departamento, logrando establecer objetivos, jerarquizar los repuestos según metodología ABC y la definición de los índices de mantenimiento que permitan indicar si el proceso es el adecuado o presenta deficiencias.

Para (Condor Gómez y Contreras Marangunich, 2019) la gestión de los inventarios implica implementar varias estrategias previamente analizadas de forma interna y externa de la empresa, buscando la satisfacción del cliente. En su tesis elabora 9 estrategias enfocadas a todo el proceso de gestión, solo 5 de ellas corresponden a los repuestos, indicando que se debe iniciar por el análisis de los proveedores estableciendo competencias entre ellos y seleccionando los mejores en entregas a tiempo, costos y variedad, implementando una metodología de buyback, en donde exista una relación entre los repuestos existentes en el mercado y los solicitados por los fabricantes de la maquinaria. En el almacenamiento se los debe clasificar por su rotación mediante un ABC y gestionar correctamente el abastecimiento con la ayuda de software especializado, logrando disminuir la falta de stock en el almacén, disponibilidad de los repuestos y aumentando la satisfacción el cliente en varios puntos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Logística

(Escudero Serrano, 2019, p. 28) en su libro “Logística de Almacenamiento” manifiesta que la logística es una actividad manejada por el sector empresarial que se encarga de la adquisición, manejo, control y abastecimiento de materiales entre los cuales pueden estar materias primas, producto en fabricación o producto terminado, generando rutas que optimicen el proceso hasta la llegada del producto a su destino o consumidor, mediante el uso de estrategias que integren a todos los departamentos de la empresa para una correcta gestión.

2.2.1.1. Principio del costo total

Para (Carreño Solís, 2020, p. 5) el principio del costo total es una relación entre la cantidad requerida a pedir y los costos que esto implica, teniendo como consecuencia varios desacuerdos, debido a que mientras se trata de reducir algunos costos, por lo tanto, sugiere que se debe mantener un punto de equilibrio en el cual los costos no se vean afectados por la compra de productos, materiales e insumos.

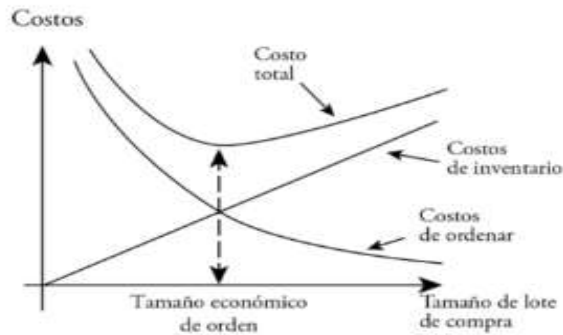


Ilustración 1-2: Gráfica de costos modelo EOQ

Fuente: (Carreño Solís, 2020, p. 7)

2.2.2. Cadena de suministros

En su libro denominado “Administración de la Cadena de Suministros. Una perspectiva logística” los autores (Coyle et al. 2018, p. 6) relacionan estrechamente la cadena de suministros con la logística, indicando que corresponde a todos los factores que intervienen en el proceso logístico, iniciado desde la adquisición de materiales hasta la entrega al consumidor, manejando al producto, información relacionada a costos y la demanda requerida por el cliente.



Ilustración 2-2: Cadena de suministros

Fuente: (Coyle et al. 2018, p. 6)

La cadena de suministros implica entonces desde la comunicación y abastecimiento de las materias primas requeridas por el proceso, con los proveedores; siguiendo con los fabricantes que se encargan de la elaboración, manejo y almacenamiento de los productos; posterior analiza los distribuidores quienes serán los encargados de hacer llegar el producto al cliente, mediante estrategias logísticas, satisfaciendo la necesidad de los clientes.

2.2.2.1. Inventario

Según (Navarrete Lozada 2019, pp. 52-62) en su artículo de investigación, menciona que el inventario corresponde a todos los materiales o productos que ingresan o son procesados dentro de una industria y tienen como finalidad su comercialización dentro de un mercado, además debe existir un registro de adquisición y salida de los productos, por último, todo tipo de empresa debe contar

con este recurso para el manejo, almacenamiento y distribución de productos, especialmente de tipo industrial.

2.2.2.2. Gestión del almacén

(Flamarique, 2018, p. 17) indica que un almacén corresponde al espacio requerido por cualquier tipo de empresa para almacenar y posteriormente distribuir los recursos, tanto interna como externamente, además una adecuada gestión permite mantener en buen estado todos los productos, distribuirlos correctamente y reducir en su máxima capacidad los costos asociados al mantenimiento que allí se encuentren, mediante políticas y estrategias de mejora.

La importancia de la Gestión del Almacén empieza desde su creación, es decir, identificar que productos serán los almacenados, especialmente cuando es alimenticio o repuestos de alguna maquinaria, y con qué fin de distribución se obtendrán, posterior a ello, analizar el mejor método de almacenamiento maximizando su vida útil y los costos de mantenimiento, y finalmente la distribución debe contemplar el correcto reabastecimiento evitando roturas de stocks y puntos de reorden adecuados. (Bermúdez Cano, 2018, p. 5)

En la gestión de un almacén el autor (Flamarique, 2018, p. 15) nombra dos maneras el manejo y control de los diferentes materiales en bodegas:

- La gestión de existencia o stocks tiene su enfoque en el producto, es decir encontrar la mejor manera de almacenamiento, reduciendo costos, almacenar solo lo necesario, y equilibrar el tránsito de los productos.
- La gestión del almacén trata a los productos de forma unitaria indicando la manera y ubicación correcta de almacenamiento de los productos o materiales.

2.2.2.3. Gestión de transporte

El transporte para (Escudero Serrano, 2019, p. 292) es un factor importante dentro de la cadena de suministro, puesto que, sin este recurso, el abastecimiento de los materiales o productos no sería posible, para lo cual es necesario identificar el tipo de transporte y el fin para el que se va a utilizar, dependiendo de si es alimenticio, textil o de manufactura se tendrá un tratamiento diferente. Otro punto importante es establecer rutas adecuadas para la distribución que permitan satisfacer la demanda requerida en el tiempo exacto y sin pérdidas en el proceso de entrega. Para cumplir con la satisfacción de los clientes es necesario una gestión de transporte acoplada a las diferentes necesidades que permita generar un servicio con altos estándares de calidad.

2.2.3. *Gestión de inventarios*

La autora (Arenal, 2020, p.8) en su libro “Gestión de inventarios” menciona que la gestión de stock dentro de una organización tiene un rol fundamental, pues ayuda a mantener controlada la cantidad tanto de productos como de información con la que cuenta la empresa. Una correcta gestión permitirá regular los flujos de entrada y salida de los productos teniendo en cuenta el presupuesto otorgado por la empresa para estas actividades.

2.2.3.1. *Variables que afectan a la gestión de inventarios*

(Cruz, 2017, p.14) en su libro “UF0476: Gestión de inventarios” afirma que cada empresa debe enfocar el proceso de inventariar desde la adquisición hasta la comercialización del bien o servicio, para ello existen algunas variables que son necesarias en la toma de decisiones dentro de la gestión de inventarios. Se debe identificar los siguientes factores:

- **Tiempo:** Se toma en cuenta el tiempo de entrega que hace referencia al tiempo de realización del pedido, tiempo de entrega por parte del proveedor, tiempo de recepción, entre otros.
- **Demanda:** Este factor es de vital importancia dentro de la toma de decisiones debido a que los lotes solicitados de un producto en un periodo de tiempo pueden ser constantes o variables, todo depende de los cambios repentinos que ocurran en su entorno. Por ello, para tener una gestión de inventario y disponibilidad eficientes hay que realizar una proyección de la demanda futura.
- **Costes:** La gestión de inventarios implica varios gastos que pueden ser directos o indirectos como, aprovisionamiento del producto, demanda no satisfecha por falta de inventario en el almacén, costos de transporte, costos de mantener unidades almacenadas, entre otros.

2.2.3.2. *Tamaño, estructura y representación del inventario*

(Cruz, 2017, pp. 16-20) alude que los inventarios dependen directamente de las políticas de gestión y control adoptadas por una organización o empresa, sin embargo, para poder dar un tratamiento adecuado a los mismos es necesario definir los siguientes términos:

Tamaño: Cuando una empresa maneja inventarios, almacena cierta cantidad de productos con el fin de mantener un stock de seguridad en caso de presentar alguna escasez o falta de aprovisionamiento de dicho producto. Cuando se logra un sistema estable se puede tener flexibilidad en la producción, por otro lado, hay que tener en cuenta que el almacenamiento genera costos extra a la organización como son los costes de órdenes, de mantener inventario y por

roturas de stock. Por lo anteriormente explicado se lleva un control del tamaño de lote y la cantidad de productos que se almacena.

Estructura: La estructura de un inventario depende directamente del tamaño del mismo, por lo general las empresas que tienen actividades productivas manejan y gestionan tres tipos de inventarios. En el primero constan las existencias necesarias para que las entradas y salidas del producto permanezcan en equilibrio. El segundo lo conforma el denominado stock de seguridad, es decir, los productos que serán dispuestos en caso de existir desajustes de demanda. Finalmente, el tercero está formado por las existencias pronosticadas a mediano y largo plazo.

Representación: Se determina mediante las entradas y salidas de los inventarios disponibles, al momento en el que el producto ingresa al almacén se observa el pico de subida, a medida que se entrega la mercancía a producción o a los clientes el pico comienza a descender hasta llegar al stock de seguridad, cuando se llega a ese punto el responsable de bodega es el encargado de volver a realizar el pedido con el fin de reponer las existencias para evitar roturas de stock. En el caso de producirse una rotura, es posible que se pare la producción o no se complete los pedidos solicitados por el cliente.

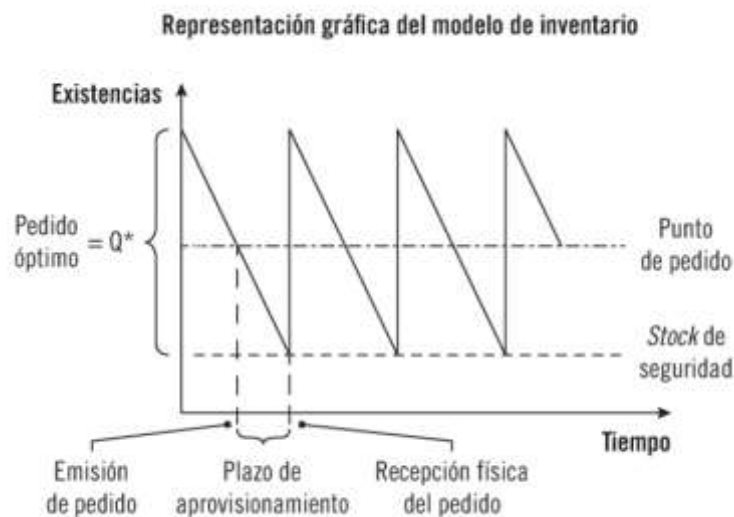


Ilustración 3-2: Representación del modelo EOQ

Fuente: (Cruz, 2017, p. 20)

2.2.4. *Pronóstico de la demanda*

2.2.4.1. *Análisis de regresión*

(Soto Romero, 2021, p. 1-4) manifiesta que el modelo de regresión lineal es un sistema para realizar pronósticos en función a dos variables (dependiente e independiente), encontrando una ecuación que mejor represente el comportamiento de los datos, la cual tiene un comportamiento lineal basado en la tendencia de una serie de tiempo.

$$Y = a + bx$$

Donde:

Y, pronóstico en un período de tiempo x

a, la intersección con el eje x

b, la pendiente de la ecuación

x, la variable independiente expresada en unidades de tiempo.

Para el cálculo de la intersección y la pendiente se utilizará las siguientes ecuaciones:

$$a = \bar{Y} - (b \times \bar{x})$$

$$b = \frac{(n \times \sum Y_i x_i) - (\sum Y_i \times \sum x_i)}{(n \times \sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}$$

2.2.4.2. *Modelo de descomposición simple*

Para (Colther y Arriagada-Millaman, 2021, p. 324-326) un modelo de descomposición simple para series de tiempo es un método para valores cuantitativos los cuales se dividen tomando en cuenta linealidad y un comportamiento estacional, para lo cual se trabaja con un índice para cada estación detectada y la ecuación de la recta calculada por regresión lineal, se establece el pronóstico y comportamiento de los datos para los siguientes años.

2.2.4.3. *Promedio móvil*

(Colther y Arriagada-Millaman, 2021, p. 324-326) indican que el método de promedios móviles de orden n utiliza los promedios de los datos establecidos en la serie de datos para pronosticar el siguiente periodo, se puede trabajar con modelos de n=3 y n=4 según corresponda el comportamiento o los

patrones de períodos anteriores, haciendo referencia a n como los promedios que se van a tomar en cuenta para generar un nuevo valor.

2.2.4.4. Método de Holt-Winter

(Mariño et al. 2021, p. 14-16) menciona que el método de Holt-Winter es un modelo de suavización para series de tiempo en el cual exista un comportamiento estacional únicamente, para lo cual establece calcular las ecuaciones que rigen a los niveles, índices de estacionalidad y tendencia, con el fin de realizar un pronóstico para los n años siguientes.

2.2.5. Clasificación de los modelos de inventarios

De acuerdo con (Guerrero Salas, 2022, pp. 18-37) un modelo de gestión de inventarios ayuda a conocer la cantidad de artículos a pedir y en qué momento se debe realizar el pedido. La clasificación de modelos de inventarios puede ser de dos tipos, los cuales van ligados con la demanda del producto y con los tiempos de reposición del mismo, estos se conocen como modelos determinísticos y probabilísticos; en el caso del determinístico, la demanda futura del producto es conocida con exactitud, esta situación solo se da en caso de trabajar bajo pedido; en el probabilístico no se conoce la demanda futura, entonces se le establece una distribución de probabilidad de ocurrencia.

Cada producto se clasifica en uno de los tipos mencionados, de igual manera, cuentan con subcategorías entre las cuales se mencionan: tipo de artículo (perecederos o durables en el tiempo), cantidad de productos (un solo producto o multiproducto), tipo de reposición (instantánea o continua), modelos de costos fijos, tipos de revisiones (continuas o periódicas), tiempo de entrega, etc.

Además de la clasificación, se toma en consideración los costos que están relacionados directamente con este tipo de modelos los principales son: costo de almacenamiento, costo de penalización, costo por ordenar (fijo) y el costo variable.

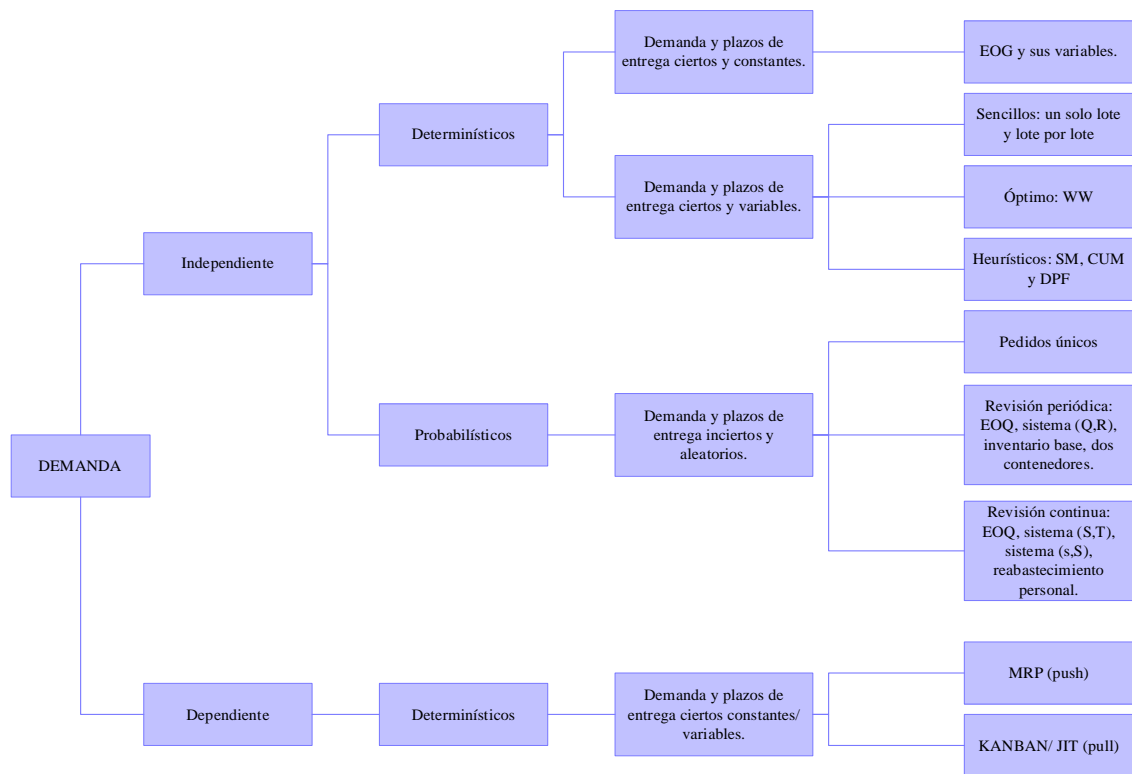


Ilustración 4-2: Clasificación de los modelos de inventario

Fuente: (Ballou, 2004, p. 692).

2.2.5.1. Modelos determinísticos

Este tipo de modelos se caracteriza por conocer con certeza la demanda del producto en cuestión, la cantidad necesaria se la obtiene mediante pedidos de clientes, historial de pedidos realizados, pronósticos, repuestos requeridos, entre otros. Los modelos determinísticos de acuerdo con el tipo de demanda se clasifican en modelos con demanda estática y modelos con demanda dinámica.

2.2.5.1.1. Inventarios con demanda determinística estática

Se considera que la demanda es constante en un período de tiempo con reposición inmediata, el modelo más conocido dentro de esta división es la cantidad económica de pedido (EOQ) o modelo clásico. Este modelo busca llegar a un equilibrio entre costos de preparación y costos de almacenamiento. (Pomasqui Farinango, 2022, pp. 41-44).

(Taha, 2017, pp. 460-463) sugiere que la cantidad económica de pedido se calcula mediante la ecuación (1) en la cual se ocupa la demanda anual, el costo de la realizar el pedido y el costo de mantener una unidad en inventario. Una vez se tenga el valor del lote de pedido se procede a calcular los tiempos de reorden y el costo total por unidad de tiempo (TCU).

El tamaño óptimo de inventario se lo determina en función de la demanda, los costes de pedido, de almacenamiento, tratamiento y cantidades óptimas de pedido por producto, a través de la siguiente fórmula:

$$y = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Donde:

y = cantidad económica de pedido.

S = coste de emitir una orden.

D = demanda en unidades por año.

H = coste de mantener una unidad en inventario. (para grandes empresas entre el 20 y 45%)

La fórmula usada para encontrar la duración del ciclo del pedido se denota a continuación:

$$t_0 = \frac{y}{D}$$

Donde:

t_0 = Duración del ciclo de pedido

y = Cantidad de pedido

D = Demanda anual

Una vez calculado t_0 se procede a encontrar el valor del costo total por unidad de tiempo mediante la siguiente fórmula:

$$TCU = \frac{K}{\left(\frac{y}{D}\right)} + h * \frac{y}{2}$$

Donde:

TCU = Costo total por unidad de tiempo

K = Costo de preparación de un pedido

h = Costo de retención

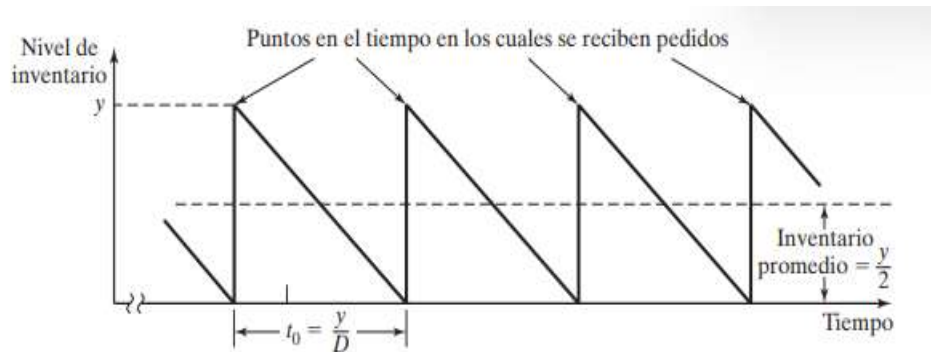


Ilustración 5-2: Esquema modelo de cantidad económica de pedido (EOQ)

Fuente: (Taha, 2017, p. 460)

Cuando la duración de ciclo de pedido es menor a la del tiempo de espera se debe calcular el tiempo de espera efectivo mediante la ecuación:

$$L_e = L - nt_0$$

2.2.5.1.2. Inventarios con demanda determinística dinámica

Cuando la demanda es variable los inventarios se revisan cada cierto tiempo en una cantidad determinada de períodos iguales. Uno de los métodos más conocidos en los cuales existe una demanda determinística no constante es en el requerimiento de materiales (MRP).

Para evaluar este tipo de diseños uno de los modelos más conocidos se denomina Algoritmo de Wagner – Whitin. Este algoritmo proporciona una solución con coste mínimo, evaluando todas las posibilidades de ordenar y poder cubrir la demanda en cada período dentro de la planificación.

2.2.5.1.3. Modelos probabilísticos

(Guerrero Salas, 2009, p. 152) afirma que son modelos con demanda aleatoria, por tanto, se manejan con una distribución de probabilidad conocida. Los modelos tratados son estáticos, es decir, con demanda constante; adicionalmente, se asume que la distribución no cambia en ese período y tampoco varía con el pasar del tiempo. Son utilizados para artículos que se producen una vez en la planeación, lo que hace referencia a productos de temporada o que tienen vida útil corta.

2.2.6. Modelo de clasificación de inventarios ABC

De acuerdo con (Arenal, 2020, pp. 31-33) el modelo ABC para inventarios tiene que ver directamente con el diagrama de Pareto, el cual tuvo sus inicios en la década de los años 50, aplicándose por

primera vez a los sistemas productivos en Japón para posteriormente expandirse a nivel internacional en años posteriores ligado también con la calidad y la eficiencia.

Este modelo, por lo general es usado en almacenes para la segmentación de productos de acuerdo con su tipo, aplicando el análisis de Pareto que corresponde a la regla 80/20. Para la clasificación de productos se distinguen tres categorías que se muestran a continuación:

Categoría A: Aquí se colocan los artículos que se consideran con mayor importancia en la empresa, es decir, el 20 % de todos los productos representa el 80% del valor. Por ello, es necesario llevar un control riguroso del abastecimiento de los mismos, también se sugiere realizar conteos con más frecuencia. Adicionalmente, los productos deberán ubicarse estratégicamente en el almacén de manera que se tenga preferencia por esta categoría.

Categoría B: En esta categoría ingresan los productos que la empresa considera con importancia moderada, ubicándose en medio de la categoría A y la C. Alrededor del 30% de las referencias será el 15% del valor. Varios artículos pueden ascender a la categoría A o descender a la C, por esta razón, es conveniente hacer seguimientos cada cierto periodo de tiempo.

Categoría C: Son los artículos menos importantes, representan cerca del 50% de referencias, pero son tan solo el 5% del valor total. Es por ello que las empresas no suelen mantener stock de estos productos porque conllevan costos de almacenaje y operativos innecesarios que no compensan la baja rentabilidad que presentan.

2.2.6.1. Diagrama de Pareto

Los autores (Soler Galla-ch et al. 2020, pp. 25-27) aluden que el diagrama de Pareto, también conocido como principio 80-20, es una de las herramientas que facilita la toma de decisiones pues ayuda a comparar y separar los problemas que más se destacan entre un grupo de datos presentados, así se escoge de manera sencilla los problemas que se deben tratar. Para construir un diagrama de Pareto adecuado se debe: determinar los problemas que forman parte del estudio, recopilar las causas de los problemas, las consecuencias y la importancia de cada una de ellas, finalmente, ordenar los datos obtenidos de mayor a menor y realizar el gráfico de barras.

2.2.7. Indicadores de Productividad y Mantenimiento

2.2.7.1. Productividad

Según (Juez, 2020, pp. 2-10) la productividad es la relación entre lo producido y los bienes que se han utilizado para dicha fabricación, tomando en cuenta si son materiales tangibles o no tangibles, buscando utilizar la menor cantidad de recursos y obtener mayores ganancias.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producto}(\text{total de bienes y servicios})}{\text{Insumo}(\text{total de recursos utilizados})}$$

2.2.7.2. Eficiencia

Según la Real Academia Española (RAE, 2021) la eficiencia es la capacidad de obtener resultados óptimos, con la menor utilización de recursos, y se la puede definir:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real} * \text{Tiempo real}}{\text{Producción óptima} * \text{Tiempo óptimo}}$$

2.2.7.3. Eficacia

La eficacia es la medida sobre la capacidad de producir o lograr una meta sin importar los recursos que se utilizan para realizarlo (RAE, 2021), por eso se la define:

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Óptima}}$$

2.2.7.4. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Este indicador según (Rodríguez Sierra 2019, p. 12-14) se lo expresa en forma porcentual indicando la eficiencia general de los equipos, procesos o plantas industriales, sin dejar a un lado la productividad y calidad que generan en el proceso de manufactura. Al ser un indicador de clase mundial, toma en cuenta tres parámetros fundamentales que sirven para la mejora continua de los procesos y se lo calcula con la siguiente fórmula:

$$OEE = D * R * C$$

En donde, D significa la disponibilidad del equipo, planta o proceso objeto de estudio, es decir, el tiempo que la maquinaria se encuentra en funcionamiento sin sufrir alguna parada no programa. Se la calcula en función a lo siguiente:

$$D = \frac{\textit{Tiempo de produccion real}}{\textit{Tiempo de produccion ideal o teórico}} * 100$$

La letra R hace referencia al rendimiento que tiene el equipo, planta o proceso, es decir relaciona la producción real obtenida con la producción ideal trabajando a la maquinaria a su mayor capacidad y se la calcula:

$$R = \frac{\textit{Número real de unidades producidas}}{\textit{Número ideal o teórico de unidades producidas}} * 100$$

Por último, la C indica la calidad de los productos elaborados por dicha maquinaria, proceso o industria, es decir, toma en cuenta la cantidad de unidades con defectos con respecto a la producción total, siendo su fórmula de cálculo la siguiente:

$$C = \frac{\textit{Número de unidades defectuosos}}{\textit{Número total de unidades producidas}} * 100$$

2.2.7.5. *Indicadores de gestión de inventarios*

Para (Garay Pimentel, 2019, p. 73-75) los indicadores de gestión son aquellos que controlan y evalúan el desempeño de los procesos, se los utiliza a nivel gerencial y operacional para la toma de decisiones con el fin de optimizar, estos pueden ser además son asociados con el rendimiento y los objetivos de la empresa. La diferencia entre el desarrollo de una empresa con otra es la implementación de los indicadores dentro de sus inventarios, llevando un control adecuado de sus materias primas o productos terminados.



Ilustración 6-2: Esquema indicadores KPI

Fuente: (Garay Pimentel, 2019, p. 74)

(Mecalux, 2021) define a los KPI como indicadores de rendimiento que permiten evaluar y controlar los sistemas de inventario de las empresas usando métricas basadas en fórmulas matemáticas, logrando mejorar la disponibilidad del almacén y la productividad de la línea de producción. Además, hace énfasis en la utilización de software de gestión de almacenes (SGA) para complementar el control de inventarios basados en la disponibilidad real del almacén. Los indicadores más utilizados dentro del sector industrial se describen a continuación:

Stock promedio

Es el número de unidades que se almacenan en un determinado tiempo, por lo general se evalúa en 1 año, no obstante, si el requerimiento es mayor se lo debe realizar mensual.

$$\text{Stock promedio} = \frac{\text{Inv. inicial} + \text{Inv. final}}{2}$$

Stock óptimo

Es la cantidad o volumen de unidades que el almacén necesita para cumplir con la demanda, evitando la falta de existencia ante un requerimiento de la línea, especialmente cuando se trabaja con repuestos de la maquinaria.

$$\text{Stock óptimo} = \text{Cantidad optima de pedido} + SS + \text{Stock mínimo}$$

Tasa de rotación de inventario

Se encarga de medir la velocidad con la que una unidad se repone dentro del almacén, este indicador complementa la implementación de un modelo ABC.

$$TRI = \frac{\text{Valor economico referencial de venta}}{\text{Valor promedio de existencias}}$$

(Ariza Castañeda y Barbosa Torres, 2020, pp. 72-75) en su tesis manifiestan que los indicadores sirven como unidades de medición para evaluar variables que afecta a los procesos industriales, lo mismo ocurre para los inventarios, debido a que es necesario llevar un control de las existencias que pueden generar costos elevados, disminuyendo el rendimiento y productividad del proceso.

Duración de inventarios

Este indicador permite determinar el tiempo en el cual los productos pasan en el inventario, hasta ser distribuidos, se relaciona con la tasa de rotación de cada artículo.

$$DI = \frac{\text{Inventario promedio}}{\text{Costo de ventas}} * 30 \text{ dias}$$

2.3. Metodología 5S

Según (Nava Martínez et al. 2017, p. 30) la metodología 5S tuvo su origen en Japón bajo la guía del ciclo de Deming para la mejora continua de los procesos, su objetivo principal es mediante 5 técnicas mejorar aquellos problemas de limpieza, higiene y seguridad que puede afectar al correcto funcionamiento del trabajo. Debido a su amplia aplicación puede ser implementada en cualquier tipo de trabajo, empresa o sector.

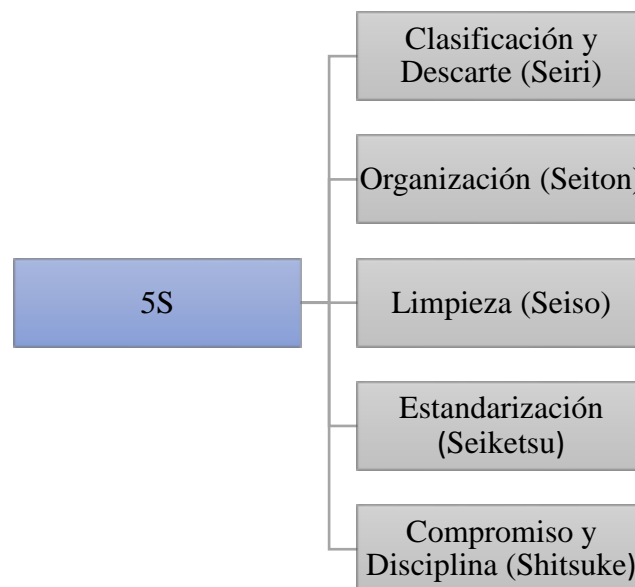


Ilustración 7-2: Esquema metodología 5S

Fuente: (Nava Martínez et al. 2017)

Para (Gómez Kou y Domínguez Lozada 2018, pp. 13-15) la metodología 5S permite realizar un proceso de orden y limpieza, en el cual se elimine la mayor cantidad de desperdicio y así mejorar el área de trabajo, haciendo más eficiente y eficaz a los trabajadores; además mejora la productividad y seguridad de la empresa. La aplicación de esta metodología es más común en hospitales, instituciones educativas, empresas de servicio y manufactura.

(Socconini, 2019, pp. 132-142) inicia la metodología con una etapa inicial denominada Etapa 0, en la cual se recomienda realizar una planificación de los recursos humanos y materiales necesarios para la ejecución, de igual forma se debe entregar una capacitación acerca de la metodología que se va a implementar a los trabajadores y personal de la empresa, asimismo se necesita evidencia mediante fotografías sobre la situación actual del lugar donde se ha limitado la aplicación de la metodología, para al finalizar el proceso se pueda realizar las debidas comparaciones y entregar resultados comprobados sobre la aplicación de las 5S; por último, se detalla las siguientes etapas:

2.3.1. *Seiri (Clasificación)*

Es la primera etapa del proceso y consiste en clasificar los equipos, herramientas o productos que no son necesarios o que no agregan valor al almacén, es decir separar los desperdicios.

Para la implementación de esta etapa se detallan las siguientes recomendaciones:

- Como primer punto se encuentra el seleccionar un grupo con su respectivo líder, los cuales serán los encargados de implementar la metodología en el área seleccionada, el líder será el responsable del grupo y de las acciones realizadas.
- El seleccionar o clasificar implica que se debe eliminar todos los objetos que no se necesitan dentro del área, tomando en cuenta que a largo plazo no será de utilidad el artículo.
- Para la selección se deben tomar en cuenta criterios que validen la separación de los objetos, inicialmente se lo debe hacer en función a la necesidad, posterior a eso identificar el estado en el que se encuentran, finalmente si a mediano y largo plazo serán de utilidad.

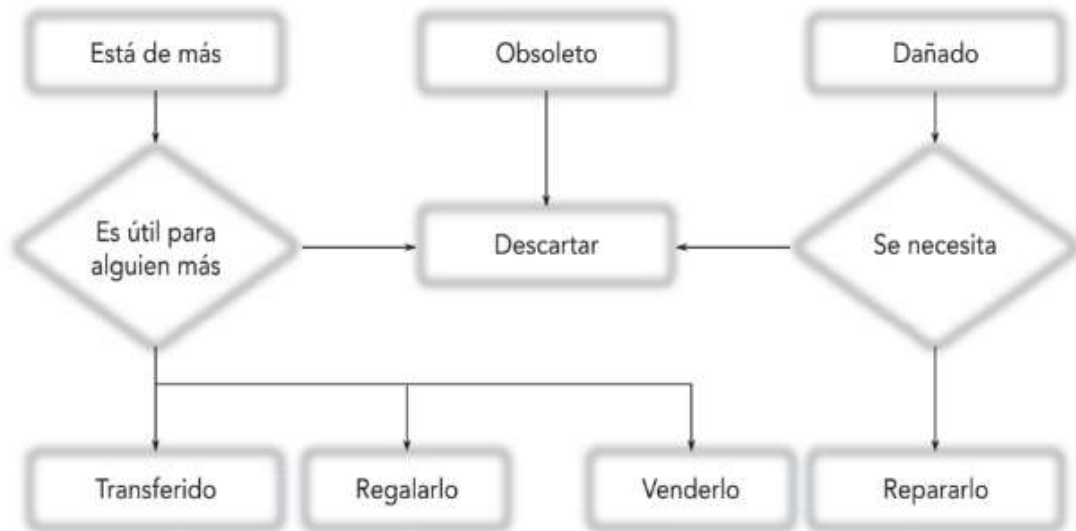


Ilustración 8-2: Proceso de clasificación

Fuente: (Socconini 2019a, p. 136)

- Para terminar la etapa, es necesario hacer una lista de todos los objetos que realmente son necesarios para el área, logrando identificarlos de una manera correcta.

2.3.2. *Seiton (Ordenar)*

Una vez identificado los objetos que no son necesarios para el lugar de trabajo, se realiza una clasificación más específica para el mejor manejo de los materiales, mediante el uso de tarjetas y listas.

TARJETA ROJA	
Fecha:	Folio:
Descripción:	
Responsable:	
Fecha:	Folio:
Descripción:	
CATEGORÍA	
Accesorios o herramientas	
Cubetas, recipientes	
Equipo de oficina	
Instrumentos de medición	
Librería, papelería	
Maquinaria	
Materia prima	
Material de empaque	
Producto terminado	
Producto en proceso	
Refacciones	
Otro (especifique)	
RAZÓN	
Contaminante	
Defectuosos	
Descompuesto	
Desperdicio	
No se necesita	
No se necesita pronto	
Uso desconocido	
Otro (especifique)	
Responsable	
Fecha de decisión	
Destino final	
Fecha	

Ilustración 9-2: Formato tarjeta roja

Fuente: (Socconini 2019a, p. 137)

Este proceso permite eliminar los materiales innecesarios dentro del área de trabajo y tener una organización más eficaz de los productos que agregan valor al sitio. Del mismo modo, se debe generar sitios específicos para cada uno de los objetos e identificarlos mediante colores, letras o dibujos que reflejen las estanterías para cada tipo de objeto.

2.3.3. *Seiso (Limpieza)*

La limpieza es una necesidad para todo tipo de empresa, especialmente de manufactura debido a los residuos que se generan dentro del proceso, por eso se recomienda algunos pasos para garantizar un espacio limpio y ordenado:

- Elaborar y diseñar el modelo de limpieza en el cual se asigne un encargado y líder a su vez.
- La frecuencia con la que se realice la limpieza es un factor importante que se lo debe analizar en función al lugar o sitio de trabajo.

