



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica

**INTEGRACIÓN DE EQUIPOS A UN SISTEMA ERP PARA LA PLANIFICACIÓN DEL  
MANTENIMIENTO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PASTA ALIMENTICIA**

**Kenneth Manuel Fernando Jeréz Tello**  
Asesorado por el Ing. Fabio René Ordoñez Flores

Guatemala, noviembre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**INTEGRACIÓN DE EQUIPOS A UN SISTEMA ERP PARA LA PLANIFICACIÓN DEL  
MANTENIMIENTO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PASTA ALIMENTICIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**KENNETH MANUEL FERNANDO JERÉZ TELLO**  
ASESORADO POR EL ING. FABIO RENÉ ORDOÑEZ FLORES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |  |
|------------|--|
| DECANO     | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco     |
| VOCAL I    | Ing. Angel Roberto Sic García          |
| VOCAL II   | Ing. Pablo Christian de León Rodríguez |
| VOCAL III  | Ing. José Milton de León Bran          |
| VOCAL IV   | Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez       |
| VOCAL V    | Br. Carlos Enrique Gómez Donis         |
| SECRETARIA | Inga. Lesbia Magalí Herrera López      |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

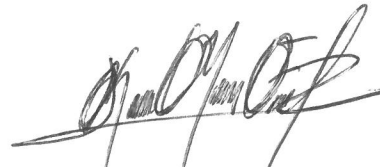
|            |  |
|------------|--|
| DECANO     | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco     |
| EXAMINADOR | Ing. Roberto Guzmán Ortiz              |
| EXAMINADOR | Ing. Byron Geovanni Palacios Colindres |
| EXAMINADOR | Ing. Hugo Leonel Ramírez Ortiz         |
| SECRETARIA | Inga. Lesbia Magalí Herrera López      |

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### INTEGRACIÓN DE EQUIPOS A UN SISTEMA ERP PARA LA PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PASTA ALIMENTICIA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 12 de octubre de 2016.



**Kenneth Manuel Fernando Jeréz Tello**

Guatemala, 11 de septiembre 2018

Ing. Julio Cesar Campos Paiz  
Director de Escuela  
Ingeniería Mecánica

Ingeniero Campos

Por este medio hago de su conocimiento que en mi calidad de asesor he revisado y aprobado el trabajo de graduación del estudiante **KENNETH MANUEL FERNANDO JERÉZ TELLO**, que se identifica con CUI No. 1945 97849 1001 y registro académico No. 201046360, de la carrera de Ingeniería Mecánica, con el tema "INTEGRACIÓN DE EQUIPOS A UN SISTEMA ERP PARA LA PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PASTA ALIMENTICIA" el cual considero cumple con los objetivos propuestos al inicio del mismo.

Por lo tanto, dejo a su consideración que el estudiante continúe con los trámites pertinentes para la aprobación del mismo, sin otro particular,

Atentamente,



Fabio René Ordoñez Flores  
Ingeniero Mecánico  
Colegiado 13766  
ASESOR

Fabio Rene Ordoñez Flores  
Ingeniero Mecánico  
Colegiado No. 13766



**USAC**

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.261.2018

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **INTEGRACIÓN DE EQUIPOS A UN SISTEMA ERP PARA LA PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PASTA ALIMENTICIA** desarrollado por el estudiante **Kenneth Manuel Fernando Jeréz Tello**, CUI **1945978491001**, Registro Académico **201046360** recomienda su aprobación.

*"Id y Enseñad a Todos"*

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
Coordinador Área Complementaria  
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, septiembre 2018



**USAC**

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.140.2018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria del trabajo de graduación titulado: **INTEGRACIÓN DE EQUIPOS A UN SISTEMA ERP PARA LA PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PASTA ALIMENTICIA** desarrollado por el estudiante **Kenneth Manuel Fernando Jeréz Tello**, CUI **1945978491001**, Registro Académico **201046360** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

**"Id y Enseñad a Todos"**

Ing. Julio César Campos Paiz  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica



**MA Ing. Julio César Campos Paiz**  
Ingeniero Mecánico  
Colegiado No. 2701

Guatemala, noviembre de 2018

/aej

Universidad de San Carlos  
de Guatemala

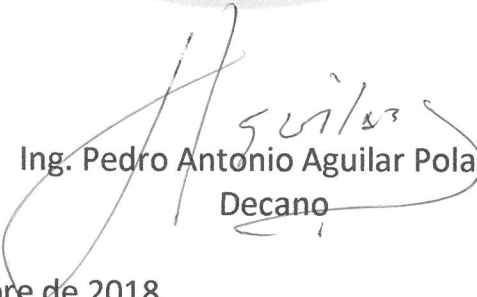


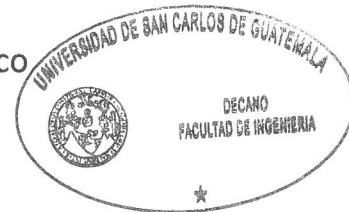
Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 448.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica al Trabajo de Graduación titulado: **“INTEGRACIÓN DE EQUIPOS A UN SISTEMA ERP PARA LA PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PASTA ALIMENTICIA”**, presentado por el estudiante universitario: **Kenneth Manuel Fernando Jeréz Tello** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala noviembre de 2018.

/echm



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además por sus infinitas bendiciones que ha derramado sobre mí.

### **Mis padres**

Manuel Oswaldo Jerez Urizar y Elda Mildred Tello Aldana de Jerez, quienes han estado conmigo siempre y a quienes agradezco infinitamente todos los sacrificios y esfuerzos que han realizado para darme siempre lo mejor.

### **Mi hermano**

Kevyn Daniel Oswaldo Jeréz Tello, por su apoyo incondicional y paciencia durante todos estos años de estudio.

### **Mis hermanas**

Krisbell Jimena Jeréz Tello por estar conmigo y apoyarme siempre, para que veas en mí un ejemplo por seguir. Krisbell Andrea María Jeréz Tello (q.e.p.d.), por ser un angelito de Dios que me ha cuidado siempre, las quiero mucho.

## AGRADECIMIENTOS A:

|   |  |
|---|--|
| <b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b> | Por ser el <i>alma mater</i> en mi formación como profesional.   |
| <b>Facultad de Ingeniería</b>                 | Por brindarme la oportunidad de ingresar a sus aulas y formarme como profesional.  |
| <b>Escuela de Ingeniería Mecánica</b>         | Por brindarme las herramientas, conocimientos y experiencias para ser un profesional de la ingeniería mecánica.  |
| <b>Mis amigos de la Facultad</b>              | Por su amistad y formar parte importante durante la realización de mis estudios universitarios.  |
| <b>Ing. Fabio Ordoñez Flores</b>              | Por su amistad, apoyo y asesoría durante la realización de mi trabajo de graduación.   |
| <b>Mis catedráticos</b>                       | Ingenieros Julio Campos, Roberto Guzmán, Byron Palacios, Víctor Ruiz, Carlos Pérez y Edras Miranda por compartirme sus conocimientos para lograr este objetivo de mi vida. |
| <b>Mi familia</b>                             | Por su cariño, apoyo y consejos que me han ayudado a alcanzar mis metas.   |

**Mis amigos desde la infancia**

Por su apoyo, amistad y vivencias durante tantos años.

## ÍNDICE GENERAL

|  |       |
|--|-------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....  | VII   |
| LISTA DE SÍMBOLOS .....  | XI    |
| GLOSARIO .....   | XIII  |
| RESUMEN.....   | XVII  |
| JUSTIFICACIÓN.....   | XIX   |
| OBJETIVOS.....   | XXI   |
| INTRODUCCIÓN .....   | XXIII |
| <br>   |       |
| 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....  | 1     |
| 1.1. Concepto de una línea de producción de pasta alimenticia.....           | 1     |
| 1.2. Características de una línea de producción de pasta alimenticia.....    | 3     |
| 1.3. Secciones de una línea de producción de pasta alimenticia .....         | 8     |
| 1.3.1. Prensa .....  | 8     |
| 1.3.2. Trabatto .....  | 13    |
| 1.3.3. Transportador con cinta .....   | 14    |
| 1.3.4. TCM ECO.SYSTEM .....  | 14    |
| 1.3.5. Enfriador .....   | 17    |
| 1.4. Equipos auxiliares de una línea de producción de pasta alimenticia..... | 18    |
| 1.4.1. Caldera pirotubular .....   | 18    |
| 1.4.2. Compresor de aire .....   | 20    |
| 1.4.3. Secador de aire .....   | 21    |
| 1.4.4. Enfriador de agua .....   | 22    |
| 1.4.5. Soplador de aire .....  | 25    |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.4.6. | Bomba de vacío .....   | 26 |
| 1.4.7. | Generador eléctrico .....  | 27 |
| 1.5.   | Jerarquía de equipos.....  | 28 |
| 1.6.   | Manual del fabricante .....  | 30 |
| 1.7.   | Indicadores clase mundial.....   | 30 |
| 1.7.1. | Tiempo promedio operativo hasta la falla.....  | 31 |
| 1.7.2. | Frecuencia de fallas .....   | 32 |
| 1.7.3. | Tiempo promedio fuera de servicio .....  | 33 |
| 1.8.   | Seguridad industrial.....  | 33 |
| 2.     | LEVANTADO Y JERARQUIZACIÓN DE LOS EQUIPOS DE UNA<br>LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PASTA ALIMENTICIA ..... | 37 |
| 2.1.   | Línea de producción de pasta alimenticia .....   | 37 |
| 2.1.1. | Tableros eléctricos/controles.....   | 38 |
| 2.1.2. | Prensa.....  | 38 |
| 2.1.3. | Trabatto.....  | 41 |
| 2.1.4. | Presecador .....   | 42 |
| 2.1.5. | Secador .....  | 44 |
| 2.1.6. | Enfriador.....   | 45 |
| 2.1.7. | Empaque .....  | 46 |
| 2.1.8. | Enfardelado .....  | 48 |
| 2.2.   | Equipos auxiliares de una línea de producción de pasta<br>alimenticia .....                        | 50 |
| 2.2.1. | Caldera.....   | 51 |
| 2.2.2. | Compresor de aire.....   | 52 |
| 2.2.3. | Secador de aire .....  | 53 |
| 2.2.4. | Enfriador de agua.....   | 53 |
| 2.2.5. | Generador eléctrico.....   | 54 |
| 2.2.6. | Soplador de aire .....   | 55 |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| 2.2.7.    | Calentador de agua .....  | 56 |
| 2.2.8.    | Bomba de vacío.....   | 56 |
| 3.        | CODIFICACIÓN Y UBICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PASTA ALIMENTICIA..... | 59 |
| 3.1.      | Concepto de codificación, ubicaciones técnicas.....   | 59 |
| 3.1.1.    | Codificación .....  | 59 |
| 3.1.2.    | Ubicación técnica.....  | 67 |
| 3.2.      | Plantilla de codificación y ubicaciones técnicas.....   | 68 |
| 3.2.1.    | Plantilla de codificación .....   | 68 |
| 3.2.2.    | Plantilla de ubicación técnica.....   | 72 |
| 4.        | SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE RECURSOS EMPRESARIALES ...  | 75 |
| 4.1.      | Información del sistema <i>SAP</i> .....  | 75 |
| 4.1.1.    | Descripción del sistema .....   | 75 |
| 4.1.2.    | Descripción y estructura del sistema .....  | 76 |
| 4.1.3.    | Principales módulos del sistema.....  | 78 |
| 4.1.3.1.  | Módulo PP .....   | 79 |
| 4.1.3.2.  | Módulo MM.....  | 80 |
| 4.1.3.3.  | Módulo SD .....   | 81 |
| 4.1.3.4.  | Módulo FI.....  | 81 |
| 4.1.3.5.  | Módulo CO.....  | 82 |
| 4.1.3.6.  | Módulo IS.....  | 83 |
| 4.1.3.7.  | Módulo IM.....  | 83 |
| 4.1.3.8.  | Módulo TR .....   | 84 |
| 4.1.3.9.  | Módulo PS .....   | 85 |
| 4.1.3.10. | Módulo QM .....   | 86 |
| 4.1.3.11. | Módulo HR.....  | 86 |
| 4.2.      | Módulo PM .....   | 88 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 4.2.1. | Estructura .....  | 89  |
| 4.2.2. | Gestión del mantenimiento.....                                    | 90  |
| 4.2.3. | Organización del mantenimiento .....                              | 90  |
| 5.     | PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN MÓDULO PM DE SISTEMA SAP ..... | 93  |
| 5.1.   | Procedimiento para la planificación de mantenimiento .....        | 93  |
| 5.1.1. | Objetivo .....  | 93  |
| 5.1.2. | Integración.....  | 94  |
| 5.1.3. | Características .....   | 95  |
| 5.2.   | Aviso de averías.....   | 97  |
| 5.2.1. | Cuando se deben generar los avisos .....                          | 100 |
| 5.2.2. | Ejecución del aviso de averías .....                              | 101 |
| 5.2.3. | Procedimiento para creación de avisos de averías.....             | 101 |
| 5.3.   | Órdenes de trabajo.....   | 104 |
| 5.3.1. | Descripción de las órdenes de trabajo .....                       | 104 |
| 5.3.2. | Clases de órdenes de trabajo.....                                 | 106 |
| 5.3.3. | Gestión de órdenes .....  | 112 |
| 5.3.4. | Creación de las órdenes de trabajo.....                           | 114 |
| 5.4.   | Hojas de ruta.....  | 120 |
| 5.4.1. | Descripción de las hojas de ruta .....                            | 120 |
| 5.4.2. | Integración.....  | 121 |
| 5.4.3. | Estructura .....  | 122 |
| 5.4.4. | Creación de una hoja de ruta .....                                | 123 |
| 5.5.   | Plan de mantenimiento.....  | 127 |
| 5.5.1. | Estrategias .....   | 127 |
| 5.5.2. | Clases de planes.....   | 128 |
| 5.5.3. | Creación de plan de mantenimiento.....                            | 130 |

|                       |   |     |
|-----------------------|---|-----|
| 5.5.4.                | Programar el plan .....                       | 134 |
| 5.6.                  | Indicadores de clase mundial .....            | 140 |
| 5.6.1.                | Tiempo promedio para la falla –MTTF– .....    | 141 |
| 5.6.2.                | Frecuencia de fallas –FF– .....               | 141 |
| 5.6.3.                | Tiempo promedio fuera de servicio –MDT– ..... | 142 |
| 5.7.                  | Seguridad industrial .....                    | 144 |
| 5.7.1.                | Normas de seguridad industrial .....          | 144 |
| 5.7.2.                | Señalización .....                            | 148 |
| 5.8.                  | Equipos de protección personal .....          | 154 |
| CONCLUSIONES .....    |   | 163 |
| RECOMENDACIONES ..... |   | 165 |
| BIBLIOGRAFÍA .....    |   | 167 |
| APÉNDICES .....       |   | 169 |
| ANEXO .....           |   | 173 |



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 1.  | Prensa continua construida en los años treinta por M. & G. Brambanti..... | 2   |
| 2.  | Diseño de presa continua moderna.....                                     | 3   |
| 3.  | Datos indicativos del proceso de secado .....                             | 7   |
| 4.  | Secciones línea de producción de pasta alimenticia corta .....            | 8   |
| 5.  | Componentes principales de una caldera pirotubular .....                  | 19  |
| 6.  | Componentes básicos de un compresor de tornillo.....                      | 21  |
| 7.  | Componentes básicos de un secador frigorífico.....                        | 22  |
| 8.  | Enfriador de agua con compresores de tornillo .....                       | 23  |
| 9.  | Sistema de control del enfriador de agua.....                             | 24  |
| 10. | Esquema soplante serie RBS.....   | 25  |
| 11. | Bomba de vacío anillo líquido.....  | 27  |
| 12. | Componentes de un generador eléctrico a diésel .....                      | 28  |
| 13. | Estructura jerárquica de equipos.....                                     | 29  |
| 14. | Ejemplo de ubicaciones técnicas .....                                     | 68  |
| 15. | Evolución de los sistemas SAP .....                                       | 76  |
| 16. | Módulos del sistema SAP.....  | 79  |
| 17. | Ventana acceso para crear aviso .....                                     | 102 |
| 18. | Ventana averías de planta para crear aviso .....                          | 103 |
| 19. | Ventana abrir orden correctiva a partir de aviso.....                     | 103 |
| 20. | Ventana acceso para crear orden de mantenimiento.....                     | 115 |
| 21. | Ventana cabecera central para crear orden de mantenimiento.....           | 116 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 22. | Ventana resumen de operaciones para crear orden de mantenimiento .....               | 117 |
| 23. | Ventana resumen de componentes para crear orden de mantenimiento .....               | 118 |
| 24. | Ventana datos de emplazamiento para crear orden de mantenimiento .....               | 119 |
| 25. | Ventana acceso para crear hoja de ruta .....   | 123 |
| 26. | Ventana cabecera para crear hoja de ruta .....                                       | 124 |
| 27. | Ventana resumen operaciones para crear hoja de ruta .....                            | 125 |
| 28. | Ventana Acceso para crear plan de mantenimiento preventivo .....                     | 131 |
| 29. | Ventana crear plan de mantenimiento preventivo .....                                 | 131 |
| 30. | Ventana posición para crear plan de mantenimiento preventivo.....                    | 132 |
| 31. | Ventana parámetros de programación para crear plan de mantenimiento preventivo ..... | 133 |
| 32. | Ventana acceso para programar plan de mantenimiento preventivo ....                  | 139 |
| 33. | Ventana principal para programar plan de mantenimiento preventivo ..                 | 139 |
| 34. | Señales de advertencia utilizadas en línea de producción.....                        | 150 |
| 35. | Señales de prohibición utilizadas en línea de producción.....                        | 151 |
| 36. | Señales de uso obligatorio utilizadas en línea de producción.....                    | 152 |
| 37. | Señales de seguridad contra incendios utilizadas en línea de producción .....        | 153 |
| 38. | Partes de un casco de seguridad.....   | 155 |
| 39. | Partes de un lente de seguridad .....  | 157 |
| 40. | Tipos de guates de seguridad.....  | 158 |
| 41. | Partes de un zapato de seguridad .....   | 159 |
| 42. | Tipos de protectores auditivos .....   | 160 |
| 43. | Partes de un arnés de seguridad .....  | 161 |
| 44. | Tipos de protección respiratoria.....  | 162 |

## TABLAS

|        |  |    |
|--------|--|----|
| I.     | Equipos de la sección de tableros eléctricos/controles .....                           | 38 |
| II.    | Equipos de la sección de prensa .....  | 39 |
| III.   | Equipos de la sección trabatto .....   | 41 |
| IV.    | Equipos de la sección presecador .....   | 42 |
| V.     | Equipos de la sección secador.....   | 44 |
| VI.    | Equipos de la sección enfriador .....  | 46 |
| VII.   | Equipos de la sección empaque .....  | 47 |
| VIII.  | Equipos de la sección enfardelado .....  | 49 |
| IX.    | Equipos de caldera agua caliente .....   | 51 |
| X.     | Equipos del compresor.....   | 52 |
| XI.    | Equipos del secador de aire.....   | 53 |
| XII.   | Equipos del enfriador de agua –chiller– .....  | 54 |
| XIII.  | Equipo del generador eléctrico.....  | 54 |
| XIV.   | Equipos del soplador de aire .....   | 55 |
| XV.    | Equipos del calentador de agua.....  | 56 |
| XVI.   | Equipos de bomba de vacío.....   | 57 |
| XVII.  | Ejemplos de centros con planificación centralizada de mantenimiento.....               | 64 |
| XVIII. | Ejemplos de centros con planificación descentralizada de mantenimiento.....            | 64 |
| XIX.   | Ejemplos de centros con planificación de mantenimiento parcialmente centralizada ..... | 65 |
| XX.    | Centros para línea de producción de pasta alimenticia.....                             | 69 |
| XXI.   | Tipos equipos para línea de producción pasta alimenticia .....                         | 70 |
| XXII.  | Clases de objetivos técnicos para línea de producción pasta alimenticia .....          | 71 |
| XXIII. | Ubicaciones técnicas para línea de producción de pasta alimenticia...                  | 73 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| XXIV.   | Prioridad de trabajos en avisos de averías para línea de producción de pasta alimenticia ..... | 100 |
| XXV.    | Condiciones previas para reprogramar un plan de mantenimiento.....                             | 137 |
| XXVI.   | Tiempos operativos hasta la falla de sección prensa.....                                       | 141 |
| XXVII.  | Utilidad de los indicadores MTTF y FF .....  | 142 |
| XXVIII. | Tiempos fuera de servicio de la sección prensa .....   | 143 |
| XXIX.   | Utilidad del indicador MDT .....   | 143 |

## LISTA DE SÍMBOLOS

| <b>Símbolo</b>       | <b>Significado</b>                       |
|----------------------|--|
| <b>Ca</b>            | Caloría                                  |
| <b>dB</b>            | Decibel                                  |
| <b>°C</b>            | Grado Celsius                            |
| <b>°F</b>            | Grado Fahrenheit                         |
| <b>K</b>             | Grado Kelvin                             |
| <b>kg</b>            | Kilogramo                                |
| <b>Psi</b>           | Libra sobre pulgada cuadrada             |
| <b>Psig</b>          | Libra sobre pulgada cuadrada manométrica |
| <b>m</b>             | Metro                                    |
| <b>m<sup>3</sup></b> | Metro cúbico                             |
| <b>mbar</b>          | Milibar                                  |
| <b>mg</b>            | Miligramo                                |
| <b>Σ</b>             | Sumatoria                                |



## GLOSARIO

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>ASME</b>              | American Society of Mechanical Engineers, Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.  |
| <b>CAE</b>               | Control automático de secado para una línea de producción de pasta alimenticia.  |
| <b>Eductor</b>           | Eyector líquido-líquido, que utiliza un líquido a presión para bombear otro líquido desde un nivel inferior a otro superior.               |
| <b>ERP</b>               | Enterprise Resource Planning, planificación de recursos empresariales.   |
| <b>Espacio confinado</b> | Espacio con aberturas limitadas de entrada y salida con ventilación natural desfavorable o tener una atmósfera deficiente en oxígeno.      |
| <b>Essiccatoio</b>       | Nombre dado al secador de pasta alimenticia por expertos italianos.  |
| <b>Fiabilidad</b>        | Probabilidad de que un sistema, aparato o dispositivo cumpla una determinada función en ciertas condiciones durante un tiempo determinado. |

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Incartamento</b> | Nombre dado al presecador de pasta alimenticia por expertos italianos.  |
| <b>ISO</b>          | International Organization for Standardization, Organización Internacional de Estandarización.                              |
| <b>Nafta</b>        | Hidrocarburo líquido, incoloro, volátil y muy inflamable que se obtiene de la destilación del petróleo.                     |
| <b>OIT</b>          | Organización Internacional del Trabajo.   |
| <b>PLC</b>          | Programmable logic controller, controlador lógico programable.  |
| <b>Presostato</b>   | Aparato que cierra o abre un circuito eléctrico dependiendo de la lectura de presión de un fluido.                          |
| <b>ROMET</b>        | Presecador rotativo para pasta alimenticia.   |
| <b>SAP</b>          | Systeme Anwendungen und Produkte, sistemas, aplicaciones y procesos.  |
| <b>Sémola</b>       | Harina gruesa (poco molida) que procede del trigo y de otros cereales con la cual se fabrican diversas pastas alimenticias. |
| <b>TCM</b>          | Cintas metálicas continuas.   |



|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Termohidráulica</b> | Rama de la hidráulica que estudia la mecánica de los fluidos con relación a diferentes temperaturas y su comportamiento.                                |
| <b>Termoretráctil</b>  | Película de distintas formas y tamaños que cuando se somete a una fuente de calor se retrae con gran adhesión al objeto alrededor del cual se envuelve. |
| <b>Termostatación</b>  | Sistema o dispositivo que conectado a una fuente de calor sirve para regular la temperatura de manera automática.                                       |
| <b>THT</b>             | Tres temperaturas elevadas.   |
| <b>Unicidad</b>        | Cualidad de ser único, irrepetible o singular.  |
| <b>VSD</b>             | Variable speed controller, controlador de velocidad variable.   |



## RESUMEN

En este trabajo de investigación se desarrolla la integración de equipos al sistema de planificación de recursos empresariales SAP para la planificación del mantenimiento de una línea de producción de pasta alimenticia por medio del módulo PM. El sistema brinda todas las herramientas necesarias e indispensables para realizar todas las actividades, documentaciones y gestiones para el control, análisis y planificación del mantenimiento que garantice una mayor confiabilidad y disponibilidad de los equipos de la empresa y lograr una optimización adecuada de los recursos, con lo cual se obtiene un proceso de mejora continua.

Una línea de producción de pasta alimenticia sigue un proceso operacional y tecnológico avanzado en cada una de sus secciones; el cual inicia por un sistema de transporte neumático que lleva la sémola a la prensa donde es mezclada con agua al vacío para luego ser extruida para darle el formato y corte requerido. Saliendo de este proceso se inicia el secado superficial hasta obtener un secado uniforme a través de toda la pasta. El último proceso de producción de pasta es el enfriamiento que realiza la función de llevarla a la temperatura ambiente y detener el proceso de secado para su posterior almacenamiento y un sucesivo empaclado y enfardelado.

Para el funcionamiento del módulo de mantenimiento de planta de SAP es necesario realizar el proceso de integración de equipos, el cual debe adaptarse e ir acorde a las necesidades y requerimientos de la empresa. Para esto es necesario realizar una configuración física de la empresa dividiéndola en sus diferentes líneas de producción o maquinaria, realizando un proceso de

codificación que represente un área física y/o funcional donde sea posible instalar un objeto técnico (máquina o equipo) el cual debe llevar un código que le permita ser identificado en el sistema.

## JUSTIFICACIÓN

Toda empresa tiene entre sus metas corporativas obtener una adecuada planificación de mantenimiento que garantice la mayor confiabilidad y disponibilidad de sus equipos. El departamento de ingeniería de una planta de producción de pasta alimenticia tiene como objetivo desarrollar la ingeniería de mejoras de los equipos, a través de un eficiente manejo de los recursos tecnológicos disponibles para la optimización del mantenimiento, de acuerdo con los parámetros de calidad, costo y oportunidades exigidos por la alta gerencia.

Es importante señalar que el sistema SAP es una herramienta de gran utilidad para la planificación del mantenimiento, ya que a través de ella se pueden obtener datos, cálculos, registros de los equipos e indicadores, así como también los costos asociados a cada uno de los mantenimientos que se realizan.

El objetivo primordial de este trabajo es brindar toda la información requerida de los equipos de una línea de producción de pasta alimenticia e integrarlos para la realización de la planificación del mantenimiento por medio de un sistema ERP (*Enterprise Resources Planning*).

Este trabajo de graduación, además, servirá de documento guía para la elaboración de nuevos procesos de integración de equipos y planificación del mantenimiento de una línea de pasta alimenticia o industria por medio del módulo PM del sistema SAP; ya que este es un sistema que está siendo utilizado cada vez más en la industria y empresas a nivel mundial.



# OBJETIVOS

## General

Realizar el proceso de integración de los equipos de una línea de producción de pasta alimenticia a un sistema ERP para la planificación del mantenimiento, obteniendo indicadores que nos permitan su optimización y confiabilidad.

## Específicos

1. Conocer el funcionamiento operacional y tecnológico de cada una de las secciones que comprenden una línea de producción de pasta alimenticia.
2. Hacer un levantamiento de datos en planta de los equipos de una la línea de producción de pasta alimenticia desplegando los niveles jerárquicos y prioridades.
3. Determinar las ubicaciones técnicas y codificación de los equipos de la línea de producción de pasta alimenticia en base a los requerimientos del sistema SAP.
4. Profundizar sobre el sistema SAP con énfasis en el módulo PM, sus características y aplicaciones.
5. Desarrollar el proceso de planificación de mantenimiento por medio del sistema SAP.





## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, dada la importancia que constituye el potencial industrial para un país, la mayoría de las empresas e industrias se están reestructurando y haciendo grandes esfuerzos a fin de operar con la mayor efectividad posible en un mundo crecientemente competitivo y globalizado.

Una de las tendencias que satisface estas exigencias y necesidades que enfrentan las empresas actualmente es la adquisición de un sistema informático moderno que permite mejorar la planificación y control de sus operaciones. Para esto el mercado informativo ha evolucionado desde el desarrollo de sistemas de control y planificación de manera independiente de cada uno de los sectores de la empresas hasta los sistemas de planificación de recursos empresariales ERP (*Enterprise Resources Planning*) que son un conjunto de programas integrados que apoya las principales actividades empresariales tales como producción, logística, contabilidad, recursos humanos, mantenimiento. De esta manera se permite que los departamentos puedan intercambiar, acceder, actualizar información y comunicarse entre ellos fácilmente.

El sistema SAP (*Systeme, Anwendungen und Produkte*) es uno de estos sistemas de planificación de recursos empresariales que cuenta con diferentes módulos, los cuales trabajan en forma independiente o integrada.

El módulo PM (*Plant Maintenance*) del sistema SAP es una herramienta que hace posible la planificación, administración, seguimiento y control de las actividades de mantenimiento de los equipos de una empresa. Lo anterior

permite tener un mejor control para garantizar la confiabilidad de los equipos y optimizar de esta forma los recursos destinados a cada uno de ellos.

Para el funcionamiento del módulo de mantenimiento es necesario realizar el proceso de integración y jerarquización de equipos, el cual debe adaptarse e ir acorde con las necesidades y requerimientos de la empresa que lo implementa.

Para ello es necesario realizar una configuración física de la empresa dividiéndola en sus diferentes líneas de producción o maquinaria, realizando un proceso de codificación que represente un área física y/o funcional donde sea posible instalar un objeto técnico (máquina o equipo) el cual debe llevar un código que le permita ser identificado en el sistema.

# 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

## 1.1. Concepto de una línea de producción de pasta alimenticia

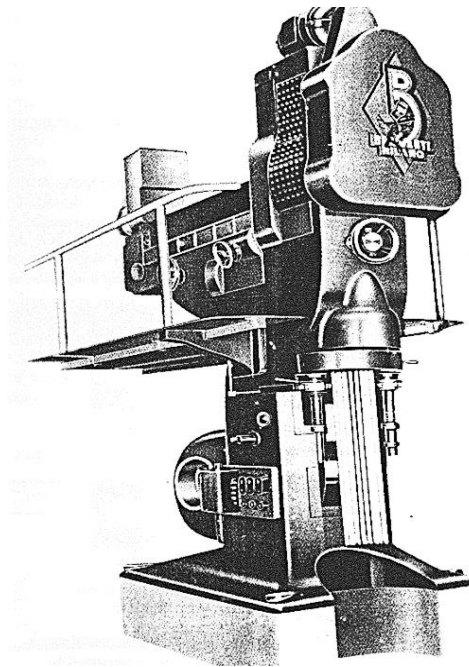
El proceso de producción de pasta se basa en transformar una masa suelta, sémola, en una mezcla con una estructura homogénea que sea capaz de mantener una forma particular, que se estabiliza por secado. Los pasos fundamentales en el proceso tecnológico requerido para trabajar esta transformación son:

- Harina y agua para formar una mezcla homogénea
- Amasamiento de la mezcla
- Formación de la figura final

Las operaciones fueron originalmente el resultado de un trabajo manual paciente y hábil. Posteriormente, el sistema de producción se racionalizó mediante el enlace sucesivo de tres máquinas separadas (mezclador, amasador y extrusor), pero seguía siendo un proceso por lotes.

Cuando se construyó la primera prensa automática continua en los años treinta (figura 1), se dispuso de una máquina para llevar a cabo las operaciones de alimentación, mezclado, amasado y conformado como proceso continuo, basándose en criterios completamente diferentes a los del proceso por lotes. El corazón de esta nueva máquina era un tornillo extrusor que simultáneamente llevó a cabo el amasado y elevación de presión necesaria para la extrusión de la masa.

Figura 1. **Prensa continua construida en los años treinta por M. & G. Brambanti**

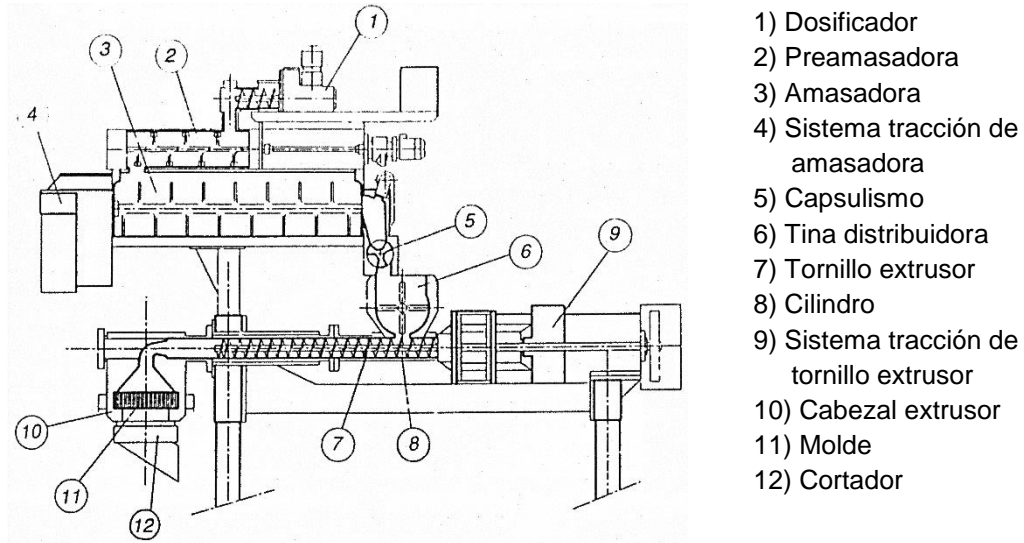


Fuente: American Association of Cereal Chemists Inc. *Pasta and Noodle Technology*. p. 14.

El desarrollo de la construcción original ha dado lugar a una prensa continua moderna, una máquina que utiliza cada vez más avances tecnológicos para lograr una alta producción por hora y un producto final de buena calidad.

Varios grupos de elementos se combinan para componer la prensa continua (figura 2), cada una con una función tecnológica específica. De este modo, las materias primas son suministradas por un sistema de alimentación, los mezcladores llevan a cabo la operación de mezcla y el amasado de la masa tiene lugar dentro del extrusor que comprime y forma la masa forzándola a través del molde.

Figura 2. **Diseño de presa continua moderna**



Fuente: American Association of Cereal Chemists Inc *Pasta and Noodle Technology*. p. 15.

## 1.2. **Características de una línea de producción de pasta alimenticia**

Aunque se han introducido muchas mejoras en las líneas de procesamiento de pastas, el mayor éxito se ha logrado en la tecnología de secado THT, tres temperaturas elevadas.

Por otra parte, son importantes y significativo los avances tecnológicos en la producción de pasta desde la formación de la masa hasta su secado, que se basa en los resultados de los estudios científicos.

El proceso de formación de pasta es general hasta la cabeza de extrusión, las prensas de pasta larga y corta son idénticas, excepto que la línea de pasta larga está equipada con una unidad de recuperación de recortes para triturar y reprocesar los sobrantes de pasta recortada. Las pastas largas y las pastas

nido requieren un cabezal de extrusión rectangular y una matriz, mientras que las formas de pasta cortas requieren una matriz redonda con un dispositivo de corte de velocidad variable. Las máquinas que siguen al cabezal de extrusión son diferentes, dependiendo de las diferentes formas de pasta.

La producción de pastas se puede dividir en tres grupos principales:

- Línea de producción de pasta larga
- Línea de producción de pasta corta
- Línea de producción de pasta nido

Los expertos en pastas dividen el proceso de secado de las pastas en dos fases distintas:

- Presecado
- Secado

Además de la separación física entre las dos unidades, hay razones técnicas y tecnológicas que justifican una distinción entre las dos etapas. La primera etapa ocupa una décima parte del tiempo del proceso de secado completo, siendo de importancia primordial.

El presecado es comúnmente llamado *incartamento* por expertos en pastas italianas. Su función principal es secar la pasta superficialmente poco después de la extrusión para evitar que las piezas de pasta se peguen entre sí.

En el presecador se pierde aproximadamente un tercio del contenido de humedad original de la pasta extruida. Dicha pérdida de humedad es posible

porque la pasta en esta fase es todavía plástica, elástica y posee porosidad capilar.

Cuando la pasta entra en la sección de secado o también llamado por expertos en pastas italianas como *essiccatoio*, ya tiene una estructura firme y esencialmente no capilaridad. Por lo tanto, es necesario que la pasta pase un tiempo más prolongado en esta sección. La principal preocupación aquí es bajar la temperatura gradualmente para evitar tensiones internas en la pasta.

Es importante recordar que un presecado inadecuado puede afectar las capas internas del producto. Las grietas indeseables y otras imperfecciones pueden aparecer en la pasta con buena apariencia, incluso de cinco a diez días después del empacado. Por otro lado, el secado final incorrecto puede causar manchas superficiales que aparecen en la pasta, inmediatamente después de salir del secador.

La fase de presecado es seguida por una primera fase de secado a temperatura y humedad bastante altas. Esta fase puede ser más larga o más corta, dependiendo de la forma de la pasta. Como resultado de este proceso, es posible obtener pastas de buena calidad de secado utilizando harina de calidad media. La temperatura, la humedad y el tiempo se controlan cuidadosamente para maximizar los beneficios de la tecnología de alta temperatura. En este caso se puede evitar la pérdida de color y olor, típicos de un procesamiento inadecuado.

La primera fase de secado es seguida por una segunda fase en la que la temperatura disminuye rápidamente. Finalmente, el producto se somete a un tratamiento de aire frío para estabilizarlo.

## Tecnología de una línea de producción de pasta alimenticia

La línea de producción de pasta alimenticia corta con secado TCM utiliza la tecnología más adelantada que hoy puede encontrarse en la industria del tratamiento de pasta. Se trata de un equipo de cinta metálica que puede acoplarse en línea con otro TCM para ejecutar las dos funciones de presecado y secado; de otro modo puede instalarse después de un presecado rotativo romet para desenvolver la fase final de secado.

El trabatto de tres planos paralelos utiliza un sistema de oscilación que asegura un avance óptimo del producto y mantiene la pasta perfectamente separada y bien permeable al aire.

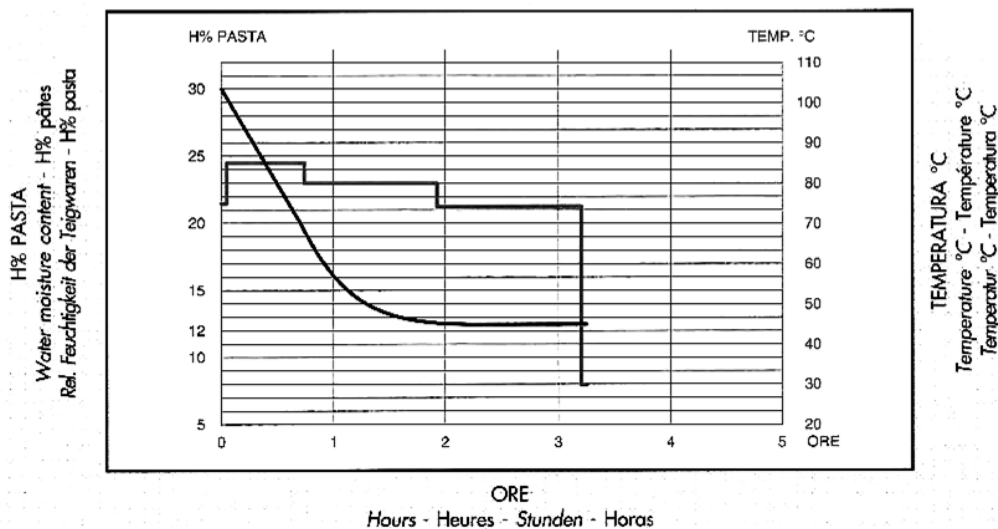
El trabatto está provisto de baterías múltiples que le permiten alcanzar temperaturas muy elevadas y la estructura lateral de las cajas hermetizadas por juntas especiales de teflón impide la salida de la pasta de tamaño pequeño por el sistema de ventilación de alta presión. El elemento más importante del TCM es la cinta metálica de tamiz fino que es un sistema patentado para garantizar las prestaciones descritas.

La unicidad de esta cinta metálica consiste en el hecho de que el flujo de aire que pasa por los diversos orificios del tamiz atraviesa el producto de manera uniforme asegurando un tratamiento muy eficaz de la pasta.

Los orificios del tamiz de la cinta metálica, así como su gran capacidad de carga por metro cuadrado, permiten alcanzar producciones elevadas en espacios limitados; al mismo tiempo las características constructivas y tecnológicas del secador permiten el uso de cualquier temperatura necesaria para conseguir el diagrama deseado.



Figura 3. **Datos indicativos del proceso de secado**



Fuente: American Association of Cereal Chemists Inc. *Pasta and Noodle Technology*. p. 63.