- Enlistar las actividades y herramientas de limpieza que cada uno de los encargados debe realizar, con especificaciones claras y concisas que sea entendible por personas comunes.
- Finalmente, se debe documentar todo el procedimiento para identificar mejoras dentro del proceso.

2.3.4. Seiketsu (Estandarización)

Una vez puesto en marcha el clasificado, organizado de los materiales y limpieza del lugar o sitio de trabajo, es necesario que esas actividades se realicen continuamente, es decir que se estandarice el proceso y pueda ser implementado en todas las áreas de la empresa.

En este proceso se evalúa las distintas áreas de trabajo, con la finalidad de identificar si la metodología implementada generó cambios positivos en el rendimiento y productividad del puesto, mediante la comparación antes y después de la implementación.

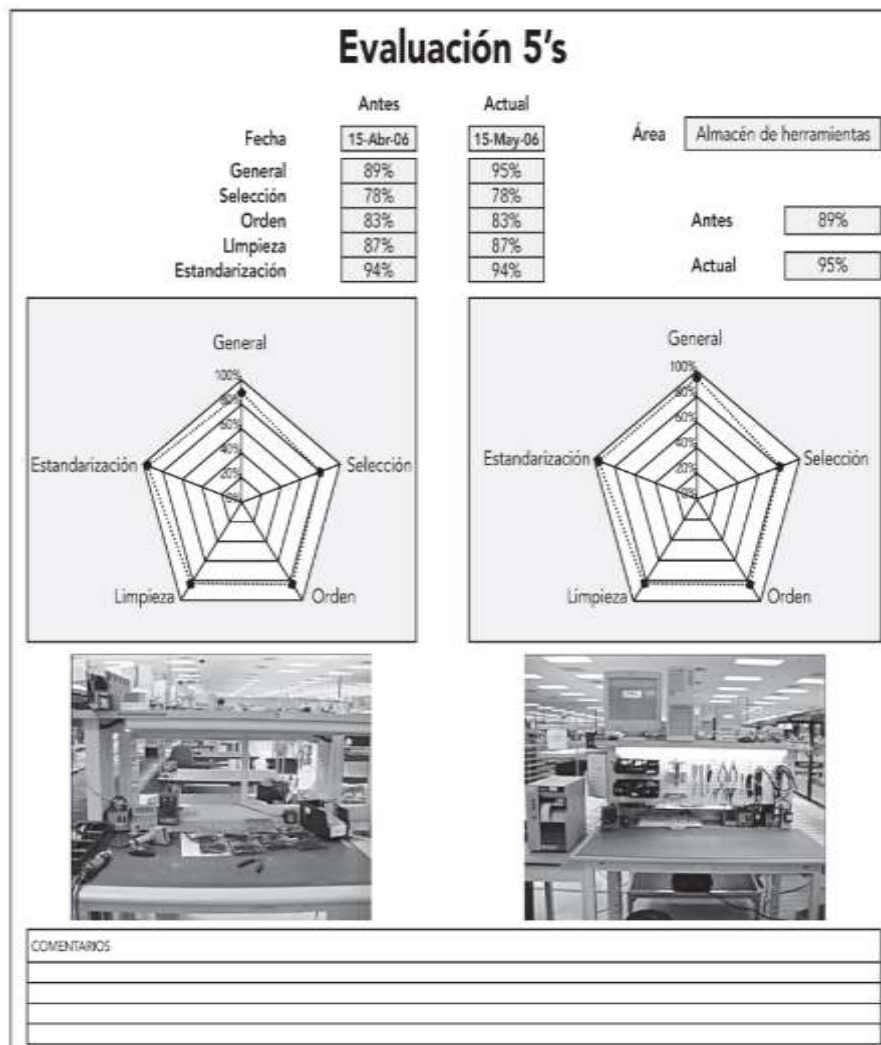


Ilustración 10-2: Formato para evaluación de la metodología 5S

Fuente: (Socconini, 2019b, p. 141)

2.3.5. *Shitsuke (Disciplina)*

La disciplina o seguimiento del proceso es la etapa final de la metodología, por lo cual se recomienda que todas las etapas se continúen ejecutando, buscando la mejora continua.

Lo importante dentro de la etapa son las capacitaciones constantes al personal sobre los resultados obtenidos por la metodología, motivando y generando confianza para la mejora día a día. Para lo cual se recomienda:

- Trabajar bajo normas establecidas a nivel empresarial.
- Evaluaciones constantes al lugar y las actividades que llevan a cabo
- Capacitación respecto a los objetivos, políticas y estrategias sobre la empresa.

Para la implementación de esta metodología es necesario dividir la aplicación por operario y a nivel empresarial, determinado por la siguiente tabla

Tabla 1-2: Esquema de aplicación 5S

Aplicación metodología 5S	
Personal	Empresa
Seiri (clasificación)	Seiketsu (estandarización)
Seiton (organización)	Shitsuke (disciplina)
Seiso (limpieza)	

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de estudio

El presente trabajo de titulación es de tipo técnico debido a que se va a diseñar una estrategia logística basada en políticas, que permitan la mejora en la gestión de inventarios de los repuestos de la maquinaria de la línea de producción de porcelanato en la Empresa C.A Ecuatoriana de Cerámica, mediante el uso de un modelo de cantidad económica de pedido EOQ y técnica de mejora continua 5S.

3.2. Tipo de investigación

En primer lugar, se tiene una investigación descriptiva, la cual permite identificar cada una de las áreas y maquinaria de la línea de producción de porcelanato, así mismo, el porcentaje de repuestos que son adquiridos en el mercado nacional y los importados por la empresa.

De igual forma, se trabajó con una investigación de campo e histórica para la recolección de la información actual de la empresa, los repuestos de cada maquinaria de toda la línea de producción, estado actual de la bodega de repuestos, cantidades que se utilizan y el tiempo de rotación y cambio aproximado por cada uno.

3.3. Metodología

Se inició con un método analítico para identificar el proceso productivo de elaboración de porcelanato, así como el tipo de maquinaria que interviene en cada una de las áreas de la línea de producción y los repuestos nacionales e importados que son de interés para el estudio, de esta manera se analiza la situación actual de la gestión de inventarios de repuestos, identificando problemáticas que mediante el uso de técnicas y metodologías que serán solventados.

Finalmente, se trabajó con una metodología inductiva una vez obtenido los datos sobre los repuestos de la maquinaria, para desarrollar un modelo de cantidad económica de pedido EOQ plasmada en una guía de fácil manejo y comprensión para el personal, de igual forma elaborar un manual de procedimientos basado en la técnica de mejora 5S.

3.4. Proceso metodológico

Para el desarrollo del trabajo de titulación se detalla el procedimiento a seguir para su cumplimiento:

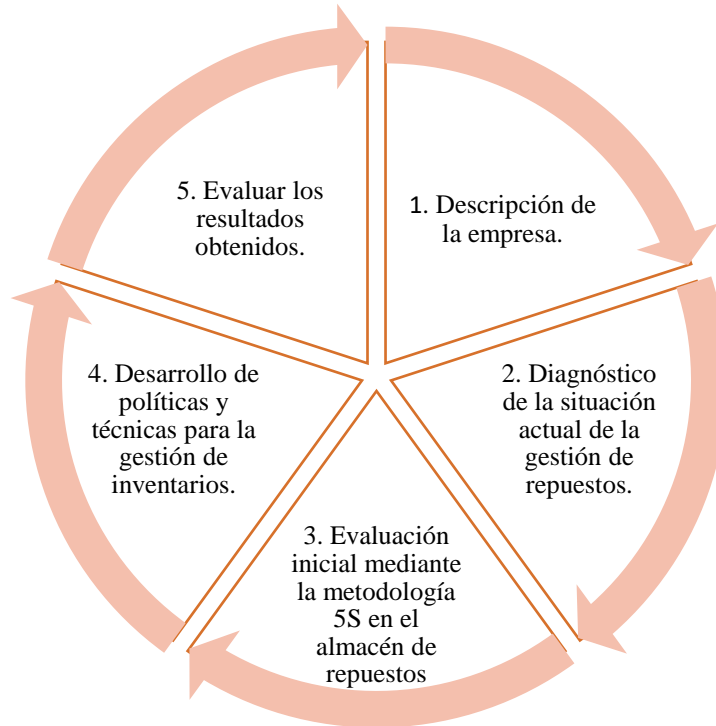


Ilustración 1-3: Proceso metodológico

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

3.4.1. Generalidades de la empresa

3.4.1.1. Reseña histórica

La empresa Ecuacerámica comienza sus operaciones en el año de 1940 bajo el nombre de Cerámica Nacional a cargo del Sr. Pablo Emilio Chiriboga, iniciando así la producción industrial de cerámica en la ciudad de Riobamba con el financiamiento bancario, posteriormente fue liquidada y se consolidó como C.A. Ecuatoriana de Cerámica en una nueva planta industrial en la década de 1960 con la ayuda de accionistas nacionales y extranjeros.

La Compañía producía alrededor de 4.000 m² al mes, de azulejo para pared en cuatro colores diferentes y en único formato de 11x11cm. En el transcurso del tiempo, con la adquisición de nuevas inversiones, se crearon programas de expansión en las instalaciones, alcanzando una capacidad de producción potencial por mes superior a los 700.000 m² de cerámica y porcelanato. (Ecuacerámica, 2020)

3.4.1.2. Ubicación de la empresa

C.A Ecuatoriana de Cerámica se encuentra ubicada en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, parroquia Velasco, en la Av. Gonzalo Dávalos y calle Brasil.



Ilustración 2-3: Ubicación geográfica Ecuacerámica

Fuente: Google Earth, 2022.

3.4.1.3. Compromiso de la empresa

La empresa C.A. Ecuatoriana de Cerámica considera que mantener los más altos estándares de calidad y productividad es compromiso de todo el personal que labora en la empresa, para lo cual ha considerado mantener una alta calificación del recurso humano, obtener materias primas de elevada calidad y mantener equipos debidamente aprobados y de tecnología avanzada. (Ecuacerámica, 2020)

3.4.1.4. Misión

Fabricar y comercializar revestimientos cerámicos con la mejor calidad, innovando continuamente, empleando procesos de producción ambientalmente amigables, con una gestión profesional, oportuna, ágil y efectiva, superando las expectativas de nuestros clientes nacionales e internacionales, maximizando los beneficios para colaboradores y accionistas, contribuyendo al desarrollo del país. (Ecuacerámica, 2020)

3.4.1.5. Visión

En el 2022 ser la empresa líder en el sector cerámico ecuatoriano con crecimiento sostenible a nivel internacional, reconocida por su calidad de producto y servicio. (Ecuacerámica, 2020)

3.4.1.6. Valores institucionales

Integridad: Nuestra empresa refleja sinceridad, transparencia, responsabilidad y honestidad en todos sus actos con un profundo respeto por la comunidad, nuestros colaboradores y el medio ambiente.

Compromiso: En ECUACERÁMICA estamos comprometidos con nuestro desarrollo personal permanente y la mejora continua de nuestros procesos para generar el bienestar de nuestros clientes, colaboradores y accionistas.

Calidad: Nuestra empresa provee productos y servicios de alta calidad que superen las expectativas de nuestros clientes y mejorar permanentemente los ambientes de su vida.

Actitud de servicio: En ECUACERÁMICA reconocemos que nuestra razón de existir son nuestros clientes, proveedores y colaboradores con quienes fomentamos de manera permanente respeto, comunicación y solidaridad. (Ecuacerámica, 2020)

3.4.1.7. Política de calidad

“Quienes conformamos Ecuacerámica estamos comprometidos a producir revestimientos cerámicos de excelente calidad, innovando permanentemente nuestra tecnología y mejorando continuamente los procesos organizacionales para satisfacer las exigencias de nuestros clientes nacionales e internacionales.” (Ecuacerámica, 2020)

3.4.1.8. Organigrama estructural de la línea de producción

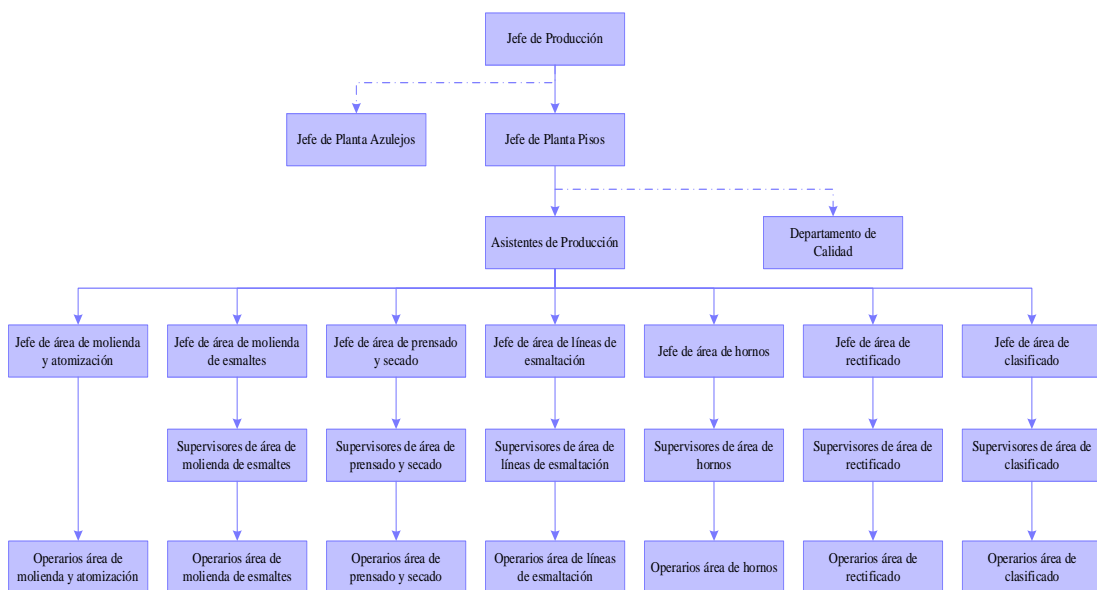


Ilustración 3-3: Organigrama estructural de la línea de producción de porcelanato

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

3.4.2. Descripción de la línea de producción objeto de estudio

3.4.2.1. Descripción del proceso productivo

Para la fabricación de porcelanato, el proceso inicia con la adquisición de las materias primas, especialmente arcillas que son traídas desde canteras por proveedores, el material es pesado y triturado mediante molinos de bolas hasta obtener barbotina (pasta líquida), que es llevada a cisternas subterráneas hasta el momento de su utilización. Mediante un proceso de atomizado se suministra calor para eliminar la cantidad excedente de agua, logrando pasta granulada. Dicha pasta es almacenada en silos de diferentes capacidades, siendo transportada posteriormente hasta el área de prensado, en donde, el porcelanato adquiere el formato que se desea, trabajando a diferentes presiones y variaciones de temperatura se obtiene un bizcocho. A continuación, pasa por un secadero que retira un porcentaje mayor de humedad al producto y lo prepara para la aplicación de agua, engobe, esmalte y caramuro en líneas de esmaltación, (los esmaltes al igual que la barbotina se preparan en molinos de bolas). Una vez que se plasma el diseño mediante una impresora digital, el producto pasa por un horno de rodillos que suministra calor a temperaturas superiores a los 1100°C, otorgando las propiedades cerámicas al material. El porcelanato necesita un reposo de 24 horas, pasado este tiempo, el producto pasa a ser rectificado para obtener las dimensiones exactas que demanda el formato. Finalmente, se clasifica en exportación, primeras, segundas y terceras, para ser empaquetado en cartones y apilados en pallets para su traslado a bodega y comercialización.

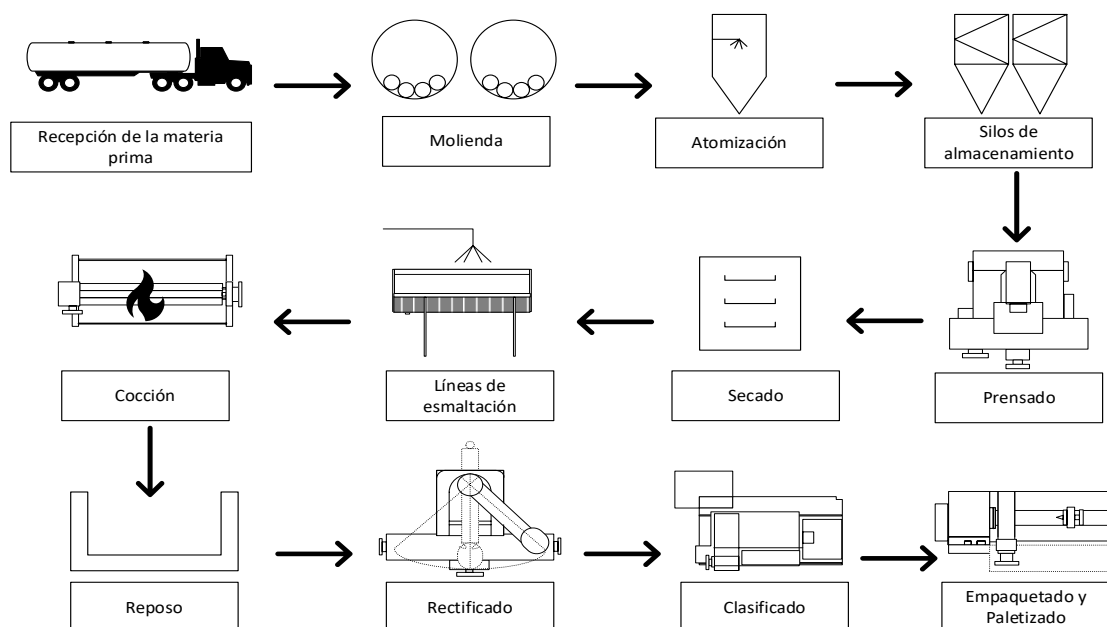


Ilustración 4-3: Descripción del proceso productivo para la elaboración de porcelanato

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

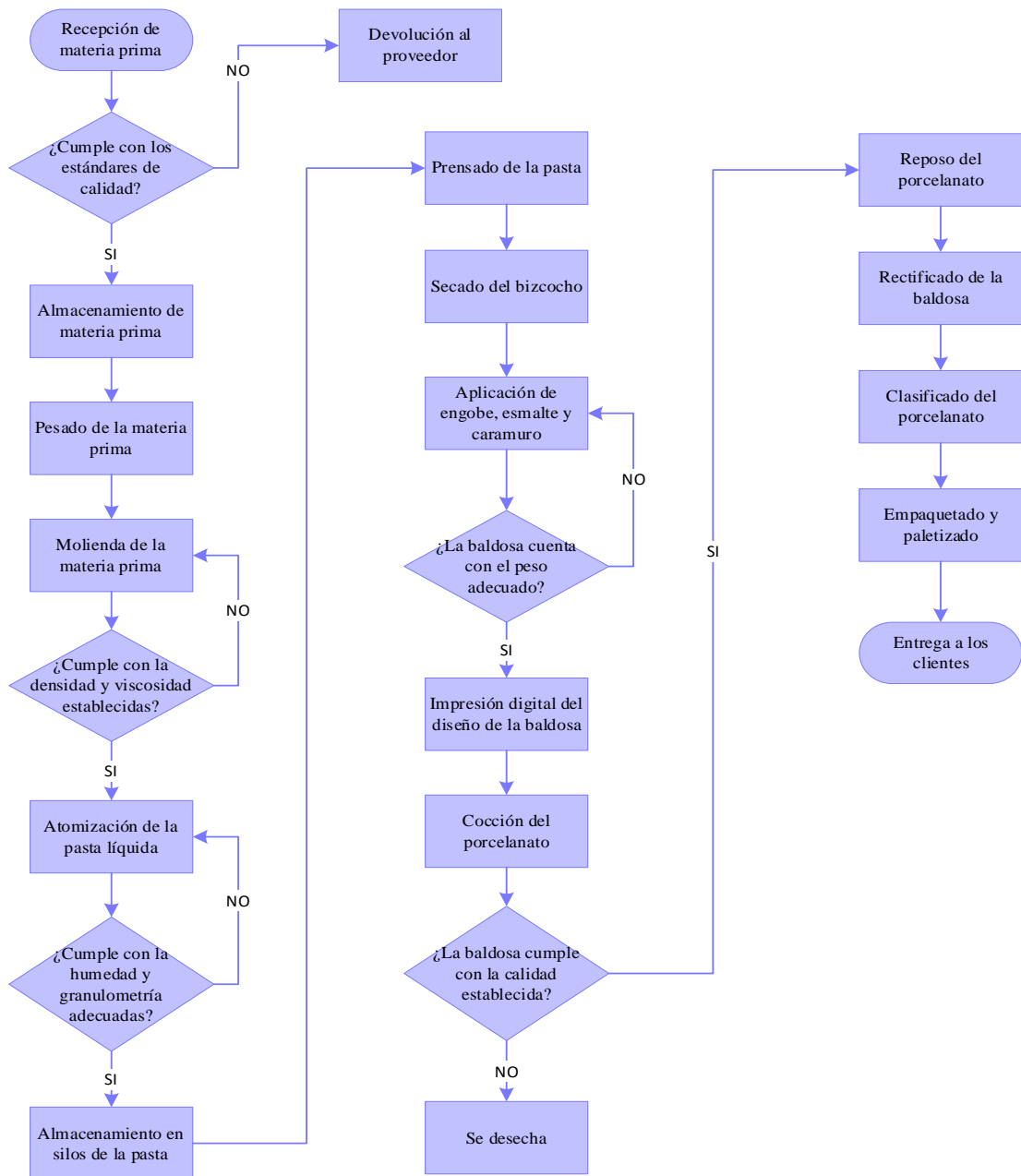



Ilustración 5-3: Diagrama de flujo proceso productivo de elaboración de porcelanato

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.




3.4.2.2. Descripción de la maquinaria que comprende la línea de producción

Para el presente estudio se analizó la maquinaria comprendida desde el proceso de prensado hasta el clasificado y empaquetado, esto se debe a que la molienda de la materia prima se realiza en cualquier molino que se encuentre disponible, es decir, no existe molinos especiales para cada tipo de pasta.

Tabla 1-3: Maquinaria que comprende la línea de producción de porcelanato

Maquinaria	Descripción	Marca	Área
	<p>Maquinaria encargada de dar el formato al porcelanato mediante estampas que son accionadas por un cilindro a distintas presiones y ciclo de trabajo.</p>	<p>Prensa hidráulica SACMI PH-5000</p>	<p>Área de prensado y secado</p>
	<p>Secadero horizontal de 5 niveles que elimina un porcentaje específico de humedad al bizcocho, por la acción de aire caliente.</p>	<p>Secadero Barbieri & Tarozzi (B&T)</p>	
	<p>Encargada de aplicar una capa de agua por aspersión sobre el bizcocho para hidratar.</p>	<p>Cabina de humectación</p>	<p>Líneas de esmaltación</p>
	<p>En líneas de esmaltación, se encarga de aplicar engobe y esmalte al producto</p>	<p>Aplicación por Air less</p>	
	<p>Impresora digital encargada de plasmar el diseño sobre el material cerámico.</p>	<p>Kerajet</p>	
	<p>Box de carga que guarda material para enviarlo al horno en caso de paro en las líneas de producción.</p>	<p>Box de almacenamiento Barbieri & Tarozzi (B&T)</p>	<p>Área de hornos</p>

	<p>Horno de rodillos con temperaturas de cocción mayores a los 1100°C. Entregar las características cerámicas al material.</p>	<p>Horno B&T 3200</p>	
	<p>Brazo robótico que carga y descarga material en panconeras para el reposo del porcelanato</p>	<p>Robofloor System Ceramics</p>	
	<p>Cortador industrial de porcelanato, divide el material de acuerdo con el formato deseado.</p>	<p>Cortador BMR</p>	<p>Área de rectificado</p>
	<p>Rectificadora de muelas abrasivas que elimina parte del material de los bordes, ajustando a las dimensiones especificadas.</p>	<p>Rectificadora BMR</p>	
	<p>Encargada de identificar y clasificar el producto según el matiz y calibre.</p>	<p>Clasificadora Qualitron System Ceramics</p>	<p>Área de clasificado y empaquetado.</p>
	<p>Apila el material según los defectos encontrados en la clasificadora y de manera visual</p>	<p>Apiladores MULTIGECKO</p>	

	Maquina encargada de encartonar el producto, según las unidades demandadas por el formato.	Encartonadora System Ceramics
	Flejadora que tiene como objetivo realizar un primer enzunchado de un número determinado de cajas.	Flejadora OMS
	Robot paletizador encargado de apilar las cajas en pallets para su almacenamiento.	Brazo paletizador System Ceramics

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

3.4.3. Análisis de la situación actual de la gestión de inventario de repuestos.

3.4.3.1. Jerarquización de equipos

Para determinar el nivel de criticidad de la maquinaria que comprende la línea de producción de porcelanato, se utilizó el análisis por puntos mediante datos históricos de fallas proporcionado por la empresa durante el año 2022.

Tabla 2-3: Análisis de criticidad para la línea de producción de porcelanato

Análisis de criticidad para maquinaria					
Autores:	Andrade Dennys		Planta:	Pisos	
	Villarreal Arahí		Línea:	4	
Área	Código	Equipo	Número de Paros	Tiempo (H:mm)	Producción perdida (m ²)
Prensado y Secado	PH-5000	Prensa	33	45:09	13552.13
	SC-P4	Secadero	28	13:27	4061.12
Líneas de esmaltación	CB-LE-P4	Cabina hidratación	3	0:43	195.54
	VE-LE-P4	Velas de esmaltación	7	1:40	481.32
	C-LE-P4	Compensador	3	1:18	354.97
	KJ-LE-P4	Kerajet	2	6:18	1859.09

Cocción	H-3200	Horno	18	28:03	8423.07
Rectificado	RF-R-P4	Roblofloor	3	2:30	752.06
	RC-R-P4	Rectificadora	41	22:05	6618.13
Clasificado	CC-P4	Clasificadora	1	3:45	1113.05
	EC-CL-P4	Encartonadora	4	3:15	947.59
Total			143	128:13	38358.07

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Con los datos obtenidos en la Tabla 2-3, se calcula el nivel de criticidad para cada uno de los equipos, en función al número de fallas, tiempo inactivo y pérdidas en producción, para el análisis se utilizó una guía adecuada a los datos recolectados (**Ver Anexo A**), además de la matriz de ponderación de acuerdo con la valoración indicada en la guía (**Ver Anexo B**).

Tabla 3-3: Sistema de evaluación de criticidad

Frecuencia	4	RMB	RMA	RMA	RA	RA
	3	RMB	RMB	RMA	RA	RA
	2	RB	RB	RMB	RMA	RMA
	1	RB	RB	RMB	RMB	RMA
		(3-12)	(13-24)	(25-36)	(37-48)	(49-60)
Consecuencias						

Fuente: Norma SAE JA 1012.

En la Tabla 3-3 se muestra el sistema para evaluar el nivel de criticidad de los equipos que comprenden la línea de producción de porcelanato, en la cual, se identifica dos variables que son calculadas en la matriz, frecuencia y consecuencia

Tabla 4-3: Valores y criterios de decisión

Riesgo	Descripción	Valores		Criticidad
		Frecuencia	Consecuencia	
Riesgo Alto	Rojo	1<F<2	3<C<24	Crítico
Riesgo Medio Alto	Naranja	1<F<4	13<C<60	Semi-crítico
Riesgo Medio Bajo	Amarillo	1<F<4	3<C<48	
Riesgo Bajo	Verde	3<F<4	37<C<60	No Crítico

Fuente: Norma SAE JA 1012

En la Tabla 4-3 se observa los valores y criterios de decisión para determinar cuál de las maquinas presenta un valor de criticidad alta, para el caso se tiene que la prensa PH-5000 es la más crítica

dentro de la línea de producción de porcelanato, analizando factores de número de paros, tiempo y producción perdida. Los resultados completos se encuentran en el **Anexo C**.

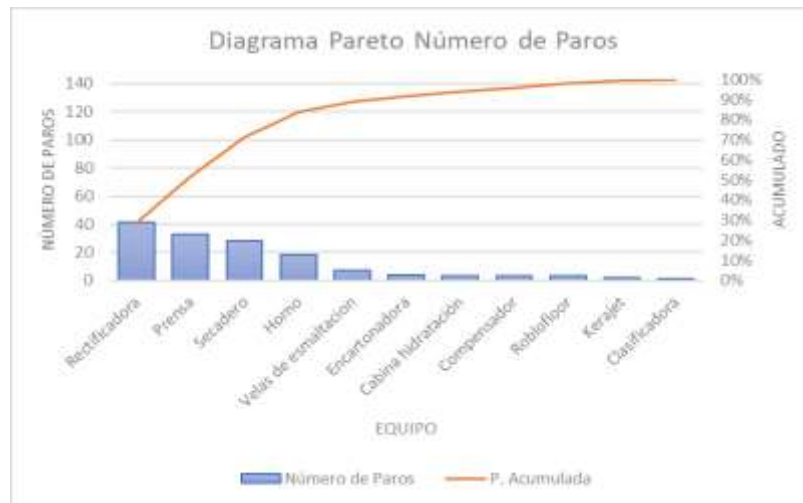


Ilustración 6-3: Análisis de Pareto según el número de paros de la maquinaria
Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

En el análisis de Pareto para el número de fallas se evidencia que las máquinas que son causante de un mayor número de paradas de la línea de producción de porcelanato son la rectificadora, prensa y el secadero.



Ilustración 7-3: Análisis de Pareto según el tiempo de paro
Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

En función al tiempo total de parada por cada maquinaria durante el presente año, se tiene que la maquinaria con mayor tiempo de inactividad es la prensa, el horno y la rectificadora.



Ilustración 8-3: Análisis de Pareto según la producción perdida

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Por último, en relación con la producción perdida por el tiempo de parada que presentaron las maquinarias que comprenden la línea de fabricación, se observa que la prensa es el equipo con menor producción generada.

3.4.3.2. Indicadores de gestión

Una vez identificado la maquinaria más crítica dentro de la línea de producción de porcelanato, se realiza un análisis de indicadores de gestión, como eficiencia, eficacia, productividad y OEE (Overall Equipment Effectiveness), para identificar el estado actual del equipo.

Para la recolección de datos, se analizará a la maquinaria mediante observación durante 22 días, de los distintos paros que se presenten, además como afecta en la producción, eficiencia y eficacia de la maquinaria, el estudio empezó el 9 de enero de 2023 y terminó el 31 de enero de 2023. Para los días en los cuales la producción es de 0, son aquellos que la máquina estuvo detenida por falta de repuestos.

En la Tabla 5-3 se muestra el cálculo de los indicadores de producción obteniendo para la eficiencia un valor de 50%, la eficacia de 50% y la productividad correspondiente al 41%. El cálculo del indicador de mantenimiento OEE se resume en la Tabla 6-3, teniendo un valor promedio de 35%.

Tabla 5-3: Cálculo de indicadores de producción

Fecha	Tiempo disponible (hh:mm)	Tiempo operativo (hh:mm)	Producción estándar (m ²)	Producción real (m ²)	Eficiencia	Eficacia	Productividad
2023-01-09	24:00	24:00	7000	7000	100%	100%	100%
2023-01-10	24:00	24:00	7000	7000	100%	100%	100%
2023-01-11	24:00	24:00	7000	7000	100%	100%	100%
2023-01-12	24:00	20:22	7000	5940.28	85%	85%	72%
2023-01-13	24:00	22:18	7000	6504.17	93%	93%	86%
2023-01-14	24:00	23:00	7000	6708.33	96%	96%	92%
2023-01-15	24:00	22:35	7000	6586.81	94%	94%	89%
2023-01-16	24:00	22:22	7000	6523.61	93%	93%	87%
2023-01-17	24:00	23:24	7000	6825	98%	98%	95%
2023-01-18	24:00	18:25	7000	5371.53	77%	77%	59%
2023-01-19	24:00	10:10	7000	2965.28	42%	42%	18%
2023-01-20	24:00	3:15	7000	947.92	14%	14%	2%
2023-01-21	24:00	6:00	7000	1750	25%	25%	6%
2023-01-22	24:00	9:00	7000	2625	38%	38%	14%
2023-01-23	24:00	2:13	7000	646.53	9%	9%	1%
2023-01-24	24:00	3:10	7000	923.611111	13%	13%	2%
2023-01-25	24:00	4:32	7000	1322.22	19%	19%	4%
2023-01-26	24:00	0:00	7000	0	0%	0%	0%
2023-01-27	24:00	6:58	7000	2031.94	29%	29%	8%
2023-01-28	24:00	5:25	7000	1579.861111	23%	23%	5%
2023-01-29	24:00	0:00	7000	0	0%	0%	0%
2023-01-30	24:00	0:00	7000	0	0%	0%	0%
2023-01-31	24:00	0:00	7000	0	0%	0%	0%
Promedio					50%	50%	41%

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

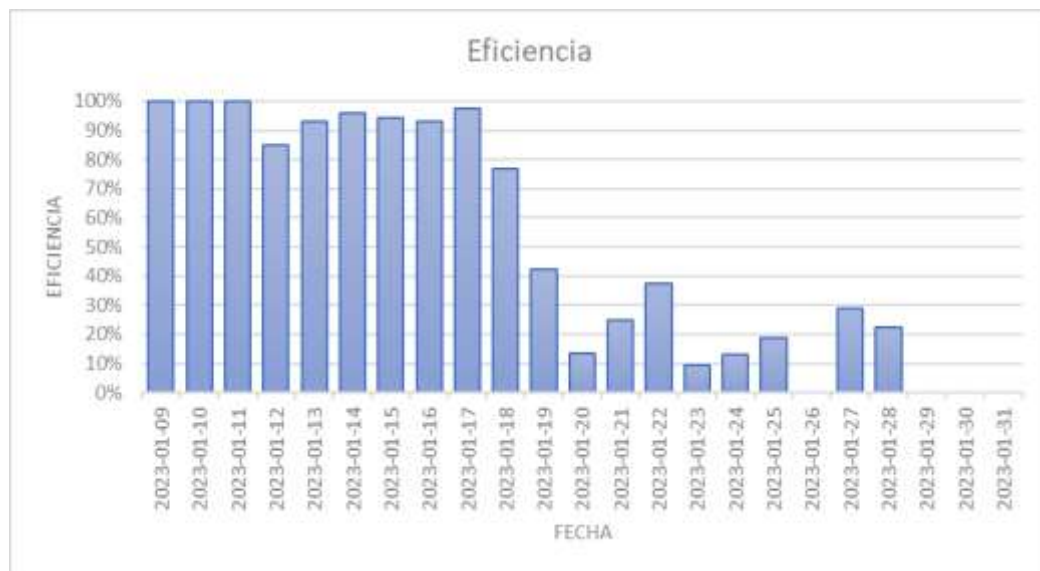


Ilustración 9-3: Eficiencia diaria de la maquinaria

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

En la Ilustración 8-3 se observa la eficiencia de la línea de producción a lo largo de 23 días, obteniendo valores por debajo del 50% a partir del día 19 de enero del 2023, debido a un fallo

detectado en la prensa que terminó en la falta de repuestos para los días 26, 29, 30 y 31 de enero del mismo año.