El diseño modular de estos equipos también permite desarrollar diversas soluciones, tanto en altura como en longitud, con el fin de alcanzar la máxima producción posible en función del espacio disponible.

En el secador los últimos pisos están estructurados para la fase de estabilización para que luego la pasta deje el secador perfectamente estabilizado y listo para la fase de enfriamiento.

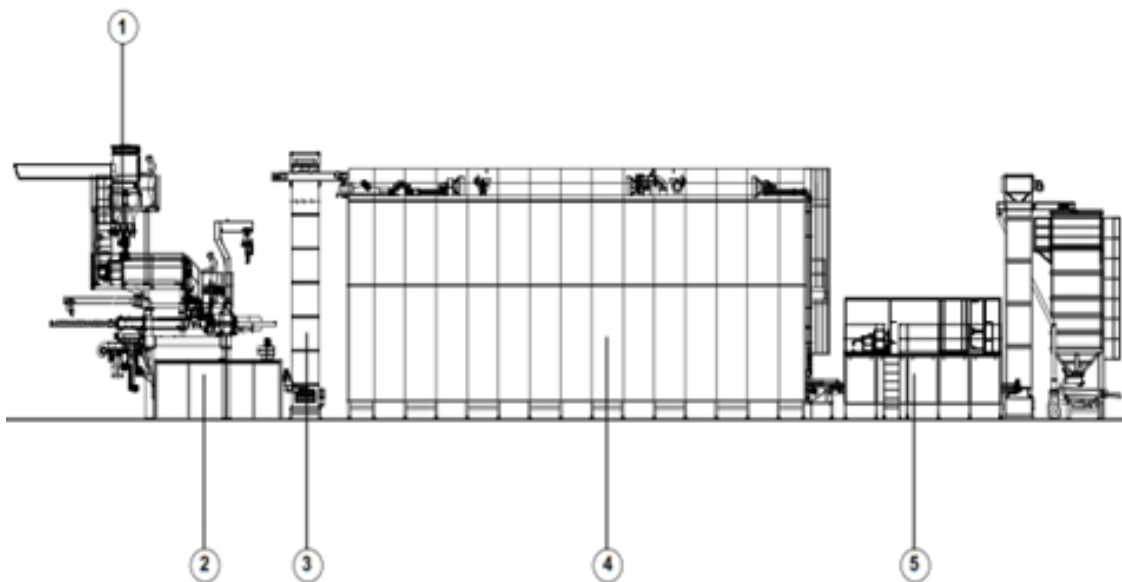
El enfriamiento final se consigue por medio de cintas vibratorias. El aire enfriado naturalmente o por medio de baterías alimentadas de agua fría atraviesa el producto según un principio de rendimiento máximo.

El moderno sistema de regulación y control automático del secado CAE controlados por un PLC garantizan una gestión simple y segura de la línea en todas las fases del ciclo de producción.

### 1.3. Secciones de una línea de producción de pasta alimenticia

En la figura 4 que se presenta a continuación se enumeran las diversas secciones que componen una línea de producción de pasta alimenticia corta.

Figura 4. Secciones línea de producción de pasta alimenticia corta



Secciones: 1) Prensa; 2) Trabatto; 3) Elevador de cangilones; 4) TCM ECO.; 5) Enfriador

Fuente: FAVA. Catálogo partes de repuestos línea de pasta corta. 2014. p. 5.

#### 1.3.1. Prensa

La prensa representa la cabeza de la línea de producción de pasta; aquí se forma la masa y el producto se extruye y se comienza el proceso de secado. Está constituida por:

- Dosificador de agua

Se utiliza para alimentar la pre-amasadora centrífuga y se compone de: válvulas de globo, filtro auto-limpiante, electroválvulas, medidor de caudal, reductores de presión.

- Dosificador rotativo de sémola

Su función es efectuar una dosificación porcentual del producto y se compone de un motor eléctrico y una válvula rotativa. Este tipo de dosificador tiene la tarea de mantener el vacío en la pre-amasadora centrífuga.

- Pre-amasadora centrífuga

Tiene la función de realizar la primera operación de amasado; se puede considerar este primer tratamiento del producto como uno de los más importantes de los efectuados en la materia prima en su elaboración. Este grupo tiene la tarea de llevar el componente líquido en contacto con la parte sólida (harina) de la manera más uniforme posible, asegurando una humidificación constante.

La pre-amasadora básicamente se compone de un cuerpo cilíndrico de acero inoxidable, un árbol con aspas con una forma especial de acero inoxidable y un grupo de accionamiento del árbol.

- Amasadora doble

Se compone de una cuba de acero inoxidable de dos árboles con aspas de sentido de giro opuesto y un sistema de motorización.

La masa que sale de la pre-amasadora cae en la amasadora principal o doble situada debajo de ella y colocada de manera que el producto se dirija hacia el centro de la tina. Esto para distribuir de manera proporcional la masa en cada una de las dos cámaras que componen la tina. De aquí viene precisamente su denominación de doble. Su tarea es formar la masa tratándola por el tiempo necesario para que alcance un grado homogéneo de humedad. De esto se encarga la acción de revolución y de empuje que las espas ensambladas en los árboles situados dentro de las cámaras, uno para cada cámara, proporcionan a la masa.

La rotación de los árboles hacia el interior de la tina es proporcionada por un tren de engranajes accionados por un motor con una potencia adecuada. La abertura para descargar la masa está situada lateralmente y se alimenta por efecto del empuje de las últimas espas de la amasadora.

- Amasadora al vacío

Tiene dos tareas tecnológicas fundamentales para conseguir un producto de buena calidad.

- Consentir una carga uniforme de los tornillos de compresión o extrusión, actuando como cámara de acumulación del producto, asegurando un batiente correcto de masa sobre dichos tornillos y, por consiguiente, una pasta homogénea.
- Reducir mediante la elaboración de la masa en entorno al vacío, la degeneración del color de la materia prima debido a la oxidación del producto al contacto con el aire.

Como en las otras tinas amasadoras, las partes en contacto con el producto son de acero inoxidable. Unas aspas montadas en el árbol de la tina, con el mismo método utilizado en la amasadora doble, mueven la masa y la distribuyen en las bocas de carga de los tornillos de extrusión.

- Grupo de compresión

El grupo de compresión se divide en:

- El tornillo de extrusión
- El grupo de empuje
- La motorización

Según la producción se elige el tipo de máquina que se va a utilizar. El principio de funcionamiento es el mismo para todos los tamaños de líneas, cambian solo las medidas de los componentes.

- Grupo cilindros y tornillos de extrusión

En esta sección la masa se transforma en pasta por la acción de extrusión y homogenización proporcionada al producto.

Cada cilindro está dividido en dos partes, delantera y trasera, donde la parte delantera tiene camisa para la circulación del fluido de termorregulación, mientras que la parte trasera tiene la abertura para dejar entrar la masa y cargarla a los tornillos.

Son de acero al carbono partiendo de tubos continuos sin soldaduras de gran espesor, para asegurar la resistencia mecánica necesaria contra los

empujes de la presión interna generada por la pasta. En la parte interna tienen unos rayados longitudinales.

Los tornillos de extrusión son de acero inoxidable o de acero al carbono y están cromados. Su perfil, diámetro y paso de hélice dependen de la producción de la prensa.

- Grupo motorización

Este grupo es el que transfiere el movimiento al tornillo de extrusión utilizando un motor eléctrico y un reductor de velocidad.

El reductor utilizado es del tipo pendular, con dientes helicoidales, para garantizar una alta fiabilidad y una reducida generación de ruido y vibraciones.

- Cabezal de pasta alimenticia corta

El grupo cabezal se compone de: cuerpo o cabezal, tapones de cierre, molde, placas porta juntas, circuito oleodinámico con pistones para la extracción de los moldes y circuito de termostatación.

El grupo incorpora un indicador de presión máxima que interrumpe la acción de la prensa si el valor de presión rebasa determinados bares de presión y manda una señal de alarma. Una alta presión normalmente indica masa dura y, por lo tanto, producto no perfecto.

- Central oleodinámica

Tiene la tarea de hacer funcionar la extracción del molde y la expulsión del mecanismo de compresión. Está constituida por un motor que acciona una bomba oleodinámica distribuyendo la presión por medio de tuberías.

### **1.3.2. Trabatto**

La función del trabatto es de ventilar eficazmente el producto procedente de la prensa con mucho aire caliente y seco, robusteciendo su superficie por el efecto de la rápida evaporación. Los grandes volúmenes de aire de recirculación, el limitado tiempo de permanencia, el producto siempre en movimiento y la acción del aire caliente mantienen la temperatura en los valores preestablecidos, constituyendo al adecuado presecado del producto con una primera reducción de humedad y la preparación para las sucesivas fases del secado.

El trabatto está compuesto por:

- Una armazón de soporte de movimiento con perfiles tubulares de acero inoxidable.
- Un grupo de movimiento.
- Una robusta estructura metálica, que hace de soporte a las paredes de la cabina.
- Una serie de ventiladores y radiadores conformes a las normativas de seguridad y adecuadas para la circulación del agua sobrecalentada.
- Un grupo de suspensión.
- Bastidores porta pasta en varias secciones con red en acero inoxidable.

- Un sistema termohidráulico de regulación que está compuesto de una bomba para la circulación del agua sobrecalentada y de la válvula de regulación.
- Boquilla de salida de la pasta de acero inoxidable.

### **1.3.3. Transportador con cinta**

Entre el trabatto y el presecador TCM se coloca un elevador de cangilones tipo anillo multidescarga, este elevador descarga en un transportador con cinta que, a su vez, descarga directamente sobre el presecador TCM.

El producto depositado en la cinta del transportador se transportará y descargará sobre una tolva que lo dirige sobre el vibrador de alimentación que optimiza la distribución del producto en el interior del secador.

### **1.3.4. TCM ECO.SYSTEM**

TCM significa cintas metálicas continuas e indica que la pasta está transportada al interior del presecador y secador por medio de una serie de cintas, constituidas por bandas de control metálicas permeables al paso del agua, caracterizadas por una solución de construcción absolutamente única y original.

La robustez y fiabilidad de este secador junto a un bajo pedido de intervenciones de mantenimiento, hacen que la máquina sea muy indicada para la composición de líneas de alta capacidad productiva y diagramas de secado muy acelerados.



Las peculiaridades de una línea de secado compuesta con máquinas TCM pueden ser sintetizadas en los siguientes puntos:

- Elevada producción en mínimos espacios
- Utilización de diagramas de secado con temperatura muy alta
- Tiempos reducidos de ciclo
- Elevada calidad del producto terminado con todas las materias primas
- Fácil limpieza y cumplimiento de las normas higiénicas
- Mantenimiento reducido a los mínimos términos

El TCM puede ser configurado de dos maneras, según sea utilizado para la fase de presecado o de secado. La construcción mecánica es sustancialmente la misma, mientras que las ventilaciones y las ubicaciones de control del clima son diferentes.

- Movimiento

El movimiento de los pisos al tapete metálico para el transporte de las pastas alimentarias es causado por grupos de mando situados al principio y al final de la máquina. Pueden ser dos, uno anterior y uno posterior, o cuatro, dos y dos, si la máquina tiene más de once pisos.

- Sistema de ventilación

Las dos zonas del TCM ECO.SYSTEM tienen dos sistemas de ventilación diferentes:

- El TCM de presecado tiene una ventilación vertical, un sistema útil para altas producciones, sobretodo en esta fase.

- El TCM de secado tiene una ventilación normal o llamada de otra manera horizontal.
- Sistema de recambio de aire

El recambio de aire es fundamental para la perfecta realización de las fases de presecado y de secado. Cada TCM tiene un sistema propio de recambio de aire.

- Vibradores de carga

La distribución correcta de la carga sobre los tapetes de transporte del producto es un factor fundamental para la uniformidad del secado. Está determinado no solo por las revoluciones en el paso de un piso a otro, sino también por la uniformidad del aire que atraviesa toda la anchura del tapete. Para obtener esto es necesario que el espesor del producto sobre el tapete sea constante sobre toda la anchura del mismo, o sea perfectamente distribuido; el vibrador de carga tiene precisamente esta función.

- Vibradores de descarga

Los vibradores de descarga están contruidos según el mismo criterio de los de carga. Su función principal es recoger el producto proveniente del tapete metálico del secador y restringir el flujo para adaptarlo a la anchura de la máquina sucesiva, que podría ser un elevador o un enfriador.

- Sistema de lubricación

El sistema de lubricación tiene los siguientes componentes:

- Central de lubricación; compuesta por
  - Electrobomba para servicio intermitente con motor trifásico
  - Bomba de engranajes
  - Válvula de máxima presión
  - Válvula de liberación
  - Filtro de aspiración
  - Control eléctrico
  - Visor de nivel
  
- Válvulas dosificadoras
- Regulador de presión -presostato-
- Cepillos de cadenas
- Tuberías y accesorios

Al accionar el sistema de lubricación monocanal el lubricante alimenta las válvulas dosificadoras que suministran el volumen de aceite preestablecido. Los cepillos colocados en las salidas de las válvulas distribuyen el lubricante uniformemente sobre la superficie de las cadenas de movimiento de los tapetes metálicos.

### **1.3.5. Enfriador**

El enfriador es una máquina de concepción sencilla, modular y con un gran poder de enfriamiento, este proceso se realiza de una manera eficaz y natural.

El enfriador está compuesto de:

- Entrada del producto procedente del vibrador de descarga del secador

- Cinta transportadora
- Motorización
- Grupo filtrador y refrigerante
- Sección de ventilación

La cinta transportadora del enfriador tiene la función de transportar el producto a través de una zona preparada para el enfriamiento del producto. El principio de funcionamiento consiste en hacer pasar aire por el producto con determinadas características con la ayuda de un sistema de ventilación.

#### **1.4. Equipos auxiliares de una línea de producción de pasta alimenticia**

A continuación se describen técnicamente los equipos auxiliares de una línea de producción de pasta alimenticia.

##### **1.4.1. Caldera pirotubular**

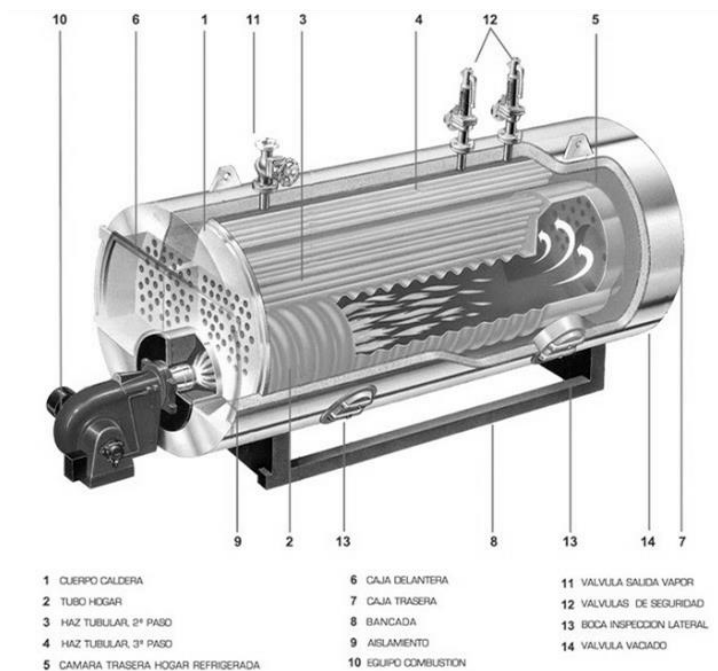
Las calderas pirotubulares están disponibles para vapor de alta o baja presión o para aplicaciones de agua caliente. Se usan comúnmente para aplicaciones que varían desde 15 a 1500 caballos de potencia. Es un contenedor cilíndrico, con tubos horizontales que cruzan y se conectan a las placas tubulares frontal y trasera.

El contenedor almacena el agua y absorbe la energía generada por la flama. Las puertas frontal y trasera proveen el hermetismo necesario para contener los gases de combustión calientes. Se diseñaron deflectores dentro de las puertas para redireccionar los gases de combustión a través de distintos pasajes pirotubulares. La flama se origina en el horno. Conforme los gases de

combustión pasan a través del horno y a través de los varios canales pirotubulares, el calor de la flama y gases de combustión se transfiere al agua. La energía transferida se convierte en el vapor o agua caliente según se requieren.

El propósito principal de la caldera es proveer energía a las operaciones del complejo para la calefacción, procesos de manufactura, lavandería, cocina. La naturaleza de la operación del complejo dictará si debe usarse una caldera de vapor o agua caliente. La construcción pirotubular provee algunas características que la diferencian de otros tipos de caldera. Debido al tamaño de su contenedor, contiene una cantidad grande de agua, permitiéndole responder a cambios de carga con una variación mínima de presión.

Figura 5. **Componentes principales de una caldera pirotubular**



Fuente: SOGECAL. *Caldera pirotubular*. <https://www.sogecal.com/caldera-pirotubular/>.

Consultado: 20 de febrero de 2017.

- **Construcción**

Las calderas de vapor diseñadas para operar a 15 psig y las calderas de agua caliente diseñadas para 250°F a 125psi o menos se construyen de acuerdo con la sección IV, calderas de energía, del código ASME.

Las calderas de vapor diseñadas para operar con presión que excede 15psig están construidas de acuerdo con la sección I, calderas de energía, del código ASME.

Las calderas de agua caliente diseñadas para temperaturas de operación por arriba de los 250°F o 125psi también están construidas según la sección I del código ASME.

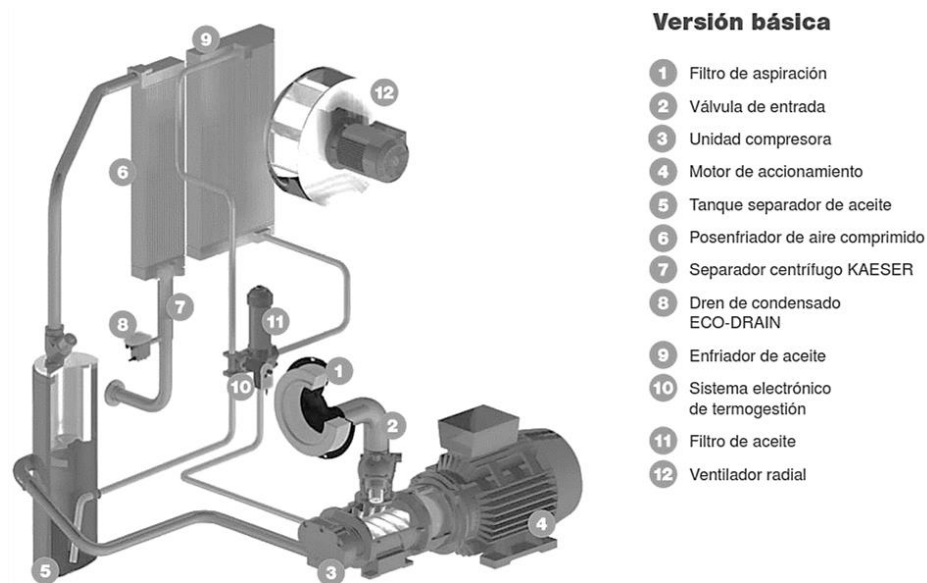
#### **1.4.2. Compresor de aire**

El funcionamiento del compresor es de la siguiente manera; el aire atmosférico ingresa por el filtro de admisión, la unidad compresora aspira el aire después de haber sido purificado en el filtro; para lubricar, hermetizar y refrigerar la unidad compresora se inyecta aceite refrigerante en condiciones normales, la temperatura del aire no supera los 80° C durante el proceso de compresión.

A continuación, el aire comprimido se separa del aceite lubricante (ca. < 2 mg/m<sup>3</sup>) en el separador y desde allí pasa por la válvula de presión mínima hacia el posenfriador. El aceite refrigerante separado, enfriado y filtrado es reinyectado dentro de la unidad compresora. En el posenfriador, el aire comprimido se enfría hasta 5 - 10 K por encima de la temperatura ambiente,

perdiendo, por ende, gran parte de su humedad antes de abandonar finalmente el compresor por el puerto de salida.