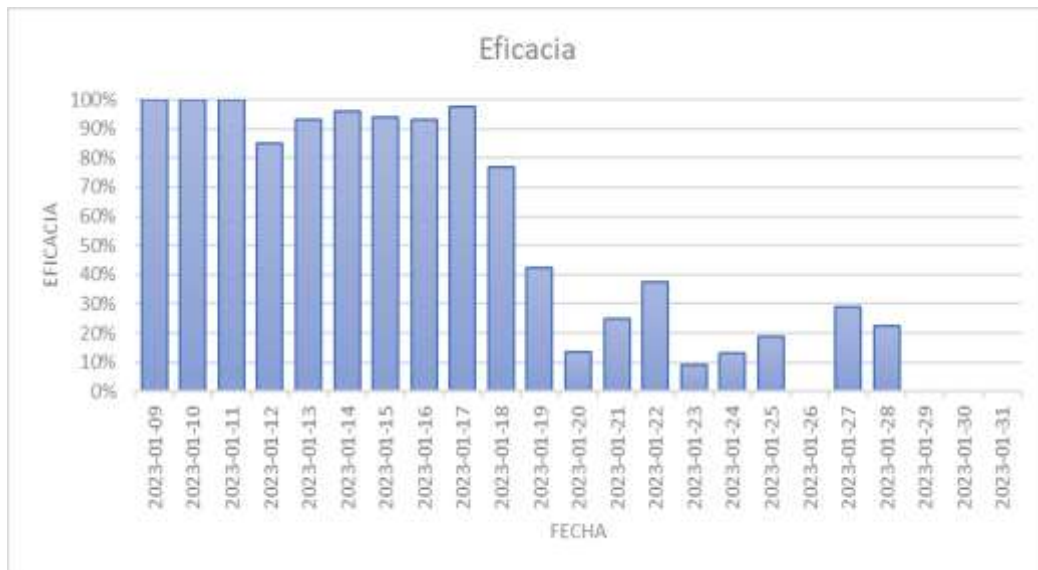


Ilustración 10-3: Eficacia diaria de la maquinaria

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

En cuanto a la eficacia mostrada en la Ilustración 9-3 se observa un comportamiento similar a la eficiencia, este procedimiento ocurre debido a que el tiempo de producción está relacionado directamente con las unidades producidas diariamente.

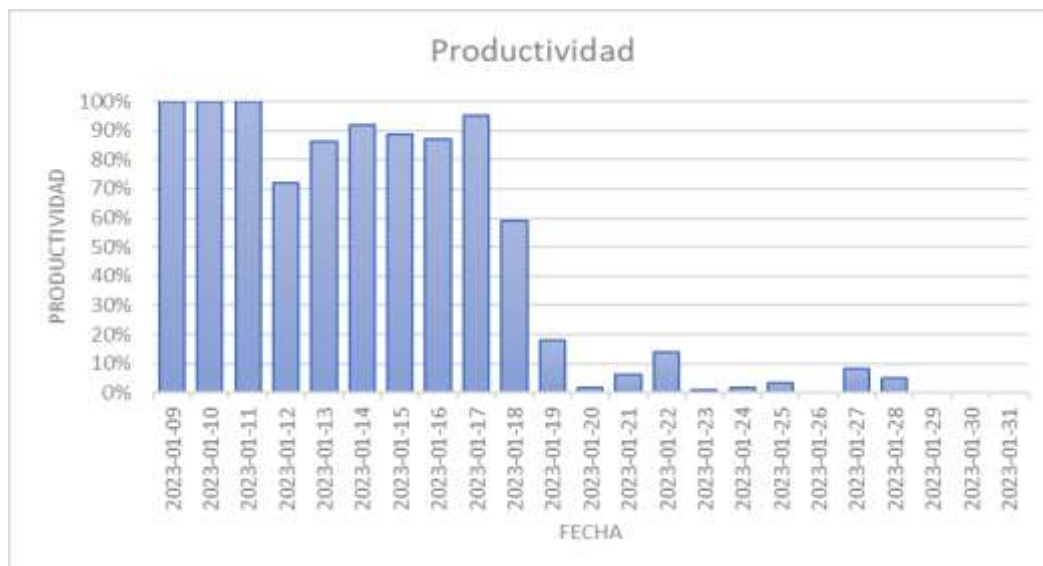


Ilustración 11-3: Productividad diaria de la maquinaria

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

En la Ilustración 10-3 la productividad estudiada para los 23 días en la maquinaria objeto de estudio, a partir del día 19 de enero del presente año existe una disminución en el indicador, esto se debe al fallo ocasionado y para los días de productividad 0% se presentó falta de stock de repuestos.

Tabla 6-3: Cálculo de indicadores de mantenimiento

Fecha	Disponibilidad	Calidad	Rendimiento	OEE
2023-01-09	100%	54%	100%	54%
2023-01-10	100%	67%	100%	67%
2023-01-11	100%	98%	100%	98%
2023-01-12	85%	96%	85%	69%
2023-01-13	93%	100%	93%	86%
2023-01-14	96%	100%	96%	92%
2023-01-15	94%	100%	94%	88%
2023-01-16	93%	100%	93%	87%
2023-01-17	98%	96%	98%	91%
2023-01-18	77%	54%	77%	32%
2023-01-19	42%	98%	42%	18%
2023-01-20	14%	100%	14%	2%
2023-01-21	25%	0%	25%	0%
2023-01-22	38%	0%	38%	0%
2023-01-23	9%	70%	9%	1%
2023-01-24	13%	0%	13%	0%
2023-01-25	19%	64%	19%	2%
2023-01-26	0%	0%	0%	0%
2023-01-27	29%	15%	29%	1%
2023-01-28	23%	0%	23%	0%
2023-01-29	0%	0%	0%	0%
2023-01-30	0%	0%	0%	0%
2023-01-31	0%	0%	0%	0%
Promedio	50%	53%	50%	34%

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

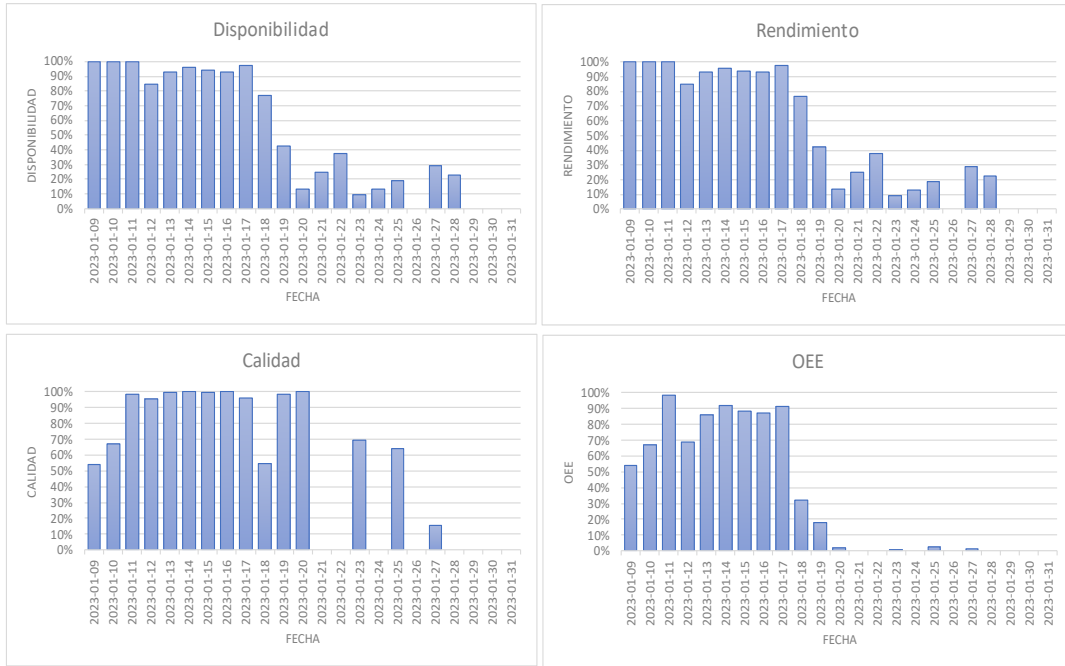


Ilustración 12-3: Análisis de los indicadores de mantenimiento (OEE)

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

En la Ilustración 11-3 se muestra el análisis de los indicadores que componen el índice de mantenimiento OEE para los 23 días de observación de la prensa PH-5000, detectando niveles por debajo del 50% para los días en los cuales ocurrió el paro de la maquinaria.

Tabla 7-3: Indicadores de gestión (Evaluación inicial)

INDICADOR	ECUACIÓN	VALOR INICIAL
Eficiencia	$Eficiencia = \frac{Tiempo\ operativo}{Tiempo\ planificado\ de\ operación}$	50%
Eficacia	$Eficacia = \frac{Producción\ obtenida}{Producción\ planificada}$	50%
Productividad	$Productividad = Eficiencia * Eficacia$	41%
OEE	$OEE = DISP * CA * RE$	34%

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

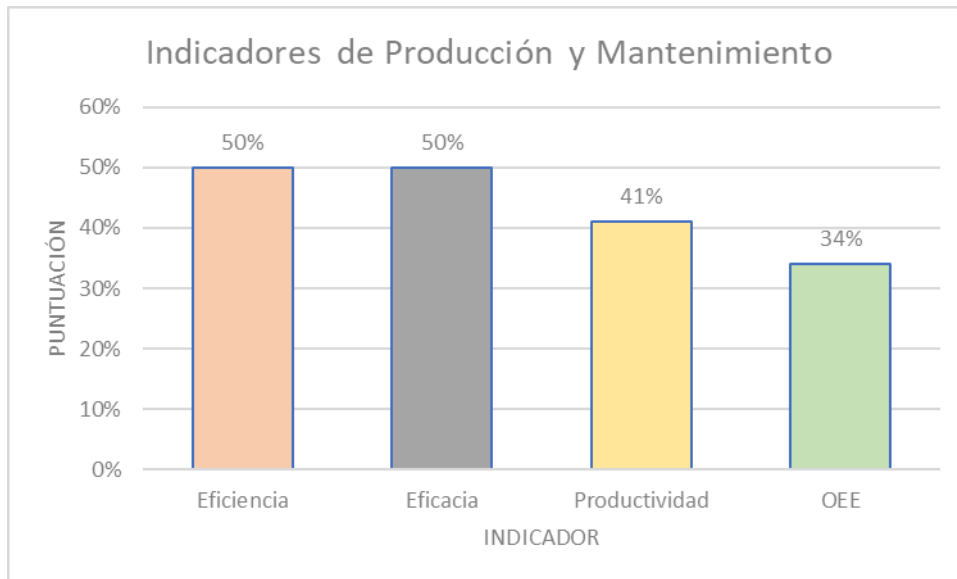


Ilustración 13-3: Resúmenes indicadores de producción y mantenimiento

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

En la Ilustración 12-3 se muestra los valores promedios de los indicadores de producción y mantenimiento respectivamente, observando valores menores al 50% debido a los inconvenientes presentados en la maquinaria, anteriormente detallados.

Para la eficiencia y eficacia se obtiene un valor promedio del 50%, la productividad de la maquinaria se encuentra en 41% y el indicador OEE con un valor del 34%.


3.4.3.3. Identificación de los repuestos

Para identificar los repuestos que comprenden la prensa PH-5000 se elaboró un inventario general en el almacén de repuestos de la planta, especificando aquellos artículos que se encuentran en existencias físicas.

Del listado general, se investigó con los supervisores y jefes del área de prensas, qué repuestos se han solicitado desde la adquisición de la maquinaria, debido a que son lo que con mayor frecuencia se adquiere.

Para ello, se detalló un listado de los repuestos que son adquiridos de forma nacional, es decir, que se encuentran dentro del mercado local en el país, o se pueden enviar a mecanizar según sea el requerimiento, tomando en cuenta como variables de estudio el tiempo de cambio y frecuencia de cambio de estos.

Tabla 8-3: Registro de repuestos nacionales

		REGISTRO DE DATOS		N° HOJA:	1
				TIPO DE REPUESTO	Nacional
		FECHA:		LÍNEA	4
EMPRESA:	C.A Ecuatoriana de Cerámica	JEFE DE PRODUCCIÓN:	Ing. Xavier Perugachi		
		JEFE DE MANTENIMIENTO:	Ing. Carlos Campos		
PLANTA:	Pisos	ELABORADO POR:	Andrade Dennys		
DEPARTAMENTO	Producción		Villarreal Arahí		
ÁREA	EQUIPO	SUB EQUIPO / PARTE	DENOMINACIÓN	TIEMPO DE CAMBIO (min)	FRECUENCIA DE CAMBIO
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Mesa móvil	Banda 1100 H-100	20	12
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Mesa fija	Banda 900 H-100	20	12
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Cepillos circulares	Banda A-20	10	12
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Banda 1120-8M	30	12
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Banda 570 H-100	20	12
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Manguera PUM 6	5	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Unión rápida D6	5	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	T de acople rápido D6	5	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Codo de acople rápido D6	5	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Piñones H-100	25	12
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Cepillos circulares	Chumacera tipo T-206	30	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Manguera PUM 8	10	12
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Válvula neumática 1/4 in	15	2

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

De igual forma, para los repuestos importados se obtiene un listado de aquellos que presentan un histórico de pedidos desde su adquisición hasta la actualidad, debido a que existen repuestos que no han sido pedidos a los proveedores, de igual forma se trabajará con el tiempo de cambio expresado en minutos. El registro completo se encuentra en el **Anexo D**.

3.5. Desarrollo de la estrategia logística para la gestión de inventario de repuestos

3.5.1. Estrategia logística para la gestión de inventarios

3.5.1.1. Priorización de repuestos

- Análisis de Pareto

Una vez obtenido los repuestos principales que han sido adquiridos o sustituidos en la maquinaria objeto de estudio, se desarrolla un análisis de prioridad para los repuestos nacionales, el cual consiste en un diagrama de Pareto en función a la frecuencia de cambio durante un año y el tiempo de que se demora en sustituir el repuesto por un nuevo.

El criterio de selección consiste en determinar el 20% de los repuestos que generan el 80% de frecuencia de cambio durante un año, de igual forma para el tiempo de cambio de cada artículo estudiado.

- Análisis ABC

Para el análisis de los repuestos importados se trabaja con la metodología ABC en la cual se priorizan los repuestos que representen el mayor porcentaje del tiempo de cambio en la maquinaria.

Los criterios de decisión que se toman para el tipo de repuesto están en función a los valores acumulados y se los representa en la Tabla 9-3.

Tabla 9-3: Criterio de decisión para el análisis ABC

Tipo de Elemento	Criterio	Color
A	$\leq 80\%$	Rojo
B	$80 < 95$	Amarillo
C	≥ 95	Verde

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

3.5.1.2. Datos de consumo repuestos nacionales e importados

Los datos de consumo se obtuvieron del sistema de registro de ingresos y salidas del almacén de repuestos, de los artículos con un nivel de criticidad alta para los repuestos nacionales e importados.

Chumacera tipo T 206

Tabla 10-3: Consumo anual chumacera tipo T 206

Repuestos Nacionales			
Descripción	Cantidad	Año	Demanda
Chumacera tipo T 206	2	2016	2
		2017	1
		2018	1
		2019	2
		2020	2
		2021	1
		2022	2

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 14-3: Gráfica consumo anual chumacera tipo T 206

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Banda 1100-H-100

Tabla 11-3: Consumo anual banda 1100-H-100

Repuestos Nacionales			
Descripción	Cantidad	Año	Demanda
Banda 1100 H-100	3	2016	15
		2017	13
		2018	16
		2019	18
		2020	19
		2021	14
		2022	14

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 15-3: Gráfica consumo anual banda 1100-H-100

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Banda 900-H-100

Tabla 12-3: Consumo anual banda 900-H-100

Repuestos Nacionales			
Descripción	Cantidad	Año	Demanda
Banda 900 H-100	2	2016	15
		2017	20
		2018	19
		2019	19
		2020	16
		2021	15
		2022	13

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

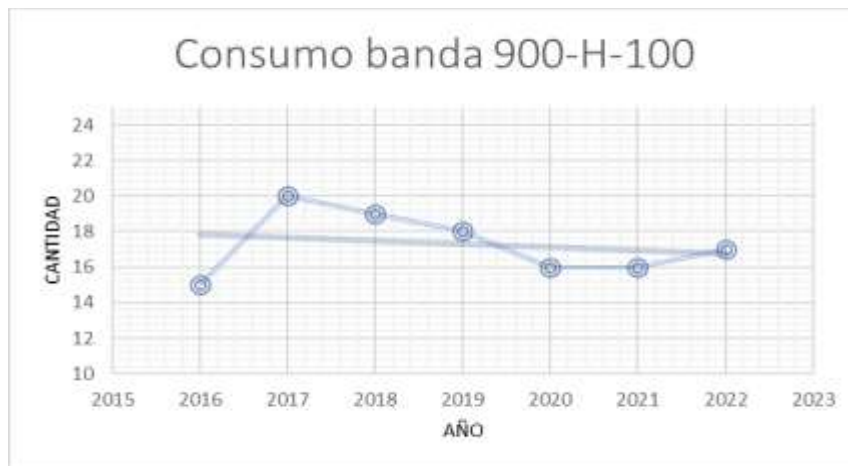


Ilustración 16-3: Gráfica consumo anual banda 900-H-100

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Banda 570-H-100

Tabla 13-3: Consumo anual banda 570-H-100

Repuestos Nacionales			
Descripción	Cantidad	Año	Demanda
Banda 570 H-100	4	2016	5
		2017	5
		2018	4
		2019	4
		2020	6
		2021	5
		2022	3

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

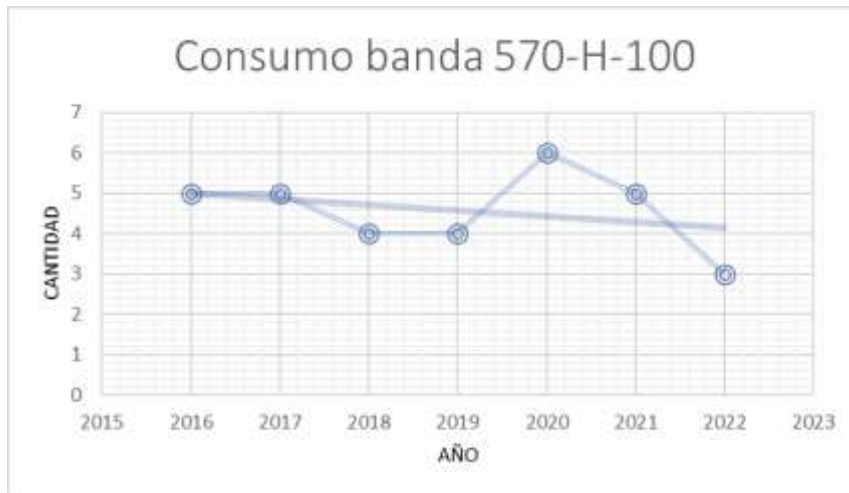


Ilustración 17-3: Gráfico consumo anual banda 570-H-100

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Banda 1120-8M

Tabla 14-3: Consumo anual banda 1120-8M

Repuestos Nacionales			
Descripción	Cantidad	Año	Demanda
Banda 1120-8M	1	2016	12
		2017	12
		2018	12
		2019	12
		2020	12
		2021	12
		2022	12

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

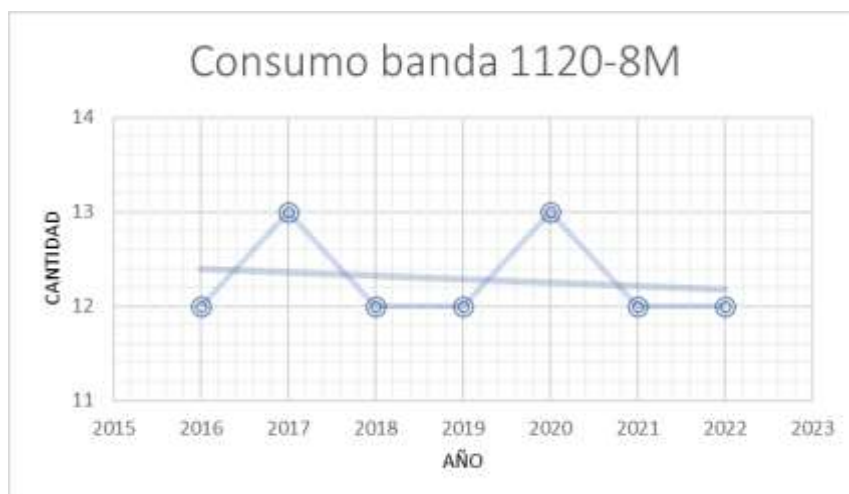


Ilustración 18-3: Gráfica de consumo banda 1120-8M

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Tabla 15-3: Consumo anual piñón H-100

Repuestos Nacionales			
Descripción	Cantidad	Año	Demanda
Piñón H-100	6	2016	29
		2017	33
		2018	34
		2019	36
		2020	35
		2021	33
		2022	31

Realizado por: Andrade & Villarreal, 2023



Ilustración 19-3: Gráfica de consumo anual piñón H-100

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para los repuestos de importación críticos seleccionados mediante el método ABC se recopila los datos de consumo en un período de 7 años.

Junta 22

Tabla 16-3: Consumo anual junta 22

Repuestos Importados		
Descripción	Año	Cantidad
Junta 22	2016	68
	2017	60
	2018	66
	2019	60
	2020	65
	2021	62
	2022	68

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 20-3: Gráfica consumo anual junta 22

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Bomba

Tabla 17-3: Consumo anual bomba

Repuestos Importados		
Descripción	Año	Cantidad
Bomba	2016	2
	2017	1
	2018	1
	2019	2
	2020	2
	2021	3
	2022	1

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

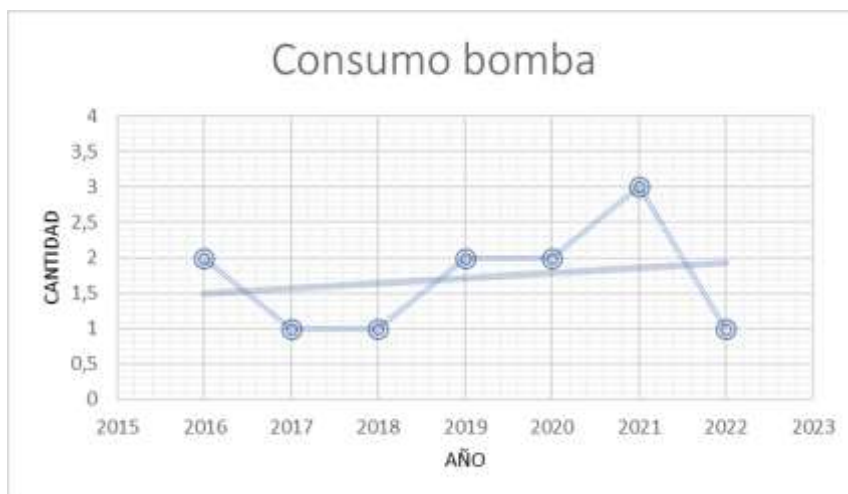


Ilustración 21-3: Gráfica consumo anual bomba

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Tabla 18-3: Consumo anual junta 147

Repuestos Importados		
Descripción	Año	Cantidad
Junta 147	2016	16
	2017	15
	2018	16
	2019	13
	2020	13
	2021	14
	2022	16

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

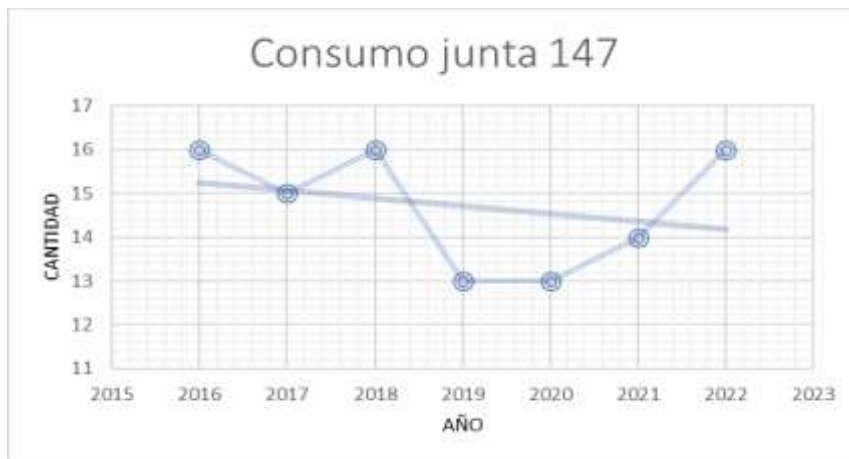


Ilustración 22-3: Gráfica consumo anual junta 147

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Tabla 19-3: Consumo anual kit juntas 128

Repuestos Importados		
Descripción	Año	Cantidad
Kit Juntas 128	2016	1
	2017	2
	2018	3
	2019	2
	2020	3
	2021	2
	2022	1

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 23-3: Gráfica consumo anual kit juntas 128

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Junta 9

Tabla 20-3: Consumo anual junta 9

Repuestos Importados		
Descripción	Año	Cantidad
Junta 9	2016	13
	2017	14
	2018	13
	2019	15
	2020	13
	2021	14
	2022	13

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 24-3: Gráfica consumo anual junta 9

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Tabla 21-3: Consumo anual junta 2

Repuestos Importados		
Descripción	Año	Cantidad
Junta 2	2016	6
	2017	7
	2018	6
	2019	7
	2020	8
	2021	7
	2022	7

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

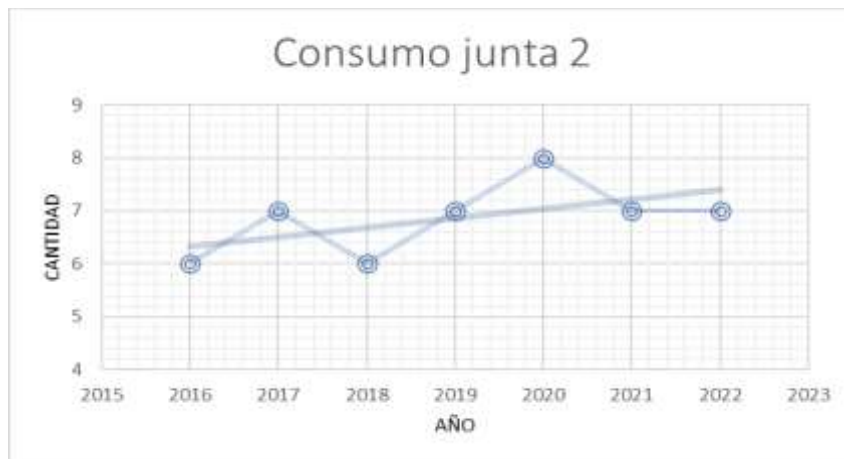


Ilustración 25-3: Gráfica consumo anual junta 2

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Tabla 22-3: Consumo anual bolsa 142

Repuestos Importados		
Descripción	Año	Cantidad
Bolsa 142	2016	3
	2017	2
	2018	2
	2019	3
	2020	2
	2021	2
	2022	2

Realizado por: Andrade & Villarreal, 2023



Ilustración 26-3: Gráfica consumo anual bolsa 142

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Kit juntas 12

Tabla 23-3: Consumo anual kit juntas 12

Repuestos Importados		
Descripción	Año	Cantidad
Kit Juntas 12	2016	6
	2017	7
	2018	8
	2019	7
	2020	8
	2021	8
	2022	7

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 27-3: Gráfica consumo anual kit juntas 12

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Kit PM

Tabla 24-3: Consumo anual kit PM

Repuestos Importados		
Descripción	Año	Cantidad
Kit PM	2016	1
	2017	1
	2018	2
	2019	2
	2020	1
	2021	1
	2022	1

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 28-3: Gráfica consumo anual kit PM

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Bolsa 87

Tabla 25-3: Consumo anual bolsa 87

Repuestos Importados		
Descripción	Año	Cantidad
Bolsa 87	2016	2
	2017	2
	2018	3
	2019	3
	2020	2
	2021	2
	2022	2

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 29-3: Gráfica consumo bolsa 87

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Junta 28

Tabla 26-3: Consumo anual junta 28

Repuestos Importados		
Descripción	Año	Cantidad
Junta 28	2016	12
	2017	10
	2018	13
	2019	10
	2020	11
	2021	9
	2022	12

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 30-3: Gráfica consumo anual junta 28

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Tabla 27-3: Consumo anual junta 67

Repuestos Importados		
Descripción	Año	Cantidad
Junta 67	2016	4
	2017	5
	2018	5
	2019	4
	2020	4
	2021	5
	2022	4

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 31-3: Gráfica consumo anual junta 67

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

3.5.1.3. Pronósticos de demanda

Con el comportamiento de consumo de los repuestos desde la puesta en marcha de la maquinaria hasta el año 2022, se analizó tres métodos de pronóstico de demanda (método de descomposición, promedio móvil y método de holt) mediante programas de estadística avanzados, con la finalidad de obtener indicadores de evaluación de error con menor ponderación e implementarlos en el cálculo de consumo para los próximos tres años.

3.5.1.4. Políticas de gestión de inventarios

- Cantidad Económica de Pedido (EOQ)

Al obtener la demanda para los siguientes 3 años a partir del 2023 de los repuestos críticos correspondiente a la maquinaria de estudio de la línea de producción de porcelanato, se recolectan los datos necesarios para calcular la cantidad optima de pedido, entre los cuales se encuentra el costo de pedido, el costo de mantener una unidad en inventario, tiempo de aprovisionamiento y costo unitario estimado.

Al no contar con un costo de ordenar de un pedido por parte de la empresa, se lo estimó a partir de diferentes porcentajes del costo unitario del repuesto, para los artículos nacionales e importados correspondientes, se los detalla en la Tabla 28-3.

Tabla 28-3: Criterios para estimar el costo de ordenar

Repuestos Nacionales	
Criterio	Valor
Impuesto al valor agregado (IVA)	12%
Costo de transporte	2%
Repuestos Importados	
Criterio	Valor
Impuesto al valor agregado (IVA)	12%
Costo de transporte	10%
Salida de divisas	5%
Costo por seguros	13%

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

El porcentaje estimado para el costo de mantener una unidad en almacén es del 25% del valor del precio unitario y el costo para los repuestos nacionales fueron obtenidos con valores promedios dentro del mercado local, de igual forma para los repuestos importados se identificó valores dentro del mercado europeo, con un adicional del 20% del costo proporcionado por la empresa.

Al conseguir la cantidad económica de pedido de cada repuesto mediante el uso de la ecuación (1), se calculó indicadores adicionales que generan un mejor entendimiento y se formuló una guía a partir de ellos para facilitar el proceso de pedir repuestos, se menciona variables importantes, entre las cuales se encuentran el punto de reorden (ROP), número de pedidos por año y tiempo de aprovisionamiento.

Tabla 29-3: Indicadores para el modelo EOQ

Indicador	Formula	Detalle
Número de pedidos	$N = \frac{D}{y}$	N: Número de pedidos D: Demanda anual y: Cantidad Económica de pedido C: Costo unitario L: Plazo de aprovisionamiento (meses) Dd: Demanda media (mensual) Ss: Stock de seguridad
Tiempo entre aprovisionamiento de pedidos	$d = \frac{365}{N}$	
Valor del pedido óptimo	$V = C * y$	
Stock de seguridad	$Ss = L * Dd$	
Punto de reorden (ROP)	$ROP = Ss + (L * Dd)$	

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para representar los cálculos de la cantidad económica de pedido se elabora un formato en el cual se plasma el consumo del repuesto a lo largo de 7 años y la información correspondiente al plan de requerimiento de repuestos para los 3 años siguientes, detallados en el registro para repuestos nacionales e importados, que se muestran en el **Anexo E** y **Anexo F** respectivamente.

- Políticas de compra, manejo y consumo

Para complementar la información obtenida mediante la aplicación de la política de cantidad económica de pedido para los repuestos nacionales e importados, se realiza una serie de políticas adicionales en cuanto a la compra, manejo y consumo de estos, con el fin de garantizar el correcto abastecimiento y almacenamiento en los espacios destinados. Estas políticas se detallan en una guía representada en el **Anexo K**.

Para la elaboración de la guía se toma como referencia los catálogos de las maquinarias pertenecientes a la empresa, además la guía de procedimiento de instalación y mantenimiento de maquinaria e infraestructura.

3.6. Diseño e implementación de la metodología 5s en el almacén de repuestos

3.6.1. Lanzamiento del programa 5S

Se inició con la socialización sobre la metodología 5S al personal que labora dentro de la bodega de repuestos, con el objetivo de informar acerca de la importancia, desarrollo, implementación y evaluación de la misma. Esta metodología es parte de la gestión a los repuestos de la línea objeto de estudio, como un plan de mejora continua.



Ilustración 32-3: Inducción de la planificación de las 5S

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

3.6.2. Evaluación inicial mediante la metodología 5S

Una vez realizada la respectiva inducción con respecto a la metodología 5S en la bodega de repuestos de la maquinaria que comprende la línea de estudio, se elabora una evaluación inicial mediante un checklist, que se encuentra en el **Anexo G**, de esta manera se pudo identificar el estado actual del almacén tomando en cuenta cada uno de los parámetros de la metodología (clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina).

Tabla 30-3: Evaluación inicial 5S

Parámetro	% Cumplimiento
Seiri (Clasificación)	80%
Seiton (Ordenar)	60%
Seiso (Limpieza)	25%
Seiketsu (Estandarización)	60%
Shitsuke (Disciplina)	50%
Total, Cumplimiento	55%

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

En la Tabla 30-3, se observa la evaluación inicial al almacén de repuestos de la maquinaria, obteniendo un porcentaje de cumplimiento del 55%, para lo cual se propone una planificación para el orden y limpieza de la bodega.

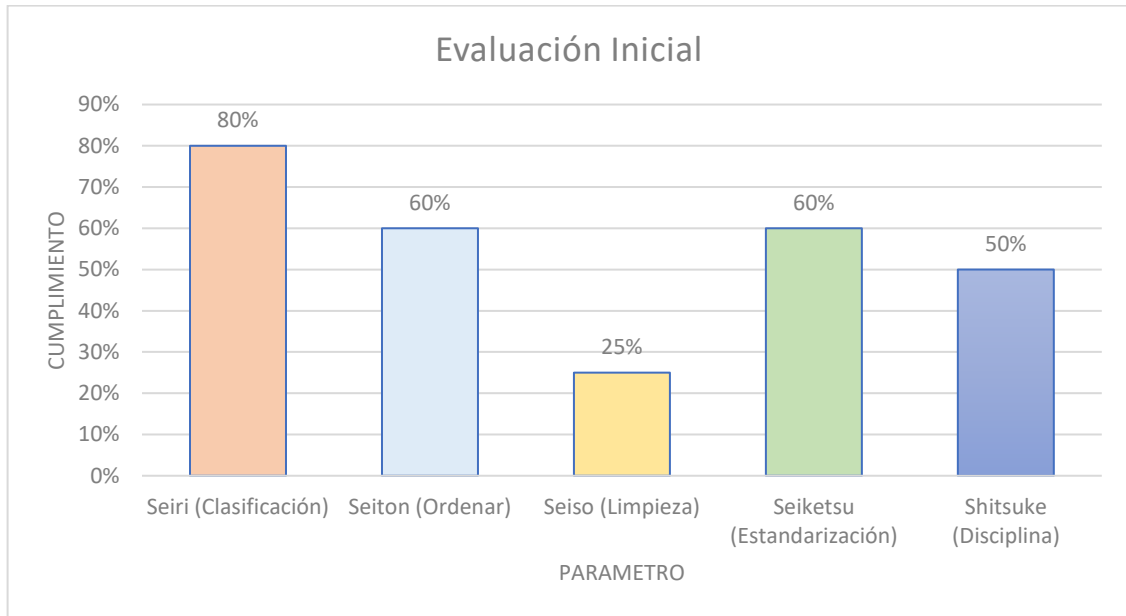


Ilustración 33-3: Gráfica evaluación inicial 5S

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

En la Ilustración 32-3 se muestran los valores correspondientes a la evaluación inicial de la metodología 5S en el almacén de repuestos, observando un 80% para la etapa de clasificación (Seiri), 60% para ordenar (Seiton), 25% en la limpieza (Seiso), 60% en el proceso de estandarización (Seiketsu) y 50% para el apartado de disciplina (Shitsuke).

3.6.3. *Situación actual del almacén de repuestos*

El almacén de repuestos cuenta con estanterías para cada maquinaria de las diferentes líneas de producción, en las cuales el modelo de clasificación se basa en un modelo alfanumérico priorizando los artículos de menor tamaño en las posiciones superiores y los de mayor tamaño en los niveles superiores como se muestra en la Ilustración 3-3. Además, cuentan con un sistema de registro con una codificación única para cada repuesto, por último, se observa un registro de entradas y salidas según ordenes de pedidos generadas por los supervisores o jefes de cada área, plasmados en la Ilustración 34-3.