Figura 6. **Componentes básicos de un compresor de tornillo**



Fuente: Kaeser Compresores Guatemala. *Compresores de tornillo serie CSD*. p. 14

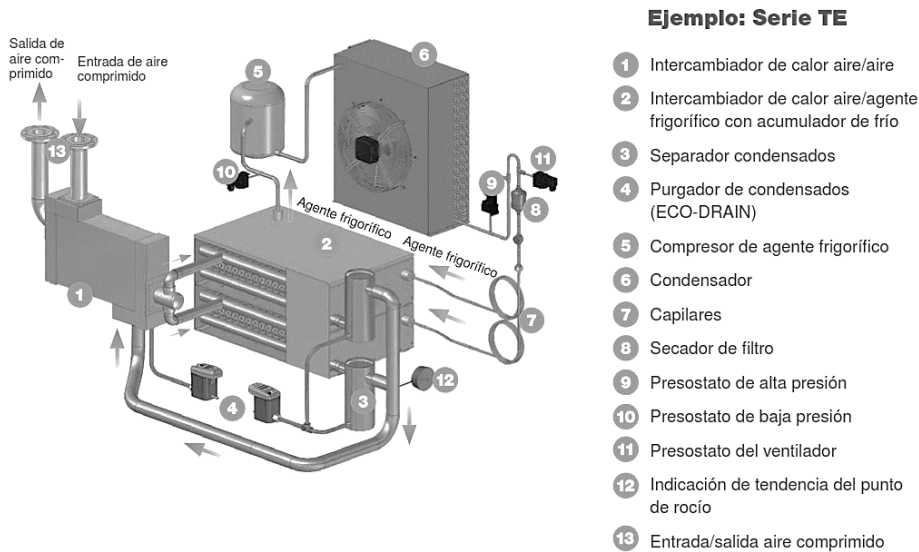
### 1.4.3. Secador de aire

Para tratar aire comprimido con eficiencia y calidad se debe empezar por el secado. Para ello, los fabricantes de estos equipos ofrecen una amplia y eficiente gama de secadores de aire comprimido, basada en diversos principios operativos que permiten entregar caudales de acuerdo con aplicaciones específicas, satisfaciendo todos los requerimientos en materia de calidad, punto de rocío y volumen de entrega.

Los secadores frigoríficos secan el aire con gran confiabilidad en temperaturas ambiente de hasta +50 °C, operan con un alto grado de eficiencia

gracias a su diseño que demanda poco mantenimiento y a su intercambiador de calor que genera mínimas pérdidas de presión. Debido a la escasa área que ocupan, estos secadores son excepcionalmente versátiles e ideales para lugares con limitación de espacio.

Figura 7. **Componentes básicos de un secador frigorífico**



Fuente: Kaeser Compresores Guatemala. *Secador de aire comprimido SECOTEC*. p. 12

#### 1.4.4. Enfriador de agua

El enfriador de agua o también llamado chiller con compresores de tornillo y refrigerado por aire utiliza muchos componentes, que son iguales o casi iguales que un enfriador de tornillo estándar de un tamaño similar. Esto incluye carriles de bastidor modular, condensador, ventiladores, compresores, evaporador y panel de control electrónico.

El enfriador consiste en dos compresores de tornillo en un número correspondiente de circuitos de refrigerante separados, un evaporador híbrido



de película descendente, condensador, tanques receptores, válvulas de alimentación, separadores de aceite y silenciadores del compresor. Los separadores de aceite no utilizan partes móviles. El enfriamiento del aceite se realiza por medio del refrigerante dejando en el eductor que se separa en la línea de la succión que refresca el aceite, el motor y el compresor.

Figura 8. **Enfriador de agua con compresores de tornillo**



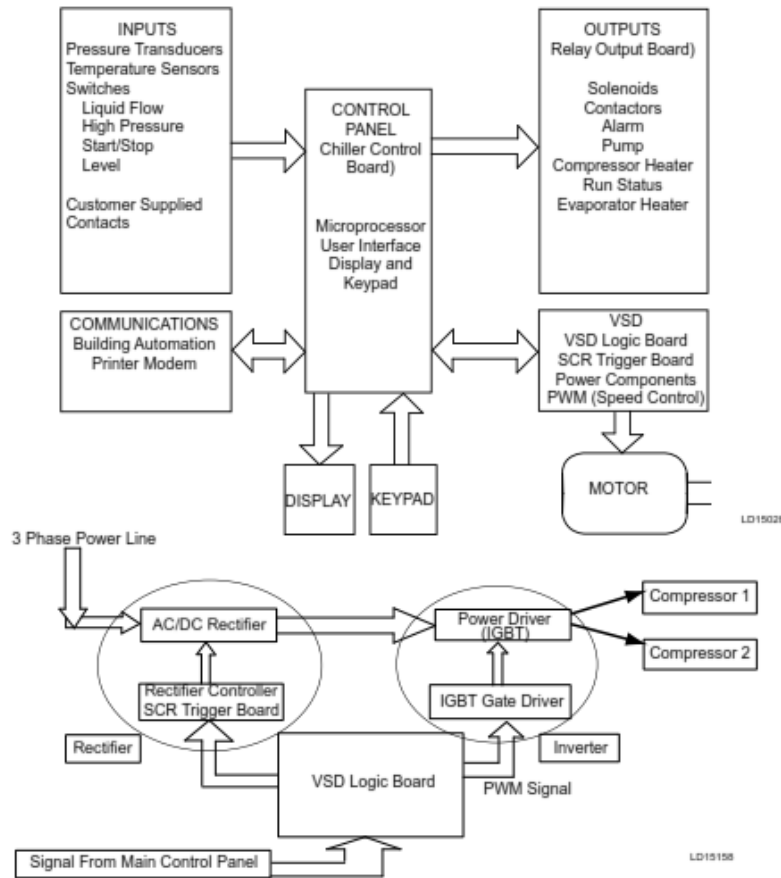
Fuente: York International. *Air-cooled screw liquid chillers with variable speed drive*. p. 17.

Un controlador de velocidad variable VSD es controlado por el microprocesador del enfriador en el panel de control para arrancar/parar, seleccionar compresores para funcionar y selección de la velocidad del compresor según sean las necesidades o condiciones de funcionamiento.

El enfriador de agua combina lo mejor del diseño moderno del compresor del tornillo con la última tecnología en impulsiones de velocidad variables. El resultado es un control y una eficiencia superiores en comparación a cualquier otro enfriador de agua.

El control básico del sistema y la arquitectura del sistema VSD se muestran en la figura 9.

Figura 9. **Sistema de control del enfriador de agua**



Fuente: York International. *Air-cooled screw liquid chillers with variable speed drive*. p. 18.

El VSD permite disminuir la velocidad del compresor para que coincida con la carga en el sistema, lo que resulta en un control preciso del líquido refrigerante, un sonido mínimo, una eficiencia energética máxima y un costo de funcionamiento reducido.

El VSD también proporciona arranques suaves sin arranque eléctrico. La falta de acumulación de calor al arrancar también permite que el tiempo de parada requerido entre los arranques se reduzca a un período de dos minutos.

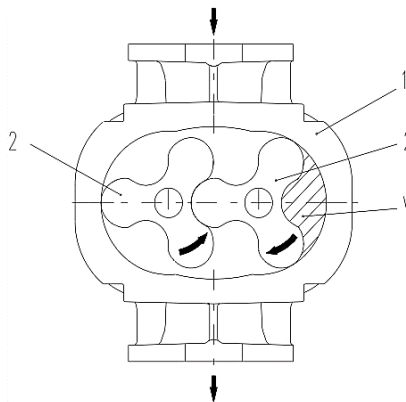
#### 1.4.5. Soplador de aire

Un soplador de aire o *blower* es un compresor de gran caudal y baja presión. Se considera que un compresor está encuadrado en el grupo de soplanges cuando su presión de trabajo es inferior a 1 bar. Algunos fabricantes disponen de soplanges con presiones ligeramente superiores.

Está constituido por dos rotores (2) de perfiles rectificados que giran en el interior de un cuerpo (1) en forma de ocho. El gas aspirado a la presión  $P_1$  y a la temperatura  $T_1$  se encapsula en los huecos (V) que se forman entre el cuerpo y los rotores y se descarga a la impulsión a la presión  $P_2$  y temperatura  $T_2$ .

La impulsión es proporcional a la velocidad de rotación y casi constante al cambio de presión de funcionamiento.

Figura 10. Esquema soplante serie RBS



Fuente: ROBUSCHI. *Manual de uso y mantenimiento para soplanges*. p. 5.

#### **1.4.6. Bomba de vacío**

Existen diferentes diseños, los más habituales son las bombas de pistón, tornillo, paletas, lobulares, de diafragma o de anillo líquido.

El funcionamiento es similar al de un compresor, pero con la diferencia de que está pensada para aspirar y no para comprimir el aire o gas que aspira.

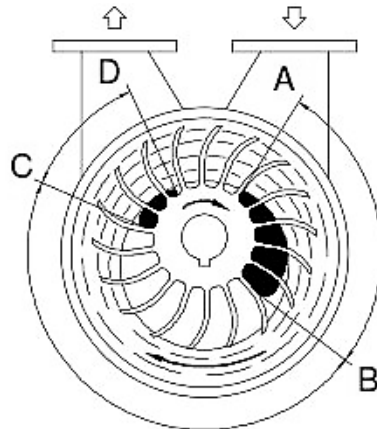
##### **Bomba de vacío anillo líquido**

Una bomba de anillo líquido se utiliza para vacío operacional limitado hasta 33-40 mbar, dependiendo de la temperatura del líquido de anillo. Su fiabilidad es alta debido a su simplicidad. Este tipo de bombas se suelen utilizar para manejar mezclas de gases que contienen vapores condensables.

Cuando el rodete de la bomba de vacío gira el gas es aspirado por la boca de aspiración y se bombea a través de la cámara A-B hasta el interior de la bomba, aprisionado entre dos paletas del impulsor que gira excéntricamente respecto al anillo líquido formado en la periferia del aro de la bomba. Las variaciones progresivas del volumen encerrado entre 2 paletas crean primero una depresión y seguidamente una compresión del gas en el ciclo B-C hasta su expulsión a través de la cámara C-D mezclado con parte de líquido que debe reponerse continuamente.

El anillo líquido no solo actúa como sello, sino que también absorbe el calor de compresión, fricción y condensación. En principio, puede utilizarse cualquier líquido, aunque suele emplearse agua, aceite, glicol u otros líquidos que no se vaporicen a las condiciones del proceso.

Figura 11. **Bomba de vacío anillo líquido**



Fuente: POMPETRAVAINI. *Manual operativo de las bombas de vacío y compresores de anillo líquido*. p. 6.

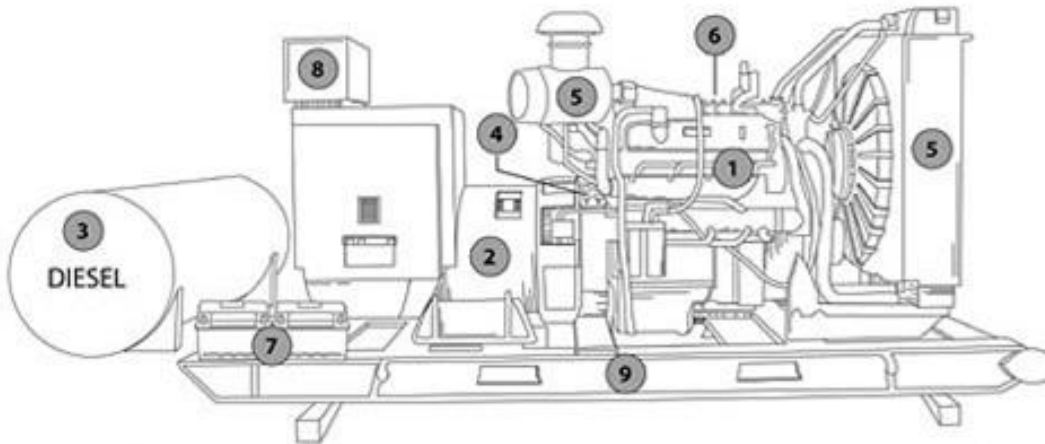
#### 1.4.7. **Generador eléctrico**

El generador eléctrico a diésel, es una máquina eléctrica rotativa que transforma energía mecánica en energía eléctrica. La energía eléctrica la consigue gracias a la interacción de los dos elementos principales del generador que lo componen: la parte móvil llamada rotor y la parte estática que se denomina estator. La energía mecánica se la suministra un motor de combustión interna que utiliza como combustible el diésel.

Cuando un generador eléctrico está en funcionamiento, una de las dos partes genera un flujo magnético (actúa como inductor) para que el otro lo transforme en electricidad (actúa como inducido).

Un generador eléctrico de diésel está constituido fundamentalmente por los elementos básicos que se observa en la figura 12.

Figura 12. **Componentes de un generador eléctrico a diésel**



1. Motor de combustión interna; 2. Generador eléctrico; 3. Depósito de combustible; 4. Regulador de voltaje; 5. Sistemas de escape y enfriamiento; 6. Sistema de lubricación; 7. Cargador de baterías; 8. Panel de control electrónico; 9. Bancada.

Fuente: ABM INDUSTRIAL. *Generador eléctrico a diésel*. <http://www.abm-industrial.com/partes-generador-electrico/>. Consultado: 25 de febrero de 2017.

Una de las utilidades más comunes es la de generar electricidad en aquellos lugares donde no hay suministro eléctrico. Otro caso sería en locales de pública concurrencia como hospitales y fábricas, que a falta de energía eléctrica de red, necesiten de otra fuente de energía alterna para abastecerse.

### **1.5. Jerarquía de equipos**

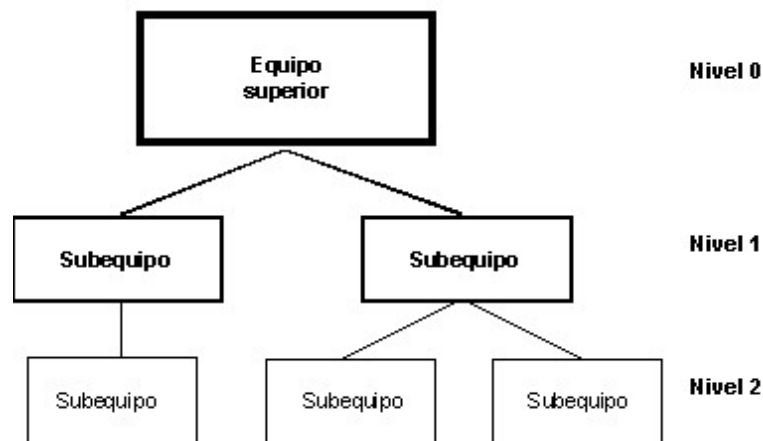
Al estructurar las instalaciones de una empresa, existe la opción de representar una estructura jerárquica de equipos utilizando equipos superiores y sub-equipos. Esto puede ser útil, por ejemplo, si se desea dividir equipos grandes montados en una ubicación física o funcional en unidades más pequeñas que también puedan gestionarse como equipos en un sistema.

Un equipo superior es un sistema complejo formado por varios equipos individuales o subequipos. Se puede representar la estructura del sistema montando equipos individuales en el equipo superior.

Todos los elementos de la estructura representada por los equipos superiores y los sub-equipos montados en los mismos, son equipos. Son objetos que deben mantenerse como unidades autónomas y para los cuales debe crearse un historial de mantenimiento individual o grupal.

Se puede estructurar un sistema complejo con tantos niveles como se necesiten utilizando equipos superiores y sub-equipos. Es posible montar tantos sub-equipos como sea necesario en los equipos superiores. Un sub-equipo puede ser un equipo superior para otros equipos. Esto es lo que origina la estructura jerárquica de equipos.

Figura 13. **Estructura jerárquica de equipos**



Fuente: PORTAL SAP. *Jerarquía de equipos*. [https://help.sap.com/doc/saphelp\\_46c/4.6.C/es-ES/01/d546ab4ab311d189740000e8322d00/content.htm](https://help.sap.com/doc/saphelp_46c/4.6.C/es-ES/01/d546ab4ab311d189740000e8322d00/content.htm). Consultado: 10 enero de 2017.

Los equipos pueden montarse en diversos equipos superiores a lo largo de su vida útil.

## **1.6. Manual del fabricante**

Es toda guía de instrucciones que sirve para el uso de un dispositivo o equipo, la corrección de problemas o el establecimiento de procedimientos de trabajo. Son importantes a la hora de transmitir información que sirva a las personas para desenvolverse en una situación determinada.

En general, los manuales frecuentemente acompañan a un determinado producto que se ofrece al mercado, como una forma de soporte al cliente que lo adquiere. En este caso, el manual suele tener una descripción del producto y de la utilización que del mismo debe hacerse, ya sea para obtener un buen rendimiento o para dar cuenta de posibles problemas y la forma de evitarlos. El objetivo de un manual del fabricante es suministrar los lineamientos, reglas o normas de cómo utilizar algo de una forma sistemática, explícita y ordenada.

## **1.7. Indicadores clase mundial**

Para la empresa que busca estándares internacionales de desempeño dentro de mercado competitivo, la gestión de activos aporta una nueva propuesta de realización de los objetivos estratégicos que integra las áreas de la empresa de modo que cada una reconozca su papel y su responsabilidad en la obtención de valor a través de los activos o equipos de la empresa.

El enfoque del sistema de gestión de activos en el contexto de la norma ISO 55001:2014 Sistema de gestión de activos aporta los requisitos necesarios para que la administración de la empresa favorezca los resultados de la gestión



de activos, no solamente los activos físicos sino todos aquellos que agregan valor a la empresa.

Para alcanzar los objetivos estratégicos, los planes de mantenimiento, reforma y renovación de activos deben formar parte de la planificación anual, para que los recursos necesarios sean incluidos en los presupuestos operacionales y las inversiones, asegurando que la planificación a largo plazo se modele de forma tal que contribuya al fortalecimiento de la empresa.

Los resultados esperados de la gestión de activos solo se alcanzarán si se realiza la medición sistemática, el monitoreo, el análisis y la evaluación de los activos.

Los métodos de monitoreo, medición, análisis y evaluaciones, dependen de cada empresa y deben asegurar lo necesario para la toma de decisiones sobre los activos. Normalmente se adoptan indicadores para la evaluación.

La adopción de estas prácticas por parte de las empresas trae resultados en el corto, mediano y largo plazo, como la mejora del desempeño técnico, económico y financiero; la disminución de riesgos y pasivos; la transparencia, seguridad y rastreabilidad de las inversiones; además de promover la captación y distribución de las inversiones a lo largo del tiempo.

### **1.7.1. Tiempo promedio operativo hasta la falla**

El indicador tiempo promedio operativo hasta la falla –MTTF– (*Mean time to failure*) es un indicador técnico que mide el tiempo promedio que es capaz de operar un equipo sin interrupciones. Es el indicador básico de confiabilidad o continuidad operacional de los equipos.

Unidad de medición: tiempo en horas, días, meses.

Ecuación de cálculo:

$$MTTF = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} TTF_i}{n}$$

Donde:

$TTF_i$  = tiempos operativos hasta el fallo.

$n$  = número de fallos en periodo evaluado.

### 1.7.2. Frecuencia de fallas

El indicador frecuencia de fallas –FF– es igualmente un indicador técnico de confiabilidad que mide el número de fallos que aparece en el periodo de evaluación considerado.

Unidad de medición: tiempo en horas, días, meses.

Ecuación de cálculo:

$$FF = \frac{1}{MTTF}$$

Donde:

$MTTF$  = tiempo promedio operativo hasta el fallo.

### 1.7.3. Tiempo promedio fuera de servicio

El indicador tiempo promedio fuera de servicio –MDT– (*Mean down time*) es un indicador técnico que mide el tiempo promedio que se tarda en restituir a un componente o equipo a unas condiciones adecuadas de operación después de un fallo. Es el indicador más importante de mantenibilidad.

Unidad de medición: tiempo en horas, días, meses.

Ecuación de cálculo:

$$MTD = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} DT_i}{n}$$

Donde:

$DT_i$  = tiempos fuera de servicio.

$n$  = número total de fallos en el período evaluado.

### 1.8. Seguridad industrial

La seguridad industrial es un campo necesario y obligatorio en toda empresa en el que se estudian y aplican nuevos procedimientos y técnicas constantemente en los procesos mediante los cuales se minimizan los riesgos en las empresas.

Toda empresa tiene la responsabilidad para cumplir con una serie de normas, reglas y condiciones que deben prestarle a sus colaboradores con el fin de darles garantía de su seguridad y salud. Un aspecto muy importante para una empresa respecto de la seguridad industrial es el uso de estadísticas, que

le permite prevenir en qué sectores suelen producirse los accidentes para extremar las precauciones.

La norma ISO 45001:2018 Sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo tiene el objetivo de prevenir los riesgos laborales, como accidentes y enfermedades. Está estructurada a un alto nivel teniendo todas las normas de gestión actuales como la ISO 9001 e ISO 14001; cuestión que las hace total y fácilmente integrable, así como remarca la importancia en el liderazgo de la dirección de la empresa.

La norma se ha desarrollado con objeto de ayudar a las empresas a proporcionar un lugar de trabajo seguro y saludable para los colaboradores, así como al resto de personas, proveedores, contratistas y vecinos, y de este modo contribuir en la prevención de lesiones y problemas de salud relacionados con el trabajo, además de la mejora de manera continua del desempeño de la seguridad y salud.

Beneficios que aporta la implementación de la norma ISO 45001:2018:

- Aumentar la resiliencia empresarial a través de la prevención de riesgos proactiva, innovación y mejora continua.
- Demostrar sus credenciales de responsabilidad social al manifestar su compromiso con un trabajo seguro, saludable y sostenible.
- Conseguir una mayor optimización en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo.
- Desarrollar e implementar las políticas y objetivos del sistema de gestión de seguridad y salud, facilitando su obtención mediante el liderazgo y el compromiso de la dirección.

- Motivar y comprometer a los colaboradores mediante la consulta y la participación.
- Mejorar continuamente de las condiciones de trabajo.
- Facilitar las relaciones con proveedores, clientes y colaboradores tanto nacionales como internacionales.
- Lograr la integración con otros sistemas de gestión, fomentando la cultura preventiva.
- Lograr un único sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.



## **2. LEVANTADO Y JERARQUIZACIÓN DE LOS EQUIPOS DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PASTA ALIMENTICIA**

### **2.1. Línea de producción de pasta alimenticia**

En esta parte del capítulo se presenta la información técnica esencial de los equipos que se requiere en el sistema de planificación empresarial SAP para realizar la planificación del mantenimiento de la línea de producción de pasta alimenticia en formato corto. Siendo esta información la siguiente:

- Número de serie del equipo
- Descripción/denominación del equipo
- Fabricante del equipo
- Modelo del equipo

La línea de producción de pasta alimenticia se dividen en secciones y sus equipos se jerarquizan en dos niveles:

- Los equipos del primer nivel se llaman equipos superiores y se representan con estar escritos totalmente con letras mayúsculas.
- Los equipos del segundo nivel se denominan sub-equipos y se representan con texto escrito tipo oración.

Las secciones en que se divide la línea de producción representan los procesos funcionales y tecnológicos que se realizan para la producción de pasta alimenticia en formato corto.

### 2.1.1. Tableros eléctricos/controles

Los tableros eléctricos y controles de la línea se identifican según la sección a la que pertenecen. En la tabla I se presentan todos los tableros eléctricos que componen toda la línea de producción de pasta alimenticia.

Todos los tableros eléctricos se consideran como equipos superiores.

Tabla I. Equipos de la sección de tableros eléctricos/controles

| SERIE  | DESCRIPCIÓN/DENOMINACIÓN                       | FABRICANTE | MODELO       |
|--------|--|------------|--------------|
| T00001 | COMPUTADORA DE CONTROL                         | DELL       | OPTIPLEX XE2 |
| T00002 | TABLERO ELÉCTRICO TCM 231980 QUADRO A          | FAVA       | -            |
| T00003 | TABLERO ELÉCTRICO TCM 231980 QUADRO B          | FAVA       | -            |
| T00004 | TABLERO ELÉCTRICO TCM 231980 QUADRO C          | FAVA       | -            |
| T00005 | TABLERO ELÉCTRICO DE EMPACADORA 1              | ZANARDO    | DRC          |
| T00006 | TABLERO ELÉCTRICO DE EMPACADORA 2              | ZANARDO    | DRC          |
| T00007 | TABLERO ELÉCTRICO DE EMPACADORA 3              | ZANARDO    | DRC          |
| T00008 | TABLERO ELÉCTRICO DE EMPACADORA 4              | ZANARDO    | DRC          |
| T00009 | TABLERO ELÉCTRICO DE ENFARDELADORA 1           | DKC        | CQE          |
| T00010 | TABLERO ELÉCTRICO DE ENFARDELADORA 2           | DKC        | CQE          |
| T00011 | TABLERO ELÉCTRICO DE HORNO TERMORETRACTACIÓN 1 | SELEMATIC  | 100114CT     |
| T00012 | TABLERO ELÉCTRICO DE HORNO TERMORETRACTACIÓN 2 | SELEMATIC  | 100214CT     |

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.2. Prensa

La prensa de la línea representa una de las secciones de más importancia y está compuesta de una serie de equipos superiores; ya que en esta sección de la línea se inicia y realizan diversos procesos para la producción de pasta, tales como la dosificación, mezclado, amasado, extrusión y formación de pasta.



En la tabla II se presentan todos los equipos superiores y sub-equipos que componen toda la prensa de la línea de producción.

Tabla II. Equipos de la sección de prensa

| SERIE         | DESCRIPCIÓN/DENOMINACIÓN                        | FABRICANTE    | MODELO                   |
|---------------|---|---------------|--------------------------|
| <b>EQ0001</b> | <b>PRENSA</b>                                   | <b>FAVA</b>   | <b>FAST 210-2</b>        |
| S00001        | Filtro aspirador de polvo sémola                | FAVA          | -                        |
| S00002        | Ventilador aspirador de filtro polvo sémola     | CIMME         | XGCH003540 E4RD          |
| S00003        | Dosificador de harina                           | STORCI        | -                        |
| S00004        | Motor de esclusa dosificadora                   | ROSSI         | HB 80B 6 B5              |
| S00005        | Reductor de esclusa dosificadora                | ROSSI         | MR V50 V03A              |
| S00006        | Dosificador de líquidos                         | STORCI        | -                        |
| S00007        | Bomba centrifuga para agua amasado              | STA-RITE      | DHH3-169                 |
| S00008        | Sonda temperatura agua amasado                  | -             | PT100                    |
| S00009        | Amasadora doble                                 | FAVA          | -                        |
| S00010        | Motor movimiento de amasadora doble             | -             | -                        |
| S00011        | Reductor movimiento de amasadora doble          | -             | -                        |
| S00012        | Sonda temperatura amasadora doble               | -             | PT100                    |
| S00013        | Amasadora bajo vacío                            | FAVA          | -                        |
| S00014        | Motor movimiento de amasadora bajo vacío        | ROSSI         | HB2 132MB4 B5            |
| S00015        | Reductor movimiento de amasadora bajo vacío     | ROSSI         | MR 31 140 UP2A           |
| S00016        | Cilindro SX                                     | FAVA          | -                        |
| S00017        | Bomba termostatación para cilindro SX           | GRUNDFOS<br>X | TP25-140/2 X-O-<br>ABUBE |
| S00018        | Intercambiador calor termostatación cilindro SX | FIORINI       | PHE K042 316H NBR        |
| S00019        | Sonda temperatura cilindro SX                   | -             | PT100                    |
| S00020        | Tornillo de extrusión SX                        | FAVA          | -                        |
| S00021        | Motor movimiento de tornillo SX                 | ROSSI         | HB2 280S 4 B5            |
| S00022        | Reductor movimiento de tornillo SX              | ROSSI         | MR 31 320 UP2A           |
| S00023        | Sonda temperatura aceite reductor tornillo SX   | -             | PT100                    |
| S00024        | Cabezal SX                                      | FAVA          | -                        |
| S00025        | Bomba termostatación para cabezal SX            | GRUNDFOS<br>X | TP25-140/2 X-O-<br>ABUBE |
| S00026        | Intercambiador calor termostatación cabezal SX  | FIORINI       | PHE K042 316H NBR        |
| S00027        | Sonda temperatura cabezal SX                    | -             | PT100                    |
| S00028        | Cilindro DX                                     | FAVA          | -                        |

Continuación de la tabla II.

|               |   |                 |                          |
|---------------|---|-----------------|--------------------------|
| S00029        | Bomba termostatación para cilindro DX           | GRUNDFOS<br>X   | TP25-140/2 X-O-<br>ABUBE |
| S00030        | Intercambiador calor termostatación cilindro DX | FIORINI         | PHE K042 316H NBR        |
| S00031        | Sonda temperatura cilindro DX                   | -               | PT100                    |
| S00032        | Tornillo de extrusión DX                        | FAVA            | -                        |
| S00033        | Motor movimiento de tornillo DX                 | ROSSI           | HB2 280S 4 B5            |
| S00034        | Reductor movimiento de tornillo DX              | ROSSI           | MR 3I 320 UP2A           |
| S00035        | Sonda temperatura aceite reductor tornillo DX   | -               | PT100                    |
| S00036        | Cabezal SX                                      | FAVA            | -                        |
| S00037        | Bomba termostatación para cabezal DX            | GRUNDFOS<br>X   | TP25-140/2 X-O-<br>ABUBE |
| S00038        | Intercambiador calor termostatación cabezal DX  | FIORINI         | PHE K042 316H NBR        |
| S00039        | Sonda temperatura cabezal DX                    | -               | PT100                    |
| S00040        | Centrifuga                                      | STORCI          | -                        |
| S00041        | Reductor movimiento de centrifuga               | ROSSI           | MR ICI 160 UO3A          |
| S00042        | Motor movimiento de centrifuga                  | ROSSI           | HB2 160 L 4              |
| S00043        | Bomba de aceite para tornillos                  | STORCI          | 76438-B                  |
| S00044        | Motor de bomba de aceite para tornillos         | SELPEE          | AX 100B 4                |
| S00045        | Levanta molde (polipasto)                       | CARRELLO<br>DMT | DMT3                     |
| S00046        | Motor levanta molde movimiento horizontal       | DONATI          | B1K5AS2/2                |
| S00047        | Motor levanta molde movimiento vertical         | DONATI          | 71CBTS1/1                |
| <b>EQ0002</b> | <b>CORTADOR SX</b>                              | <b>LANDUCCI</b> | <b>TAGLIAPENNE</b>       |
| S00048        | Motor movimiento vertical cortador SX           | WEG             | AL 80-04                 |
| S00049        | Motor movimiento horizontal cortador SX         | WEG             | AL 71-06                 |
| S00050        | Motor banda SX carga a trabatto                 | WEG             | AL 71-04                 |
| S00051        | Reductor banda SX carga a trabatto              | HYDROMEC        | P045BR02C0-QV6           |
| S00052        | Turbina enfriamiento banda SX a trabatto        | FPZ             | SCL K05-MS MOR           |
| S00053        | Motor cuchilla del cortador SX                  | WEG             | AL 90 S4/L04             |
| S00054        | Reductor cuchilla del cortador SX               | HYDROMEC        | P302A-F04D2-TV6          |
| S00055        | Soplador de cortador SX                         | STIAVELLI       | YVP 251/2PSA<br>LG270    |
| <b>EQ0003</b> | <b>CORTADOR DX</b>                              | <b>LANDUCCI</b> | <b>TAGLIAPENNE</b>       |
| S00056        | Motor movimiento vertical cortador DX           | WEG             | AL 80-04                 |
| S00057        | Motor movimiento horizontal cortador DX         | WEG             | AL 71-06                 |
| S00058        | Motor banda DX carga a trabatto                 | WEG             | AL 71-04                 |
| S00059        | Reductor banda DX carga a trabatto              | HYDROMEC        | P045BR02C0-QV6           |
| S00060        | Turbina enfriamiento banda DX a trabatto        | FPZ             | SCL K05-MS MOR           |
| S00061        | Motor cuchilla del cortador DX                  | WEG             | AL 90 S4/L04             |

Continuación de la tabla II.

|        |                                   |           |                       |
|--------|-----------------------------------|-----------|-----------------------|
| S00062 | Reductor cuchilla del cortador DX | HYDROMEC  | P302A-F04D2-TV6       |
| S00063 | Soplador del cortador DX          | STIAVELLI | YVP 251/2PSA<br>LG270 |

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.3. Trabatto

El trabatto de la línea representa un equipo superior que se constituye de un grupo de motores ventiladores, bomba de agua caliente, motores de movimiento, sonda de temperatura y extractores de humedad que representan los sub-equipos. Ver tabla III.

El trabatto es la primera sección que realiza el proceso de secado de la pasta.

Tabla III. Equipos de la sección trabatto

| SERIE         | DESCRIPCIÓN/DENOMINACIÓN              | FABRICANTE  | MODELO             |
|---------------|---------------------------------------|-------------|--------------------|
| <b>EQ0004</b> | <b>TRABATTO</b>                       | <b>FAVA</b> | <b>TMD 15 ATR</b>  |
| S00064        | Motor SX movimiento trabatto          | FAVA        | MD 132 MA6 B3      |
| S00065        | Motor SX movimiento trabatto          | FAVA        | MD 132 MA6 B3      |
| S00066        | Bomba para agua caliente del trabatto | KSB         | ETL 100-100-160 GG |
| S00067        | Motor ventilador 1 SX trabatto        | FAVA        | MDCE 90 L4 B5      |
| S00068        | Motor ventilador 2 SX trabatto        | FAVA        | MDCE 90 L4 B5      |
| S00069        | Motor ventilador 3 SX trabatto        | FAVA        | MDCE 90 L4 B5      |
| S00070        | Motor ventilador 4 SX trabatto        | FAVA        | MDCE 90 L4 B5      |
| S00071        | Motor ventilador 5 SX trabatto        | FAVA        | MDCE 90 L4 B5      |
| S00072        | Motor ventilador 1 DX trabatto        | FAVA        | MDCE 90 L4 B5      |
| S00073        | Motor ventilador 2 DX trabatto        | FAVA        | MDCE 90 L4 B5      |
| S00074        | Motor ventilador 3 DX trabatto        | FAVA        | MDCE 90 L4 B5      |
| S00075        | Motor ventilador 4 DX trabatto        | FAVA        | MDCE 90 L4 B5      |
| S00076        | Motor ventilador 5 DX trabatto        | FAVA        | MDCE 90 L4 B5      |

Continuación de tabla III.

|        |                               |                  |                 |
|--------|-------------------------------|------------------|-----------------|
| S00077 | Extractor de aire SX trabatto | F.LLI<br>FERRARI | FS 28GP5H LG270 |
| S00078 | Extractor de aire DX trabatto | F.LLI<br>FERRARI | FS 28GP5H LG270 |
| S00079 | Sonda temperatura trabatto    | -                | PT100           |

Fuente: elaboración propia.

#### 2.1.4. Presecador

El presecador de la línea es la segunda sección donde se realiza el proceso de secado de la pasta.

Esta sección de la línea se divide en cinco equipos superior. Ya que estos realizan procesos bien definidos y siguen una secuencia de funcionamiento exacta, cada uno de estos equipos superiores tiene sus sub-equipos que se observan en la tabla IV.

Tabla IV. Equipos de la sección presecador

| SERIE         | DESCRIPCIÓN/DENOMINACIÓN                         | FABRICANTE       | MODELO                    |
|---------------|--|------------------|---------------------------|
| <b>EQ0005</b> | <b>ELEVADOR DE CANGILONES CARGA A PRESECADOR</b> | <b>EUROPROME</b> | <b>ETA PV 800</b>         |
| S00080        | Motor movimiento elevador de cangilones          | ROSSI            | HBZ 80B 4 B5              |
| S00081        | Reductor movimiento elevador de cangilones       | ROSSI            | MR 2IV 80 V03A            |
| S00082        | Motor ventilador elevador de cangilones          | FAVA             | MD 63 MB4 B5              |
| <b>EQ0006</b> | <b>BANDA TRANSPORTADORA CARGA A PRESECADOR</b>   | <b>FAVA</b>      | <b>-</b>                  |
| S00083        | Motor movimiento banda carga a presecador        | ROSSI            | HB 80 B6/B5               |
| S00084        | Reductor movimiento banda carga a presecador     | ROSSI            | MR V 64 U03A              |
| <b>EQ0007</b> | <b>VIBRADOR DE CARGA A PRESECADOR</b>            | <b>FAVA</b>      | <b>-</b>                  |
| S00085        | Motovibrador SX carga a presecador               | ITALVIBRAS       | MVSI 10/310-S02           |
| S00086        | Motovibrador DX carga a presecador               | ITALVIBRAS       | MVSI 10/310-S02           |
| <b>EQ0008</b> | <b>PRESECADOR</b>                                | <b>FAVA</b>      | <b>TCM<br/>ECO.SYSTEM</b> |

Continuación de tabla IV.

|        |   |               |                    |
|--------|---|---------------|--------------------|
| S00087 | Extractor anticondensado presecador               | F.LLI FERRARI | FS 316 P4A RD270   |
| S00088 | Motor superior frontal movimiento presecador      | ROSSI         | HB 100L 4.6 B5R    |
| S00089 | Reductor superior frontal movimiento presecador   | ROSSI         | MR ICI 100 UO3A    |
| S00090 | Motor superior posterior movimiento presecador    | ROSSI         | HB 90LB 4.6 B5     |
| S00091 | Reductor superior posterior movimiento presecador | ROSSI         | MR ICI 100 UO3A    |
| S00092 | Motor inferior frontal movimiento presecador      | ROSSI         | HB 100L 4.6 B5R    |
| S00093 | Reductor inferior frontal movimiento presecador   | ROSSI         | MR ICI 100 U03A    |
| S00094 | Motor inferior posterior movimiento presecador    | ROSSI         | HB 100L 4.6 B5R    |
| S00095 | Reductor inferior posterior movimiento presecador | ROSSI         | MR ICI 100 U03A    |
| S00096 | Bomba para agua caliente del presecador           | KSB           | ETALINE GN 100-170 |
| S00097 | Motor ventilador 1 SX presecador                  | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00098 | Motor ventilador 1 DX presecador                  | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00099 | Motor ventilador 2 SX presecador                  | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00100 | Motor ventilador 2 DX presecador                  | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00101 | Motor ventilador 3 SX presecador                  | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00102 | Motor ventilador 3 DX presecador                  | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00103 | Motor ventilador 4 SX presecador                  | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00104 | Motor ventilador 4 DX presecador                  | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00105 | Motor ventilador 5 SX presecador                  | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00106 | Motor ventilador 5 DX presecador                  | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00107 | Motor ventilador 6 SX presecador                  | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00108 | Motor ventilador 6 DX presecador                  | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00109 | Motor ventilador 7 SX presecador                  | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00110 | Motor ventilador 7 DX presecador                  | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00111 | Motor ventilador 8 SX presecador                  | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00112 | Motor ventilador 8 DX presecador                  | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00113 | Motor ventilador 9 SX presecador                  | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00114 | Motor ventilador 9 DX presecador                  | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00115 | Motor ventilador 10 SX presecador                 | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00116 | Motor ventilador 10 DX presecador                 | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00117 | Motor ventilador 11 SX presecador                 | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00118 | Motor ventilador 11 DX presecador                 | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00119 | Motor ventilador 12 SX presecador                 | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00120 | Motor ventilador 12 DX presecador                 | FAVA          | MDCE 100LB2 B3     |
| S00121 | Ventilador extractor de aire 1 presecador         | F.LLI FERRARI | FS 316 P4S LGO     |
| S00122 | Ventilador extractor de aire 2 presecador         | F.LLI FERRARI | FS 316 P4S LGO     |
| S00123 | Sonda temperatura entrad agua caliente colector   | -             | PT100              |

Continuación de la tabla IV.

|               |   |                 |                   |
|---------------|---|-----------------|-------------------|
| S00124        | Sonda temperatura salida agua caliente colector | -               | PT100             |
| S00125        | Sonda temperatura-humedad presecador            | ROTRONIC        | HF732             |
| <b>EQ0009</b> | <b>BOMBA CENTRAL LUBRICACIÓN AUTOMÁTICA</b>     | <b>BEKALUBE</b> | <b>BK02040021</b> |
| S00126        | Motor bomba central lubricación automática      | MELEGARI        | TO630206          |

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.5. Secador

Esta sección se divide en dos equipos superiores: el secador y el vibrador de carga a enfriador que se compone de diversos sub-equipos, ver tabla V.

El secador es la tercera y última sección donde se realiza el proceso de secado de la pasta. Al final de esta sección la pasta debe estar seca y con un porcentaje de humedad exacto, según indique la receta trabajada.