Ilustración 34-3: Clasificación alfanumérica de la bodega de repuestos

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

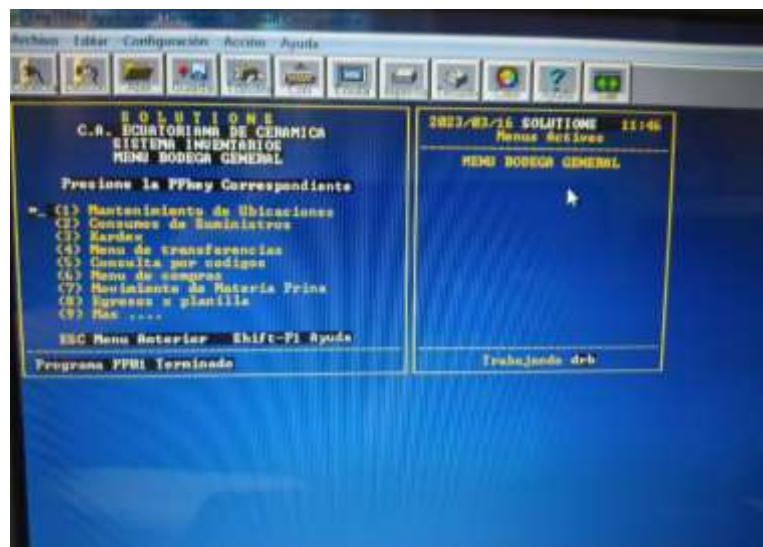


Ilustración 35-3: Sistema de registro de entradas y salidas

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

3.6.4. *Diseño de la metodología 5S en el almacén de repuestos.*

3.6.4.1. *Designación del equipo de trabajo*

En la etapa preliminar para la implementación de la metodología 5S en la bodega de repuestos, se conforma los encargados del control, supervisión e implementación del programa, tomando en cuenta sus aptitudes, actitudes y conocimiento en el área de desempeño.

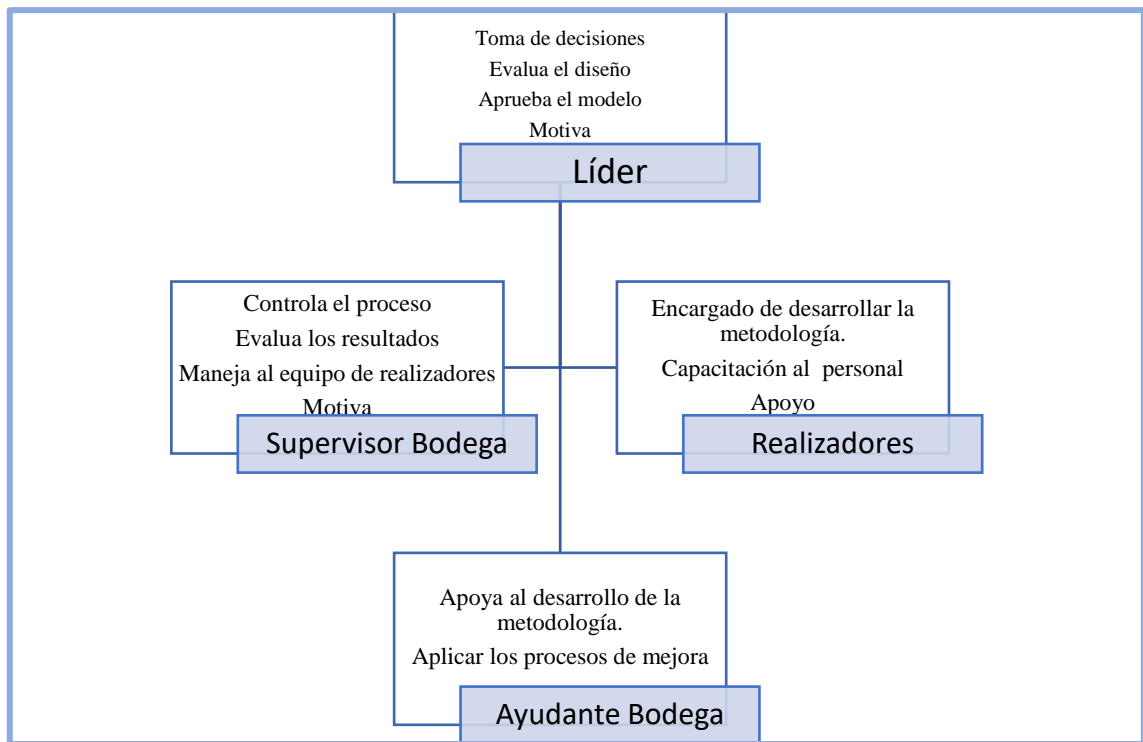


Ilustración 36-3: Esquema organizacional y funcional 5S

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

3.6.4.2. Seiri (Clasificación)

En esta etapa de clasificación, se realizó un análisis de los repuestos que se encuentran en el almacén, identificando y separando aquellos que se encuentren deteriorados o en mal estado.

- Clasificación de repuestos por su estado (Propuesta)

Para clasificar los repuestos se sugiere utilizar una tarjeta roja en la cual se identifique las acciones que se deben tomar según el estado en el que se encuentren en las estanterías cada repuesto ya contiene una etiqueta propia de la empresa en donde se distingue sus características para lo cual se propone distinguir los repuestos empezando por separar a un lugar específico, reparar, reciclar o eliminar de la bodega, como se muestra en la Ilustración 36-3.

En primera instancia se identifica todos los repuestos que existen en cada una de las estanterías, seguido el técnico encargado debe evaluar las condiciones del artículo y coordinar con el personal encargado el espacio para su reubicación en caso de existir, finalmente se etiquetará el repuesto con el formato de tarjeta roja presentado, indicando todas las observaciones emitidas en el proceso de revisión.

CA. ECUATORIANA DE CERAMICA

Número de Bodega _____
Código _____
Descripción _____
Cantidad _____
Fecha _____

ACCIÓN SUGERIDA

Agrupar en lugar separado
 Reparar
 Reciclar
 Eliminar

Observaciones: _____

Ilustración 37-3: Tarjeta roja

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

3.6.4.3. *Seiton (Orden)*

En esta etapa, se trató de mantener el orden de asignación de los repuestos en las estanterías, así como de la infraestructura que comprende el almacén, mejorando la distribución del espacio.

- Reordenamiento de los repuestos

Para el reordenamiento de los repuestos se inspeccionó y controló las existencias en cada una de las estanterías y espacios destinados para cada artículo, el proceso consistió en identificar los elementos según el código designado y compararlos con las ubicaciones y cantidades ingresadas en el sistema de control de inventarios, en caso de no existir etiqueta o el repuesto se encuentre en ubicaciones no establecidas, se le asigna una ubicación y se procede a etiquetar de manera correspondiente, corrigiendo las cantidades.

- Señalización de áreas (Propuesta)

En el almacén de repuestos, no se cuenta con la señalética adecuada en donde se pueda identificar las distintas áreas que contienen los repuestos para cada maquinaria, para lo cual se ha diseñado un mapa de ubicación en el cual se facilite la localización de las distintas estanterías según el área y el número correspondiente.

- Señalización de estanterías

En cuanto a las estanterías, se identificó que no existe una señalización correcta en cada una de las ubicaciones que facilite la localización de los repuestos, además de contrastar la información con la registrada en el sistema de control de inventarios propios de la empresa, para lo cual se etiquetó cada ubicación con números del 1 al 18 respectivamente.



3.6.4.4. Seiso (Limpieza)

Para la etapa de limpieza es necesario identificar los diferentes tipos de suciedad o residuos que se encuentran dentro del almacén y destinar las herramientas necesarias para su limpieza, prevaleciendo la seguridad y salud del trabajador a cargo.

- Tipo de suciedad

Al trabajar con repuestos sólidos y líquidos (aceites), se puede identificar gran cantidad de polvo provocado por el funcionamiento de las líneas de producción, de igual forma el derrame de algunos aceites por mal manejo de los mismos, para lo cual se los ha clasificado según su tipología resumida en la Tabla 31-3.

Tabla 31-3: Tipos de suciedad

Residuo	Tipo	Descripción	Imagen
Polvo	Industrial	El polvo se encuentra en cada una de la estanterías y espacios ubicados para cada repuesto, del mismo modo se observa en el piso de las instalaciones	
Aceite	Industrial	Debido al tiempo de permanencia y manejo de los aceites industriales, existen pequeños derrames en las áreas destinadas para su almacenamiento	

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

- Instrumentos de limpieza (Propuesta)

Para los instrumentos de limpieza se gestionará la adquisición de los recursos necesarios para realizar el proceso de limpieza, además se les destinará una ubicación adecuada para su uso debido, un formato de control y un manual de procedimiento con un cronograma semanal.

3.6.4.5. Seiketsu (Estandarización)

En esta etapa es necesario estandarizar varios procesos que permitan generar valor al almacén de repuestos, así como su control, manejo y distribución de los mismos, abasteciendo la demanda de la línea de producción.

- Clasificación de repuestos (Propuesta)

La clasificación de los artículos de bodega es la primera parte para obtener un proceso estandarizado, para lo cual se plantea un algoritmo el que indica cuál es el procedimiento para separar aquellos repuestos que se encuentran en mal estado o deteriorados de los demás, la propuesta se detalla en el **Anexo I**.

- Control de existencias (Propuesta)

En cuanto al control de existencias se establece un modelo de Kardex que permita identificar las características del repuesto y la cantidad existente, este proceso se lo debe realizar por área y contrastar la información con la existente en el sistema. Para ellos se registrará los Kardex en una matriz y dicha información será almacenada para la adquisición de nuevos repuestos. El procedimiento se detalla en el **Anexo I**.

- Planificación de limpieza

En cuanto a la limpieza se desarrolló una guía para el personal que labora en el almacén de repuestos, con la finalidad de mantener la infraestructura y los repuestos limpios para la conservación de los materiales. Este procedimiento consiste en determinar el personal necesario, los recursos o herramientas y el tiempo adecuado para su ejecución, siguiendo varios parámetros establecidas en el **Anexo I**

3.6.4.6. Shitsuke (Disciplina)

En la etapa final se requiere que todos los procesos aplicados anteriormente sean evaluados y tengan un seguimiento que permita controlar el correcto manejo, almacenamiento y distribución de los repuestos.

Para ello, se realiza un formato de auditoría la cual será evaluada cada año para observar las mejoras obtenidas o los avances efectuados por parte del personal a cargo de la bodega.

Tabla 32-3: Criterios de evaluación

Criterios de Evaluación		
>80%	Excelente	Cumple con todos los criterios evaluados
50 al 80%	Aceptable	Cumple con todos los criterios evaluados, pero faltan mejoras
<50%	Deficiente	No cumple con todos los criterios evaluados

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

En la Tabla 32-3 Se observa los criterios de evaluación que se deben tomar en cuenta para cada una de las etapas de la metodología, lo mismo sirve para la puntuación final del almacén.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Resultados de la estrategia logística desarrollada

4.1.1. Resultados priorización de repuestos

- Análisis de Pareto

Tabla 1-4: Selección de repuestos críticos nacionales en función a la frecuencia de cambio

ÁREA	EQUIPO	SUB EQUIPO / PARTE	DENOMINACIÓN	Frecuencia de cambio por año (veces)	%Valor	%Valor Acumulado
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Banda 1120-8M	12	13.0%	13.0%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Piñones H-100	12	13.0%	26.1%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Mesa móvil	Banda 1100 H-100	12	13.0%	39.1%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Mesa fija	Banda 900 H-100	12	13.0%	52.2%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Banda 570 H-100	12	13.0%	65.2%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Cepillos circulares	Banda A-20	12	13.0%	78.3%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Manguera PUM 8	12	13.0%	91.3%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Cepillos circulares	Chumacera tipo T-206	2	2.2%	93.5%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Válvula neumática 1/4 in	2	2.2%	95.7%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Manguera PUM 6	1	1.1%	96.7%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Unión rápida D6	1	1.1%	97.8%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	T de acople rápido D6	1	1.1%	98.9%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Codo de acople rápido D6	1	1.1%	100.0%
				92		

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

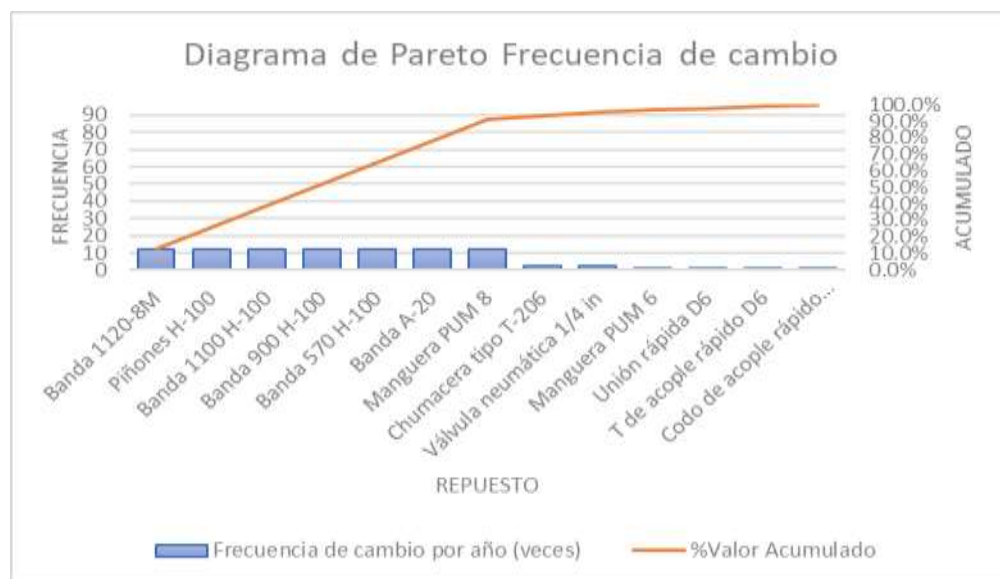


Ilustración 1-4: Diagrama de Pareto según la frecuencia de cambio

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Tabla 2-4: Selección de repuestos críticos nacionales en función al tiempo de cambio

ÁREA	EQUIPO	SUB EQUIPO / PARTE	DENOMINACIÓN	Tiempo de cambio (min)	%Valor	%Valor Acumulado
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Banda 1120-8M	30	15.0%	15.0%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Chumacera tipo T-206	30	15.0%	30.0%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Mesa móvil	Piñones H-100	25	12.5%	42.5%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Mesa fija	Banda 1100 H-100	20	10.0%	52.5%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Banda 900 H-100	20	10.0%	62.5%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Cepillos circulares	Banda 570 H-100	20	10.0%	72.5%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Válvula neumática 1/4 in	15	7.5%	80.0%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Cepillos circulares	Banda A-20	10	5.0%	85.0%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Manguera PUM 8	10	5.0%	90.0%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Manguera PUM 6	5	2.5%	92.5%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Unión rápida D6	5	2.5%	95.0%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	T de acople rápido D6	5	2.5%	97.5%
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Codo de acople rápido D6	5	2.5%	100.0%
				200		

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

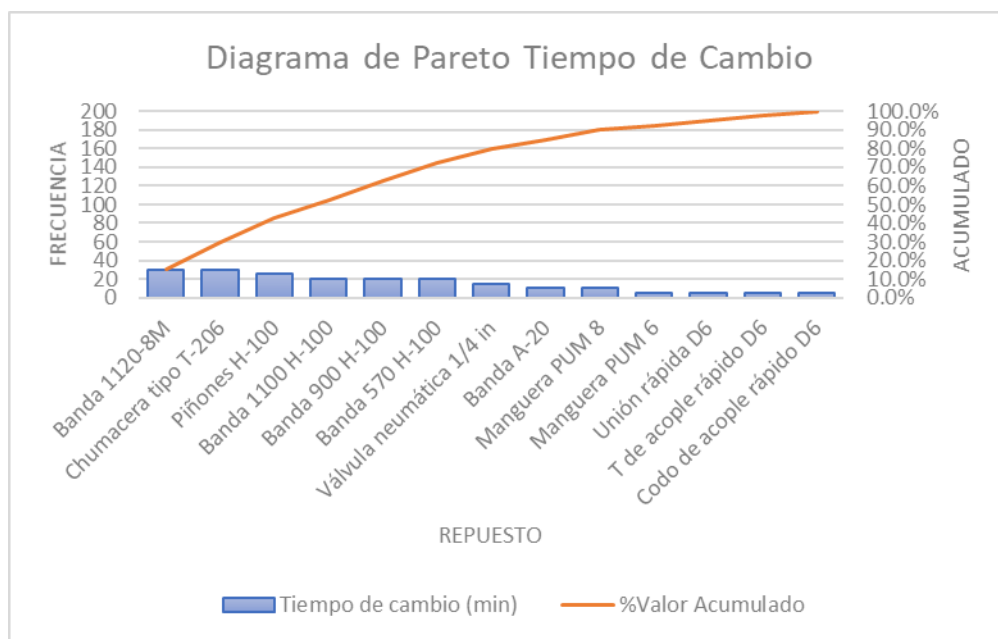


Ilustración 2-4: Diagrama de Pareto según el tiempo de cambio

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

En los dos análisis existen repuestos que son significantes por ambas variables, por lo cual se selecciona aquellos que son similares y existen datos de consumo en el transcurso de varios años desde su puesta en marcha.

Los repuestos seleccionados son los que representan un nivel de criticidad alto en los dos análisis realizados, en función al tiempo y duración de cambio, logrando identificar 6 artículos que serán parte fundamental del estudio.

Tabla 3-4: Resumen repuestos críticos nacionales

ÁREA	EQUIPO	SUB EQUIPO / PARTE	DENOMINACIÓN
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Banda 1120-8M
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Chumacera tipo T-206
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Mesa móvil	Piñones H-100
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Mesa fija	Banda 1100 H-100
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Volteador	Banda 900 H-100
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Cepillos circulares	Banda 570 H-100

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

- Análisis ABC

Para los repuestos importados se seleccionaron aquellos que se encuentran dentro de la categoría A en el análisis ABC, siendo solo 13 repuestos equivalente al 12,7% del total de los repuestos representando el 52,6% del tiempo de cambio total, generando perdidas en producción mayores por el tiempo de cambio, siendo estos repuestos los utilizados para la continuidad del estudio. Los datos completos se encuentran en el **Anexo H**.

Tabla 4-4: Resumen repuestos críticos importados

Tipo de Producto	N° Elementos	%Artículos	%Acumulado	% Tiempo de cambio	%Acumulado Tiempo
A	13	12.7%	12.7%	52.6%	52.6%
B	51	50.0%	62.7%	32.6%	85.2%
C	38	37.3%	100.0%	14.8%	100.0%
	102				

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 3-4: Resultados análisis ABC repuestos importados

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

4.1.2. Resultados pronósticos de la demanda

De los repuestos obtenidos mediante los análisis de Pareto y ABC se pronostica la demanda para los 3 años siguientes a partir del año 2023 mediante el modelo que mejor se ajuste al comportamiento de los datos.

Tabla 5-4: Cálculos indicadores de medición de error

Repuesto	Método	MAD	MAPE	MSE
Chumacera tipo T 206	Descomposición	0,062	4%	0,006
	Promedio Móvil	0,333	25%	0,167
	Holt	0,510	33%	0,268
Banda 1100-H-100	Descomposición	-	-	-
	Promedio Móvil	1,083	7%	1,792
	Holt	1,952	12%	4,739
Banda 900-H-100	Descomposición	-	-	-
	Promedio Móvil	0,833	5%	1,333
	Holt	1,465	8%	2,963
Banda 570-H-100	Descomposición	-	-	-
	Promedio Móvil	0,500	12%	0,417
	Holt	0,716	16%	0,821
Banda 1120-8M	Descomposición	0,061	0,50%	0,005
	Promedio Móvil	0,333	3%	0,167
	Holt	0,422	3%	0,222
Piñón H-100	Descomposición	-	-	-
	Promedio Móvil	1,000	3%	1,250
	Holt	2,046	6%	5,183
Junta 22	Descomposición	-	-	-
	Promedio Móvil	2,833	4,5%	8,583
	Holt	3,146	4,9%	11,576
Bomba	Descomposición	-	-	-
	Promedio Móvil	0,417	32%	0,292
	Holt	0,655	38%	0,524
Junta 147	Descomposición	-	-	-
	Promedio Móvil	0,667	5%	0,667
	Holt	1,085	7%	1,688
Kit juntas 128	Descomposición	0,000	0%	0,000
	Promedio Móvil	0,500	26%	0,250
	Holt	0,636	32%	0,641
Junta 9	Descomposición	0,000	0%	0,000
	Promedio Móvil	0,667	5%	0,500
	Holt	0,689	5%	0,592
Junta 2	Descomposición	-	-	-

	Promedio Móvil	0,417	6%	0,208
	Holt	0,497	7%	0,313
Bolsa 142	Descomposición	0,181	8%	0,049
	Promedio Móvil	0,250	11%	0,125
	Holt	0,343	14%	0,176
Kit juntas 12	Descomposición	0,298	4%	0,115
	Promedio Móvil	0,417	6%	0,208
	Holt	0,563	8%	0,406
Kit PM	Descomposición	0,052	5%	0,003
	Promedio Móvil	0,167	13%	0,083
	Holt	0,527	35%	0,281
Bolsa 87	Descomposición	0,056	3%	0,004
	Promedio Móvil	0,167	7%	0,083
	Holt	0,425	18%	0,223
Junta 28	Descomposición	-	-	-
	Promedio Móvil	1,167	11%	1,500
	Holt	1,206	11%	1,821
Junta 67	Descomposición	0,061	1%	0,005
	Promedio Móvil	0,333	8%	0,167
	Holt	0,508	11%	0,268

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Se analizó los indicadores de medición de error de los distintos métodos utilizados para pronosticar la demanda de cada repuesto, se escogió el método que presentara menor valor de MAD (desviación absoluta media), MAPE (error porcentual medio absoluto) y MSE (error cuadrático medio).

Tabla 6-4: Selección método para pronóstico de demanda

Repuesto	Método
Chumacera tipo T 206	Descomposición
Banda 1100-H-100	Promedio Móvil
Banda 900-H-100	Promedio Móvil
Banda 570-H-100	Promedio Móvil
Banda 1120-8M	Descomposición
Piñón H-100	Promedio Móvil
Junta 22	Holt
Bomba	Promedio Móvil
Junta 147	Holt
Kit juntas 128	Descomposición
Junta 9	Descomposición
Junta 2	Holt
Bolsa 142	Descomposición
Kit juntas 12	Descomposición
Kit PM	Descomposición
Bolsa 87	Descomposición
Junta 28	Holt
Junta 67	Descomposición

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

4.1.2.1. Cálculo de pronósticos

Chumacera tipo T 206

Tabla 7-4: Pronóstico de demanda chumacera T 206

AÑO	Período	Demanda	I. Estacional	Tendencia	Pronóstico	e	% error
2016	1	2	1,273	1,464	1,864	0,136	7%
2017	2	1	0,636	1,500	0,955	0,045	5%
2018	3	1	0,636	1,536	0,977	0,023	2%
2019	4	2	1,273	1,571	2,000	0,000	0%
2020	5	2	1,273	1,607	2,045	0,045	2%
2021	6	1	0,636	1,643	1,045	0,045	5%
2022	7	2	1,273	1,679	2,136	0,136	7%
2023	8		1,273	1,714	2,182		
2024	9		0,636	1,750	1,114		
2025	10		1,273	1,786	2,273		
	Promedio	1,571					

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 4-4: Pronóstico de la demanda chumacera tipo T 206

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para la chumacera tipo T 206 se utilizó el método de descomposición teniendo un valor de MAD de 0,062, MAPE de 4% y MSE de 0,006 lo cual indica un buen ajuste para el pronóstico.

Banda 1100-H-100

Tabla 8-4: Pronóstico de demanda banda 110-H-100

AÑO	DEMANDA	PM2	e	e	% error	e ²	MAD
1	15						
2	13	14	-1	1	8%	1	1
3	16	14,5	1,5	1,5	9%	2,25	1,25
4	18	17	1	1	6%	1	1,17
5	19	18,5	0,5	0,5	3%	0,25	1
6	14	16,5	-2,5	2,5	18%	6,25	1,30
7	14	14	0	0	0%	0	1,08
8		14					
9		15					
10		15					

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

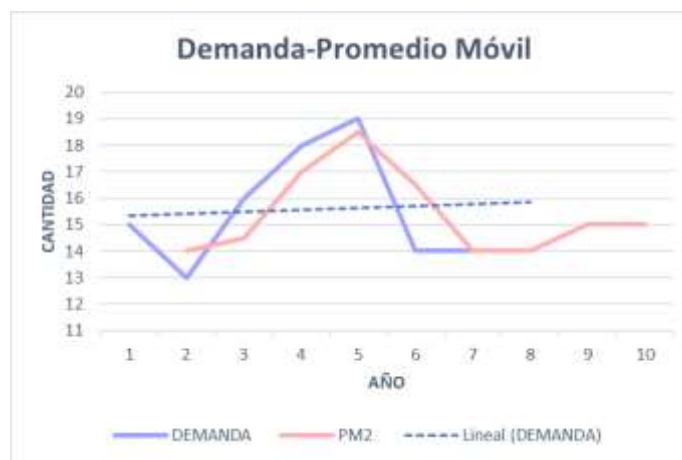


Ilustración 5-4: Pronóstico de la demanda banda 1100-H-100

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

La demanda de la banda 1100-H-100 se ajustó a un modelo de promedio móvil con $n=2$, trabajando con este método se obtiene un MAD de 1,083, MAPE de 7% y MSE de 1,792.

Banda 900-H-100

Tabla 9-4: Pronóstico de demanda banda 900-H-100

AÑO	DEMANDA	PM2	e	e	% error	e ²	MAD
1	15						
2	20	17,5	2,5	2,5	13%	6,25	2,5
3	19	19,5	-0,5	0,5	3%	0,25	1,5
4	18	18,5	-0,5	0,5	3%	0,25	1,17
5	16	17	-1	1	6%	1	1,125
6	16	16	0	0	0%	0	0,9
7	17	16,5	0,5	0,5	3%	0,25	0,83
8		17					
9		17					
10		17					

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

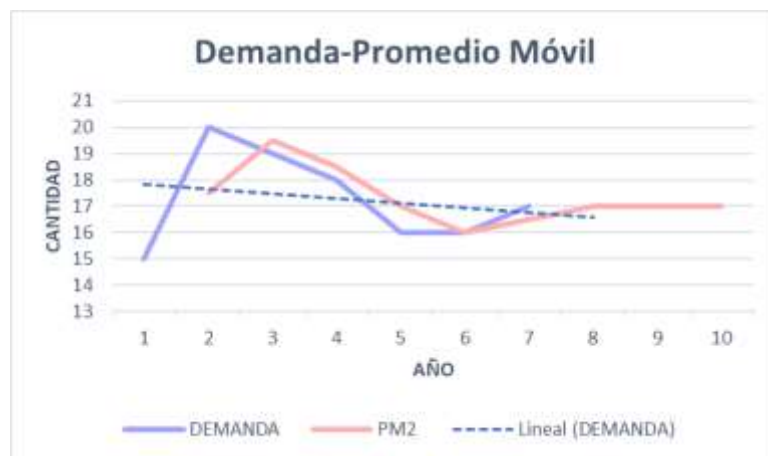


Ilustración 6-4: Pronóstico de demanda banda 900-H-100

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para la banda 900-H-100 se implementó el método de promedio móvil con $n=2$, se obtuvo un valor de MAD de 0,833, MAPE de 5% y MSE de 1,333 lo cual indica un buen ajuste para el pronóstico.

Banda 570-H-100

Tabla 10-4: Pronóstico de demanda banda 570-H-100

AÑO	DEMANDA	PM2	e	e	% error	e ²	MAD
1	5						
2	5	5	0	0	0%	0	0
3	4	4,5	-0,5	0,5	13%	0,25	0,25
4	4	4	0	0	0%	0	0,17
5	6	5	1	1	17%	1	0,38
6	5	5,5	-0,5	0,5	10%	0,25	0,4
7	3	4	-1	1	33%	1	0,5
8		3					
9		4					
10		4					

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 7-4: Pronóstico de demanda banda 570-H-100

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

La demanda de la banda 570-H-100 se ajustó a un modelo de promedio móvil con $n=2$, trabajando con este método se obtiene un MAD de 0,500, MAPE de 12% y MSE de 0,417.

Banda 1120-8M

Tabla 11-4: Pronóstico de demanda banda 1120-8M

AÑO	Período	Demanda	I. Estacional	Tendencia	Pronóstico	e	% error	e ²
2016	1	12	0,977	12,393	12,105	0,105	1%	0,011
2017	2	13	1,058	12,358	13,076	0,076	1%	0,006
2018	3	12	0,977	12,322	12,035	0,035	0%	0,001
2019	4	12	0,977	12,286	12,000	0,000	0%	0,000
2020	5	13	1,058	12,251	12,963	0,037	0%	0,001
2021	6	12	0,977	12,215	11,931	0,069	1%	0,005
2022	7	12	0,977	12,179	11,896	0,104	1%	0,011
2023	8		1,058	12,143	12,849			
2024	9		0,977	12,108	11,826			
2025	10		0,977	12,072	11,791			
	Promedio		12,286					

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

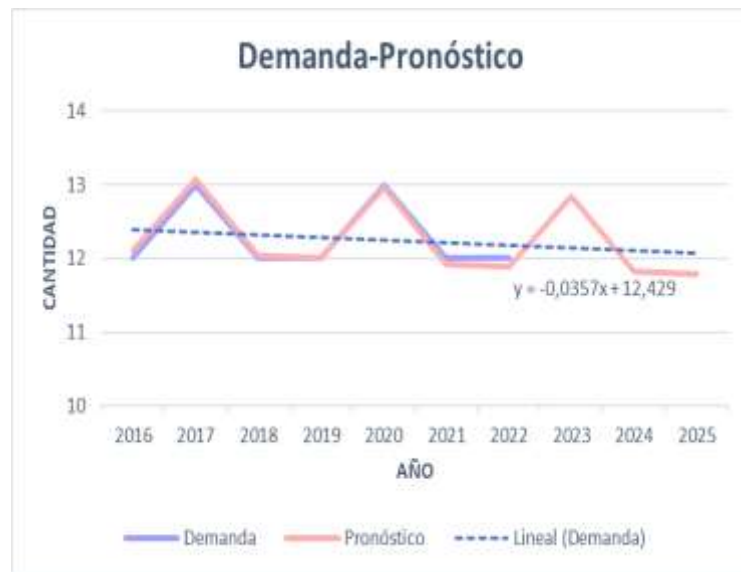


Ilustración 8-4: Pronóstico de demanda banda 1120-8M

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para la banda 1120-8M se ocupó el método de descomposición teniendo un valor de MAD de 0,061, MAPE de 0,50% y MSE de 0,005 lo cual indica un buen ajuste para el pronóstico.

Tabla 12-4: Pronóstico de demanda piñón H-100

AÑO	DEMANDA	PM2	e	e	% error	e ²	MAD
1	29						
2	33	31	2	2	6%	4	2
3	34	33,5	0,5	0,5	1%	0,25	1,25
4	36	35	1	1	3%	1	1,17
5	35	35,5	-0,5	0,5	1%	0,25	1
6	33	34	-1	1	3%	1	1
7	31	32	-1	1	3%	1	1
8		31					
9		32					
10		32					

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

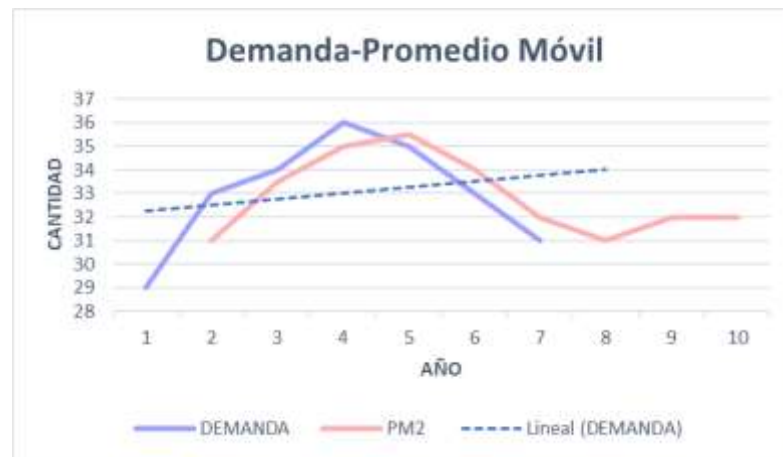


Ilustración 9-4: Pronóstico de demanda piñón H-100

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

La demanda del piñón H-100 se ajustó a un modelo de promedio móvil con n=2, trabajando con este método se obtiene un MAD de 1, MAPE de 3% y MSE de 1,250.

Junta 22

Tabla 13-4: Pronóstico de demanda junta 22

AÑO	Demanda	t	At	Tt	Pronóstico	e	% error	e ²
			63,71	0,11				
2016	68	1	64,24	0,15	63,82	4,18	7%	17,46
2017	60	2	63,95	0,11	64,39	4,39	7%	19,25
2018	66	3	64,25	0,12	64,05	1,95	3%	3,79
2019	60	4	63,94	0,08	64,37	4,37	7%	19,12
2020	65	5	64,11	0,09	64,02	0,98	2%	0,97
2021	62	6	63,98	0,07	64,21	2,21	3%	4,86
2022	68	7	64,45	0,11	64,05	3,95	6%	15,58
2023					65			
2024					65			
2025					65			

Realizado por: Andrade & Villarreal, 2023



Ilustración 10-4: Pronóstico de demanda junta 22

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para pronosticar la demanda de la junta 22 se utilizó el método de holt, esto se debe a que la demanda no cuenta con una tendencia, se obtuvo un valor de MAD de 3,146, MAPE de 4,9% y MSE de 11,576.

Bomba

Tabla 14-4: Pronóstico de demanda bomba

AÑO	DEMANDA	PM2	e	e	% error	e ²
1	2					
2	1	1,5	-0,5	0,5	50%	0,25
3	1	1	0	0	0%	0
4	2	1,5	0,5	0,5	25%	0,25
5	2	2	0	0	0%	0
6	3	2,5	0,5	0,5	17%	0,25
7	1	2	-1	1	100%	1
8		1				
9		1				
10		1				

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 11-4: Pronóstico de demanda bomba

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Se ocupó el modelo de promedio móvil con $n=2$ para la bomba, trabajando con este método se obtiene un MAD de 0,417, MAPE de 32% y MSE de 0,292. A pesar de tener un porcentaje de error elevado, es el método que más se ajusta a la tendencia de la demanda.

Junta 147

Tabla 15-4: Pronóstico de demanda junta 147

AÑO	Demanda	t	At	Tt	Pronóstico	e	% error	e ²
			15,43	-0,18				
2016	16	1	15,33	-0,17	15,25	0,75	5%	0,56
2017	15	2	15,14	-0,17	15,15	0,15	1%	0,02
2018	16	3	15,07	-0,16	14,97	1,03	7%	1,07
2019	13	4	14,72	-0,18	14,91	1,91	13%	3,64
2020	13	5	14,38	-0,20	14,54	1,54	11%	2,36
2021	14	6	14,17	-0,20	14,18	0,18	1%	0,03
2022	16	7	14,17	-0,18	13,97	2,03	14%	4,13
2023					14			
2024					14			
2025					14			

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 12-4: Pronóstico de demanda junta 147

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para pronosticar la demanda de la junta 147 se utilizó el método de holt, esto se debe a que la demanda no cuenta con una tendencia, se obtuvo un valor de MAD de 1,085, MAPE de 7% y MSE de 1,688.

Kit juntas 128

Tabla 16-4: Pronóstico de demanda kit juntas 128

AÑO	Período	Demanda	I. Estacional	Tendencia	Pronóstico	e	% error	e ²
2016	1	1	0,5	2	1	0	0%	0
2017	2	2	1	2	2	0	0%	0
2018	3	3	1,5	2	3	0	0%	0
2019	4	2	1	2	2	0	0%	0
2020	5	3	1,5	2	3	0	0%	0
2021	6	2	1	2	2	0	0%	0
2022	7	1	0,5	2	1	0	0%	0
2023	8		1	2	2			
2024	9		1,5	2	3			
2025	10		1	2	2			
	Promedio	2						

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 13-4: Pronóstico de demanda kit juntas 128

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para el kit de juntas 128 se ocupó el método de descomposición teniendo un valor de MAD de 0, MAPE de 0% y MSE de 0 lo cual indica que no existe error de ajuste para el pronóstico.