Tabla V. Equipos de la sección secador

| SERIE         | DESCRIPCIÓN/DENOMINACIÓN                       | FABRICANTE       | MODELO                    |
|---------------|--|------------------|---------------------------|
| <b>EQ0010</b> | <b>SECADOR</b>                                 | <b>FAVA</b>      | <b>TCM<br/>ECO.SYSTEM</b> |
| S00127        | Extractor anticondensado secador               | F.LLI<br>FERRARI | FS 285 P4A<br>RD270       |
| S00128        | Motor superior frontal movimiento secador      | ROSSI            | HB 90LB 4.6 B4R           |
| S00129        | Reductor superior frontal movimiento secador   | ROSSI            | MR ICI 100 UO3A           |
| S00130        | Motor superior posterior movimiento secador    | ROSSI            | HB 90LB 4.6 B5R           |
| S00131        | Reductor superior posterior movimiento secador | ROSSI            | MR ICI 100 UO3A           |
| S00132        | Motor inferior frontal movimiento secador      | ROSSI            | HB 80B 4.6 B5             |
| S00133        | Reductor inferior frontal movimiento secador   | ROSSI            | MR 2I 50 UC2A             |
| S00134        | Motor inferior posterior movimiento secador    | ROSSI            | HB 80B 4.6 B5             |
| S00135        | Reductor inferior posterior movimiento secador | ROSSI            | MR ICI 100 UO3A           |
| S00136        | Bomba para agua caliente del secador           | KSB              | -                         |

Continuación de la tabla V.

|               |                                      |             |                 |
|---------------|--------------------------------------|-------------|-----------------|
| S00137        | Motor ventilador 1 SX secador        | FAVA        | MDCE 112 M4 B3  |
| S00138        | Motor ventilador 1 DX secador        | FAVA        | MDCE 112 M4 B3  |
| S00139        | Motor ventilador 2 SX secador        | FAVA        | MDCE 112 M4 B3  |
| S00140        | Motor ventilador 2 DX secador        | FAVA        | MDCE 112 M4 B3  |
| S00141        | Motor ventilador 3 SX secador        | FAVA        | MDCE 112 M4 B3  |
| S00142        | Motor ventilador 3 DX secador        | FAVA        | MDCE 112 M4 B3  |
| S00143        | Motor ventilador 4 SX secador        | FAVA        | MDCE 112 M4 B3  |
| S00144        | Motor ventilador 4 DX secador        | FAVA        | MDCE 112 M4 B3  |
| S00145        | Motor ventilador 5 SX secador        | FAVA        | MDCE 112 M4 B3  |
| S00146        | Motor ventilador 5 DX secador        | FAVA        | MDCE 112 M4 B3  |
| S00147        | Motor ventilador 6 SX secador        | FAVA        | MDCE 112 M4 B3  |
| S00148        | Motor ventilador 6 DX secador        | FAVA        | MDCE 112 M4 B3  |
| S00149        | Motor ventilador 7 SX secador        | FAVA        | MDCE 112 M4 B3  |
| S00150        | Motor ventilador 7 DX secador        | FAVA        | MDCE 112 M4 B3  |
| S00151        | Motor ventilador 8 SX secador        | FAVA        | MDCE 112 M4 B3  |
| S00152        | Motor ventilador 8 DX secador        | FAVA        | MDCE 112 M4 B3  |
| S00153        | Motor ventilador 9 SX secador        | FAVA        | MDCE 112 M4 B3  |
| S00154        | Motor ventilador 9 DX secador        | FAVA        | MDCE 112 M4 B3  |
| S00155        | Motor ventilador 10 SX secador       | FAVA        | MDCE 112 M4 B3  |
| S00156        | Motor ventilador 10 DX secador       | FAVA        | MDCE 112 M4 B3  |
| S00157        | Extractor de aire 1 secador          | FAVA        | MD 80 MA4 B3    |
| S00158        | Extractor de aire 2 secador          | FAVA        | MD 80 MA4 B3    |
| S00159        | Sonda temperatura-humedad secador    | ROTRONIC    | HF732           |
| <b>EQ0011</b> | <b>VIBRADOR DE CARGA A ENFRIADOR</b> | <b>FAVA</b> | <b>-</b>        |
| S00160        | Motor vibrador SX carga a enfriador  | ITALVIBRAS  | MVSI 10/550-S02 |
| S00161        | Motor vibrador DX carga a enfriador  | ITALVIBRAS  | MVSI 10/550-S02 |

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.6. Enfriador

El enfriador está constituido de los siguientes equipos superiores: enfriador, elevador de cangilones carga a silo y silo de almacenamiento, los cuales tienen diversos sub-equipos que se describen en la tabla VI.

En esta sección se enfría la pasta llevándola de una temperatura alta a una temperatura media; el valor estará determinado según sea la receta que se esté trabajando.

Tabla VI. **Equipos de la sección enfriador**

| SERIE         | DESCRIPCIÓN/DENOMINACIÓN                                  | FABRICANTE         | MODELO             |
|---------------|---|--------------------|--------------------|
| <b>EQ0012</b> | <b>ENFRIADOR</b>  | <b>CLIMAVENETA</b> | <b>WZ-T-11400</b>  |
| S00162        | Motor movimiento de enfriador                             | ROSSI              | HB 80A 6 B5        |
| S00163        | Reductor movimiento de enfriador                          | ROSSI              | MR UV 63 U03A      |
| S00164        | Bomba para agua fría del enfriador                        | KSB                | ETL 100-100-160 GG |
| S00165        | Motor ventilador del enfriador                            | SEIPEE             | GM 200LA 4 B3      |
| S00166        | Sonda temperatura enfriador                               | -                  | PT100              |
| S00167        | Sonda temperatura entrada agua fría colector              | -                  | PT100              |
| S00168        | Sonda temperatura salida agua fría colector               | -                  | PT100              |
| <b>EQ0013</b> | <b>ELEVADOR DE CANGILONES CARGA A SILO ALMACENAMIENTO</b> | <b>SIRCEM</b>      | <b>ETC-865</b>     |
| S00169        | Motor movimiento elevador carga a silo                    | ABB                | H3AA090LD-8        |
| S00170        | Reductor movimiento elevador carga a silo                 | S.T.M.             | RMI 110 FL M2      |
| <b>EQ0014</b> | <b>SILO DE ALMACENAMIENTO</b>                             | <b>FAVA</b>        | <b>-</b>           |
| S00171        | Motorreductor movimiento banda carga a silo               | SEW EURODRIVE      | SA37/T DR571M4     |
| S00172        | Motovibrador SX de descarga del silo                      | OLI                | MV2 200/36         |
| S00173        | Motovibrador DX de descarga del silo                      | OLI                | MV2 200/36         |

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.7. Empaque

La sección de empaque de la línea de producción representa todos los procesos que conlleva el empaquetar la pasta, iniciando con el pesaje de la pasta y finalizando con el sellado de cada paquete producido para luego pasar a la sección de enfardelado. Durante este proceso resaltan los siguientes equipos:



- **Cabezal pesador:** es un equipo diseñado para pesar con el método de combinación productos granulados, como pasta, galletas, caramelos, etcétera. Se puede combinar con cualquier tipo de empacadora para llenar bolsas, cajas, bandejas, etc.
- **Empacadora:** es un equipo de tipo vertical con un funcionamiento mecánico-electrónico; puede empacar en ciclos completamente automáticos pastas alimenticias de formato corto y otros productos similares. Todas las operaciones de mando y control se efectúan por medio de un PLC y accionamientos de tipo inteligente.
- **Codificador:** es una impresora de gran capacidad y de alta calidad dotada de un avanzado módulo de gestión de calidad y un moderno sistema de gestión de tintas. Que garantiza la capacidad para cubrir todas las necesidades modernas de codificación, ya sea en aplicaciones alimentarias, de bebidas, farmacéuticas o industriales.

En la sección de empaque de la línea se establecen seis equipos superiores con sus respectivos sub-equipos cada uno, esto se describe en la tabla VII.

Tabla VII. **Equipos de la sección empaque**

| SERIE         | DESCRIPCIÓN/DENOMINACIÓN                      | FABRICANTE       | MODELO         |
|---------------|---|------------------|----------------|
| <b>EQ0015</b> | <b>ELEVADOR CANGILONES CARGA A EMPAQUE</b>    | <b>PIZETA</b>    | <b>ETZ-90</b>  |
| S00174        | Vibrador carga a elevador de cangilones       | SIRCEM           | VCP20A4        |
| S00175        | Motor de vibrador carga a elevador cangilones | ABB              | M3AAD80LB-8    |
| S00176        | Motor movimiento elevador carga a empaque     | NERIMOTORI       | HE 90 L4       |
| S00177        | Reductor movimiento elevador carga a empaque  | TRAMEC           | HF 110         |
| <b>EQ0016</b> | <b>EMPAQUETADORA SVMC 1</b>                   | <b>STIAVELLI</b> | <b>SVMC SX</b> |

Continuación de la tabla VII.

|               |   |                  |                |
|---------------|---|------------------|----------------|
| S00178        | Cabezal pesador de empacadora 1           | STIAVELLI        | SPC 20         |
| S00179        | Banda transportadora carga a empacadora 1 | PIZETA           | BPR 460        |
| <b>EQ0017</b> | <b>EMPAQUETADORA SVMC 2</b>               | <b>STIAVELLI</b> | <b>SVMC SX</b> |
| S00180        | Cabezal pesador de empacadora 2           | STIAVELLI        | SPC 20         |
| S00181        | Banda transportadora carga a empacadora 2 | PIZETA           | BPR 460        |
| <b>EQ0018</b> | <b>EMPAQUETADORA SVMC 3</b>               | <b>STIAVELLI</b> | <b>SVMC SX</b> |
| S00182        | Cabezal pesador de empacadora 3           | STIAVELLI        | SPC 20         |
| S00183        | Banda transportadora carga a empacadora 3 | PIZETA           | BPR 460        |
| <b>EQ0019</b> | <b>EMPAQUETADORA SVMC 4</b>               | <b>STIAVELLI</b> | <b>SVMC SX</b> |
| S00184        | Cabezal pesador de empacadora 4           | STIAVELLI        | SPC 20         |
| S00185        | Banda transportadora carga a empacadora4  | PIZETA           | BPR 460        |

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.8. Enfardelado

El enfardelado representa la última sección del proceso de producción de pasta. Está compuesta de los diversos equipos y sub-equipos donde resaltan:

- **Enfardeladora:** es un equipo para formar fardos con paquetes de pasta alimenticia en formato corto. La máquina tiene dos canales de entrada de los paquetes y dos estación para la formación del fardo. Cuando está formado el fardo le es colocada una película plástica por medio de unos brazos motorizados.
- **Horno termoretractación:** es un equipo para empacar fardos con paquetes de pasta alimenticia en formato corto, por medio de la aplicación de un flujo de aire caliente para generar la termoretracción de la película plástica que se le colocó en la enfardeladora.

- **Detector de metales:** es un equipo que funciona mediante un sistema de detección de bucle cerrado con bobinas equilibradas. Tradicionalmente, tres bobinas con la misma separación rodean la abertura por la que pasa el material a inspeccionar. La bobina central está conectada a un circuito oscilador para producir un campo magnético.

La tabla VIII describe los equipos superiores y sub-equipos de la sección de enfardelado de la línea de producción de pasta alimenticia en formato corto.

**Tabla VIII. Equipos de la sección enfardelado**

| SERIE         | DESCRIPCIÓN/DENOMINACIÓN                          | FABRICANTE       | MODELO                   |
|---------------|---|------------------|--------------------------|
| <b>EQ0020</b> | <b>ENFARDELADORA 1</b>                            | <b>SELEMATIC</b> | <b>PC/180 DL</b>         |
| S00186        | Banda transportadora 1 carga a enfardeladora 1    | SELEMATIC        | TR/SGF 200               |
| S00187        | Motor movimiento banda 1 carga a enfardeladora 1  | BONFIGLIOLI      | BN 71B 4                 |
| S00188        | Reductor movimiento banda 1 carga enfardeladora 1 | BONFIGLIOLI      | VF 49 P1 18              |
| S00189        | Banda transportadora 2 carga a enfardeladora 1    | SELEMATIC        | TR/SGF 200               |
| S00190        | Motor movimiento banda 2 carga a enfardeladora 1  | BONFIGLIOLI      | BN 71B 4                 |
| S00191        | Reductor movimiento banda 2 carga enfardeladora 1 | BONFIGLIOLI      | VF 49 P1 18              |
| <b>EQ0021</b> | <b>HORNO TERMORETRACTACIÓN 1</b>                  | <b>SELEMATIC</b> | <b>PCT/70/V</b>          |
| S00192        | Ventilador enfriador horno 1                      | F.LLI<br>FERRARI | EQ403/G5A/A63A/<br>4POLI |
| S00193        | Banda transportadora descarga horno 1             | SELEMATIC        | R/850T                   |
| S00194        | Motor movimiento banda descarga de horno 1        | BONFIGLIOLI      | BN 71 B 4                |
| S00195        | Reductor movimiento banda descarga de horno 1     | BONFIGLIOLI      | VF 49 P1 14              |
| <b>EQ0022</b> | <b>ENFARDELADORA 2</b>                            | <b>SELEMATIC</b> | <b>PC/180 DL</b>         |
| S00196        | Banda transportadora 1 carga a enfardeladora 2    | SELEMATIC        | TR/S6F 200               |
| S00197        | Motor movimiento banda 1 carga a enfardeladora 2  | BONFIGLIOLI      | BN 71B 4                 |
| S00198        | Reductor movimiento banda 1 carga enfardeladora 2 | BONFIGLIOLI      | VF 49 P1 18              |
| S00199        | Banda transportadora 2 carga a enfardeladora 2    | SELEMATIC        | TR/S6F 200               |
| S00200        | Motor movimiento banda 2 carga a enfardeladora 2  | BONFIGLIOLI      | BN 71B 4                 |
| S00201        | Reductor movimiento banda 2 carga enfardeladora 2 | BONFIGLIOLI      | VF 49 P1 18              |
| <b>EQ0023</b> | <b>HORNO TERMORETRACTACIÓN 2</b>                  | <b>SELEMATIC</b> | <b>PCT/70/V</b>          |
| S00202        | Ventilador enfriador horno 2                      | F.LLI<br>FERRARI | EQ403/G5A/A63A/<br>4POLI |

Continuación de la tabla VIII.

|               |   |                             |                 |
|---------------|---|-----------------------------|-----------------|
| S00203        | Banda transportadora descarga horno 2         | SELEMATIC                   | R/850T          |
| S00204        | Motor movimiento banda descarga de horno 2    | BONFIGLIOLI                 | BN 71 B 4       |
| S00205        | Reductor movimiento banda descarga de horno 2 | BONFIGLIOLI                 | VF 49 P1 14     |
| <b>EQ0024</b> | <b>DETECTOR DE METALES</b>                    | <b>TERMO<br/>SCIENTIFIC</b> | <b>APEX 100</b> |

Fuente: elaboración propia.

## **2.2. Equipos auxiliares de una línea de producción de pasta alimenticia**

En esta parte del capítulo se presenta la información técnica esencial de los equipos auxiliares de la línea de producción de pasta alimenticia que se requiere en el sistema de planificación empresarial SAP para realizar la planificación del mantenimiento. Esta información técnica es siguiente:

- Número de serie del equipo
- Descripción/denominación del equipo
- Fabricante del equipo
- Modelo del equipo

Los equipos auxiliares se jerarquizan en dos niveles:

- Los equipos del primer nivel se llaman equipos superiores y se representan con estar escritos totalmente con letras mayúsculas.
- Los equipos del segundo nivel se denominan sub-equipos y se representan con texto escrito tipo oración.

### 2.2.1. Caldera

El agua caliente que se requiere en los distintos procesos tecnológicos para la producción de pasta es generada por una caldera pirotubular y sus respectivos sistemas.

Los equipos de la caldera de agua caliente que se utiliza para la línea de producción de pasta alimenticia se pueden observar en la tabla IX; estos se dividen en seis equipos superiores y cada uno de ellos con sus sub-equipos.

En la tabla IX se observa que la caldera de agua caliente está asociada con todos sus sistemas indispensables para su funcionamiento.

Tabla IX. Equipos de caldera agua caliente

| SERIE         | DESCRIPCIÓN/DENOMINACIÓN                     | FABRICANTE            | MODELO                 |
|---------------|--|-----------------------|------------------------|
| <b>EQ0025</b> | <b>CALDERA DE AGUA CALIENTE</b>              | <b>CLEAVER BROOKS</b> | <b>ICB 600 300 150</b> |
| T00013        | Tablero control de caldera                   | CLEAVER BROOKS        | -                      |
| S00206        | Válvula de seguridad 1                       | KUNKLE VALVE          | 927BHGM06ABE           |
| S00207        | Válvula de seguridad 2                       | KUNKLE VALVE          | 927BHGM06ABE           |
| S00208        | Válvula seguridad nivel agua                 | MCDONNELL & MILLER    | 150S-MHD               |
| S00209        | Intercambiador de calor                      | ALSTRON               | 6 DT-180               |
| S00210        | Blower                                       | CLEAVER BROOKS        | -                      |
| S00211        | Bomba alimentación de agua                   | GRUNDFOS              | VPS 50-40 F            |
| S00212        | Compresor de aire                            | CLEAVER BROOKS        | -                      |
| <b>EQ0026</b> | <b>EQUIPO TRATAMIENTO DE AGUA</b>            | -                     | -                      |
| S00213        | Bomba electromagnética dosificadora          | -                     | -                      |
| T00014        | Tablero eléctrico tratamiento de agua        | -                     | -                      |
| <b>EQ0027</b> | <b>TANQUE PRESURIZADO AGUA PARA CALDERAS</b> | <b>ADAMSON</b>        | <b>60851</b>           |
| S00214        | Bomba tanque presurizado de agua             | STA-RITE              | HP20F-02               |

Continuación de la tabla IX.

|               |   |                   |       |
|---------------|---|-------------------|-------|
| T00015        | Tablero control de tanque presurizado       | -                 | -     |
| <b>EQ0028</b> | <b>TANQUE ALMACENAMIENTO DE BUNKER # 01</b> | -                 | -     |
| T00016        | Tablero control de bombas de bunker         | -                 | -     |
| S00215        | Bomba 1 circulación de bunker               | KING              | HT2   |
| S00216        | Bomba 2 circulación de bunker               | KING              | HL432 |
| <b>EQ0029</b> | <b>TANQUE DISTRIBUCIÓN DE BUNKER</b>        | -                 | -     |
| S00217        | Bomba 2 de bunker para caldera              | VIKING PUMP       | G432  |
| S00218        | Bomba 1 de bunker para caldera              | VIKING PUMP       | G432  |
| <b>EQ0030</b> | <b>BOMBA CIRCULACIÓN AGUA CALIENTE</b>      | <b>GRUNDFOS X</b> | -     |
| S00219        | Bomba auxiliar circulación agua caliente    | GRUNDFOS X        | -     |

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.2. Compresor de aire

El elemento principal del sistema de aire comprimido es el compresor; este es de suma importancia para el funcionamiento de la línea de producción ya que se utiliza como medio de trabajo en dispositivos de control y accionamiento. El compresor se divide únicamente en un equipo superior y un sub-equipo como se observa en la tabla X.

Tabla X. **Equipos del compresor**

| SERIE         | DESCRIPCIÓN/DENOMINACIÓN           | FABRICANTE    | MODELO        |
|---------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| <b>EQ0031</b> | <b>COMPRESOR SFC 45</b>            | <b>KAESER</b> | <b>SFC 45</b> |
| T00017        | Tablero eléctrico compresor SFC 45 | -             | -             |

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.3. Secador de aire

El sistema de aire comprimido no involucra únicamente el compresor de aire, ya que el aire comprimido generado debe ser tratado para que este no cause ningún daño a corto o largo plazo en los dispositivos donde se utiliza como medio de trabajo. En la tabla XI se observa el secador de aire como equipo superior con su sub-equipo.

Tabla XI. Equipos del secador de aire

| SERIE  | DESCRIPCIÓN/DENOMINACIÓN              | FABRICANTE | MODELO |
|--------|---------------------------------------|------------|--------|
| EQ0032 | SECADOR DE AIRE TE 91                 | KAESER     | TE 91  |
| S00220 | Depósito y filtros de aire comprimido | KAESER     | -      |

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.4. Enfriador de agua

El enfriador de agua o chiller es un equipo auxiliar que se utiliza como medio para enfriar el agua de las secciones de prensa y enfriador de la línea de producción. En estas secciones el agua fría generada ayuda a regular la temperatura de los sistemas donde se genera calor debido a su funcionamiento o acción.

Los equipos superiores y sub-equipos del enfriador de agua se pueden observar en la tabla XII.

Tabla XII. **Equipos del enfriador de agua –chiller–**

| SERIE         | DESCRIPCIÓN/DENOMINACIÓN              | FABRICANTE            | MODELO             |
|---------------|---------------------------------------|-----------------------|--------------------|
| <b>EQ0033</b> | <b>CHILLER YORK INTERNATIONAL</b>     | YORK<br>INTERNACIONAL | <b>YVAA</b>        |
| T00018        | Tablero variador de velocidad Chiller | YORK<br>INTERNACIONAL | CVP2CMPRXX-<br>288 |
| S00221        | Compresor de sistema #1 de Chiller    | YORK<br>INTERNACIONAL | CTS45SAAD460       |
| S00222        | Compresor de sistema #2 de Chiller    | YORK<br>INTERNACIONAL | CTS45SAAD460       |
| S00223        | Bomba 1 envió a planta                | BELL & GOSSETT        | e-1510 SSF 6.875   |
| S00224        | Bomba 2 envió a planta                | BELL & GOSSETT        | e-1510 SSF 6.875   |
| S00225        | Bomba 1 envió a chiller               | BELL & GOSSETT        | e-1510 SSF 8.25    |
| S00226        | Bomba 2 envió a chiller               | BELL & GOSSETT        | e-1510 SSF 8.25    |
| T00019        | Tablero eléctrico de bombas chiller   | LEGRAND               | -                  |
| <b>EQ0034</b> | <b>EQUIPO TRATAMIENTO DE AGUA</b>     | -                     | -                  |
| S00227        | Bomba electromagnética dosificadora   | -                     | -                  |

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.5. **Generador eléctrico**

En todo proceso de producción se debe tener un equipo de generación eléctrica de respaldo y con esto evitar que se pare la producción. En el caso de la línea de producción de pasta alimenticia se tiene como respaldo un generador eléctrico, que se describe técnicamente en conjunto con sus sub-equipos en la tabla XIII.

Tabla XIII. **Equipo del generador eléctrico**

| SERIE         | DESCRIPCIÓN/DENOMINACIÓN                 | FABRICANTE    | MODELO          |
|---------------|--|---------------|-----------------|
| <b>EQ0035</b> | <b>GENERADOR ELÉCTRICO KOHLER 500KVA</b> | <b>KOHLER</b> | <b>500ROZD4</b> |
| S00228        | Motor de generador eléctrico KOHLER      | DETROIT       | R76             |



Continuación de la tabla XIII.

|               |                                |               |                         |
|---------------|--------------------------------|---------------|-------------------------|
| S00229        | Control de generador KOHLER    | MOTOROLA      | 6DD4308E01              |
| S00230        | Bomba tanque de diésel         | KING          | FH 432                  |
| S00231        | Tanque diésel para generador   | -             | -                       |
| <b>EQ0036</b> | <b>TRANSFORMADOR ELÉCTRICO</b> | <b>ZETRAC</b> | <b>PEDESTRAL RADIAL</b> |
| S00232        | Seccionador media tensión      | LKE           | GLBS BF1                |

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.6. Soplador de aire

El soplador de aire o también llamado *blower* realiza la función de generar un caudal de aire a baja presión que sirve como medio de transporte para la harina que se alimenta a la línea para la producción de pasta alimenticia. Durante este proceso la harina pasa por una serie de equipos que complementan la preparación de esta para que sea apta para producir pasta.

Los equipos superiores y sub-equipos del soplador de aire se pueden observar en la tabla XIV.

Tabla XIV. Equipos del soplador de aire

| SERIE         | DESCRIPCIÓN/DENOMINACIÓN                  | FABRICANTE    | MODELO            |
|---------------|---|---------------|-------------------|
| <b>EQ0037</b> | <b>SOPLADOR DE AIRE (BLOWER)</b>          | <b>AERZEN</b> | <b>GM30L</b>      |
| T00020        | Tablero control blower, ciclón y cernedor | -             | -                 |
| <b>EQ0038</b> | <b>CICLÓN FILTRO</b>                      | <b>SIRCEM</b> | <b>CFAS2N15FE</b> |
| S00233        | Esclusa de ciclón filtro                  | OLOCCO        | RS 270            |
| S00234        | Motorreductor ciclón filtro               | SEW-EURODRIVE | SAF47 DRS71M4     |
| <b>EQ0039</b> | <b>CERNEDOR</b>                           | <b>SIRCEM</b> | <b>BPS2FE</b>     |
| S00235        | Motovibrador de cernedor                  | ABB           | M3AA090LB-6       |
| S00236        | Esclusa dosificadora de cernedor          | OLOCCO        | SF 270            |
| S00237        | Motorreductor esclusa de cernedor         | SEW-EURODRIVE | SAF47 DRS71M4     |

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.7. Calentador de agua

La función del calentador de agua es proporcionar agua potable caliente a una temperatura que se determina según la receta bajo la cual se está produciendo pasta; a esta agua caliente se le identifica como agua para amasado. Ya que la misma se utilizar para realizar la masa en conjunto con la harina para producir pasta. Los sub-equipos del calentador de agua se observan en la tabla XV.

Tabla XV. Equipos del calentador de agua

| SERIE         | DESCRIPCIÓN/DENOMINACIÓN               | FABRICANTE             | MODELO            |
|---------------|--|------------------------|-------------------|
| <b>EQ0040</b> | <b>CALENTADOR DE AGUA PARA AMASADO</b> | <b>OSA<br/>CALDAIE</b> | <b>BVZ30-D40X</b> |
| T00021        | Tablero calentador agua para amasado   | FICIT                  | -                 |
| S00238        | Tanque de expansión de calentador agua | ELBI                   | DV-CE 300         |

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.8. Bomba de vacío

Durante los procesos de mezclado y amasado en la línea de producción de pasta alimenticia se requiere que este se realice de una forma homogénea y libre de impurezas, esto se logra por medio de un vacío total que es generado por una bomba de vacío.

En la tabla XVI se identifican los sub-equipos de la bomba de vacío para la línea de producción.

Tabla XVI. **Equipos de bomba de vacío**

| SERIE         | DESCRIPCIÓN/DENOMINACIÓN                 | FABRICANTE       | MODELO          |
|---------------|--|------------------|-----------------|
| <b>EQ0041</b> | <b>BOMBA DE VACÍO</b>                    | <b>VACCUTECH</b> | <b>2650</b>     |
| S00239        | Motor de bomba de vacío                  | WEG              | 05018ET3EM326TW |
| S00240        | Tanque presurización para bomba de vacío | ELMO             | VC 700          |

Fuente: elaboración propia.



### **3. CODIFICACIÓN Y UBICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PASTA ALIMENTICIA**

#### **3.1. Concepto de codificación, ubicaciones técnicas**

A continuación se describe y desarrolla el proceso de codificación y ubicaciones técnicas de los equipos de una línea de producción de pasta alimenticia.

##### **3.1.1. Codificación**

La codificación es el proceso de asignar a máquinas y/o equipos un código que las identifique claramente según sus características que se determinan según el propósito de la misma.

Con el objetivo de realizar la integración de equipos al sistema de planificación de recursos empresariales SAP para la planificación del mantenimiento de una línea de producción de pasta alimenticia esta codificación se realiza para las siguientes características:

- Clase de objeto técnico
- Tipo de equipo
- Ubicación técnica
- Centro de emplazamiento
- Centro de planificación del mantenimiento

Para realizar un correcto proceso de codificación es de suma importancia conocer determinados temas relacionados a estos, según los interpreta y requiere el sistema de planificación de recursos empresariales SAP.

- Equipo

Un equipo es un objeto individual que se debe mantener independientemente. Cada equipo se gestiona independientemente en el sistema, obteniendo:

- Gestionar datos individuales desde una perspectiva de mantenimiento.
- Realizar medidas de mantenimiento individuales.
- Mantener un registro de las medidas de mantenimiento efectuadas.
- Obtener y evaluar datos durante un período de tiempo.

Los equipos podrán montarse y desmontarse en ubicaciones técnicas. Los tiempos de empleo de un equipo en una ubicación técnica se documentan a lo largo del tiempo.

- Notas de implementación

Se debe crear siempre un registro maestro de equipos para:

- Gestionar los datos individuales para cada equipo, por ejemplo, el año de construcción, el período de garantía, los lugares de intervención.

- Realizar medidas de mantenimiento al equipo, ya sean regulares, planificadas o como resultado de una avería.
  - Retirar los datos técnicos del objeto y evaluarse durante un período de tiempo largo.
  - Mantener un registro de las medidas de mantenimiento realizadas para el objeto, por ejemplo, para seguro o propósitos de inspección anual obligatoria.
  - Supervisar los costes de medidas de mantenimiento para el objeto.
- Integración

Se pueden utilizar unidades de equipo de forma independiente, estructura referida únicamente al objeto, o en combinación con las ubicaciones técnicas, estructura de función y referida al objeto.

Se pueden crear garantías en el sistema utilizando el componente gestión de servicios del sistema. También se pueden utilizar unidades de equipo en los módulos del sistema:

- Planificación de producción, PP: medios auxiliares de fabricación.
  - Gestión de calidad, QM: instrumentos de inspección.
  - Gestión de materiales, MM: piezas individuales.
  - Comercial, SD: equipo del cliente.
- Objeto técnico

Un objeto técnico en el sistema SAP es todo objeto individual, equipo, al cual se le puede realizar actividades de mantenimiento.

Para la planificación del mantenimiento por medio del sistema SAP es necesario estructurar las instalaciones existentes sobre la base de objetos técnicos. Las ventajas de la estructuración son:

- Se reduce el tiempo necesario para gestionar los objetos técnicos.
- Se simplifica la gestión de mantenimiento.
- Se reduce notablemente el tiempo necesario para introducir datos durante la gestión de mantenimiento.
- Valoración más específica, completa y rápida de datos de mantenimiento.

La estructuración de los objetos técnicos forma la base para implementar los componentes de los módulos de Mantenimiento de planta, PM, y Servicio al cliente, CS, del sistema.

- Características

Antes de empezar a representar objetos técnicos en el sistema se debe conocer la estructura organizacional de la empresa. Esto implica la correcta definición de los centros de emplazamiento y de los centros de planificación del mantenimiento.

- Centro de emplazamiento

El centro de emplazamiento para un objeto técnico es el centro en el que está instalado.

- Centro de planificación del mantenimiento



El centro de planificación del mantenimiento de un objeto técnico es el centro en el que se planifican y preparan las medidas de mantenimiento del mismo. En el centro de planificación del mantenimiento se llevan a cabo las siguientes actividades:

- Definición de hojas de ruta.
- Planificación de necesidades de materiales basada en las listas de materiales en hojas de ruta y órdenes de mantenimiento.
- Gestión y programación de planes de mantenimiento.
- Creación de avisos de mantenimiento.
- Ejecución de órdenes de mantenimiento.

El modo en que se representa la organización de la planificación del mantenimiento en una empresa depende de la estructura de toda la empresa. Dispone de tres opciones:

- Planificación centralizada de mantenimiento
  - Planificación descentralizada de mantenimiento
  - Planificación de mantenimiento parcialmente centralizada
- Planificación centralizada de mantenimiento

La planificación centralizada de mantenimiento permite encontrar las siguientes combinaciones de centros:

- La empresa solo dispone de un centro, que es al mismo tiempo centro de emplazamiento y centro de planificación de mantenimiento de todos los objetos técnicos.

- La empresa posee diversos centros de emplazamiento; sin embargo, sólo en uno de ellos se realiza la planificación de mantenimiento. El centro en el que se realiza la planificación de mantenimiento se indica en el sistema como el centro de planificación del mantenimiento.

Tabla XVII. **Ejemplos de centros con planificación centralizada de mantenimiento**

| <b>CENTROS</b>   | <b>0001, 0002, 0003</b> |
|--|-------------------------|
| Centros de emplazamiento                                       | 0001, 0002, 0003        |
| Centro de planificación del mantenimiento                      | 0001                    |
| Centros asignados al centro de planificación del mantenimiento | 0002, 0003              |

Fuente: elaboración propia.

- Planificación descentralizada de mantenimiento

La empresa comprende varios centros de emplazamiento. Cada centro efectúa su propia planificación de mantenimiento. En este caso, todos los centros en el sistema se indican como centros de planificación del mantenimiento.

Tabla XVIII. **Ejemplos de centros con planificación descentralizada de mantenimiento**

| <b>CENTROS</b>                            | <b>0001, 0002, 0003</b> |
|---|-------------------------|
| Centros de emplazamiento                  | 0001, 0002, 0003        |
| Centro de planificación del mantenimiento | 0001, 0002, 0003        |

Fuente: elaboración propia.

- Planificación de mantenimiento parcialmente centralizada

La empresa comprende varios centros de emplazamiento. Algunos de los centros de emplazamiento realizan su propia planificación de mantenimiento y otros centros de emplazamiento no la realizan. Los centros que no tienen su propia planificación de mantenimiento se le asignan a centros donde sí realizar la planificación de mantenimiento tanto para ellos mismos como para otros centros.

Una vez representada la estructura organizativa de la empresa, se debe seleccionar entre tres opciones diferentes para representar los objetos técnicos:

- Estructuración funcional, sólo para ubicaciones técnicas
- Estructuración por objetos, sólo equipos
- Combinación, equipos en ubicaciones técnicas

Tabla XIX. **Ejemplos de centros con planificación de mantenimiento parcialmente centralizada**

| <b>CENTROS</b>  | <b>DESIGNACIÓN</b>           |
|---|------------------------------|
| Centros de emplazamiento  | 0001, 0002, 0003, 0004, 0005 |
| Centro de planificación del mantenimiento                           | 0001, 0004                   |
| Centros asignados al centro de planificación del mantenimiento 0001 | 0002, 0003                   |
| Centros asignados al centro de planificación del mantenimiento 0004 | 0005                         |

Fuente: elaboración propia.

- Estructuración funcional

Con este tipo de estructuración se subdivide la instalación en ubicaciones técnicas. Por ejemplo, al subdividir una línea de producción en ubicaciones técnicas se puede representar cada sección como ubicaciones técnicas en el sistema. Si utiliza ubicaciones técnicas al estructurar la instalación, también puede tomar en consideración la estructura relacionada con el proceso o la estructura espacial del sistema.

- Estructuración por objetos

Con este tipo de estructuración se subdivide la instalación en equipos. Un equipo es un objeto físico individual que se actualizará de manera independiente y que se puede montar en una instalación o en parte de la misma.

- Combinación

En esta estructuración se combina la estructuración por objetos mediante equipos con la estructuración funcional mediante ubicaciones técnicas. En este caso, los equipos se montan en ubicaciones técnicas (montaje/desmontaje de objetos individuales en una ubicación técnica).

- La ubicación técnica representa el lugar donde se realizan las medidas técnicas o mantenimiento.
- El equipo representa el objeto con el que se realizan las medidas técnicas.

### **3.1.2. Ubicación técnica**

Las ubicaciones técnicas son elementos de una estructura técnica, por ejemplo, unidades funcionales dentro de un sistema. Para el sistema SAP se debe crear las ubicaciones técnicas en jerarquía.

Una ubicación técnica representa un área del sistema en la que puede montarse un objeto. Los objetos que se pueden montar en las ubicaciones técnicas se denominan equipos en el sistema SAP.

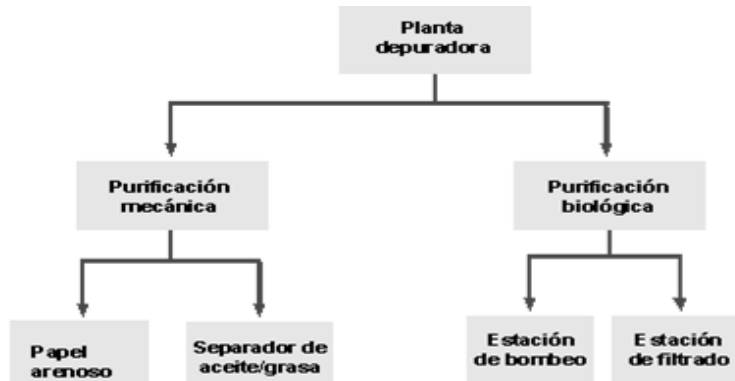
Las ubicaciones técnicas se pueden estructurar según los siguientes criterios:

- Criterios funcionales. Ejemplo: estación de bombeo, unidad de mando
- Criterios relativos al proceso. Ejemplo: polimerización, condensación
- Criterios espaciales. Ejemplo: sala, ubicación

Cada ubicación técnica se gestiona independientemente en el sistema, de manera que se puede:

- Gestionar datos individuales desde una perspectiva de mantenimiento
- Realizar medidas de mantenimiento individuales
- Mantener un registro de las medidas de mantenimiento efectuadas
- Obtener y evaluar datos durante un período de tiempo prolongado

Figura 14. Ejemplo de ubicaciones técnicas



Fuente: elaboración propia.

### 3.2. Plantilla de codificación y ubicaciones técnicas

En esta sección se desarrollan las plantillas de codificación y ubicaciones técnicas para la línea de producción de pasta alimenticia.

#### 3.2.1. Plantilla de codificación

El proceso de codificación para la línea de producción de pasta alimenticia se realiza por medio de la asignación de códigos a clases de objetos técnicos, tipos de equipos, centros de emplazamientos y centros de planificación del mantenimiento.

Para lo descrito anteriormente, se requiere del desarrollo de varias plantillas que deben contener la mayor cantidad de información posible para una correcta programación de acuerdo con los parámetros establecidos por el sistema SAP. Lo esencial de estas plantillas es identificar fácilmente en el sistema cada uno de los conceptos que aparecen en ellas.

La estructuración con que se representan los objetos técnicos de la línea de producción de pasta alimenticia en formato corto es la combina. Ya que la línea se subdivide en equipos que montan en ubicaciones técnicas que representan cada una de los procesos funcionales y tecnológicos de la línea de producción.

- Plantilla de centros

Los centros para la línea de producción de pasta alimenticia son del modelo de la planificación descentralizada de mantenimiento.

Los centros que se trabajan para la planificación del mantenimiento por medio del sistema SAP se describen en la tabla XX.

Tabla XX. **Centros para línea de producción de pasta alimenticia**

| CÓDIGO | TIPO DE CENTRO                            |
|--------|---|
| M100   | Centro de emplazamiento                   |
| M100   | Centro de planificación del mantenimiento |

Fuente: elaboración propia.

- Plantilla de tipos de equipos

Para esta plantilla de los diversos tipos de equipos que tiene la línea de producción de pasta alimenticia los equipos se agrupan y codifican según sus características técnicas y funciones.

La tabla XXI demuestra el código asignado a cada uno de los tipos de equipo que están presentes en la línea de producción de pasta alimenticia.

Tabla XXI. **Tipos equipos para línea de producción pasta alimenticia**

| <b>CÓDIGO</b> | <b>TIPO DE EQUIPO</b>                           |
|---------------|---|
| A             | Bomba   |
| B             | Caldera y equipos específicos                   |
| C             | Equipo de empaque y enfardelado                 |
| D             | Equipo de generación y transformación eléctrica |
| E             | Equipo de transporte                            |
| F             | Equipo de tratamiento de agua                   |
| G             | Equipo flujo de aire                            |
| H             | Equipo para enfriamiento                        |
| I             | Equipos para aire comprimido                    |
| J             | Motor   |
| K             | Polipasto                                       |
| L             | Prensa y equipos específicos                    |
| M             | Presecador y equipos específicos                |
| N             | Reductor de velocidad                           |
| P             | Secador y equipos específicos                   |
| Q             | Silo de almacenamiento                          |
| R             | Tablero eléctrico y control                     |
| S             | Tanque de almacenamiento                        |
| T             | Trabatto  |

Fuente: elaboración propia.

- Plantilla de clases de objetos técnicos

Esta plantilla se realiza según características específicas de cada uno de los objetos técnicos para línea de producción de pasta alimenticia. Las clases de objetos técnicos son una derivación de los tipos de equipos.

La tabla XXII muestra el código asignado a cada una de las clases de objetos técnicos que están presentes en la línea de producción.