Junta 9

Tabla 17-4: Pronóstico de demanda junta 9

AÑO	Período	Demanda	I. Estacional	Tendencia	Pronóstico	e	% error	e ²
2016	1	13	0,958	13,571	13,000	0,000	0%	1,69E-07
2017	2	14	1,032	13,571	14,000	0,000	0%	1,95E-07
2018	3	13	0,958	13,571	13,000	0,000	0%	1,69E-07
2019	4	15	1,105	13,571	15,000	0,000	0%	2,24E-07
2020	5	13	0,958	13,571	13,000	0,000	0%	1,69E-07
2021	6	14	1,032	13,571	14,000	0,000	0%	1,95E-07
2022	7	13	0,958	13,571	13,000	0,000	0%	1,69E-07
2023	8		1,105	13,571	15,000			
2024	9		0,958	13,571	13,000			
2025	10		1,032	13,571	14,000			
	Promedio	13,571						

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

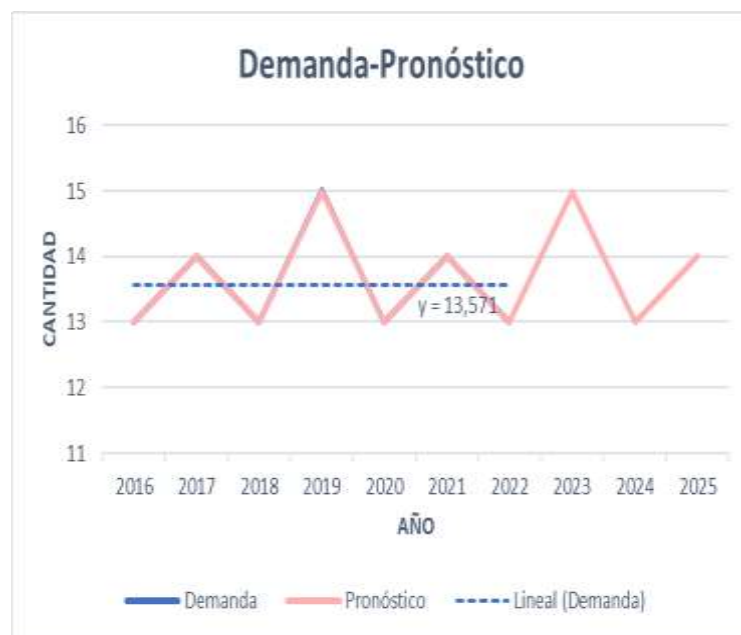


Ilustración 14-4: Pronóstico de demanda junta 9

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para el kit de juntas 128 se ocupó el método de descomposición teniendo un valor de MAD de 0, MAPE de 0% y MSE de 0 lo cual indica que no existe error de ajuste para el pronóstico.

Junta 2

Tabla 18-4: Pronóstico de demanda junta 2

AÑO	Demanda	t	At	Tt	Pronóstico	e	% error	e ²
			6,14	0,18				
2016	6	1	6,29	0,18	6,32	0,32	5%	0,10
2017	7	2	6,52	0,18	6,46	0,54	8%	0,29
2018	6	3	6,63	0,17	6,70	0,70	11%	0,49
2019	7	4	6,82	0,18	6,80	0,20	3%	0,04
2020	8	5	7,10	0,19	7,00	1,00	14%	1,00
2021	7	6	7,26	0,18	7,28	0,28	4%	0,08
2022	7	7	7,39	0,18	7,44	0,44	6%	0,19
2023					8			
2024					8			
2025					8			

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

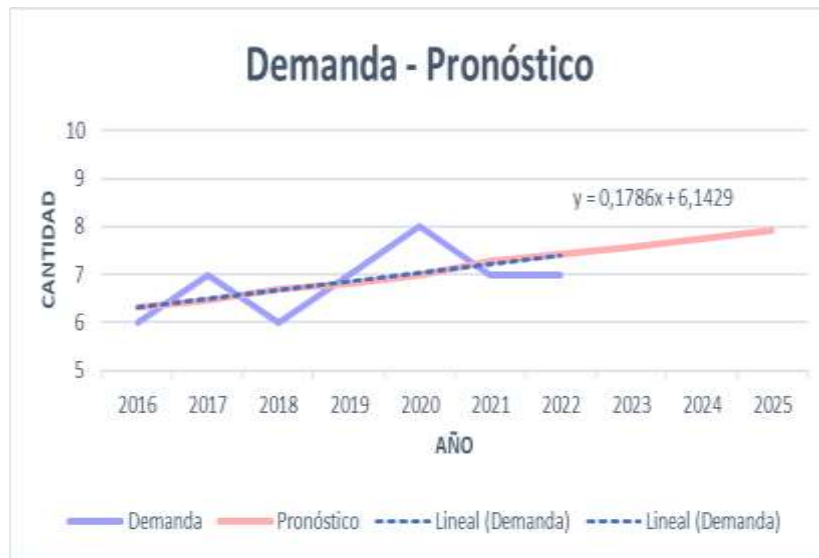


Ilustración 15-4: Pronóstico de demanda junta 2

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para pronosticar la demanda de la junta 147 se utilizó el método de holt, esto se debe a que la demanda no cuenta con una tendencia, se obtuvo un valor de MAD de 0,497, MAPE de 7% y MSE de 0,313.

Tabla 19-4: Pronóstico de demanda bolsa 142

AÑO	Período	Demanda	I. Estacional	Tendencia	Pronóstico	e	% error	e ²
2016	1	3	1,313	2,607	3,422	0,422	14%	0,178
2017	2	2	0,875	2,500	2,188	0,188	9%	0,035
2018	3	2	0,875	2,393	2,094	0,094	5%	0,009
2019	4	3	1,313	2,286	3,000	0,000	0%	0,000
2020	5	2	0,875	2,179	1,906	0,094	5%	0,009
2021	6	2	0,875	2,072	1,813	0,187	9%	0,035
2022	7	2	0,875	1,965	1,719	0,281	14%	0,079
2023	8		1,313	1,858	2,438			
2024	9		0,875	1,750	1,532			
2025	10		0,875	1,643	1,438			
	Promedio		2,286					

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

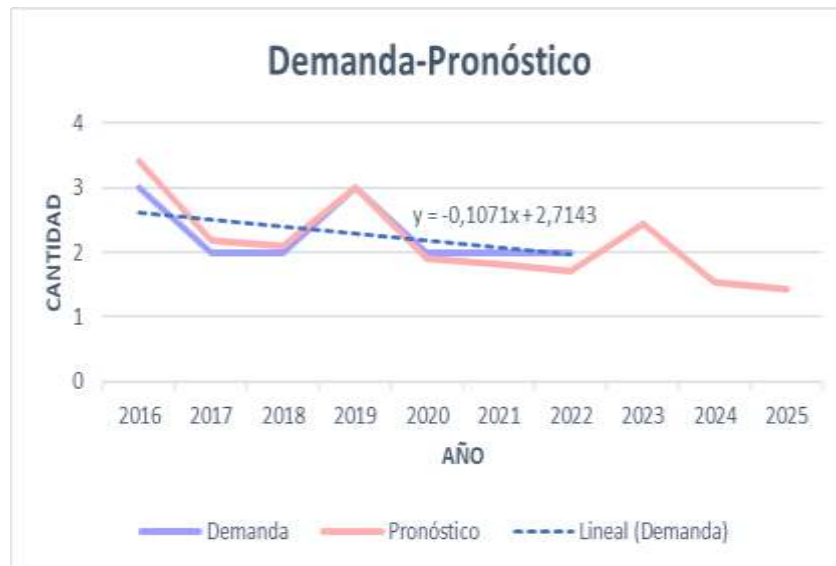


Ilustración 16-4: Pronóstico de demanda bolsa 142

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para la tendencia de demanda de la bolsa 142 se ocupó el método de descomposición teniendo un valor de MAD de 0,181, MAPE de 8% y MSE de 0,049 lo cual indica un buen ajuste para el pronóstico.

Kit juntas 12

Tabla 20-4: Pronóstico de demanda kit juntas 12

AÑO	Período	Demanda	I. Estacional	Tendencia	Pronóstico	e	% error	e ²
2016	1	6	0,824	6,750	5,559	0,441	7%	0,195
2017	2	7	0,961	6,929	6,657	0,343	5%	0,118
2018	3	8	1,098	7,107	7,804	0,196	2%	0,038
2019	4	7	0,961	7,286	7,000	0,000	0%	0,000
2020	5	8	1,098	7,464	8,196	0,196	2%	0,038
2021	6	8	1,098	7,643	8,392	0,392	5%	0,154
2022	7	7	0,961	7,822	7,515	0,515	7%	0,265
2023	8		1,098	8,000	8,785			
2024	9		1,098	8,179	8,981			
2025	10		0,961	8,357	8,030			
	Promedio		7,286					

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

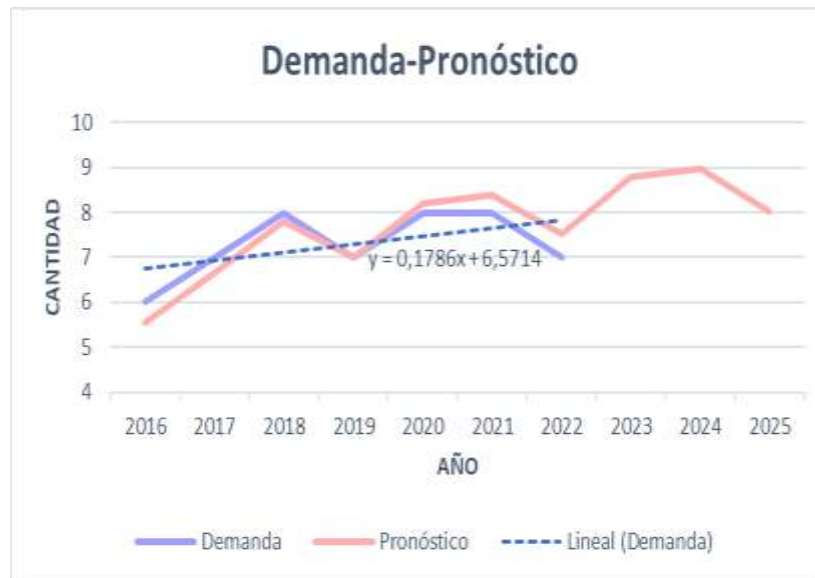


Ilustración 17-4: Pronóstico de demanda kit juntas 12

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para la tendencia de demanda del kit de juntas 12 se ocupó el método de descomposición teniendo un valor de MAD de 0,298, MAPE de 4% y MSE de 0,115 lo cual indica un buen ajuste para el pronóstico.

Tabla 21-4: Pronóstico de demanda kit PM

AÑO	Período	Demanda	I. Estacional	Tendencia	Pronóstico	e	% error	e ²
2016	1	1	0,778	1,393	1,083	0,083	8%	0,007
2017	2	1	0,778	1,357	1,056	0,056	6%	0,003
2018	3	2	1,556	1,322	2,056	0,056	3%	0,003
2019	4	2	1,556	1,286	2,000	0,000	0%	0,000
2020	5	1	0,778	1,250	0,972	0,028	3%	0,001
2021	6	1	0,778	1,214	0,945	0,055	6%	0,003
2022	7	1	0,778	1,179	0,917	0,083	8%	0,007
2023	8		1,556	1,143	1,778			
2024	9		1,556	1,107	1,722			
2025	10		0,778	1,072	0,833			
	Promedio	1,286						

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 18-4: Pronóstico de demanda kit PM

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para la tendencia de demanda del kit del pistón multiplicador se utilizó el método de descomposición teniendo un valor de MAD de 0,052, MAPE de 5% y MSE de 0,003 lo cual indica un buen ajuste para el pronóstico.

Tabla 22-4: Pronóstico de demanda bolsa 87

AÑO	Período	Demanda	I. Estacional	Tendencia	Pronóstico	e	% error	e ²
2016	1	2	0,875	2,393	2,094	0,094	5%	0,009
2017	2	2	0,875	2,357	2,063	0,063	3%	0,004
2018	3	3	1,313	2,322	3,047	0,047	2%	0,002
2019	4	3	1,313	2,286	3,000	0,000	0%	0,000
2020	5	2	0,875	2,250	1,969	0,031	2%	0,001
2021	6	2	0,875	2,214	1,938	0,062	3%	0,004
2022	7	2	0,875	2,179	1,906	0,094	5%	0,009
2023	8		1,313	2,143	2,813			
2024	9		1,313	2,107	2,766			
2025	10		0,875	2,072	1,813			
	Promedio	2,286						

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

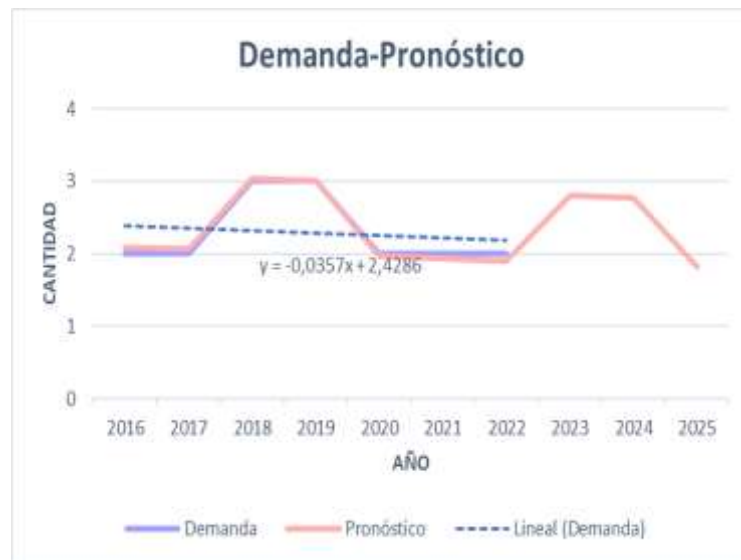


Ilustración 19-4: Pronóstico de demanda bolsa 87

Realizado por: Andrade & Villarreal, 2023

Para la tendencia de demanda de la bolsa 87 se ocupó el método de descomposición teniendo un valor de MAD de 0,056, MAPE de 3% y MSE de 0,004 lo cual indica un buen ajuste para el pronóstico.

Tabla 23-4: Pronóstico de demanda junta 28

AÑO	Demanda	t	At	Tt	Pronóstico	e	% error	e ²
			11,57	-0,14				
2016	12	1	11,49	-0,14	11,43	0,57	5%	0,33
2017	10	2	11,21	-0,15	11,35	1,35	12%	1,82
2018	13	3	11,26	-0,13	11,06	1,94	17%	3,75
2019	10	4	11,01	-0,14	11,13	1,13	10%	1,27
2020	11	5	10,88	-0,14	10,87	0,13	1%	0,02
2021	9	6	10,57	-0,16	10,74	1,74	16%	3,03
2022	12	7	10,57	-0,14	10,41	1,59	15%	2,53
2023					10			
2024					10			
2025					10			

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 20-4: Pronóstico de demanda junta 28

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para pronosticar la demanda de la junta 28 se utilizó el método de holt, esto se debe a que la demanda no cuenta con una tendencia, se obtuvo un valor de MAD de 1,206, MAPE de 11% y MSE de 1,821.

Tabla 24-4: Pronóstico de demanda junta 67

AÑO	Período	Demanda	I. Estacional	Tendencia	Pronóstico	e	% error	e ²
2016	1	4	0,903	4,536	4,097	0,097	2%	0,009
2017	2	5	1,129	4,500	5,081	0,081	2%	0,007
2018	3	5	1,129	4,464	5,040	0,040	1%	0,002
2019	4	4	0,903	4,429	4,000	0,000	0%	0,000
2020	5	4	0,903	4,393	3,968	0,032	1%	0,001
2021	6	5	1,129	4,357	4,919	0,081	2%	0,006
2022	7	4	0,903	4,322	3,903	0,097	2%	0,009
2023	8		0,903	4,286	3,871			
2024	9		1,129	4,250	4,799			
2025	10		1,129	4,214	4,758			
	Promedio	4,429						

Realizado por: Andrade & Villarreal, 2023.



Ilustración 21-4: Pronóstico de demanda junta 67

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para la tendencia de demanda de la junta 67 se ocupó el método de descomposición teniendo un valor de MAD de 0,061, MAPE de 1% y MSE de 0,005 lo cual indica un buen ajuste para el pronóstico.

4.1.3. Resultados de las políticas de gestión de inventarios (Modelo EOQ)

Con las demandas calculadas para los próximos 3 años se obtienen los valores correspondientes a la cantidad óptima de pedido, número de pedidos, tiempo entre aprovisionamientos, stock de seguridad (a un nivel de confianza del 95%) y punto óptimo de pedido tanto para repuestos nacionales como importados. Se detalla a continuación los valores obtenidos de cada variable calculada por repuesto. También se incluye una gráfica de costos para cada repuesto que detalla el comportamiento de los costos que forman parte del análisis y la cantidad económica de pedido necesaria.

Tabla 25-4: Modelo de cantidad económica de pedido chumacera tipo T 206

Año	2023	2024	2025
Demanda	2	1	2
Tiempo de aprovisionamiento (m)	1	1	1
Costo unitario	\$ 18,00	\$ 18,00	\$ 18,00
Costo de ordenar	\$ 2,52	\$ 2,52	\$ 2,52
Costo de mantener una unidad en inventario	\$ 4,50	\$ 4,50	\$ 4,50
EOQ	1	1	1
Número de pedidos	2	1	2
Valor del pedido óptimo	\$ 18,00	\$ 18,00	\$ 18,00
Costo total	\$ 43,29	\$ 22,77	\$ 43,29
Tiempo entre aprovisionamiento (d)	183	365	183
Stock de seguridad	1	1	1
Punto de pedido óptimo	1	1	1

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 22-4: Análisis de costos chumacera tipo T 206

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

En la chumacera tipo T 206 la cantidad óptima a solicitar es de 1 unidad con 2 pedidos por año cada 6 meses, para el año 2023 y 2025, en cambio para el año 2024 el número de pedidos disminuye a 1 por año generando un menor costo que los anteriores años.

Tabla 26-4: Modelo de cantidad económica de pedido banda 1100-H-100

Año	2023	2024	2025
Demanda	14	15	15
Tiempo de aprovisionamiento (m)	1	1	1
Costo unitario	\$ 114,10	\$ 114,10	\$ 114,10
Costo de ordenar	\$ 15,97	\$ 15,97	\$ 15,97
Costo de mantener una unidad en inventario	\$ 28,53	\$ 28,53	\$ 28,53
EOQ	4	4	4
Número de pedidos	4	4	4
Valor del pedido óptimo	\$ 456,40	\$ 456,40	\$ 456,40
Costo total	\$ 1.710,36	\$ 1.828,45	\$ 1.828,45
Tiempo entre aprovisionamiento (d)	104	97	97
Stock de seguridad	4	3	3
Punto de pedido óptimo	5	4	4

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 23-4: Análisis de costos banda 1100-H-100

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para la banda 1100H-100 se tiene una cantidad óptima a solicitar de 4 unidades por año, con un tiempo de aprovisionamiento cada 3 meses, manteniendo un stock de seguridad de 3 y 4 unidades respectivamente para los 3 años pronosticados.

Tabla 27-4: Modelo de cantidad económica de pedido banda 900-H-100

Año	2023	2024	2025
Demanda	17	17	17
Tiempo de aprovisionamiento (m)	1	1	1
Costo unitario	\$ 98,26	\$ 98,26	\$ 98,26
Costo de ordenar	\$ 13,76	\$ 13,76	\$ 13,76
Costo de mantener una unidad en inventario	\$ 24,57	\$ 24,57	\$ 24,57
EOQ	4	4	4
Número de pedidos	4	4	4
Valor del pedido óptimo	\$ 393,04	\$ 393,04	\$ 393,04
Costo total	\$1.778,01	\$1.778,01	\$1.778,01
Tiempo entre aprovisionamiento (d)	91	91	91
Stock de seguridad	3	3	3
Punto de pedido óptimo	4	4	4

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 24-4: Análisis de costos banda 900-H-100

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

En el análisis de la banda 900-H-100 se obtiene una cantidad óptima de pedido de 4 unidades por año, con un tiempo entre pedidos de 3 meses para cada uno de los años pronosticados.

Tabla 28-4: Modelo de cantidad económica de pedido banda 570-H-100

Año	2023	2024	2025
Demanda	3	4	4
Tiempo de aprovisionamiento (m)	1	1	1
Costo unitario	\$ 60,50	\$ 60,50	\$ 60,50
Costo de ordenar	\$ 8,47	\$ 8,47	\$ 8,47
Costo de mantener una unidad en inventario	\$ 15,13	\$ 15,13	\$ 15,13
EOQ	2	2	2
Número de pedidos	2	2	2
Valor del pedido óptimo	\$ 121,00	\$ 121,00	\$ 121,00
Costo total	\$ 209,33	\$ 274,07	\$ 274,07
Tiempo entre aprovisionamiento (d)	243	183	183
Stock de seguridad	2	2	2
Punto de pedido óptimo	2	2	2

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

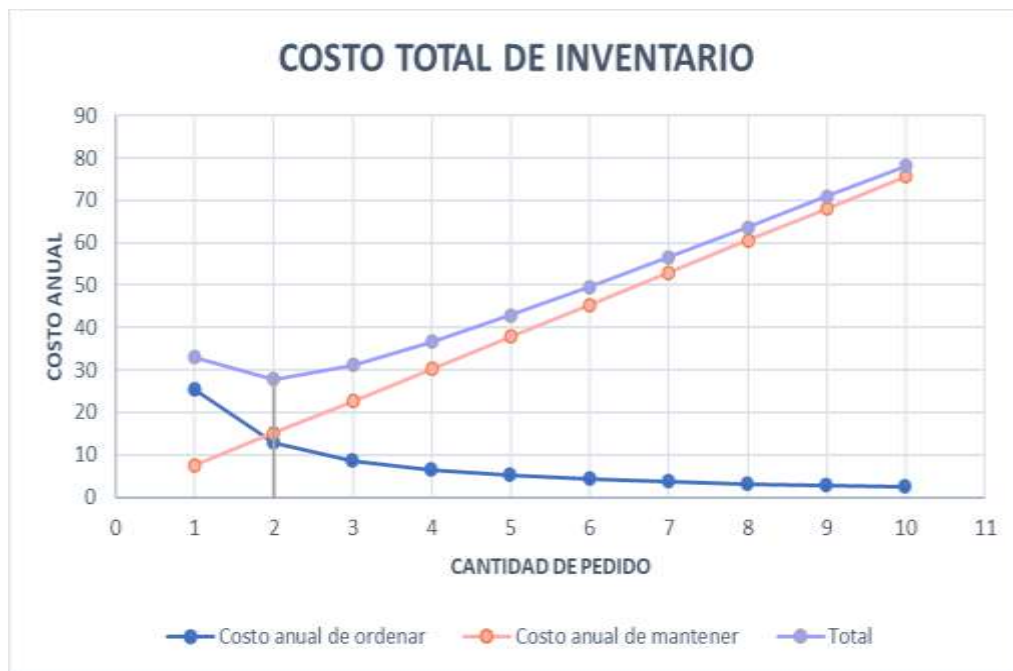


Ilustración 25-4: Análisis de costos banda 570-H-100

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

La banda 570-H-100 para los años pronosticados, se tiene una cantidad óptima de pedido de 2 unidades por año, con un tiempo de solicitar a los 8 meses para el año 2023, y 6 meses para los siguientes años.

Tabla 29-4: Modelo de cantidad económica de pedido banda 1120-8M

Año	2023	2024	2025
Demanda	13	12	12
Tiempo de aprovisionamiento (m)	1	1	1
Costo unitario	\$ 45,29	\$ 45,29	\$ 45,29
Costo de ordenar	\$ 6,34	\$ 6,34	\$ 6,34
Costo de mantener una unidad en inventario	\$ 11,32	\$ 11,32	\$ 11,32
EOQ	4	4	4
Número de pedidos	3	3	3
Valor del pedido óptimo	\$ 181,16	\$ 181,16	\$ 181,16
Costo total	\$ 632,02	\$ 585,15	\$ 585,15
Tiempo entre aprovisionamiento (d)	112	122	122
Stock de seguridad	1	1	1
Punto de pedido óptimo	2	2	2

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 26-4: Análisis de costos banda 1120-8M

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para la banda 1120-8M se obtiene una cantidad económica de pedido de 4 unidades por año, para lo cual se debe realizar 3 pedidos por año cada 4 meses y mantener un stock de seguridad de mínimo 1 unidad en el almacén.

Tabla 30-4: Modelo de cantidad económica de pedido piñón H-100

Año	2023	2024	2025
Demanda	31	32	32
Tiempo de aprovisionamiento (m)	1	1	1
Costo unitario	\$ 40,70	\$ 40,70	\$ 40,70
Costo de ordenar	\$ 5,70	\$ 5,70	\$ 5,70
Costo de mantener una unidad en inventario	\$ 10,18	\$ 10,18	\$ 10,18
EOQ	6	6	6
Número de pedidos	5	5	5
Valor del pedido óptimo	\$ 244,20	\$ 244,20	\$ 244,20
Costo total	\$ 1.321,66	\$ 1.363,31	\$ 1.363,31
Tiempo entre aprovisionamiento (d)	73	73	73
Stock de seguridad	4	4	4
Punto de pedido óptimo	7	7	7

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 27-4: Análisis de costos piñón H-100

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

En el piñón H-100 se trabaja con un número de pedido óptimo de 6 unidades por año, realizando 5 pedidos por año, con un intervalo de tiempo de 2 meses aproximadamente, logrando un stock de seguridad de 4 unidades en inventario.

Tabla 31-4: Modelo de cantidad económica de pedido junta 22

Año	2023	2024	2025
Demanda	65	65	65
Tiempo de aprovisionamiento (m)	6	6	6
Costo unitario	\$ 29,63	\$ 29,63	\$ 29,63
Costo de ordenar	\$ 11,85	\$ 11,85	\$ 11,85
Costo de mantener una unidad en inventario	\$ 7,41	\$ 7,41	\$ 7,41
EOQ	14	14	14
Número de pedidos	5	5	5
Valor del pedido óptimo	\$ 414,79	\$ 414,79	\$ 414,79
Costo total	\$2.032,69	\$2.032,69	\$2.032,69
Tiempo entre aprovisionamiento (d)	73	73	73
Stock de seguridad	14	13	12
Punto de pedido óptimo	44	43	42

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 28-4: Análisis de costos junta 22

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para la junta 22 se trabaja con 14 unidades como valor óptimo de pedido, realizando 5 pedidos en un tiempo de 2 meses cada uno, manteniendo un stock de seguridad de 14 y 13 unidades respectivamente al año pronosticado.

Tabla 32-4: Modelo de cantidad económica de pedido bomba

Año	2023	2024	2025
Demanda	1	1	1
Tiempo de aprovisionamiento (m)	6	6	6
Costo unitario	\$ 9.018,35	\$ 9.018,35	\$ 9.018,35
Costo de ordenar	\$ 3.607,34	\$ 3.607,34	\$ 3.607,34
Costo de mantener una unidad en inventario	\$ 2.254,59	\$ 2.254,59	\$ 2.254,59
EOQ	2	2	2
Número de pedidos	1	1	1
Valor del pedido óptimo	\$ 18.036,70	\$ 18.036,70	\$ 18.036,70
Costo total	\$ 13.076,60	\$ 13.076,60	\$ 13.076,60
Tiempo entre aprovisionamiento (d)	365	365	365
Stock de seguridad	3	3	3
Punto de pedido óptimo	4	3	3

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

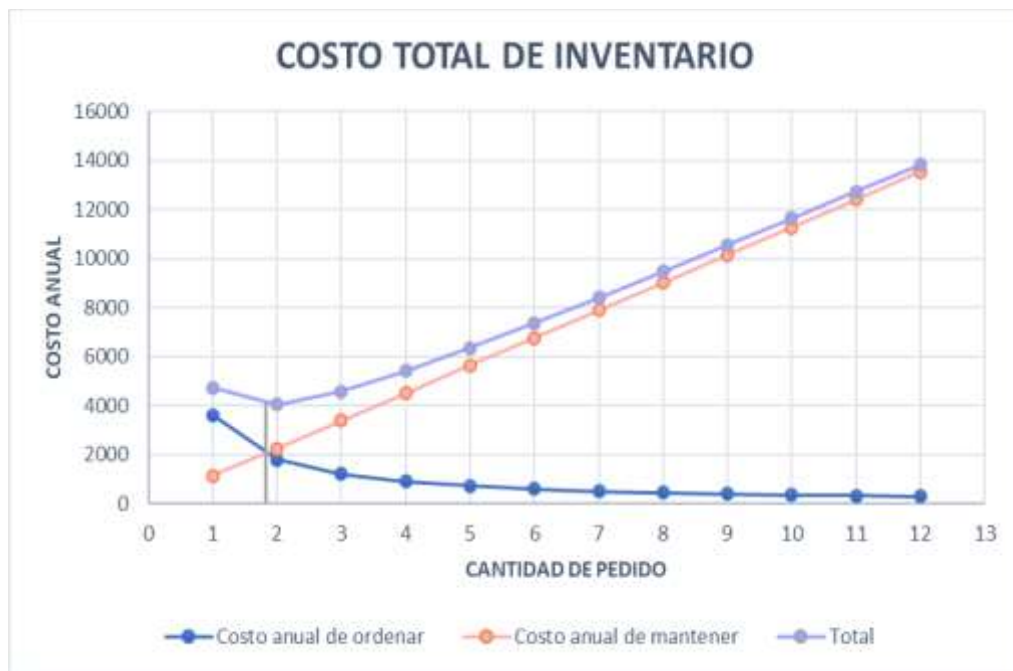


Ilustración 29-4: Análisis de costos bomba

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

En el análisis de la bomba se obtuvo una cantidad óptima de pedido de 2 unidades, con un solo pedido por año, manteniendo un stock de seguridad de 3 unidades.

Tabla 33-4: Modelo de cantidad económica de pedido junta 147

Año	2023	2024	2025
Demanda	14	14	14
Tiempo de aprovisionamiento (m)	6	6	6
Costo unitario	\$ 0,06	\$ 0,06	\$ 0,06
Costo de ordenar	\$ 0,03	\$ 0,03	\$ 0,03
Costo de mantener una unidad en inventario	\$ 0,02	\$ 0,02	\$ 0,02
EOQ	7	7	7
Número de pedidos	2	2	2
Valor del pedido óptimo	\$ 0,45	\$ 0,45	\$ 0,45
Costo total	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00
Tiempo entre aprovisionamiento (d)	183	183	183
Stock de seguridad	6	5	5
Punto de pedido óptimo	12	11	11

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 30-4: Análisis de costos junta 147

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

En la junta 147 se maneja un valor de pedido óptimo de 7 unidades con un tiempo de aprovisionamiento cada 6 meses, garantizando un stock de seguridad de 6 unidades mínimas en inventario.

Tabla 34-4: Modelo de cantidad económica de pedido kit juntas 128

Año	2023	2024	2025
Demanda	2	3	2
Tiempo de aprovisionamiento (m)	6	6	6
Costo unitario	\$ 257,92	\$ 257,92	\$ 257,92
Costo de ordenar	\$ 103,17	\$ 103,17	\$ 103,17
Costo de mantener una unidad en inventario	\$ 64,48	\$ 64,48	\$ 64,48
EOQ	3	3	3
Número de pedidos	1	1	1
Valor del pedido óptimo	\$ 773,75	\$ 773,75	\$ 773,75
Costo total	\$ 681,33	\$ 973,63	\$ 681,33
Tiempo entre aprovisionamiento (d)	365	365	365
Stock de seguridad	3	3	3
Punto de pedido óptimo	4	5	4

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

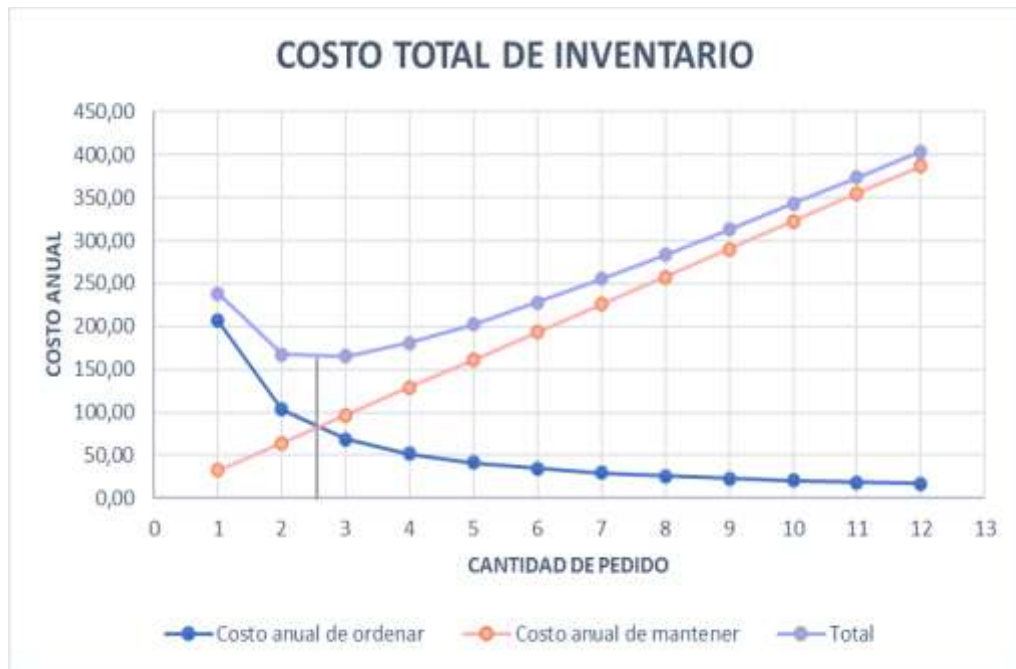


Ilustración 31-4: Análisis de costos kit juntas 128

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

En el kit de juntas 128 se obtiene una cantidad optima de solicitar de 3 unidades por año, consolidado en un solo pedido, manteniendo un stock de seguridad de mínimo de 3 años.

Tabla 35-4: Modelo de cantidad económica de pedido junta 9

Año	2023	2024	2025
Demanda	15	13	14
Tiempo de aprovisionamiento (m)	6	6	6
Costo unitario	\$ 0,22	\$ 0,22	\$ 0,22
Costo de ordenar	\$ 0,09	\$ 0,09	\$ 0,09
Costo de mantener una unidad en inventario	\$ 0,05	\$ 0,05	\$ 0,05
EOQ	7	6	7
Número de pedidos	2	2	2
Valor del pedido óptimo	\$ 1,51	\$ 1,30	\$ 1,51
Costo total	\$ 3,61	\$ 3,16	\$ 3,39
Tiempo entre aprovisionamiento (d)	183	183	183
Stock de seguridad	3	4	3
Punto de pedido óptimo	9	10	9

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 32-4: Análisis de costos junta 9

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para la junta 9 se trabaja con una cantidad económica de pedido de 7 y 6 unidades respectivamente para los 3 años pronosticados, generando 2 pedidos por año cada 6 meses aproximadamente.

Tabla 36-4: Modelo de cantidad económica de pedido junta 2

Año	2023	2024	2025
Demanda	8	8	8
Tiempo de aprovisionamiento (m)	6	6	6
Costo unitario	\$ 0,16	\$ 0,16	\$ 0,16
Costo de ordenar	\$ 0,06	\$ 0,06	\$ 0,06
Costo de mantener una unidad en inventario	\$ 0,04	\$ 0,04	\$ 0,04
EOQ	5	5	5
Número de pedidos	2	2	2
Valor del pedido óptimo	\$ 0,78	\$ 0,78	\$ 0,78
Costo total	\$ 1,45	\$ 1,45	\$ 1,45
Tiempo entre aprovisionamiento (d)	183	183	183
Stock de seguridad	3	3	3
Punto de pedido óptimo	7	7	7

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 33-4: Análisis de costos junta 2

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para la junta 2 se garantiza una cantidad óptima de pedido de 5 unidades por año, manteniendo constante un tiempo de aprovisionamiento cada 6 meses, es decir 2 pedidos por año, trabajando con un stock de seguridad de 3 unidades.

Tabla 37-4: Modelo de cantidad económica de pedido bolsa 142

Año	2023	2024	2025
Demanda	2	2	1
Tiempo de aprovisionamiento (m)	6	6	6
Costo unitario	\$ 92,39	\$ 92,39	\$ 92,39
Costo de ordenar	\$ 36,96	\$ 36,96	\$ 36,96
Costo de mantener una unidad en inventario	\$ 23,10	\$ 23,10	\$ 23,10
EOQ	3	3	2
Número de pedidos	1	1	1
Valor del pedido óptimo	\$ 277,16	\$ 277,16	\$ 184,78
Costo total	\$ 244,06	\$ 244,06	\$ 133,96
Tiempo entre aprovisionamiento (d)	365	365	365
Stock de seguridad	2	2	2
Punto de pedido óptimo	3	3	2

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 34-4: Análisis de costos bolsa 142

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

En el estudio de la bolsa 142 se obtiene un valor de 3 unidades como cantidad óptima de pedido para cada año, consolidando en un solo pedido las unidades requeridas, tomando en cuenta un stock de seguridad de 2 unidades en inventario.

Tabla 38-4: Modelo de cantidad económica de pedido kit juntas 12

Año	2023	2024	2025
Demanda	9	9	8
Tiempo de aprovisionamiento (m)	6	6	6
Costo unitario	\$ 0,25	\$ 0,25	\$ 0,25
Costo de ordenar	\$ 0,10	\$ 0,10	\$ 0,10
Costo de mantener una unidad en inventario	\$ 0,06	\$ 0,06	\$ 0,06
EOQ	5	5	5
Número de pedidos	2	2	2
Valor del pedido óptimo	\$ 1,26	\$ 1,26	\$ 1,26
Costo total	\$ 2,61	\$ 2,61	\$ 2,33
Tiempo entre aprovisionamiento (d)	183	183	183
Stock de seguridad	3	4	4
Punto de pedido óptimo	8	8	8

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 35-4: Análisis de costos kit juntas 12

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

En el kit de juntas 12 se tiene como resultado una cantidad óptima de pedido de 5 unidades para un tiempo de aprovisionamiento de 6 meses para los 3 años pronosticados y un stock de seguridad de 3 y 4 unidades respectivamente.

Tabla 39-4: Modelo de cantidad económica de pedido kit PM

Año	2023	2024	2025
Demanda	2	2	1
Tiempo de aprovisionamiento (m)	6	6	6
Costo unitario	\$ 662,15	\$ 662,15	\$ 662,15
Costo de ordenar	\$ 264,86	\$ 264,86	\$ 264,86
Costo de mantener una unidad en inventario	\$ 165,54	\$ 165,54	\$ 165,54
EOQ	3	3	2
Número de pedidos	1	1	1
Valor del pedido óptimo	\$ 1.986,44	\$ 1.986,44	\$ 1.324,30
Costo total	\$ 1.749,17	\$ 1.749,17	\$ 960,11
Tiempo entre aprovisionamiento (d)	365	365	365
Stock de seguridad	2	2	2
Punto de pedido óptimo	3	3	3

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

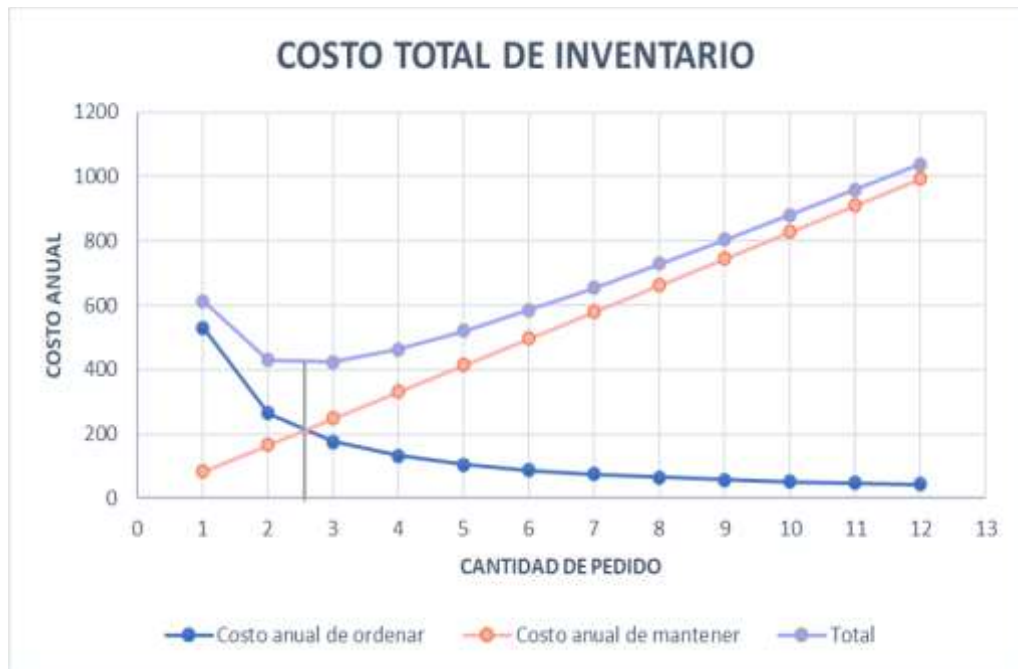


Ilustración 36-4: Análisis de costos kit PM

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para el kit del pistón multiplicador se obtiene un valor óptimo de pedido de 3 unidades para los años 2023 y 2024, para el siguiente año se trabaja con 2 unidades, consolidando todo en un solo pedido y un stock de seguridad de 2 unidades.

Tabla 40-4: Modelo de cantidad económica de pedido bolsa 87

Año	2023	2024	2025
Demanda	3	3	2
Tiempo de aprovisionamiento (m)	6	6	6
Costo unitario	\$ 102,88	\$ 102,88	\$ 102,88
Costo de ordenar	\$ 41,15	\$ 41,15	\$ 41,15
Costo de mantener una unidad en inventario	\$ 25,72	\$ 25,72	\$ 25,72
EOQ	3	3	3
Número de pedidos	1	1	1
Valor del pedido óptimo	\$ 308,63	\$ 308,63	\$ 308,63
Costo total	\$ 388,36	\$ 388,36	\$ 271,76
Tiempo entre aprovisionamiento (d)	365	365	365
Stock de seguridad	2	2	2
Punto de pedido óptimo	3	4	3

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 37-4: Análisis de costos bolsa 87

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para el análisis de la bolsa 87 se obtiene una cantidad económica de pedido de 3 unidades, realizando un solo pedido por año, garantizando un stock de seguridad de al menos 2 unidades en inventario.

Tabla 41-4: Modelo de cantidad económica de pedido junta 28

Año	2023	2024	2025
Demanda	10	10	10
Tiempo de aprovisionamiento (m)	6	6	6
Costo unitario	\$ 19,06	\$ 19,06	\$ 19,06
Costo de ordenar	\$ 7,62	\$ 7,62	\$ 7,62
Costo de mantener una unidad en inventario	\$ 4,76	\$ 4,76	\$ 4,76
EOQ	6	6	6
Número de pedidos	2	2	2
Valor del pedido óptimo	\$ 114,34	\$ 114,34	\$ 114,34
Costo total	\$ 217,56	\$ 217,56	\$ 217,56
Tiempo entre aprovisionamiento (d)	183	183	183
Stock de seguridad	6	5	3
Punto de pedido óptimo	11	10	8

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 38-4: Análisis de costos junta 28

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Para la junta 28 se trabaja con una cantidad óptima de solicitar de 6 unidades por año, con un tiempo de aprovisionamiento cada 6 meses, para los 3 años pronosticados.

Tabla 42-4: Modelo de cantidad económica de pedido junta 67

Año	2023	2024	2025
Demanda	4	5	5
Tiempo de aprovisionamiento (m)	6	6	6
Costo unitario	\$ 0,54	\$ 0,54	\$ 0,54
Costo de ordenar	\$ 0,22	\$ 0,22	\$ 0,22
Costo de mantener una unidad en inventario	\$ 0,14	\$ 0,14	\$ 0,14
EOQ	4	4	4
Número de pedidos	1	1	1
Valor del pedido óptimo	\$ 2,16	\$ 2,16	\$ 2,16
Costo total	\$ 2,65	\$ 3,24	\$ 3,24
Tiempo entre aprovisionamiento (d)	365	365	365
Stock de seguridad	2	2	2
Punto de pedido óptimo	4	5	5

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 39-4: Análisis de costos junta 67

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

En la junta 67 se tiene como resultado 4 unidades como cantidad óptima de pedido para cada año de pronóstico, garantizando un solo pedido por año y un stock de seguridad de 2 unidades mínimas en inventario.

Para representar las políticas propuestas se realizó una guía en la cual se detalla los indicadores calculados para el modelo de cantidad económica de pedido (EOQ) y políticas de consumo, manejo y compra de los repuestos, detallada en el **Anexo K**.

4.1.4. *Resultados indicadores de productividad*

En la obtención de datos para los resultados de la estrategia logística para la gestión de inventarios de repuestos de la línea de producción, se trabajó con el software Flexsim, obteniendo valores de producción para los días observados anteriormente en el capítulo tres, logrando un aumento significativo en sus valores.

El proceso de simulación se lo realizó para los 23 días observados, obteniendo las unidades producidas por la máquina de estudio en un tiempo de producción que depende del número de paros, transformando las unidades a metros cuadrados para su posterior comparación, el estudio se enfocó en los días donde la producción representa un valor sumamente inferior. Todos los datos se presentan a continuación:

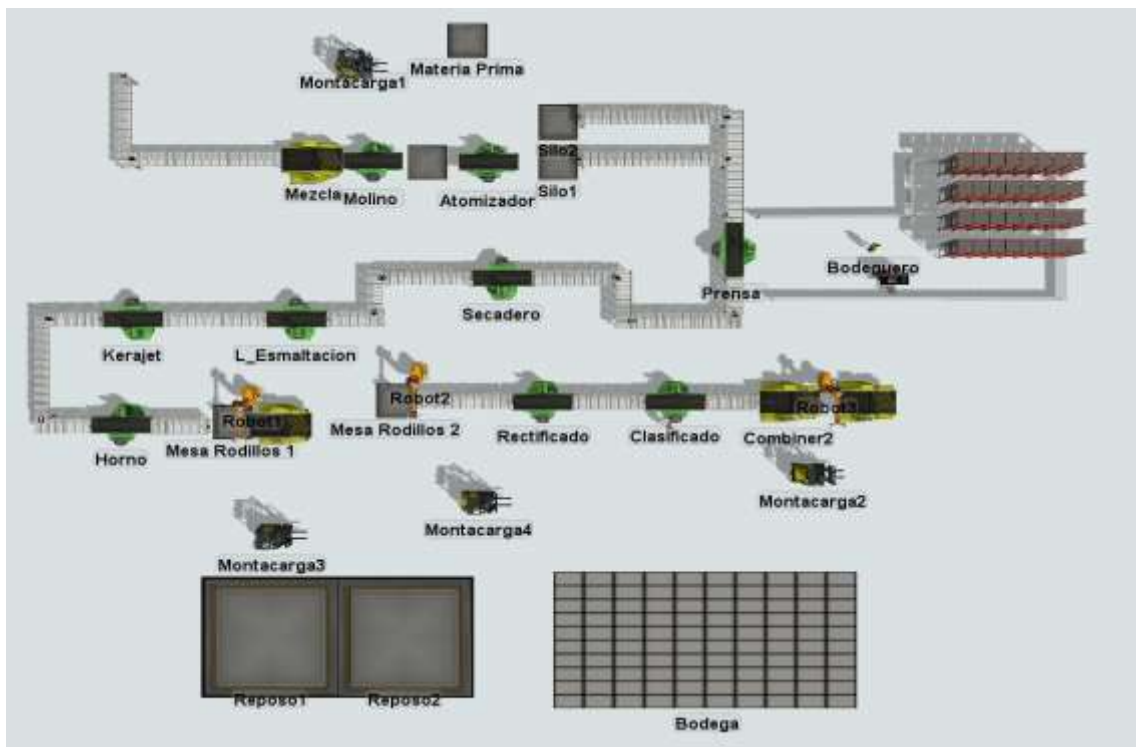


Ilustración 40-4: Modelo de simulación en Flexsim

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

Tabla 43-4: Indicadores de productividad

Indicador	Valor inicial	Valor Actual	Incremento
Eficiencia	50%	67%	17%
Eficacia	50%	68%	18%
Productividad	41%	57%	16%

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

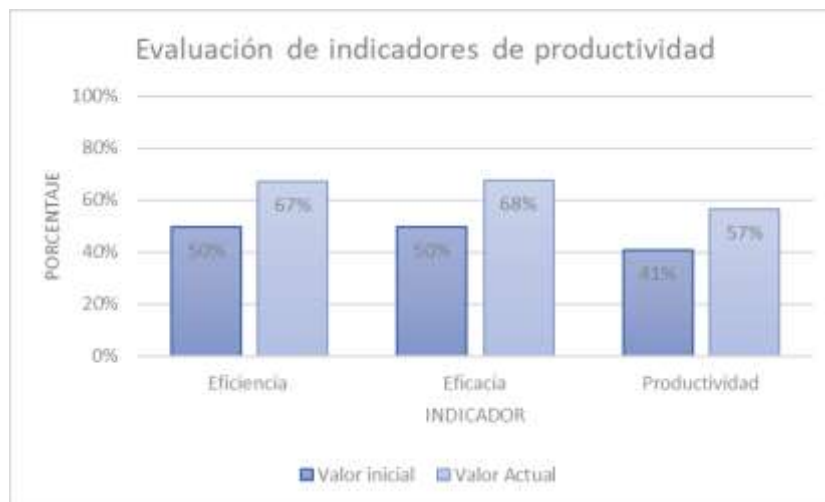


Ilustración 41-4: Evaluación indicadores de productividad

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

4.1.5. Resultados indicadores de mantenimiento

Con el desarrollo de las políticas de gestión de inventarios, metodología 5s en el almacén de repuestos y simulación del proceso, se obtuvo incremento en los indicadores de rendimiento, calidad y disponibilidad de la maquinaria, el cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 44-4: Indicadores de mantenimiento

Indicador	Valor inicial	Valor Actual	Incremento
Disponibilidad	50%	67%	17%
Calidad	53%	72%	19%
Rendimiento	50%	68%	18%
OEE	34%	50%	15%

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.



Ilustración 42-4: Evaluación indicadores de mantenimiento

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

4.2. Resultados de la implementación de la metodología 5S

4.2.1. Nivel de implementación

Debido a las políticas establecidas por la empresa en el almacén de repuestos, se logró implementar el 60% de las actividades planificadas en el transcurso de 4 meses a partir del mes de diciembre del año 2022 a marzo del 2023.

4.2.2. Evaluación final 5S

Una vez realizada las mejoras es necesario evaluar los resultados obtenidos con los cambios realizados, para lo cual se utiliza lista de verificación de auditoría, en el cual se analiza por cada una de las etapas la mejora obtenida. El formato utilizado es el mismo que la evaluación inicial detallada en el **Anexo J**.

Tabla 45-4: Evaluación final 5S

Parámetro	% Cumplimiento Inicial	% Cumplimiento Actual
Seiri (Clasificación)	80%	80%
Seiton (Ordenar)	60%	80%
Seiso (Limpieza)	25%	75%
Seiketsu (Estandarización)	60%	80%
Shitsuke (Disciplina)	50%	75%
Total, Cumplimiento	55%	78%

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

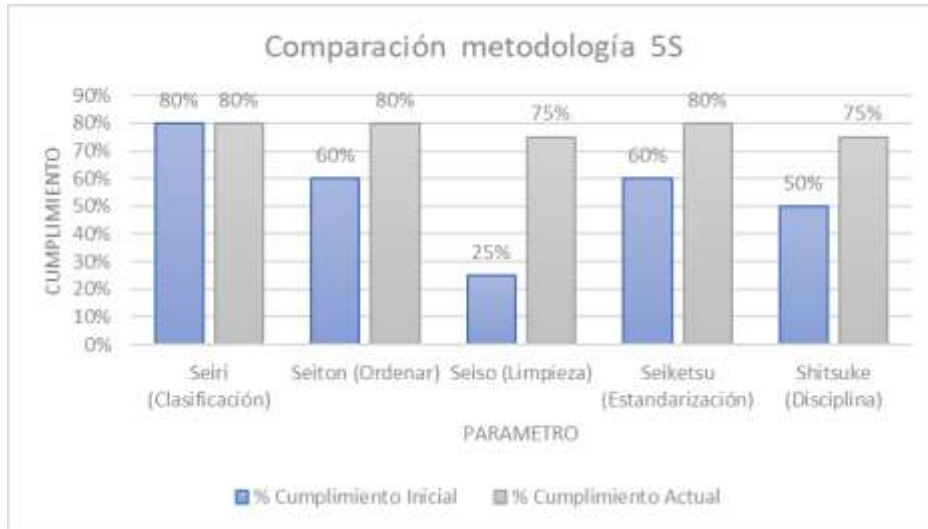


Ilustración 43-4: Comparación inicial y final metodología 5S

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

En la Ilustración 43-4 se observa el porcentaje de mejora en cada una de las etapas de la metodología 5S, realizando una comparación con el estado inicial del almacén, por lo cual con el 60% de actividades realizadas, se logró un incremento del 23% en el cumplimiento de los parámetros evaluados.

4.2.3. Clasificación, control y limpieza

Con la implementación de la metodología 5S se logró identificar cada una de las estanterías con su letra y número correspondiente, de igual forma, en la ubicación de los repuestos en los espacios destinados se colocó adhesivos con números del 1 al 18 para mejor ubicación de los mismos. Las mejoras se detallan en la Tabla 46-4.

Tabla 46-4: Resultados clasificación, control, limpieza

Detalle	Antes	Después
Estanterías que no contaban con una identificación y en mal estado, se colocó letreros que permitan identificar cada uno de los espacios		

<p>En la limpieza de las estanterías se realizó el cambio de algunos espacios que se encontraban deteriorados y se reubico a los repuestos.</p>		
<p>Se clasificó los artículos de mayor tamaño en los niveles inferiores y los niveles superiores se colocaron los de menor tamaño en un espacio específico.</p>		
<p>Los repuestos que se encontraban sin ubicación, se les asigno un espacio para su colocación con su respectiva identificación.</p>		

Realizado por: Andrade, D & Villarreal, A. 2023.

4.2.4. Estandarización

Para estandarizar los procesos de clasificación, orden y limpieza en la bodega de repuestos se realizó un manual de procedimientos, tomando como referencia la Norma ISO 9001:2015, los catálogos de máquinas y el manual Metodología 5S de Manuel Álvarez y Paul Paucar, detallada en al **Anexo I**.

CONCLUSIONES

En la situación actual de la gestión de inventarios de repuestos de la maquinaria perteneciente a la línea de producción de porcelanato se realiza un análisis de criticidad para determinar la maquinaria objeto de estudio, con la ayuda de supervisores y jefes de área se determina los repuestos nacionales e importados que han sido solicitados por la empresa en el transcurso de 7 años y mediante un análisis de Pareto y ABC respectivamente se seleccionan aquellos que presentan un nivel de importancia alto en función al tiempo y frecuencia de cambio, además se obtiene los consumo de dichos artículos para su posterior estudio.

En el desarrollo de la estrategia logística se evalúa en primera instancia los consumos de los repuestos críticos para realizar un pronóstico de 3 años mediante el uso de los modelos de descomposición, promedios móviles y Holt respectivamente, diseñando una política de gestión basada en el modelo de cantidad económica de pedido (EOQ), de igual forma políticas de consumo, compra y manejo de los repuestos plasmados en una guía de fácil de comprensión para el personal encargado del área, garantizando la cantidad de repuestos basados en la demanda para los siguientes años, con los menores costos de ordenar y mantener en inventario, evitando falta de stock en el almacén.

En el proceso de gestión, la implementación de la metodología 5S es dirigida al almacén de repuestos, en el cual se realizó actividades que garanticen la mejora del proceso en el control, manejo, almacenamiento y distribución de los artículos, logrando un incremento del 23% en el promedio global de las 5 etapas del programa.

Con las políticas diseñadas para la estrategia logística en la gestión de inventario de repuestos se desarrolla una simulación en el software Flexsim, logrando un incremento del 17% en eficiencia, 18% en eficacia, 16% en productividad en cuanto al sistema de producción, además de un aumento del 17% en disponibilidad, 19% de calidad, 18% en rendimiento de la maquinaria para obtener un 15% de mejora en el indicador de mantenimiento OEE.

RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar informes sobre los paros y los repuestos utilizados en el proceso de cambio para documentar la información que será útil para futuras mejoras en el sistema de gestión de inventarios.

Se deben actualizar las guías de procedimiento y repuestos cada año con nuevas técnicas e indicadores que garanticen el cumplimiento del escrito.

Por parte del personal encargado del almacén de repuestos se recomienda realizar auditorías constantes al cumplimiento de las etapas correspondiente a la metodología 5S para garantizar la mejora continua del proceso de almacenamiento.

Se recomienda la adquisición de software especializado en la gestión de mantenimiento para el control y manejo de los sistemas de inventario y planes de mantenimiento para el correcto funcionamiento de la maquinaria correspondiente a las líneas de producción de porcelanato.

Se sugiere tomar en cuenta los procesos de simulación para la implementación de nuevas técnicas de mejoras en cuanto al sistema de producción y mantenimiento de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

ARENAL, C., *Gestión de inventarios. UF0476* [en línea]. Logroño: Editorial Tutor Formación. [Consulta: 17 octubre 2022]. ISBN 9781512978728. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/126745?page=2>.

ARIZA CASTAÑEDA, Y.D. & BARBOSA TORRES, K.J., *Propuesta de Diseño de Gestión de Inventarios, basado en el método ABC, a través de Indicadores de Medición, para la Empresa En Electrofernández* [en línea]. Tesis Doctoral. Bogotá: Universidad de Cundinamarca. Disponible en: www.ucundinamarca.edu.co.

BALLOU, R., *Logística Administración de la cadena de suministro* [en línea]. Quinta. Ciudad de México: Pearson publicación. [Consulta: 13 noviembre 2022]. ISBN 970-26-0540-7. Disponible en: https://www.academia.edu/16236982/Logistica_Administracion_de_la_cadena_de_suministro_5ta_Edicion_Ronald_H_Ballou.

BERMÚDEZ CANO, J.C., *Importancia de la Gestión de Almacenes en las Empresas: Revisión de la Literatura*. Tesis. Lima: Universidad Privada del Norte.

CARREÑO SOLÍS, A., *Cadena de Suministro y Logística* [en línea]. Segunda. Lima: Fondo Editorial PUCP. [Consulta: 17 octubre 2022]. ISBN 978-612-317-400-2. Disponible en: <https://books.google.es/books?id=SaLNDwAAQBAJ&lpg=PP1&ots=1MbUQAaK6g&dq=Logistica%20&lr&hl=es&pg=PP5#v=onepage&q=Logistica&f=false>.

COLTHER, C. & ARRIAGADA-MILLAMAN, A., Pronóstico de la demanda turística de Chile basado en modelos lineales y no lineales estacionales. *Pasos. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural* [en línea], vol. 19, no. 2, pp. 323-336. ISSN 16957121. DOI 10.25145/j.pasos.2021.19.021. Disponible en: https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/23025/PS_19_2%20_%282021%29_08.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

CONDOR GOMEZ, E.R. & CONTRERAS MARANGUNICH, J.A., *Análisis de Gestión de la Cadena de Abastecimiento Logístico de repuestos DERCOMAQ y propuesta de mejora*. Tesis. Lima: ESAN Graduate School of Business.

COYLE, J.J., LANGLEY, C.J., NOVACK, R.A. & GIBSON, B.J., *Administración de la Cadena de Suministros. Una perspectiva logística.* Décima. Ciudad de México: CENGAGE learning. ISBN 978-1-305-85997-5.

CRUZ, A., *UF0476: Gestión de inventarios* [en línea]. Málaga: ic editorial. [Consulta: 19 octubre 2022]. ISBN 9788491981909. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/59186?page=4>.

ECUACERÁMICA, *Ecuacerámica: Quiénes Somos.* [en línea]. [Consulta: 14 noviembre 2022]. Disponible en: <https://ecuaceramica.com/galeria>.

ESCUADERO SERRANO, J., *Logística de Almacenamiento* [en línea]. Segunda. España: Ediciones Paraninfo. SA. [Consulta: 13 octubre 2022]. ISBN 978-84-283-4077-9. Disponible en: [https://books.google.es/books?id=vcSPDwAAQBAJ&lpg=PR1&ots=8qf2KJJnen&dq=Logistica %20&lr&hl=es&pg=PR4#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?id=vcSPDwAAQBAJ&lpg=PR1&ots=8qf2KJJnen&dq=Logistica%20&lr&hl=es&pg=PR4#v=onepage&q&f=false).

FLAMARIQUE, S., *Gestión de existencias en el almacén* [en línea]. S.l.: Marge books. [Consulta: 19 octubre 2022]. Disponible en: https://books.google.es/books?id=CDd8DwAAQBAJ&lpg=PA5&ots=aqWqrR_luS&dq=Inventario%20libro&lr&hl=es&pg=PA3#v=onepage&q&f=false.

FLORES MALTESE, M.H., *Análisis y propuestas de mejora de la Gestión de Inventarios en una Empresa Comercializadora de repuestos de maquinaria pesada.* Tesis. Lima: Pontifica Universidad Católica del Perú.

GARAY PIMENTEL, C., *Optimización de KPI's en la Gestión de Almacenes e Integración con Empresas del Grupo UNACEM.* Maestría. Lima: Universidad Tecnológica del Perú.

GÓMEZ KOU, J.M. & DOMÍNGUEZ LOZADA, D.A., *Implementación de la metodología 5S en el área de Logística del Hospital Teodoro Maldonado Carbo.* Tesis. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.

GUERRERO SALAS, H., *Inventarios: manejo y control* [en línea]. Tercera edición. Bogotá: Ecoe Ediciones. [Consulta: 7 noviembre 2022]. ISBN 978-958-771-492-0. Disponible en: <https://docplayer.es/230508792-Inventarios-manejo-y-control-h-u-m-b-e-r-t-o-guerrero-salas-tercera-edicion.html>.

HURTADO GANOZA, F., *Gestión logística*. Primera. Lince: Universidad Inca Garcilaso de la Vega. ISBN 978-612-4340-15-4.

JUEZ, J., *Productividad Extrema: Como ser más eficiente, producir más, y mejor*. [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 22 noviembre 2022]. Disponible en: <https://books.google.es/books?id=2YznDwAAQBAJ&lpg=PT3&ots=tcrI5yx1Sd&dq=Productividad&lr&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q=Productividad&f=false>.

LLERENA BUTRÓN, C.T., *Análisis de Gestión Logística de Mantenimiento en Empresas de Maquinaria Pesada que Realizan Movimiento de Tierras, Para el Desarrollo de una Política de Mantenimiento Basada en La Confiabilidad*. Tesis. Arequipa: Universidad Católica San Pablo.

MARIÑO, M.D., ARANGO, A., LOTERO, L. & JIMÉNEZ, M., Modelos de series temporales para pronóstico de la demanda eléctrica del sector de explotación de minas y canteras en Colombia. *Revista EIA* [en línea], vol. 18, no. 35, pp. 1-23. ISSN 1794-1237. DOI 10.24050/reia. Disponible en: <https://doi.org/10.24050/reia>.

MECALUX, 10 KPI de inventario que debes monitorizar en tu almacén. [en línea]. [Consulta: 10 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.mecalux.es/blog/kpi-inventario>.

NAVA MARTÍNEZ, I., LEÓN ACEVEDO, M.Á., TOLEDO HERRERA, I. & KIDO MIRANDA, J.C., Metodología de la aplicación 5'S. *Revista de Investigaciones Sociales* [en línea], vol. 3, no. 8, pp. 29-41. ISSN 2414-4835. Disponible en: www.ecorfan.org/republicofnicaragua.

NAVARRETE LOZADA, E.G., Importancia de la Gestión de Inventario en las Empresas. *Revista de Investigación Formativa: Innovación y Aplicaciones Técnico-Tecnológicas*, vol. 1, no. 1.

POMASQUI FARINANGO, M.A., *Diseño de la gestión de inventarios mediante modelos determinísticos para la empresa Airmaxtelecom soluciones tecnológicas S.A.* [en línea]. Pregrado. Ibarra: Universidad Técnica del Norte. [Consulta: 10 noviembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12968/2/04%20IND%20367%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>.

RAE, Diccionario de la Lengua Española. [en línea]. [Consulta: 23 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.rae.es>.

RODRÍGUEZ SIERRA, J.M., *Nuevo sistema de Gestión de Eficiencia Global (OEE) en tiempo real para industria.* Maestría. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

SOCCONINI, L., 2019a. *Lean Manufacturing. Paso a Paso* [en línea]. Valencia: Marge Books. [Consulta: 25 octubre 2022]. ISBN 978-84-17903-04-6. Disponible en: <https://books.google.es/books?id=rjyeDwAAQBAJ&lpg=PA7&dq=herramientas%20del%20lean%20manufacturing&lr&hl=es&pg=PA4#v=onepage&q=herramientas%20del%20lean%20manufacturing&f=false>.

SOCCONINI, L., 2019b. *Lean Manufacturing. Paso a Paso* [en línea]. Valencia: Marge Books. [Consulta: 25 octubre 2022]. ISBN 978-84-17903-04-6. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/117567?page=1>.

SOLER GALLACH, F., GISBERT SOLER, V., PÉREZ MOLINA, A. & PÉREZ BERNABEU, E., Cuadernos de investigación aplicada 2020. *Cuadernos de investigación aplicada 2020* [en línea]. Valencia: Editorial Científica 3Ciencias, [Consulta: 23 noviembre 2022]. ISBN 978-84-122093-5-5. Disponible en: <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2021/01/CUADERNOS-DE-INVESTIGACION-APLICADA-2020.pdf#page=19>.

SOTO ROMERO, J.C., Pronóstico de la demanda de un Proyecto de inversión. *Vida Científica Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 4* [en línea], vol. 9, no. 18, pp. 1-4. ISSN 2007-4905. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa4/issue/archive>.

TAHA, H., *Investigación de operaciones* [en línea]. Décima edición. Ciudad de México: PEARSON. [Consulta: 10 noviembre 2022]. ISBN 978-607-32-412-05. Disponible en: https://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=7637.

TRIANA SOSA, T.K., Abastecimiento de Repuestos y Accesorios que afecta a la maquinaria y a los Ingresos en la Empresa “I.L.G.A. IMPORTADORA” Cía. Ltda. Sucursal Vinces –Los Ríos.. Babahoyo:

TRUJILLO, L., *Modelo Integral de Gestión de repuestos para mantenimiento, en las Empresas Intensivas en uso de Capital.* Tesis. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

ANEXOS

ANEXO A: GUÍA DE EVALUACIÓN DE CRITICIDAD

GUÍA DE CRITICIDAD	
CRITERIOS PARA DETERMINAR CRITICIDAD	
FRECUENCIA DE FALLAS	CUANTIFICACIÓN
Mayor a 30 fallas/año	4
20-30 fallas/año	3
10-20 fallas/año	2
Menores a 10 fallas/año	1
IMPACTO OPERACIONAL	CUANTIFICACIÓN
Parada inmediata de toda la planta	10
Parada de la línea de producción	8
Afecta más del 50% de la producción	6
Afecta menos del 50% de la producción	3
No genera ningún efecto o impacto significativo	1
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	CUANTIFICACIÓN
No se dispone de otro equipo igual o similar	5
El sistema puede seguir funcionando	4
Se dispone de otro equipo igual o similar	3
Función de repuesto disponible	1
COSTO OPERACIONAL	CUANTIFICACIÓN
Mayor o igual a 5000 m ²	2
Menor a 5000 m ²	1
IMPACTO EN LA SEGURIDAD HUMANA Y MEDIO AMBIENTE	CUANTIFICACIÓN
Afecta a la seguridad humana y medio ambiente causando daños severos	8
Afecta a la seguridad humana y medio ambiente causando daños significativos	6
Afecta a la seguridad humana y medio ambiente causando daños no significativos	4

ANEXO B: MATRIZ DE PONDERACIÓN DE FACTORES

EVALUACIÓN DE LA CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS		FRECUENCIA DE FALLAS				IMPACTO OPERACIONAL					FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			COSTO OPERACIONAL		IMPACTO EN LA SEGURIDAD HUMANA Y AMBIENTE			FRECUENCIA DE OCURRENCIA	CONSECUENCIAS	CRITICIDAD TOTAL			
		Mayor a 30 fallas/año	20-30 fallas/año	10-20 fallas/año	Menores a 10 fallas/año	Parada inmediata de toda la planta	Parada de la línea de producción	Afecta más del 50% de la producción	Afecta menos del 50% de la producción	No genera ningún efecto o impacto significativo	No se dispone de otro equipo igual o similar	El sistema puede seguir funcionando	Se dispone de otro equipo igual o similar	Función de repuesto disponible	Mayor o igual a 5000 m2	Menor a 5000 m2	Afecta a la seguridad humana externa como interna	Afecta el ambiente produciendo daños irreversibles					Afecta las instalaciones o personas causando daños severos	
Código	Equipo	4	3	2	1	10	8	6	3	1	5	4	3	1	2	1	8	6	4					
PH-5000	Prensa	4					8				5				2				4	4	46	184	Riesgo Alto	
SC-P4	Secadero		3						3			4				1			4	3	17	51	Riesgo Medio Bajo	
CB-LE-P4	Cabina hidratación				1					1				1	1				4	1	6	6	Riesgo Bajo	
VE-LE-P4	Velas de esmaltacion				1				3					1	1				4	1	8	8	Riesgo Bajo	
C-LE-P4	Compensador				1					1				1	1				4	1	6	6	Riesgo Bajo	
KJ-LE-P4	Kerajet				1		6				5				1				4	1	35	35	Riesgo Medio Bajo	
H-3200	Horno			2			8				5				2				4	2	46	92	Riesgo Medio Alto	
RF-R-P4	Roblofloor				1				3				3		1				4	1	14	14	Riesgo Bajo	
RC-R-P4	Rectificadora	4						6					3		2				4	4	24	96	Riesgo Medio Alto	
CC-P4	Clasificadora				1		6					4			1				4	1	29	29	Riesgo Medio Bajo	
EC-CL-P4	Encartonadora				1				3				3		1				4	1	14	14	Riesgo Bajo	

ANEXO C: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

RESULTADO ANÁLISIS DE CRITICIDAD		
Empresa:	C.A Ecuatoriana de Cerámica	
Planta:	Pisos	
Cód.	Equipo	Criticidad
PH-5000	Prensa	Crítico
SC-P4	Secadero	Semicrítico
CB-LE-P4	Cabina hidratación	No crítico
VE-LE-P4	Velas de esmaltacion	No crítico
C-LE-P4	Compensador	No crítico
KJ-LE-P4	Kerajet	Semicrítico
H-3200	Horno	Semicrítico
RF-R-P4	Roblofloor	No crítico
RC-R-P4	Rectificadora	Semicrítico
CC-P4	Clasificadora	Semicrítico
EC-CL-P4	Encartonadora	No crítico
RESULTADO SISTEMAS CRÍTICOS:		PH-5000

ANEXO D: REGISTRO DE DATOS REPUESTOS IMPORTADOS

	REGISTRO DE DATOS		Nº HOJA:	1
			TIPO DE REPUESTO	Importación
FECHA:		LÍNEA	4	
EMPRESA:	C.A Ecuatoriana de Cerámica	JEFE DE PRODUCCIÓN:	Ing. Xavier Perugachi	
PLANTA:	Pisos	JEFE DE MANTENIMIENTO:	Ing. Carlos Campos	
DEPARTAMENTO	Producción	ELABORADO POR:	Andrade Dennys	
			Villarreal Arahí	


ÁREA	EQUIPO	SUB EQUIPO / PARTE	DENOMINACIÓN	TIEMPO DE CAMBIO (min)	CANTIDAD
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Pistón multiplicador	KIT	480	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Conexión hidráulica	Junta 4	60	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Conexión hidráulica	Junta 9	60	3
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Conexión hidráulica	Junta 17	60	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Conexión hidráulica	Junta 18	60	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	Junta 6	35	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	KIT JUNT. N° 87 P/4W	35	6
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	Junta 12	35	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	Junta 17	35	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	KIT JUNT. 310276 P/D	35	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	Junta 22	35	30
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	Junta 28	35	4
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	KIT juntas para RHE1	35	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	Junta 143	35	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	KIT juntas N° 8x4	35	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	Junta 61	35	4
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	Junta 67	35	3
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	Junta 68	35	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	Junta 79	35	3
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	KIT juntas para RHE5	35	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	KIT juntas para ELEM	35	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	Junta 147	35	10
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	Junta 95	35	4
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	KIT 154	35	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	KIT juntas para Z2S6	35	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	KIT JUNT. 313873 P/L	35	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	KIT juntas para LC40	35	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	Junta 116	35	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	KIT JUNT. 314789 P/Z	35	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	Junta 141	35	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa acumuladores	Junta 2	60	3
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa servicios	KIT juntas para LC25	60	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa servicios	KIT JUNT. 310270 P/T	60	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa servicios	KIT JUNT. N° 87 P/4W	60	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa servicios	KIT juntas para LFA2	60	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa servicios	Junta 34	60	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa servicios	Junta 45	60	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa servicios	Junta 47	60	3
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Central oleodinámica	Motor 6	120	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Central	Motor 1	120	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Central	Junta 15	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Central	Junta 20	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Central	KIT JUNT. N° 87 P/4W	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Central	Bomba 29	360	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Central	Junta 65	60	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Central	Junta 80	60	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Bomba recogida pérdidas aceite	Junta 12	20	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Cambiador	Placa y Juntas	360	49
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Tubo conexión cambiador	Junta 9	10	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Tubo conexión cambiador	Junta 21	10	1

(CONTINUACIÓN)


	REGISTRO DE DATOS		N° HOJA:	2
			TIPO DE REPUESTO	Importación
FECHA:		LÍNEA	4	
EMPRESA:	C.A Ecuatoriana de Cerámica	JEFE DE PRODUCCIÓN:	Ing. Xavier Perugachi	
PLANTA:	Pisos	JEFE DE MANTENIMIENTO:	Ing. Carlos Campos	
DEPARTAMENTO	Producción	ELABORADO POR:	Andrade Dennys	
			Villarreal Arañí	

ÁREA	EQUIPO	SUB EQUIPO / PARTE	DENOMINACIÓN	TIEMPO DE CAMBIO (min)	CANTIDAD
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Tubos flexibles	Junta 1	10	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Tubos flexibles	Junta 19	10	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5019	Placa mando servicios	Electroválvula calentamiento rápido aceite	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5020	Placas mando extractor	Electroválvula proporcional accionamiento pistones a	45	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5021	Placas mando extractor	Electroválvula proporcional accionamiento pistones b	45	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5022	Placas mando extractor	Electroválvula de seguridad	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5023	Placas mando extractor	Electroválvula movimientos lentos	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5024	Placa mando prensado	Electroválvula bajada lenta	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5025	Placa mando prensado	Electroválvula subida lenta	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5026	Placa mando prensado	Electroválvula proporcional subida y bajada	120	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5028	Placa mando prensado	Electroválvula descarga cilindro principal	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5029	Regulador bomba	Electroválvula puesta en descarga	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5030	Placa mando prensado	Electroválvula reajuste de posición multiplicador	30	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5031	Placa mando prensado	Electroválvula compensación pérdidas	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5032	Placa mando prensado	Electroválvula reascensión automática travesa	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5035	Placa mandos SFS	Electroválvula puesta en descarga pistones	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5036	Circuito aire comprimido	Electroválvula soplado moldes	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5040	Placa mandos SFS	Electroválvula retorno punzones	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5041	Compuerta tolva	Electroválvula mando	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5043	Circuito aire comprimido	Electroválvula control presurización	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5045	Placa mando prensado	Electroválvula seguridad bajada travesa	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5048	Placa mando prensado	Electroválvula mando válvula de pre-llenado	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5050	Placa mando prensado	Electroválvula proporcional control prensado	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5052	Placa mando prensado	Electroválvula piloto elemento lógico 1 y 2	30	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5054	Placa mando prensado	Electroválvula piloto elemento lógico 3 y 4	30	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5055	Placa acumuladores	Bolsa Grande D22	180	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5056	Placa acumuladores	Bolsa Pequeña D22	120	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5057	Placa acumuladores	Bolsa Grande D50	180	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5058	Placa acumuladores	Bolsa Pequeña D50	120	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5059	Placa Servicios	Electrovalvula 23	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5061	Placa Servicios	Elemento 17	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5062	Placa Servicios	Valvula 37	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5063	Placa Servicios	Filtro 30	25	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5064	Placa Servicios	Valvula 20	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5065	Placa Servicios	Tapa 25	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5066	Placa de Prensado	Piloto 7	30	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5067	Placa de Prensado	Electrovalvula 10	30	4
Prensado y secado	Prensa PH - 5068	Placa de Prensado	Valvula 18	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5069	Placa de Prensado	Cartucho Filtro 31	25	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5070	Placa de Prensado	Valcula 96	30	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5071	Placa de Prensado	Elemento 14	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5072	Placa de Prensado	Electrovalvula 54	30	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5073	Placa de Prensado	Kit Juntas 128	120	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5074	Placa de Prensado	Kit Juntas 129	120	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5075	Placa de Prensado	Valvula 69	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5076	Placa de Prensado	Electrovalvula 80	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5077	Placa de Prensado	Electrovalvula 90	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5078	Placa de Prensado	Bolsa 87	240	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5079	Placa de Prensado	Bolsa 142	120	9
Prensado y secado	Prensa PH - 5080	Placa de Prensado	Elemento 112	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5081	Placa de Prensado	Electrovalvula 105	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5082	Placa de Prensado	Valvula 103	30	2
Prensado y secado	Prensa PH - 5083	Placa de Prensado	Electrovalvula 123	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5084	Placa de Prensado	Electrovalvula 125	30	1
Prensado y secado	Prensa PH - 5085	Placa de Prensado	Valvula 42	30	1


ANEXO E: FORMATO REGISTRO PARA GUÍA DE REPUESTOS NACIONALES

	GUÍA DE REPUESTOS NACIONALES		Nº Hoja	1
			Código	EC-P-GR01
			Versión	1
COMPORTAMIENTO Y PRONÓSTICO DE CONSUMO DEL REPUESTO				
DESCRIPCIÓN	NOMBRE	MARCA		
	CÓDIGO	CANTIDAD		
	CRITICIDAD	MÁQUINA		
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)				
INDICADOR	AÑO			
	2023	2024	2025	
Demanda				
Aprovisionamiento (mes)				
Cantidad óptima				
Número de pedidos				
Costo total				
Tiempo entre pedidos (días)				
Stock de seguridad				
Punto de pedido óptimo				
OBSERVACIONES:				

ANEXO F: FORMATO REGISTRO PARA GUÍA DE REPUESTOS NACIONALES

	GUÍA DE REPUESTOS IMPORTADOS		N° Hoja	1
			Código	EC-P-GR01
			Versión	1
COMPORTAMIENTO Y PRONÓSTICO DE CONSUMO DEL REPUESTO				
OBSERVACIONES	NOMBRE	MARCA		
	CÓDIGO	CANTIDAD		
	CRITICIDAD	MÁQUINA		
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)				
INDICADOR	AÑO			
	2023	2024	2025	
Demanda				
Aprovisionamiento (mes)				
Cantidad óptima				
Número de pedidos				
Costo total				
Tiempo entre pedidos (días)				
Stock de seguridad				
Punto de pedido óptimo				

ANEXO G: EVALUACIÓN INICIAL 5S

	AUDITORÍA METODOLOGÍA 5S		N° HOJA:	1
			ÁREA	Bodega
FECHA:		LÍNEA		4
EMPRESA:	C.A Ecuatoriana de Cerámica	JEFE DE PRODUCCIÓN:	Ing. Xavier Perugachi	
		JEFE DE BODEGA	Ing. Diego Reyes	
PLANTA:	Pisos	ELABORADO POR:	Andrade Dennys	
DEPARTAMENTO	Producción		Villarreal Arahí	
Seiri (Clasificación)				
Pregunta		SI	NO	
¿Existe una adecuada distribución general del puesto de trabajo?			X	
¿Existe un método de clasificación de los repuestos según la clase que pertenecen?		X		
¿Existe una distribución de los repuestos por estanterías?		X		
¿Los repuestos dañados u obsoletos que se encuentran en el almacén presentan un plan de acción para desecharlos?		X		
¿Existen espacios destinados para el almacenamiento de material que no pertenece a los repuestos como materia prima, insumos o herramientas?		X		
Seiton (Ordenar)				
Pregunta		SI	NO	
¿Existe disponibilidad de espacio para cada repuesto dentro de la bodega?		X		
¿Se dispone de una identificación del lugar destinado para cada repuesto?			X	
¿La disposición de los repuestos es acorde al grado de utilización de los mismos?			X	
¿Se dispone de repuestos de acuerdo a la demanda que presenta cada maquinaria?		X		
¿Existen medios que facilitan la ubicación de los repuestos?		X		
Seiso (Limpieza)				
Pregunta		SI	NO	
¿En el área de trabajo se percibe absoluta limpieza?			X	
¿Existe una rutina de limpieza adecuada por parte del personal de bodega?		X		
¿Existen espacios destinados para la recolección de repuestos dañados u obsoletos?			X	
¿Los repuestos dentro de la bodega se encuentran limpios, así como los espacios destinados para su almacenamiento?			X	
Seiketsu (Estandarización)				
Pregunta		SI	NO	
¿Existe evidencia visual con respecto a las condiciones de organización, limpieza y orden?			X	
¿Se observa señalización para la ubicación de los repuestos?		X		
¿Existe un método o guía para la limpieza de los repuestos y lugares de trabajo?			X	
¿Existe un método o guía para el orden de los repuestos dentro de la bodega?		X		
¿Existe un método o guía para seleccionar y clasificar los repuestos dentro de la bodega?		X		
Shitsuke (Disciplina)				
Pregunta		SI	NO	
¿Existe un seguimiento al modelo de clasificación de los repuestos en la bodega?		X		
¿Existe un seguimiento al proceso de ordenar los repuestos en la bodega?			X	
¿Existe un seguimiento a la planificación de limpieza de los repuestos en la bodega?			X	
¿Hay un cumplimiento constante de las normas de seguridad, higiene y salud en el trabajo?		X		
Puntaje		57%		

ANEXO H: MODELO ABC PARA REPUESTOS IMPORTADOS

ÁREA	EQUIPO	SUB EQUIPO / PARTE	DENOMINACIÓN	Tiempo de cambio (min)	Cantidad	Tiempo Total (min)	%Valor	%Valor Acumulado	% Ocupación	% Ocupación acumulado	Tipo de Producto
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placas	Junta 22	95	68	6460	32,5%	32,5%	26,7%	26,7%	A
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Conexión hidráulica	Junta 9	120	13	1560	7,8%	40,3%	5,1%	31,8%	A
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placas	Junta 147	95	13	1235	6,2%	46,5%	5,1%	36,9%	A
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa acumuladores	Junta 2	120	8	960	4,8%	51,4%	3,1%	40,0%	A
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placas	Junta 28	95	9	855	4,3%	55,7%	3,5%	43,5%	A
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placas	Kit Juntas 12	95	8	760	3,8%	59,5%	3,1%	46,7%	A
Prensado y secado	Prensa PH - 5079	Placa de Prensado	Bolsa 142	320	2	640	3,2%	62,7%	0,8%	47,5%	A
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Pistón multiplicador	KIT	600	1	600	3,0%	65,7%	0,4%	47,8%	A
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Cambiador	Placa y Juntas	540	1	540	2,7%	68,4%	0,4%	48,2%	A
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Central	Bomba 29	540	1	540	2,7%	71,2%	0,4%	48,6%	A
Prensado y secado	Prensa PH - 5078	Placa de Prensado	Bolsa 87	240	2	480	2,4%	73,6%	0,8%	49,4%	A
Prensado y secado	Prensa PH - 5073	Placa de Prensado	Kit Juntas 128	260	1	260	1,3%	74,9%	0,4%	49,8%	A
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placas	Junta 67	95	6	570	2,9%	77,7%	2,4%	52,2%	A
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placas	Junta 95	95	5	475	2,4%	80,1%	2,0%	54,1%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5055	Placa acumuladores	Bolsa Grande D22	120	1	120	0,6%	80,7%	0,4%	54,5%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5057	Placa acumuladores	Bolsa Grande D50	120	1	120	0,6%	81,3%	0,4%	54,9%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placas	Junta 79	35	3	105	0,5%	81,9%	1,2%	56,1%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placas	KIT JUNT. 310276 P/D	35	2	70	0,4%	82,2%	0,8%	56,9%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placas	Junta 6	35	2	70	0,4%	82,6%	0,8%	57,6%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	Junta 12	35	2	70	0,4%	82,9%	0,8%	58,4%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	Junta 17	35	2	70	0,4%	83,3%	0,8%	59,2%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	KIT juntas N° 8x4	35	2	70	0,4%	83,6%	0,8%	60,0%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	Junta 68	35	2	70	0,4%	84,0%	0,8%	60,8%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	KIT juntas para RHE5	35	2	70	0,4%	84,3%	0,8%	61,6%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	KIT juntas para ELEM	35	2	70	0,4%	84,7%	0,8%	62,4%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	KIT 154	35	2	70	0,4%	85,0%	0,8%	63,1%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	KIT juntas para Z2S6	35	2	70	0,4%	85,4%	0,8%	63,9%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	Junta 116	35	2	70	0,4%	85,7%	0,8%	64,7%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5067	Placa de Prensado	Electrovalvula 10	30	2	60	0,3%	86,0%	0,8%	65,5%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Conexión hidráulica	Junta 4	30	2	60	0,3%	86,3%	0,8%	66,3%	B

(CONTINUACIÓN)

Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Conexión hidráulica	Junta 17	30	2	60	0,3%	86,6%	0,8%	67,1%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Conexión hidráulica	Junta 18	30	2	60	0,3%	86,9%	0,8%	67,8%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa servicios	Junta 34	30	2	60	0,3%	87,3%	0,8%	68,6%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa servicios	Junta 45	30	2	60	0,3%	87,6%	0,8%	69,4%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Central oleodinámica	Motor 6	60	1	60	0,3%	87,9%	0,4%	69,8%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Central	Motor 1	60	1	60	0,3%	88,2%	0,4%	70,2%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Central	Junta 65	30	2	60	0,3%	88,5%	0,8%	71,0%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Central	Junta 80	30	2	60	0,3%	88,8%	0,8%	71,8%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5026	Placa mando prensado	Electroválvula proporcional subida y bajada	60	1	60	0,3%	89,1%	0,4%	72,2%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa servicios	KIT juntas para LC25	60	1	60	0,3%	89,4%	0,4%	72,5%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa servicios	KIT JUNT. 310270 P/T	60	1	60	0,3%	89,7%	0,4%	72,9%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa servicios	KIT JUNT. N° 87 P/4W	60	1	60	0,3%	90,0%	0,4%	73,3%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa servicios	KIT juntas para LFA2	60	1	60	0,3%	90,3%	0,4%	73,7%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5030	Placa mando prensado	Electroválvula reajuste de posición multiplicador	30	2	60	0,3%	90,6%	0,8%	74,5%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5052	Placa mando prensado	Electroválvula piloto elemento lógico 1 y 2	30	2	60	0,3%	90,9%	0,8%	75,3%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5054	Placa mando prensado	Electroválvula piloto elemento lógico 3 y 4	30	2	60	0,3%	91,2%	0,8%	76,1%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5066	Placa de Prensado	Piloto 7	30	2	60	0,3%	91,5%	0,8%	76,9%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5070	Placa de Prensado	Valcúla 96	30	2	60	0,3%	91,8%	0,8%	77,6%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5072	Placa de Prensado	Electrovalvula 54	30	2	60	0,3%	92,1%	0,8%	78,4%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5082	Placa de Prensado	Valvula 103	30	2	60	0,3%	92,4%	0,8%	79,2%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5020	Placas mando extractor	Electroválvula proporcional accionamiento pistones a	45	1	45	0,2%	92,6%	0,4%	79,6%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5021	Placas mando extractor	Electroválvula proporcional accionamiento pistones b	45	1	45	0,2%	92,8%	0,4%	80,0%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5074	Placa de Prensado	Kit Juntas 129	35	1	35	0,2%	93,0%	0,4%	80,4%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	KIT juntas para RHE1	35	1	35	0,2%	93,2%	0,4%	80,8%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	Junta 143	35	1	35	0,2%	93,4%	0,4%	81,2%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	KIT JUNT. 313873 P/L	35	1	35	0,2%	93,5%	0,4%	81,6%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	KIT juntas para LC40	35	1	35	0,2%	93,7%	0,4%	82,0%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	KIT JUNT. 314789 P/Z	35	1	35	0,2%	93,9%	0,4%	82,4%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Placa	Junta 141	35	1	35	0,2%	94,1%	0,4%	82,7%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Central	Junta 15	30	1	30	0,2%	94,2%	0,4%	83,1%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Central	Junta 20	30	1	30	0,2%	94,4%	0,4%	83,5%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Central	KIT JUNT. N° 87 P/4W	30	1	30	0,2%	94,5%	0,4%	83,9%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5019	Placa mando servicios	Electroválvula calentamiento rápido aceite	30	1	30	0,2%	94,7%	0,4%	84,3%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5022	Placas mando extractor	Electroválvula de seguridad	30	1	30	0,2%	94,8%	0,4%	84,7%	B
Prensado y secado	Prensa PH - 5023	Placas mando extractor	Electroválvula movimientos lentos	30	1	30	0,2%	95,0%	0,4%	85,1%	B


(CONTINUACIÓN)

Prensado y secado	Prensa PH - 5024	Placa mando prensado	Electroválvula bajada lenta	30	1	30	0,2%	95,1%	0,4%	85,5%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5025	Placa mando prensado	Electroválvula subida lenta	30	1	30	0,2%	95,3%	0,4%	85,9%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5028	Placa mando prensado	Electroválvula descarga cilindro principal	30	1	30	0,2%	95,4%	0,4%	86,3%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5029	Regulador bomba	Electroválvula puesta en descarga	30	1	30	0,2%	95,6%	0,4%	86,7%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5031	Placa mando prensado	Electroválvula compensación pérdidas	30	1	30	0,2%	95,7%	0,4%	87,1%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5032	Placa mando prensado	Electroválvula reascensión automática travesa	30	1	30	0,2%	95,9%	0,4%	87,5%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5035	Placa mandos SFS	Electroválvula puesta en descarga pistones	30	1	30	0,2%	96,0%	0,4%	87,8%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5036	Circuito aire comprimido	Electroválvula soplado moldes	30	1	30	0,2%	96,2%	0,4%	88,2%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5040	Placa mandos SFS	Electroválvula retorno punzones	30	1	30	0,2%	96,3%	0,4%	88,6%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5041	Compuerta tolva	Electroválvula mando	30	1	30	0,2%	96,5%	0,4%	89,0%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5043	Circuito aire comprimido	Electroválvula control presurización	30	1	30	0,2%	96,6%	0,4%	89,4%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5045	Placa mando prensado	Electroválvula seguridad bajada travesa	30	1	30	0,2%	96,8%	0,4%	89,8%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5048	Placa mando prensado	Electroválvula mando válvula de pre-llenado	30	1	30	0,2%	96,9%	0,4%	90,2%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5050	Placa mando prensado	Electroválvula proporcional control prensado	30	1	30	0,2%	97,1%	0,4%	90,6%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5059	Placa Servicios	Electroválvula 23	30	1	30	0,2%	97,2%	0,4%	91,0%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5061	Placa Servicios	Elemento 17	30	1	30	0,2%	97,4%	0,4%	91,4%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5062	Placa Servicios	Valvula 37	30	1	30	0,2%	97,5%	0,4%	91,8%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5064	Placa Servicios	Valvula 20	30	1	30	0,2%	97,7%	0,4%	92,2%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5065	Placa Servicios	Tapa 25	30	1	30	0,2%	97,8%	0,4%	92,5%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5068	Placa de Prensado	Valvula 18	30	1	30	0,2%	98,0%	0,4%	92,9%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5071	Placa de Prensado	Elemento 14	30	1	30	0,2%	98,1%	0,4%	93,3%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5075	Placa de Prensado	Valvula 69	30	1	30	0,2%	98,3%	0,4%	93,7%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5076	Placa de Prensado	Electroválvula 80	30	1	30	0,2%	98,4%	0,4%	94,1%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5077	Placa de Prensado	Electroválvula 90	30	1	30	0,2%	98,6%	0,4%	94,5%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5080	Placa de Prensado	Elemento 112	30	1	30	0,2%	98,7%	0,4%	94,9%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5081	Placa de Prensado	Electroválvula 105	30	1	30	0,2%	98,9%	0,4%	95,3%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5083	Placa de Prensado	Electroválvula 123	30	1	30	0,2%	99,0%	0,4%	95,7%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5084	Placa de Prensado	Electroválvula 125	30	1	30	0,2%	99,2%	0,4%	96,1%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5085	Placa de Prensado	Valvula 42	30	1	30	0,2%	99,3%	0,4%	96,5%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5063	Placa Servicios	Filtro 30	25	1	25	0,1%	99,5%	0,4%	96,9%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5069	Placa de Prensado	Cartucho Filtro 31	25	1	25	0,1%	99,6%	0,4%	97,3%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Bomba recogida pérdidas aceite	Junta 12	20	1	20	0,1%	99,7%	0,4%	97,6%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Tubos flexibles	Junta 1	10	2	20	0,1%	99,8%	0,8%	98,4%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Tubos flexibles	Junta 19	10	2	20	0,1%	99,9%	0,8%	99,2%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Tubo conexión cambiador	Junta 9	10	1	10	0,1%	99,9%	0,4%	99,6%	C
Prensado y secado	Prensa PH - 5000	Tubo conexión cambiador	Junta 21	10	1	10	0,1%	100,0%	0,4%	100,0%	C
					255	19885					




MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACIÓN, CONTROL Y LIMPIEZA EN LA BODEGA DE REPUESTOS

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Andrade Dennys Villarreal Arahí	Ing. Carlos Campos	Ing. Carlos Campos
<i>Estudiantes</i>	<i>Jefe de Mantenimiento</i>	<i>Jefe de Mantenimiento</i>
Fecha de realización: 17/03/23		

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACIÓN, CONTROL Y LIMPIEZA EN LA BODEGA DE REPUESTOS	Código:	EC MAN P01
		Versión:	01
		Aprobado:	

Índice

1. OBJETIVOS.....	3
2. ALCANCE.....	3
3. DEFINICIONES	3
4. RESPONSABILIDADES Y AUTORIDADES	4
5. REFERENCIAS	4
6. PROCEDIMIENTOS	4
6.1. Clasificación de repuestos	4
6.2. Orden	6
6.3. Control de existencias.....	8
6.4. Limpieza	10
7. ACTUALIZACIONES.....	11
8. ANEXOS.....	11

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACIÓN, CONTROL Y LIMPIEZA EN LA BODEGA DE REPUESTOS	Código:	EC MAN P01
		Versión:	01
		Aprobado:	

1. OBJETIVOS

Establecer un procedimiento para el control, clasificación y limpieza en la bodega de repuestos que permita estandarizar dichos procesos en la empresa C.A Ecuatoriana de Cerámica.

2. ALCANCE

Este procedimiento abarca a todos los repuestos de todos los equipos y maquinaria que comprenden las cuatro líneas de producción en la planta industrial denominada "pisos" de la empresa C.A Ecuatoriana de Cerámica.

3. DEFINICIONES


Metodología 5S: Procedimiento de mejora continua que toma en cuenta criterios establecidos en 5 letras japonesas que hacen referencia al orden, clasificación, limpieza, estandarización y disciplina del puesto de trabajo.

Almacén: Es el espacio destinado para el almacenamiento de productos como materia prima, repuestos, productos en proceso y productos terminados, garantizando el cuidado y distribución según será requerido por la demanda.

Inventario: Comprende a todos los artículos u objetos que se encuentran dentro de un almacén y son propiedades de una empresa o institución, que tienen que como objetivo agregar valor dentro del mercado.

Repuesto: Es un artículo, pieza u objeto que tiene similares características con otras, el cual puede sustituirse para el correcto funcionamiento de los equipos u maquinarias que comprenden un proceso de manufactura.

Solicitud de compra: Es un documento el cual garantiza al departamento de ventas realizar compras de artículos nacionales e importados directamente con los proveedores de materia primas o maquinaria.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACIÓN, CONTROL Y LIMPIEZA EN LA BODEGA DE REPUESTOS	Código:	EC MAN P01
		Versión:	01
		Aprobado:	

1. OBJETIVOS

Establecer un procedimiento para el control, clasificación y limpieza en la bodega de repuestos que permita estandarizar dichos procesos en la empresa C.A Ecuatoriana de Cerámica.

2. ALCANCE

Este procedimiento abarca a todos los repuestos de todos los equipos y maquinaria que comprenden las cuatro líneas de producción en la planta industrial denominada "pisos" de la empresa C.A Ecuatoriana de Cerámica.

3. DEFINICIONES


Metodología 5S: Procedimiento de mejora continua que toma en cuenta criterios establecidos en 5 letras japonesas que hacen referencia al orden, clasificación, limpieza, estandarización y disciplina del puesto de trabajo.

Almacén: Es el espacio destinado para el almacenamiento de productos como materia prima, repuestos, productos en proceso y productos terminados, garantizando el cuidado y distribución según será requerido por la demanda.

Inventario: Comprende a todos los artículos u objetos que se encuentran dentro de un almacén y son propiedades de una empresa o institución, que tienen que como objetivo agregar valor dentro del mercado.

Repuesto: Es un artículo, pieza u objeto que tiene similares características con otras, el cual puede sustituirse para el correcto funcionamiento de los equipos u maquinarias que comprenden un proceso de manufactura.

Solicitud de compra: Es un documento el cual garantiza al departamento de ventas realizar compras de artículos nacionales e importados directamente con los proveedores de materia primas o maquinaria.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACIÓN, CONTROL Y LIMPIEZA EN LA BODEGA DE REPUESTOS	Código:	EC MAN P01
		Versión:	01
		Aprobado:	

Cheques de pedido: Son documentos habilitantes dentro del almacén de repuestos que permiten la salida de los artículos en función a la disponibilidad existente.

Limpieza: Acciones que permiten mantener un espacio libre de contaminantes para el correcto funcionamiento de este.

4. RESPONSABILIDADES Y AUTORIDADES

Los encargados de la modificación del procedimiento serán por parte del Departamento de Mantenimiento, especialmente el encargado de Bodega de repuestos y suministros de la planta pisos. Las autoridades encargadas de aprobar el documento es el Departamento de Producción y Jefatura de Planta.

5. REFERENCIAS

Norma ISO 9001:2015

Catálogos de Máquinas y Equipos


Manual Metodología 5S. Manuel Álvarez y Paul Paucar

6. PROCEDIMIENTOS

6.1. Clasificación de repuestos

El proceso de clasificación se lo debe realizar por cada uno de los técnicos encargados de los repuestos de cada área de las diferentes líneas de producción, el cual se debe ejecutar dos veces por años (cada 6 meses) y registrar en los kardex físicos tipo informe.


El procedimiento completo se detalla en el siguiente diagrama de flujo:

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACIÓN, CONTROL Y LIMPIEZA EN LA BODEGA DE REPUESTOS	Código:	EC MAN P01
		Versión:	01
		Aprobado:	



La herramienta utilizada para el procedimiento de clasificación de los repuestos según el estado en el que se encuentran se dará por la incorporación de una tarjeta roja en donde se explicará si el artículo debe ser agrupado en otro lugar, eliminado, reparado o reutilizado, dependiendo sea el caso y el tipo de repuestos. El formato de la tarjeta se indica en la ilustración siguiente.

Nota 1: Si se selecciona agrupar en otro lugar, será para repuestos que no correspondan con su tipología (aceites, aerosol y grasas).

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACIÓN, CONTROL Y LIMPIEZA EN LA BODEGA DE REPUESTOS	Código:	EC MAN P01
		Versión:	01
		Aprobado:	

Nota 2: El repuesto será eliminado de las estanterías dependiendo su estado (oxidación, roturas, fisuras graves y sistemas eléctricos dañados), este proceso se lo debe realizar en un máximo de 5 días laborales, con su previa notificación y registro.

Nota 3: El repuesto solo será reparado si el técnico encargado de cada área de producción lo aprueba, si y solo si existe solución.

Nota 4: Cuando sea clasificado como reciclar, solo se realizará por el técnico encargado del área que corresponde el repuesto, además se puede reciclar partes de un repuesto para ser utilizado en otro, siempre y cuando se encuentre en estado óptimo.

CA. ECUATORIANA DE CERÁMICA

Número de Bodega _____
Código _____
Descripción _____
Cantidad _____
Fecha _____


ACCIÓN SUGERIDA

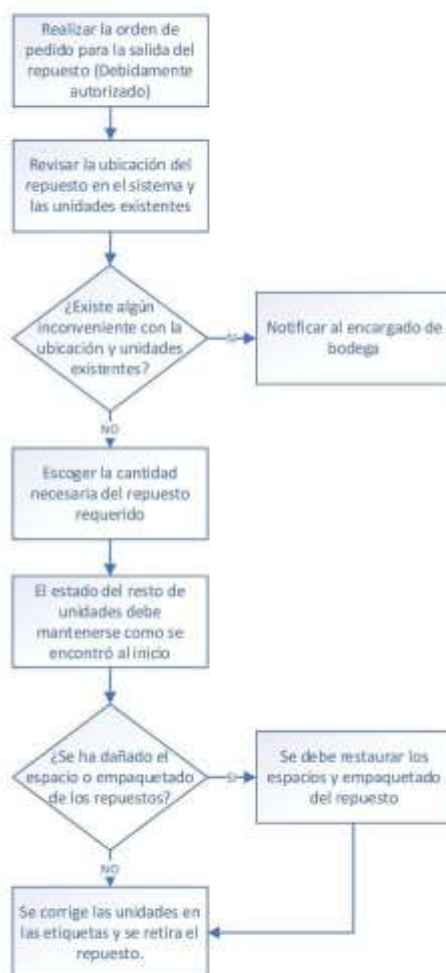
Ajuste en lugar apropiado
 Reparar
 Reciclar
 Eliminar


Observaciones _____

6.2. Orden

El orden de los repuestos se enfoca cuando exista un ingreso o salida de artículos de la bodega de repuestos, para lo cual se mantiene el procedimiento de entrada y salida mediante cheques. Para mantener el orden en las estanterías se deben seguir los siguientes pasos, tomando en cuenta que este procedimiento debe ser supervisado por el encargado de bodega y ejecutado por cada técnico de cada área.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACIÓN, CONTROL Y LIMPIEZA EN LA BODEGA DE REPUESTOS	Código:	EC MAN P01
		Versión:	01
		Aprobado:	



	MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACIÓN, CONTROL Y LIMPIEZA EN LA BODEGA DE REPUESTOS	Código:	EC MAN P01
		Versión:	01
		Aprobado:	


6.4. Limpieza

El proceso de limpieza de la bodega se divide en dos áreas fundamentales, oficinas y estanterías, por lo cual se establece en primera instancia datos de ubicación, encargados y zonas a limpiar, de igual forma el tipo de contaminante.

Área o zona por limpiar:	Oficina/Estanterías
Persona encargada de la limpieza:	Encargado de bodega/ayudante
Herramientas por utilizar:	Escoba Brocha Recogedor Exponja Guantes Desengrasante Mascarilla
Tipo de contaminante:	Polvo/Accites/Grasas
Tiempo de limpieza:	Depende del tipo de contaminante 30 a 60 min

Indicaciones por seguir en el proceso de limpieza para oficinas:

- Con la escoba y un recogedor limpiar el piso de la oficina eliminando el polvo.
- Con una brocha eliminar los residuos de polvo que se asientan en los escritorios y equipos de cómputo.
- Se debe ordenar todos los documentos y útiles de oficina.
- Colocar los desechos obtenidos en el bote de la basura existente en la bodega, posterior deben ser ubicados en el depósito general de la empresa.
- Los útiles de aseo ocupados deben regresar a su ubicación destinada.
- Este proceso se lo debe realizar todos los días al finalizar el turno.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACIÓN, CONTROL Y LIMPIEZA EN LA BODEGA DE REPUESTOS	Código:	EC MAN P01
		Versión:	01
		Aprobado:	


Indicaciones por seguir en el proceso de limpieza para estanterías:

- Con una brocha retirar el polvo que se encuentra en las estanterías, especialmente en la parte superior que es donde más acumulación existe y en los cobertores plásticos colocados.
- En caso del área de aceites y grasas, con una esponja y desengrasante limpiar la superficie del pallet en donde se ubica, y de igual forma el recipiente.
- Con una escoba y recogedor limpiar el piso por alrededor de las estanterías eliminando el polvo.
- Colocar los desechos obtenidos en el bote de la basura existente en la bodega, posterior deben ser ubicados en el depósito general de la empresa.
- En cuanto a las esponjas utilizadas se deben desechar en los depósitos ubicados en las afuera de las oficinas según el color corresponda al desecho.
- Los útiles de aseo ocupados deben regresar a su ubicación destinada.
- Este proceso se lo debe realizar una vez por semana.

7. ACTUALIZACIONES

Nº	Descripción	Responsable	Fecha
00	Manual de procedimiento 5S	Jefe de Mantenimiento	19/02/2023

ANEXO J: EVALUACIÓN FINAL 5S

	AUDITORÍA METODOLOGÍA 5S		N° HOJA:	1
			ÁREA	Bodega
	FECHA:		LÍNEA	4
EMPRESA:	C.A Ecuatoriana de Cerámica	JEFE DE PRODUCCIÓN:	Ing. Xavier Perugachi	
		JEFE DE BODEGA	Ing. Diego Reyes	
PLANTA:	Pisos	ELABORADO POR:	Andrade Dennys	
DEPARTAMENTO	Producción		Villarreal Arahí	
Seiri (Clasificación)				
Pregunta		SI	NO	
¿Existe una adecuada distribución general del puesto de trabajo?			X	
¿Existe un método de clasificación de los repuestos según la clase que pertenecen?		X		
¿Existe una distribución de los repuestos por estanterías?		X		
¿Los repuestos dañados u obsoletos que se encuentran en el almacén presentan un plan de acción para desecharlos?		X		
¿Existen espacios destinados para el almacenamiento de material que no pertenece a los repuestos como materia prima, insumos o herramientas?		X		
Seiton (Ordenar)				
Pregunta		SI	NO	
¿Existe disponibilidad de espacio para cada repuesto dentro de la bodega?		X		
¿Se dispone de una identificación del lugar destinado para cada repuesto?		X		
¿La disposición de los repuestos es acorde al grado de utilización de los mismos?			X	
¿Se dispone de repuestos de acuerdo a la demanda que presenta cada maquinaria?		X		
¿Existen medios que facilitan la ubicación de los repuestos?		X		
Seiso (Limpieza)				
Pregunta		SI	NO	
¿En el área de trabajo se percibe absoluta limpieza?			X	
¿Existe una rutina de limpieza adecuada por parte del personal de bodega?		X		
¿Existen espacios destinados para la recolección de repuestos dañados u obsoletos?		X		
¿Los repuestos dentro de la bodega se encuentran limpios, así como los espacios destinados para su almacenamiento?		X		
Seiketsu (Estandarización)				
Pregunta		SI	NO	
¿Existe evidencia visual con respecto a las condiciones de organización, limpieza y orden?			X	
¿Se observa señalización para la ubicación de los repuestos?		X		
¿Existe un método o guía para la limpieza de los repuestos y lugares de trabajo?		X		
¿Existe un método o guía para el orden de los repuestos dentro de la bodega?		X		
¿Existe un método o guía para seleccionar y clasificar los repuestos dentro de la bodega?		X		
Shitsuke (Disciplina)				
Pregunta		SI	NO	
¿Existe un seguimiento al modelo de clasificación de los repuestos en la bodega?		X		
¿Existe un seguimiento al proceso de ordenar los repuestos en la bodega?			X	
¿Existe un seguimiento a la planificación de limpieza de los repuestos en la bodega?		X		
¿Hay un cumplimiento constante de las normas de seguridad, higiente y salud en el trabajo?		X		
Puntaje		78%		

ANEXO K: GUÍA DE REPUESTOS NACIONALES E IMPORTADOS



**GUÍA DE REPUESTOS
NACIONALES E IMPORTADOS DE
LA MAQUINARIA**

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Andrade Dennys Villarreal Arahí	Ing. Carlos Campos	Ing. Carlos Campos
<i>Estudiantes</i>	<i>Jefe de Mantenimiento</i>	<i>Jefe de Mantenimiento</i>
Fecha de realización: 17/03/2023		

	GUÍA DE REPUESTOS NACIONALES E IMPORTADOS DE LA MAQUINARIA	Código:	EC GR P01
		Versión:	01
		Realizado por:	Dennys A. Arañ V.

Índice

1. OBJETIVOS.....	2
2. ALCANCE.....	3
3. DEFINICIONES	3
4. RESPONSABILIDADES Y AUTORIDADES	4
5. REFERENCIAS.....	4
6. POLÍTICAS	4
6.1. Políticas de compra de repuestos nacionales.....	4
6.2. Políticas de compra de repuestos importados.....	5
6.3. Políticas de manejo de los repuestos	5
7. ACTUALIZACIONES.....	6
8. GUÍA DE REPUESTOS.....	6

1. OBJETIVOS

	GUÍA DE REPUESTOS NACIONALES E IMPORTADOS DE LA MAQUINARIA	Código:	EC GR P01
		Versión:	01
		Realizado por:	Dennys A. Arañó V.

Elaborar una guía de los repuestos nacionales e importados de la prensa PH-5000 correspondiente a la línea de producción de porcelanato bajo el modelo de Cantidad Económica de Pedido (EOQ).

2. ALCANCE

Este análisis abarca a los repuestos más críticos que son adquiridos en el mercado nacionales y los importados de la maquinaria, además se puede aplicar a los demás artículos que no presentan un estado de criticidad alto.

3. DEFINICIONES

Guía: Documento en el cual se detalla procedimientos, normas, políticas o reglas para el correcto funcionamiento de un proceso, maquinaria o industria.

Catálogo: Listado de artículos, repuestos, productos, activos fijos y varios objetos pertenecientes a una empresa o institución en el cual se detalla su funcionamiento o breve descripción sobre su funcionamiento y compra.


Línea de Producción: Es el conjunto de acciones y recursos que intervienen en el proceso de elaboración de productos dentro de una empresa manufacturera.

Inventario: Comprende a todos los artículos u objetos que se encuentran dentro de un almacén y son propiedades de una empresa o institución, que tienen que como objetivo agregar valor dentro del mercado.

Repuesto: Es un artículo, pieza u objeto que tiene similares características con otras, el cual puede sustituirse para el correcto funcionamiento de los equipos u maquinarias que comprenden un proceso de manufactura.

Solicitud de compra: Es un documento el cual garantiza al departamento de ventas realizar compras de artículos nacionales e importados directamente con los proveedores de materia primas o maquinaria.

Repuesto nacional: Artículo de una maquinaria el cual su compra o adquisición se la puede realizar dentro del mercado local.

	GUÍA DE REPUESTOS NACIONALES E IMPORTADOS DE LA MAQUINARIA	Código:	EC GR P01
		Versión:	01
		Realizado por:	Dennys A. Arañí V.

Repuesto importado: Artículo propio de la maquinaria, el cual es adquirido solo por pedido al proveedor de la maquinaria, por lo general son adquiridos desde el extranjero.

4. RESPONSABILIDADES Y AUTORIDADES

Los encargados de la modificación, manejo y mejoramiento de la guía serán por parte del Departamento de Mantenimiento, jefaturas de cada área, encargado de bodega y jefatura de producción de la planta.


5. REFERENCIAS

Norma ISO 9001:2015
Catálogos de Máquinas y Equipos

6. POLÍTICAS

6.1. Políticas de compra de repuestos nacionales

- Los repuestos nacionales serán adquiridos dentro del mercado local, correspondiente a la ciudad de Riobamba y dentro del territorio Ecuatoriano.
- Para su adquisición cada jefe de área deberá realizar una solicitud de compra al departamento de mantenimiento, el cual se debe encargar de realizar la solicitud y contactar con el proveedor de ser el caso.
- La solicitud de compra debe ser aprobada en el plazo de 3 días como máximo para su pronta adquisición.
- El departamento de compras debe garantizar la adquisición de los repuestos requeridos en la cantidad especificada y solicitada por el departamento de mantenimiento, el plazo de entrega no debe superar los 5 días a partir de la emisión de la solicitud de compra.

	GUÍA DE REPUESTOS NACIONALES E IMPORTADOS DE LA MAQUINARIA	Código:	EC GR P01
		Versión:	01
		Realizado por:	Dennys A. Arañí V.

6.2. Políticas de compra de repuestos importados

- Los repuestos que son adquiridos del extranjero serán solicitados exclusivamente con el proveedor de la maquinaria, no se admite adaptaciones con otros proveedores que no correspondan al activo.
- Para la adquisición de los artículos, se debe realizar una solicitud de compra al proveedor de la maquinaria, en función al código y nombre del catálogo correspondiente al activo.
- Los procesos de aprobación de la solicitud de compra se deben realizar en la brevedad posible en cuanto a tiempo, tomando en cuenta un tiempo de aprovisionamiento de 3 meses promedio por parte del proveedor.
- Se debe garantizar que el proveedor cuenta con stock de los repuestos requeridos mediante el contacto directo con su servicio al cliente.
- El departamento de importaciones debe generar la cotización correspondiente y garantizar que la cantidad solicitada por el departamento de mantenimiento sea la solicitada al proveedor.

6.3. Políticas de manejo de los repuestos

- Para los repuestos que ya son adquiridos y se encuentran en las instalaciones de la empresa, se debe revisar el pedido con el jefe de mantenimiento, observando que todo lo solicitado se encuentra en la orden de entrega.
- Los artículos serán ingresados a la bodega de la planta industrial denominada "Pisos", en donde se debe contar las unidades y el estado en el que se encuentran, encargado por el jefe de bodega y del departamento de mantenimiento.
- Se le debe asignar una ubicación y código único dentro del espacio designado en las estanterías o instalaciones de la bodega.
- El almacén de repuestos debe garantizar el correcto manejo, conservación y distribución de los artículos que se encuentran dentro de las instalaciones.

	GUÍA DE REPUESTOS NACIONALES E IMPORTADOS DE LA MAQUINARIA	Código:	EC GR P01
		Versión:	01
		Realizado por:	Dennys A. Arañá V.


6.4. Políticas de Consumo

- Para los repuestos nacionales el cambio se lo debe realizar en función a la vida útil del artículo, no se acepta reparaciones o sustitución por otro repuesto que contenga características similares al original.
- Para repuestos importados el cambio se lo debe realizar en función al tiempo de vida útil especificado por el proveedor, el cual es un promedio de un año y la sustitución se la debe hacer de las unidades completas que comprenden al equipo, no se aceptan reparaciones o confirmaciones del estado por efecto visual del técnico.

7. ACTUALIZACIONES


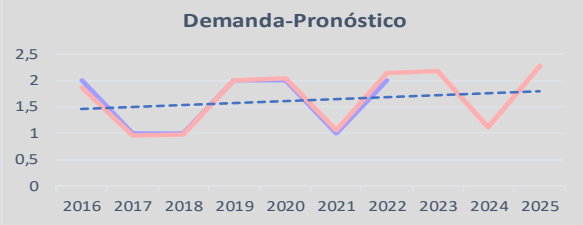
Nº	Descripción	Responsable	Fecha
00	Guía de Repuestos	Jefe de Mantenimiento	19/02/2023


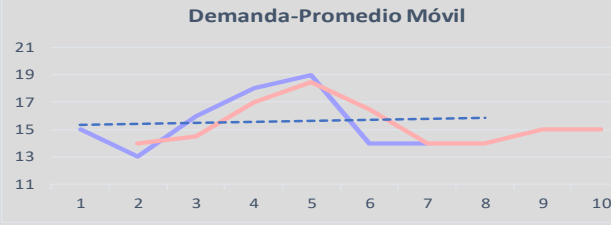
8. GUÍA DE REPUESTOS


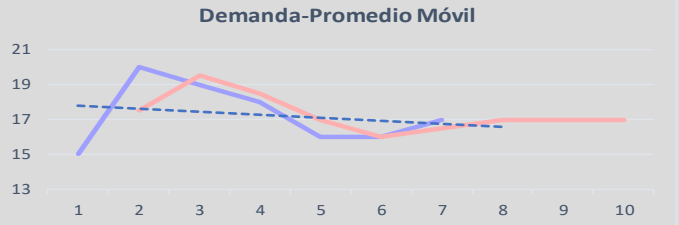
 ecuacerámica Cerámicas y Porcelanatos	GUÍA DE REPUESTOS NACIONALES E IMPORTADOS DE LA MAQUINARIA	Código:	EC GR P01
		Versión:	01
		Realizado por:	Dennys A. Arañí V.


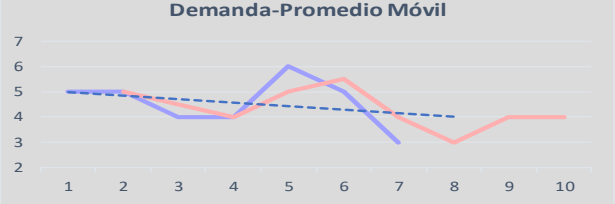



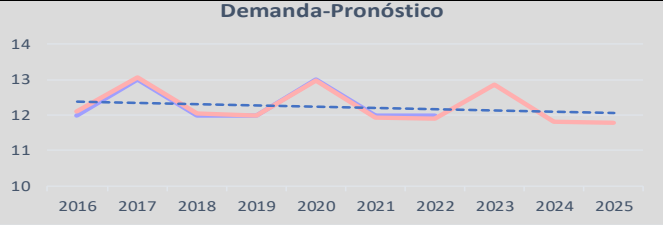
**REPUESTOS NACIONALES E
IMPORTADOS PRENSA PH-5000,
ÁREA DE PRENSADO Y SECADO**


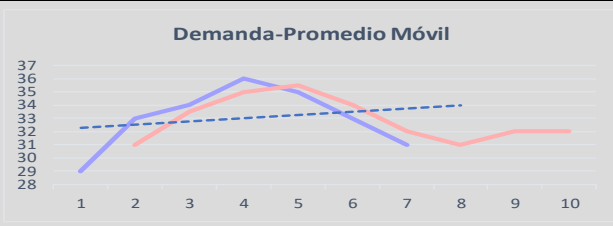
	GUÍA DE REPUESTOS NACIONALES		N° Hoja	1
			Código	EC-P-GR01
			Versión	1
COMPORTAMIENTO Y PRONÓSTICO DE CONSUMO DEL REPUESTO				
DESCRIPCIÓN	NOMBRE	MARCA		
Soporte tensor con rodamiento de bolas de inserción basado en un rodamiento rígido. Mayor estabilidad y equilibrio entre cargas. Son rápidos y fáciles de montar en el eje, larga vida útil, menores niveles de ruido y vibración.	Chumacera tipo T 206	XXXX		
	CÓDIGO	CANTIDAD		
	XXXX	2		
	CRITICIDAD	MÁQUINA		
	Alta	Prensa PH-5000		
				
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)				
INDICADOR	AÑO			
	2023	2024	2025	
Demanda	2	1	2	
Aprovisionamiento (mes)	1	1	1	
Cantidad óptima	1	1	1	
Número de pedidos	2	1	2	
Costo total	\$43,29	\$22,77	\$43,29	
Tiempo entre pedidos (días)	183	365	183	
Stock de seguridad	1	1	1	
Punto de pedido óptimo	1	1	1	
OBSERVACIONES:				


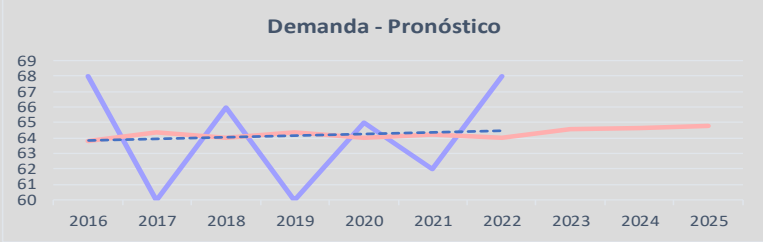
	GUÍA DE REPUESTOS NACIONALES		N° Hoja	2
			Código	EC-P-GR01
			Versión	1
COMPORTAMIENTO Y PRONÓSTICO DE CONSUMO DEL REPUESTO				
DESCRIPCIÓN	NOMBRE	MARCA		
Correa dentada, pesada de 1/2" de paso, 1" de ancho. Cuerpo de neopreno para resistencia a la suciedad, grasa, aceite y humedad. Cable de fibra de vidrio para mayor resistencia y durabilidad.	Banda 1100-H-100	XXXX		
	CÓDIGO	CANTIDAD		
	XXXX	3		
	CRITICIDAD	MÁQUINA		
	Alta	Prensa PH-5000		
				
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)				
INDICADOR	AÑO			
	2023	2024	2025	
Demanda	14	15	15	
Aprovisionamiento (mes)	1	1	1	
Cantidad óptima	4	4	4	
Número de pedidos	4	4	4	
Costo total	\$1.710,36	\$1.828,45	\$1.828,45	
Tiempo entre pedidos (días)	104	97	97	
Stock de seguridad	4	3	3	
Punto de pedido óptimo	5	4	4	
OBSERVACIONES:				


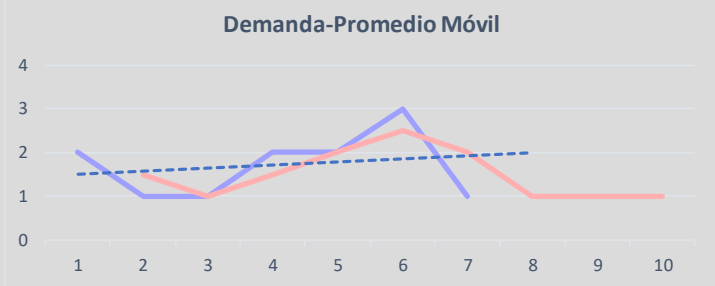
	GUÍA DE REPUESTOS NACIONALES		Nº Hoja	3
			Código	EC-P-GR01
			Versión	1
COMPORTAMIENTO Y PRONÓSTICO DE CONSUMO DEL REPUESTO				
DESCRIPCIÓN	NOMBRE	MARCA		
Correa sincrónica, paso de 1/2", ancho de la correa de 1", perfil estándar de los dientes de sincronización. Material de tracción de fibra de vidrio, material exterior de caucho.	Banda 900-H-100	XXXX		
	CÓDIGO	CANTIDAD		
	XXXX	2		
	CRITICIDAD	MÁQUINA		
	Alta	Prensa PH-5000		
Demanda-Promedio Móvil				
				
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)				
INDICADOR	AÑO			
	2023	2024	2025	
Demanda	17	17	17	
Aprovisionamiento (mes)	1	1	1	
Cantidad óptima	4	4	4	
Número de pedidos	4	4	4	
Costo total	\$1.778,01	\$1.778,01	\$1.778,01	
Tiempo entre pedidos (días)	91	91	91	
Stock de seguridad	3	3	3	
Punto de pedido óptimo	4	4	4	
OBSERVACIONES:				

	GUÍA DE REPUESTOS NACIONALES		Nº Hoja	4
			Código	EC-P-GR01
			Versión	1
COMPORTAMIENTO Y PRONÓSTICO DE CONSUMO DEL REPUESTO				
DESCRIPCIÓN	NOMBRE	MARCA		
Correas lineales con perfil trapecoidal. Longitud de paso de 1447mm. Correas de distribución de extremo abierto reforzadas con cable de vidrio. Alta resistencia a la tracción.	Banda 570-H-100	XXXX		
	CÓDIGO	CANTIDAD		
	XXXX	4		
	CRITICIDAD	MÁQUINA		
	Alta	Prensa PH-5000		
Demanda-Promedio Móvil				
				
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)				
INDICADOR	AÑO			
	2023	2024	2025	
Demanda	3	4	4	
Aprovisionamiento (mes)	1	1	1	
Cantidad óptima	2	2	2	
Número de pedidos	2	2	2	
Costo total	\$209,33	\$274,07	\$274,07	
Tiempo entre pedidos (días)	243	183	183	
Stock de seguridad	2	2	2	
Punto de pedido óptimo	2	2	2	
OBSERVACIONES:				

	GUÍA DE REPUESTOS NACIONALES	N° Hoja	5
		Código	EC-P-GR01
		Versión	1
COMPORTAMIENTO Y PRONÓSTICO DE CONSUMO DEL REPUESTO			
DESCRIPCIÓN	NOMBRE	MARCA	
Correa sincrónica con paso de 8mm. Longitud de paso de 1120mm, ancho de 50mm. Perfil de dientes HTD estándar. Material de tracción de fibra de vidrio, material exterior de neopreno.	Banda 1120-8M	XXXX	
	CÓDIGO	CANTIDAD	
	XXXX	1	
	CRITICIDAD	MÁQUINA	
	Alta	Prensa PH-5000	
Demanda-Pronóstico			
			
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)			
INDICADOR	AÑO		
	2023	2024	2025
Demanda	13	12	12
Aprovisionamiento (mes)	1	1	1
Cantidad óptima	4	4	4
Número de pedidos	3	3	3
Costo total	\$632,02	\$585,15	\$585,15
Tiempo entre pedidos (días)	112	122	122
Stock de seguridad	1	1	1
Punto de pedido óptimo	2	2	2
OBSERVACIONES:			

	GUÍA DE REPUESTOS NACIONALES	N° Hoja	6
		Código	EC-P-GR01
		Versión	1
COMPORTAMIENTO Y PRONÓSTICO DE CONSUMO DEL REPUESTO			
DESCRIPCIÓN	NOMBRE	MARCA	
Piñón mecanizado según dimensiones requeridas por el cliente.	Piñón H-100	XXXX	
	CÓDIGO	CANTIDAD	
	XXXX	6	
	CRITICIDAD	MÁQUINA	
	Alta	Prensa PH-5000	
Demanda-Promedio Móvil			
			
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)			
INDICADOR	AÑO		
	2023	2024	2025
Demanda	31	32	32
Aprovisionamiento (mes)	1	1	1
Cantidad óptima	6	6	6
Número de pedidos	5	5	5
Costo total	\$1.321,66	\$1.363,31	\$1.363,31
Tiempo entre pedidos (días)	73	73	73
Stock de seguridad	4	4	4
Punto de pedido óptimo	7	7	7
OBSERVACIONES:			

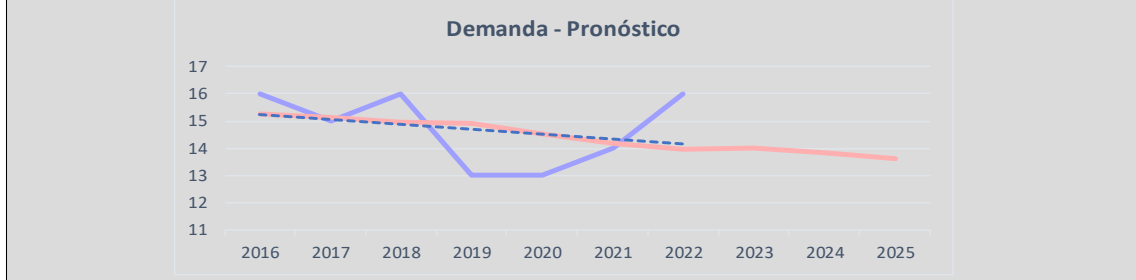
	GUÍA DE REPUESTOS IMPORTADOS		N° Hoja	1
			Código	EC-P-GR01
			Versión	1
COMPORTAMIENTO Y PRONÓSTICO DE CONSUMO DEL REPUESTO				
OBSERVACIONES	NOMBRE	MARCA		
	Junta 22	XXXX		
	CÓDIGO	CANTIDAD		
	XXXX	60		
	CRITICIDAD	MÁQUINA		
	Alta	Prensa PH-5000		
				
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)				
INDICADOR	AÑO			
	2023	2024	2025	
Demanda	65	65	65	
Aprovisionamiento (mes)	6	6	6	
Cantidad óptima	14	14	14	
Número de pedidos	5	5	5	
Costo total	\$2.032,69	\$2.032,69	\$2.032,69	
Tiempo entre pedidos (días)	73	73	73	
Stock de seguridad	14	13	12	
Punto de pedido óptimo	44	43	42	

	GUÍA DE REPUESTOS IMPORTADOS		N° Hoja	2
			Código	EC-P-GR01
			Versión	1
COMPORTAMIENTO Y PRONÓSTICO DE CONSUMO DEL REPUESTO				
OBSERVACIONES	NOMBRE	MARCA		
	Bomba	XXXX		
	CÓDIGO	CANTIDAD		
	XXXX	1		
	CRITICIDAD	MÁQUINA		
	Alta	Prensa PH-5000		
				
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)				
INDICADOR	AÑO			
	2023	2024	2025	
Demanda	1	1	1	
Aprovisionamiento (mes)	6	6	6	
Cantidad óptima	2	2	2	
Número de pedidos	1	1	1	
Costo total	\$13.076,60	\$13.076,60	\$13.076,60	
Tiempo entre pedidos (días)	365	365	365	
Stock de seguridad	3	3	3	
Punto de pedido óptimo	4	3	3	

	GUÍA DE REPUESTOS IMPORTADOS	N° Hoja	3
		Código	EC-P-GR01
		Versión	1

COMPORTAMIENTO Y PRONÓSTICO DE CONSUMO DEL REPUESTO

OBSERVACIONES	NOMBRE	MARCA
	Junta 147	XXXX
	CÓDIGO	CANTIDAD
	XXXX	13
	CRITICIDAD	MÁQUINA
	Alta	Prensa PH-5000



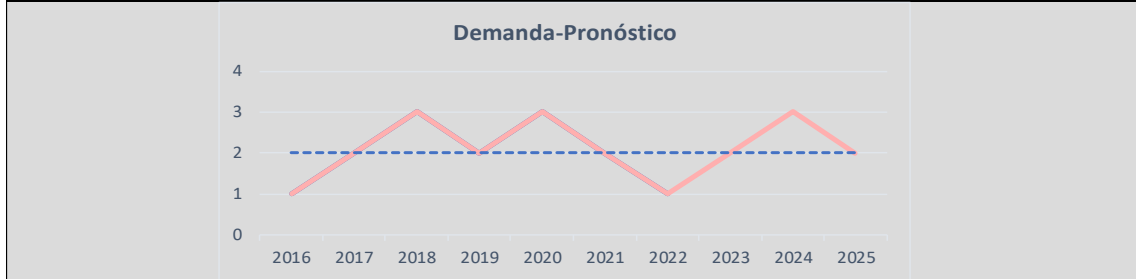
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)

INDICADOR	AÑO		
	2023	2024	2025
Demanda	14	14	14
Aprovisionamiento (mes)	6	6	6
Cantidad óptima	7	7	7
Número de pedidos	2	2	2
Costo total	\$1,00	\$1,00	\$1,00
Tiempo entre pedidos (días)	183	183	183
Stock de seguridad	6	5	5
Punto de pedido óptimo	12	11	11

	GUÍA DE REPUESTOS IMPORTADOS	N° Hoja	4
		Código	EC-P-GR01
		Versión	1


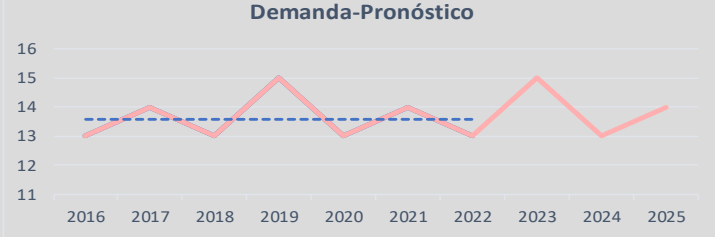
COMPORTAMIENTO Y PRONÓSTICO DE CONSUMO DEL REPUESTO


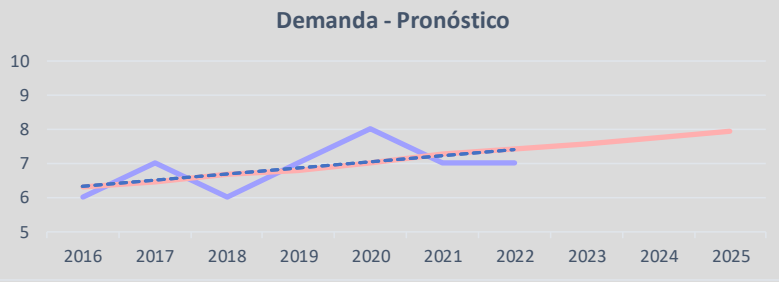
OBSERVACIONES	NOMBRE	MARCA
	Kit juntas 128	XXXX
	CÓDIGO	CANTIDAD
	XXXX	1
	CRITICIDAD	MÁQUINA
	Alta	Prensa PH-5000


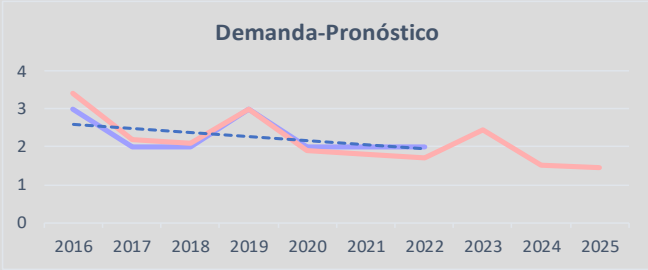



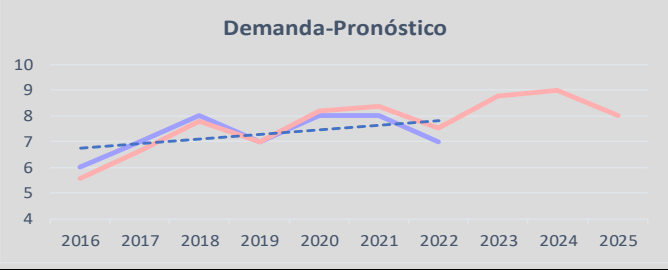
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)


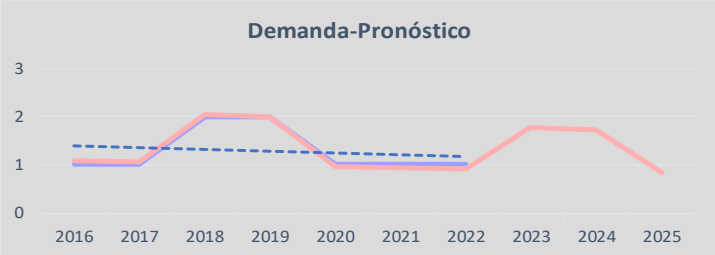
INDICADOR	AÑO		
	2023	2024	2025
Demanda	2	3	2
Aprovisionamiento (mes)	6	6	6
Cantidad óptima	3	3	3
Número de pedidos	1	1	1
Costo total	\$681,33	\$973,63	\$681,33
Tiempo entre pedidos (días)	365	365	365
Stock de seguridad	3	3	3
Punto de pedido óptimo	4	5	4


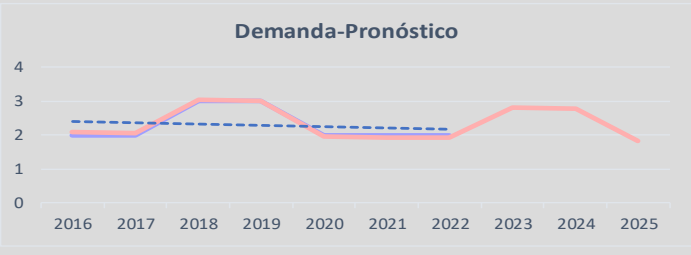
	GUÍA DE REPUESTOS IMPORTADOS		N° Hoja	5
			Código	EC-P-GR01
			Versión	1
COMPORTAMIENTO Y PRONÓSTICO DE CONSUMO DEL REPUESTO				
OBSERVACIONES		NOMBRE	MARCA	
		Junta 9	XXXX	
		CÓDIGO	CANTIDAD	
		XXXX	13	
		CRITICIDAD	MÁQUINA	
		Alta	Prensa PH-5000	
				
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)				
INDICADOR	AÑO			
	2023	2024	2025	
Demanda	15	13	14	
Aprovisionamiento (mes)	6	6	6	
Cantidad óptima	7	6	7	
Número de pedidos	2	2	2	
Costo total	\$3,61	\$3,16	\$3,39	
Tiempo entre pedidos (días)	183	183	183	
Stock de seguridad	3	4	3	
Punto de pedido óptimo	9	10	9	

	GUÍA DE REPUESTOS IMPORTADOS		N° Hoja	6
			Código	EC-P-GR01
			Versión	1
COMPORTAMIENTO Y PRONÓSTICO DE CONSUMO DEL REPUESTO				
OBSERVACIONES		NOMBRE	MARCA	
		Junta 2	XXXX	
		CÓDIGO	CANTIDAD	
		XXXX	8	
		CRITICIDAD	MÁQUINA	
		Alta	Prensa PH-5000	
				
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)				
INDICADOR	AÑO			
	2023	2024	2025	
Demanda	8	8	8	
Aprovisionamiento (mes)	6	6	6	
Cantidad óptima	5	5	5	
Número de pedidos	2	2	2	
Costo total	\$1,45	\$1,45	\$1,45	
Tiempo entre pedidos (días)	183	183	183	
Stock de seguridad	3	3	3	
Punto de pedido óptimo	7	7	7	

	GUÍA DE REPUESTOS IMPORTADOS		N° Hoja	7
			Código	EC-P-GR01
			Versión	1
COMPORTAMIENTO Y PRONÓSTICO DE CONSUMO DEL REPUESTO				
OBSERVACIONES	NOMBRE	MARCA		
	Bolsa 142	XXXX		
	CÓDIGO	CANTIDAD		
	XXXX	2		
	CRITICIDAD	MÁQUINA		
	Alta	Prensa PH-5000		
				
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)				
INDICADOR	AÑO			
	2023	2024	2025	
Demanda	2	2	1	
Aprovisionamiento (mes)	6	6	6	
Cantidad óptima	3	3	2	
Número de pedidos	1	1	1	
Costo total	\$244,06	\$244,06	\$133,96	
Tiempo entre pedidos (días)	365	365	365	
Stock de seguridad	2	2	2	
Punto de pedido óptimo	3	3	2	

	GUÍA DE REPUESTOS IMPORTADOS		N° Hoja	8
			Código	EC-P-GR01
			Versión	1
COMPORTAMIENTO Y PRONÓSTICO DE CONSUMO DEL REPUESTO				
OBSERVACIONES	NOMBRE	MARCA		
	Kit juntas 12	XXXX		
	CÓDIGO	CANTIDAD		
	XXXX	8		
	CRITICIDAD	MÁQUINA		
	Alta	Prensa PH-5000		
				
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)				
INDICADOR	AÑO			
	2023	2024	2025	
Demanda	9	9	8	
Aprovisionamiento (mes)	6	6	6	
Cantidad óptima	5	5	5	
Número de pedidos	2	2	2	
Costo total	\$2,61	\$2,61	\$2,33	
Tiempo entre pedidos (días)	183	183	183	
Stock de seguridad	3	4	4	
Punto de pedido óptimo	8	8	8	

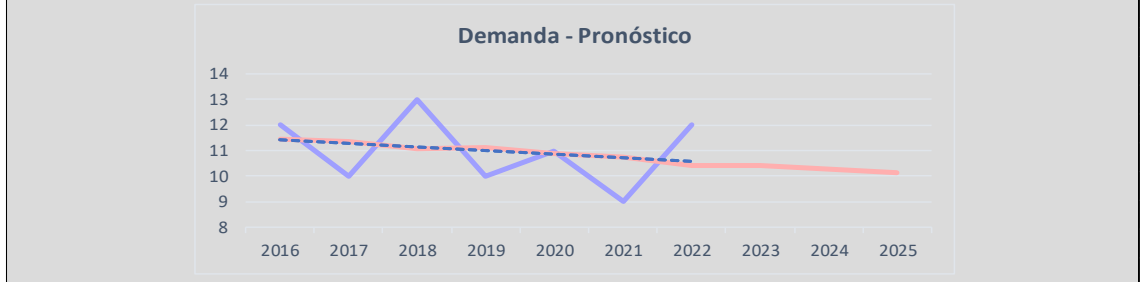
	GUÍA DE REPUESTOS IMPORTADOS		N° Hoja	9
			Código	EC-P-GR01
			Versión	1
COMPORTAMIENTO Y PRONÓSTICO DE CONSUMO DEL REPUESTO				
OBSERVACIONES	NOMBRE	MARCA		
	Kit PM	XXXX		
	CÓDIGO	CANTIDAD		
	XXXX	1		
	CRITICIDAD	MÁQUINA		
	Alta	Prensa PH-5000		
				
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)				
INDICADOR	AÑO			
	2023	2024	2025	
Demanda	2	2	1	
Aprovisionamiento (mes)	6	6	6	
Cantidad óptima	3	3	2	
Número de pedidos	1	1	1	
Costo total	\$1.749,17	\$1.749,17	\$960,11	
Tiempo entre pedidos (días)	365	365	365	
Stock de seguridad	2	2	2	
Punto de pedido óptimo	3	3	3	

	GUÍA DE REPUESTOS IMPORTADOS		N° Hoja	10
			Código	EC-P-GR01
			Versión	1
COMPORTAMIENTO Y PRONÓSTICO DE CONSUMO DEL REPUESTO				
OBSERVACIONES	NOMBRE	MARCA		
	Bolsa 87	XXXX		
	CÓDIGO	CANTIDAD		
	XXXX	2		
	CRITICIDAD	MÁQUINA		
	Alta	Prensa PH-5000		
				
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)				
INDICADOR	AÑO			
	2023	2024	2025	
Demanda	3	3	2	
Aprovisionamiento (mes)	6	6	6	
Cantidad óptima	3	3	3	
Número de pedidos	1	1	1	
Costo total	\$388,36	\$388,36	\$271,76	
Tiempo entre pedidos (días)	365	365	365	
Stock de seguridad	2	2	2	
Punto de pedido óptimo	3	4	3	

	GUÍA DE REPUESTOS IMPORTADOS	N° Hoja	11
		Código	EC-P-GR01
		Versión	1

COMPORTAMIENTO Y PRONÓSTICO DE CONSUMO DEL REPUESTO

OBSERVACIONES	NOMBRE	MARCA
	Junta 28	XXXX
	CÓDIGO	CANTIDAD
	XXXX	9
	CRITICIDAD	MÁQUINA
	Alta	Prensa PH-5000



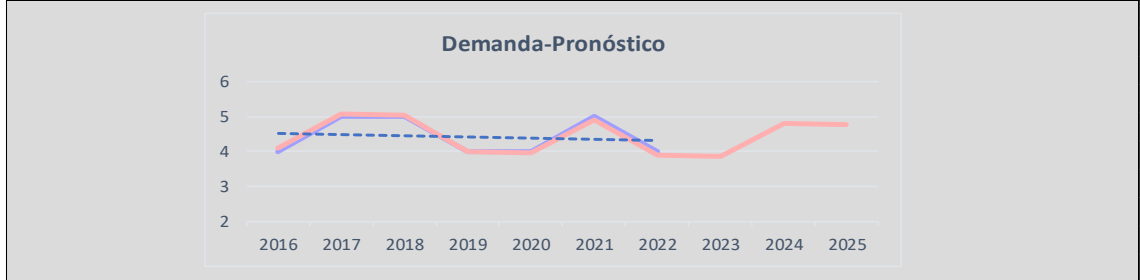
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)

INDICADOR	AÑO		
	2023	2024	2025
Demanda	10	10	10
Aprovisionamiento (mes)	6	6	6
Cantidad óptima	6	6	6
Número de pedidos	2	2	2
Costo total	\$217,56	\$217,56	\$217,56
Tiempo entre pedidos (días)	183	183	183
Stock de seguridad	6	5	3
Punto de pedido óptimo	11	10	8

	GUÍA DE REPUESTOS IMPORTADOS	N° Hoja	12
		Código	EC-P-GR01
		Versión	1

COMPORTAMIENTO Y PRONÓSTICO DE CONSUMO DEL REPUESTO

OBSERVACIONES	NOMBRE	MARCA
	Junta 67	XXXX
	CÓDIGO	CANTIDAD
	XXXX	4
	CRITICIDAD	MÁQUINA
	Alta	Prensa PH-5000



CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)

INDICADOR	AÑO		
	2023	2024	2025
Demanda	4	5	5
Aprovisionamiento (mes)	6	6	6
Cantidad óptima	4	4	4
Número de pedidos	1	1	1
Costo total	\$2,65	\$3,24	\$3,24
Tiempo entre pedidos (días)	365	365	365
Stock de seguridad	2	2	2
Punto de pedido óptimo	4	5	5