Tabla XXII. **Clases de objetivos técnicos para línea de producción pasta alimenticia**

| <b>CÓDIGO</b> | <b>CLASE DE OBJETO TÉCNICO</b>        |
|---------------|---------------------------------------|
| A001          | Bomba de circulación                  |
| A002          | Bomba de vacío                        |
| A003          | Bomba electromagnética dosificadora   |
| B001          | Caldera                               |
| B002          | Intercambiador de calor               |
| B003          | Tanque presurizado agua para calderas |
| B004          | Calentador de agua amasado            |
| C001          | Cabezal pesador                       |
| C002          | Empacadora                            |
| C003          | Enfardeladora                         |
| C004          | Horno termoencogible                  |
| D001          | Generador eléctrico                   |
| D002          | Transformador eléctrico               |
| D003          | Seccionador de media tensión          |
| E001          | Elevador de cangilones                |
| E002          | Banda transportadora                  |
| F001          | Equipo tratamiento de agua            |
| G001          | Ventilador                            |
| G002          | Soplador <i>-blower-</i>              |
| G003          | Turbina                               |
| G004          | Extractor de aire                     |
| G005          | Filtro aspirador                      |
| H001          | Enfriador de agua <i>-chiller-</i>    |
| H002          | Compresor de <i>chiller</i>           |
| H003          | Enfriador                             |
| I001          | Compresor de aire                     |
| I002          | Secador de aire                       |
| J001          | Motor eléctrico                       |
| J002          | Motor a diésel                        |
| K001          | Polipasto mecánico                    |
| K002          | Polipasto eléctrico                   |
| L001          | Prensa                                |

Continuación de la tabla XXII.

|      |                               |
|------|-------------------------------|
| L002 | Cernedor                      |
| L003 | Ciclón filtro                 |
| L004 | Dosificador de agua           |
| L005 | Dosificador de harina         |
| L006 | Esclusa dosificadora          |
| L007 | Amasadora doble               |
| L008 | Amasadora bajo vacío          |
| L009 | Tina de distribución          |
| L010 | Tornillo de extrusión         |
| L011 | Cilindro o camisa de tornillo |
| L012 | Cabezal de extrusión          |
| L013 | Centrifuga o mezcladora       |
| L014 | Cortador de pasta             |
| M001 | Presecador                    |
| N001 | Reductor de velocidad         |
| P001 | Secador                       |
| Q001 | Silo de almacenamiento        |
| R001 | Tablero eléctrico             |
| R002 | Computadora de control        |
| S001 | Tanque de almacenamiento      |
| T001 | Trabatto                      |

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.2. Plantilla de ubicación técnica

La plantilla de las ubicaciones técnicas para la línea de producción de pasta alimenticia se realiza con cuatro niveles jerárquicos de detalle, estos se describen en la tabla XXIII. El significado de los niveles jerárquicos es:

- Nivel uno = país donde está la planta
- Nivel dos = área específica dentro del perímetro de la planta
- Nivel tres = identificación de línea de producción de pasta alimenticia

- Nivel cuatro = sección de línea de producción de pasta alimenticia

Tabla XXIII. **Ubicaciones técnicas para línea de producción de pasta alimenticia**

| <b>CÓDIGO</b> | <b>DESCRIPCIÓN DE UBICACIÓN TÉCNICA</b>                      |
|---------------|--|
| PGT           | Planta Guatemala   |
| PGT-PA        | Planta Guatemala- pastificio                                 |
| PGT-PA-PC     | Planta Guatemala- pastificio-pasta corta                     |
| PGT-PA-PC-TAB | Planta Guatemala- pastificio-pasta corta-tableros eléctricos |
| PGT-PA-PC-PRE | Planta Guatemala- pastificio-pasta corta-prensa              |
| PGT-PA-PC-TRA | Planta Guatemala- pastificio-pasta corta-trabatto            |
| PGT-PA-PC-PRS | Planta Guatemala- pastificio-pasta corta-presecador          |
| PGT-PA-PC-SEC | Planta Guatemala- pastificio-pasta corta-secador             |
| PGT-PA-PC-ENF | Planta Guatemala- pastificio-pasta corta-enfriador           |
| PGT-PA-PC-EMP | Planta Guatemala- pastificio-pasta corta-empaque             |
| PGT-PA-PC-EMP | Planta Guatemala- pastificio-pasta corta-empaque             |
| PGT-PA-PC-ENF | Planta Guatemala- pastificio-pasta corta-enfardelado         |
| PGT-PA-AU-NI1 | Planta Guatemala- pastificio-equipos auxiliares-nivel 1      |

Fuente: elaboración propia.



## **4. SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE RECURSOS EMPRESARIALES**

### **4.1. Información del sistema SAP**

A continuación se describe cada uno de los principales módulos del sistema SAP, con énfasis en el módulo mantenimiento de planta.

#### **4.1.1. Descripción del sistema**

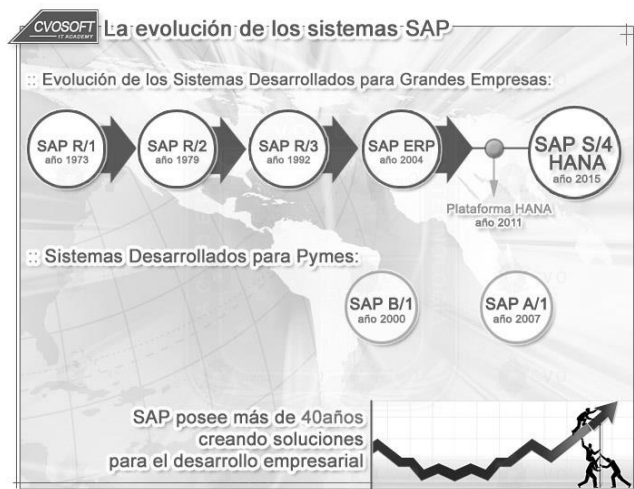
La corporación SAP se ha desarrollado hasta convertirse en la quinta compañía más grande a nivel mundial de sistema. El nombre SAP es al mismo tiempo el de una empresa y el nombre de un sistema informático.

Este sistema comprende muchos módulos completamente integrados, que abarca prácticamente todos los aspectos de la administración empresarial. Ha sido desarrollado para cumplir con las necesidades crecientes de las organizaciones mundiales y su importancia está más allá de toda duda.

SAP ha puesto su mirada en el negocio como un todo, razón por la cual ofrece un sistema único que soporte prácticamente todas las áreas en una escala global. SAP proporciona la oportunidad de sustituir un gran número de sistemas independientes, que se han desarrollado e instalado en organizaciones ya establecidas, con un solo sistema modular.

Cada módulo realiza una función diferente, pero está diseñado para trabajar con otros módulos. Está totalmente integrado ofreciendo real compatibilidad a lo largo de las funciones de una empresa.

Figura 15. Evolución de los sistemas SAP



Fuente: CVSOFT. *Manual CVSOFT Introducción al sistema SAP*. p. 5.

#### 4.1.2. Descripción y estructura del sistema

El sistema SAP está compuesto por una serie de áreas funcionales o módulos que responden de forma completa y en tiempo real a los procesos operativos de las compañías o empresa. Aunque pueden ser agrupados en cuatro grandes áreas (financiera, logística, recursos humanos y funciones multiaplicaciones), funcionan de un modo integrado dado que existen conexiones naturales entre los distintos procesos.

Las múltiples ventajas del sistema hacen que se haya convertido en uno de los estándares dentro de las grandes corporaciones. A continuación, se detallan algunas ventajas:

- Exhaustivo: el sistema engloba prácticamente la totalidad de los procesos de gestión de la empresa.
- Integrado: las interrelaciones estrechas entre módulos SAP permiten tener disponible en tiempo real y con exactitud los principales indicadores de gestión.
- Abierto tecnológicamente hablando: SAP es un sistema abierto. Se puede implantarlo en una variedad enorme de servidores diferentes y ejecutarlo sobre sistemas operativos y sistemas de gestión de bases de datos de diversos fabricantes.
- Flexible: se puede utilizar junto con SAP otros productos de sistemas de otros fabricantes. Existen interfaces con productos de Microsoft, Lotus u Oracle entre otros. SAP posee también un amplio menú de parametrización que nos permite adecuar el sistema a nuestras necesidades.
- Global: el sistema SAP soporta su utilización en varios idiomas, la contabilización de documentos en cualquier moneda y tiene configuradas las particularidades fiscales y de gestión de recursos humanos de un gran número de países.
- Actualizado: las constantes investigaciones llevadas a cabo por SAP hacen que su sistema esté al día incluyendo las últimas tecnologías como *EDI*, *Data Warehouse*, clientes Java, comercio electrónico.

- Concepto de transacción en sistema SAP

En SAP las funcionalidades de los módulos se pueden ejecutar a través de transacciones. Una transacción en SAP está identificada por un código único que el usuario ejecutará para acceder a la funcionalidad requerida.

Una transacción se compone de una o varias pantallas por las que va navegando el usuario, en las que se le pide los datos referentes a la operación que quiere llevar a cabo. Las transacciones pueden ser llamadas a través de menús definidos por el sistema, especificados por el usuario o basados en roles.

También pueden ser invocados mediante el ingreso del código de transacción directamente en el campo de comandos, el cual está presente en todas las pantallas del sistema SAP.

Existen transacciones en el sistema SAP para crear, modificar y visualizar.

#### **4.1.3. Principales módulos del sistema**

Como se puede ver en la figura 16, los módulos del sistema SAP se pueden englobar en 4 grandes grupos según la clase de solución que brinden.

A continuación, se describirán de manera general los doce módulos del sistema, profundizando en el módulo PM donde se realizará una descripción más amplia.



Figura 16. Módulos del sistema SAP



Fuente: CVOSOFT. *Curso introductorio a SAP.*

[http://www.cvosoft.com/sistemas\\_sap\\_abap/recursos\\_tecnicos\\_abap/que\\_es\\_sap\\_introduccion\\_sap.php](http://www.cvosoft.com/sistemas_sap_abap/recursos_tecnicos_abap/que_es_sap_introduccion_sap.php). Consulta: 6 de octubre 2017.

#### 4.1.3.1. Módulo PP

El módulo PP forma parte de los módulos logísticos del sistema SAP, puntualmente se especializa en la manufactura ya que se encarga del control y la planificación de la producción industrial, sus siglas PP provienen del inglés *production planning* o sea planificación de la producción.

Este módulo brinda una solución efectiva al complejo modelo de producción de las fábricas actuales, cuyo desafío principal es ofrecer calidad y cantidad a sus clientes, esto hace que el modelo de fabricación moderno posea realmente muchas soluciones comerciales, las cuales son gestionadas por el módulo PP de una manera excepcional.

El módulo de planificación de la producción está diseñado para ser utilizado en cualquier sector industrial, cubriendo las necesidades de:

- Planificación de producción
- Planificación de necesidad de material
- Control de producción
- Costos de producto

#### **4.1.3.2. Módulo MM**

EL módulo MM es el que permite en el sistema SAP manejar todo lo referido a la adquisición de bienes y contratación de servicios que se realizan en una empresa. Recibe su nombre por sus siglas en inglés *materials management* o sea administración de materiales.

Utilizando el módulo MM una empresa puede planificar e implementar eficientemente las actividades relacionadas con la gestión de los bienes utilizados por diversos departamentos.

Al mismo tiempo, para satisfacer todas las demandas internas orientadas al consumo de bienes necesarios para el normal funcionamiento de cada sector. Se integra con el módulo SD, Gestión de Ventas y con el módulo SAP PP, Planificación de Producción, para brindar a las empresas una solución completa a sus necesidades de logística.

El módulo MM también trabaja en estrecha combinación con el módulo SAP FI, Administración Financiera, recibiendo información de este último continuamente.

El módulo MM ofrece una solución a todas las fases de administración de materiales de una empresa:

- Planificación de necesidades y control
- Manejo de compras
- Entrada de mercancías
- Gestión de inventarios
- Verificación de facturas
- Contratación de servicios

#### **4.1.3.3. Módulo SD**

El módulo SD es el que nos permite manejar todo lo relativo a ventas y distribuciones de bienes y servicios que se realizan desde una empresa a las empresas clientes, recibe su nombre por sus siglas en inglés *sales and distribution* o sea ventas y distribución.

Utilizando el módulo SD se puede planificar e implementar eficientemente las actividades relacionadas al ciclo de ventas de una empresa. Por ejemplo, el procesamiento de pedidos de los clientes, la gestión del traslado y entrega de mercancías y la facturación. Se integra con el módulo MM y con el módulo PP para brindar a las empresas una solución completa a sus necesidades de logística.

#### **4.1.3.4. Módulo FI**

Dentro del módulo administración financiera, *financial accounting*, la información financiera está disponible para realizar cualquier revisión en tiempo real y eso es muy valioso para los negocios de las empresas, pues la funcionalidad de tiempo real de los módulos de SAP permite que la toma de decisiones y la planificación sean más acertadas.

El módulo FI se integra e interactúa con otros módulos del sistema SAP como lo son:

- Módulo CO, control
- Módulo MM
- Módulo SD
- Módulo PP
- Módulo PM
- Módulo PS

#### **4.1.3.5. Módulo CO**

El módulo control, *controlling*, es un módulo integral para el control de los gastos generales. El que adecuándose a la estructura de la empresa establece la formación de centros de costos, los que se identifican por medio de códigos y de esta manera ayudan a definir un organigrama de responsabilidades para la empresa. Con esta estructura funcional basada en centros de costos el sistema tiene la capacidad de ejecutar funciones de control de los distintos gastos realizados en la empresa.

El módulo CO es un excelente producto que se destaca por:

- Documentar los sucesos financieros en tiempo real
- Calcular las desviaciones económicas
- Analizar flujos de ganancia/perdida
- Realizar estudios de rentabilidad en operaciones
- Estimar costos de producción

#### **4.1.3.6. Módulo IS**

El módulo soluciones industriales, verticales o sectoriales, *industry solutions*, brinda soluciones que se basan en un profundo conocimiento de los procesos que impulsan a cada tipo o sector de la empresa. Estas soluciones son preconfiguradas para aquellas empresas que necesitan una herramienta de gestión adaptada a su sector, con un coste accesible y una implementación rápida y sencilla.

De este modo puede tomar mejores decisiones estratégicas en las áreas de mayor importancia para lo que el usuario desee, tanto si desea ganar mayor visibilidad en toda su empresa, acercarse más a sus clientes, o reducir ineficiencias.

Las soluciones industriales de sistema SAP pueden ser de alta tecnología, automoción, retail o distribución comercial, distribución mayorista, educación superior e investigación, empresas de servicios públicos, entidades financieras, medios de comunicación, minería, petrolíferas, servicios profesionales, *utilities* y telecomunicaciones entre otras.

#### **4.1.3.7. Módulo IM**

El módulo gestión de inversiones, *investment management*, ofrece una administración integrada del procesado de cantidades de inversión y proyectos desde la planeación a la realización, incluyendo un análisis de preinversión y una simulación de depreciación.

Este módulo proporciona funciones para apoyar los procesos de planificación, inversión y financiación para:

- Las inversiones de capital, como la adquisición de activos fijos como resultado de la producción.
- Inversiones en investigación y desarrollo.
- Los proyectos que caen principalmente bajo gastos generales, como la educación continua de los empleados o el establecimiento de nuevos mercados.

El término inversión, por lo tanto, no se limita a las inversiones que capitaliza para fines contables o fiscales. Una inversión en este contexto puede ser cualquier medida que cause costos inicialmente y que solo puede generar ingresos u otros beneficios después de que haya transcurrido un período, por ejemplo, serían los proyectos de mantenimiento de plantas.

#### **4.1.3.8. Módulo TR**

El módulo tesorería, *treasury*, comprende los componentes gestión de caja, gestión de tesorería, préstamos y gestión de riesgos de mercado. Este módulo se utiliza para el análisis de la liquidez actual y de la situación de riesgo para tomar decisiones respecto de las inversiones futuras de la empresa. Adicionalmente, en esta decisión se consideran las condiciones del mercado financiero.

Los objetivos de la gestión de tesorería son los siguientes:

- Soportar la gestión de operaciones y posiciones financieras desde la etapa del comercio pasando por el back office hasta el traslado a la gestión financiera.
- Proporcionar una gestión de informes, donde se puede analizar las operaciones y posiciones financieras.

- El módulo de tesorería comprende los componentes: funciones básicas, mercado de dinero, divisas, derivados y valores.

#### **4.1.3.9. Módulo PS**

En el módulo PS, sistema de proyectos, *project system*, se puede realizar diferentes grupos de tareas, como pueden ser:

- Planificación aproximada inicial, con tiempos y valores establecidos desde un desglose de la estructura de trabajo por realizar.
- Planeación ajustada, puede utilizar elementos de costos o métodos de cálculo de costos unitarios e implicar la introducción manual de fechas críticas, detalles de las actividades, programación automática con el programa y la identificación de las actividades del camino crítico.
- Coordinación de los recursos a través de requisiciones de compras automáticas y planes de reserva de materiales, control de inventario de existencia, planificación en red del equipo de personas, capacidades, materiales, recursos operativos y servicios.
- Seguimiento de los materiales, capacidades y fondos. Toda vez que el proyecto se aprueba y ejecuta utilizando la administración de presupuestos, la reserva y asignación de fondos, comprobando su disponibilidad, así como la de los materiales y capacidades, con una alarma a la dirección del proyecto en caso de exceder ciertos límites.
- Finalización del proyecto, con análisis de los resultados y cancelación.

#### **4.1.3.10. Módulo QM**

Las funciones que ofrece el módulo de gestión de calidad, *quality management*, permiten implementar los veinte elementos que resultan de mayor importancia en un sistema de calidad; siguiendo la norma ISO 9000.

Aunque el módulo QM es independiente no actúa de este modo, pues como se ha citado, todos estos módulos están interconectados. Así, todas las funciones del módulo QM se complementan a través de otros componentes del sistema SAP como los módulos SD, MM o PP, entre otros

A través del módulo QM se pueden emprender todas las tareas que estén asociadas a la inspección de la calidad, la planificación de la calidad y el control de la calidad, además de poder gestionar la creación de los certificados de calidad y manejar problemas gracias a los avisos de calidad.

Entre los diferentes componentes del módulo QM se destacan los datos básicos, la planificación de la inspección, la gestión de lote de inspección, la entrada de resultados, la entrada de defectos, la gestión del muestreo, los avisos de calidad, los certificados de calidad, la gestión de los instrumentos de inspección, etcétera.

#### **4.1.3.11. Módulo HR**

El módulo de gestión de recursos humanos, *human resources*, es el módulo del sistema SAP diseñado para gestionar todos los procesos relacionados al recurso humano de una empresa.



El módulo HR permite a las empresas que lo utilizan realizar las siguientes actividades o tareas:

- Reemplazar multiplicidad de aplicaciones y herramientas sueltas, con una plataforma robusta, escalable y totalmente integrada con las áreas financieras y logísticas de la empresa.
- Establecer un completo manejo de nómina.
- Estandarizar reportes en tiempo real en todo lo referente a la automatización de la administración de los colaboradores, el pago de sus haberes, las liquidaciones mensuales de salarios, bonos y demás temas administrativos.
- Cumplir con las regularizaciones legales de empleo de acuerdo al ámbito y al alcance de la empresa, en base a la envergadura del modelo de negocios implementado en el módulo HR.
- Gestionar completamente el horario del colaborador y todos los temas inherentes al tiempo de trabajo incluyendo horas extras, compensaciones de horarios, llegadas tarde y mucho más.
- Potenciar la fuerza del recurso humano de la empresa incrementando los niveles de satisfacción de los colaboradores y evitando la desmotivación personal y/o grupal.
  - Gestionando el talento del personal mediante el conocimiento de las destrezas de cada colaborador.
  - Evaluando y cuantificando el desempeño, identificando quien está listo para un nuevo puesto de trabajo y quien necesita un apoyo extra para potenciar su talento.
  - Estableciendo metas y objetivos a niveles individuales y/o grupales.

- Gestionar la selección de personal, atrayendo y contratando a las personas adecuadas para cada puesto de trabajo, estableciendo estas nuevas contrataciones de una manera rápida y eficiente.

#### **4.2. Módulo PM**

El módulo PM, mantenimiento de planta está diseñado para cumplir con las necesidades de planificación, administración, seguimiento y control de las tareas de mantenimiento de la empresa que lo tenga implementado.

Cubriendo los tipos de mantenimiento:

- Correctivo.
- Preventivo, el cual se ejecuta en función de planes de mantenimiento preventivo o de avisos que se emiten automáticamente de acuerdo con una frecuencia preestablecida.
- Predictivo, el que se desarrolla en función de las mediciones de valores críticos.

Adicionalmente el módulo de Mantenimiento de Planta permite:

- Generar solicitudes de trabajo de mantenimiento
- Aprobar solicitudes de trabajo
- Crear órdenes de trabajo
- Realizar un análisis del trabajo a realizar
- Analizar las órdenes programadas
- Generar un historial del mantenimiento
- Gestionar los servicios de mantenimiento

Provee la planeación y el control del mantenimiento de la planta a través de la calendarización, así como las inspecciones, mantenimientos correctivos y administración de servicios para asegurar la disponibilidad de los sistemas operacionales.

#### **4.2.1. Estructura**

En la configuración del módulo PM encontramos la siguiente estructura de submódulos que dan soporte a la gestión del mantenimiento:

- **EQM: *equipment and technical objects***, equipos y objetos técnicos
  - Ubicaciones técnicas de referencia
  - Ubicaciones técnicas
  - Equipos
  - Objetos técnicos
  - Lista de materiales/repuestos
  - Interrelación de objetos técnicos
  
- **PRM: *preventive maintenance***, mantenimiento preventivo
  - Hoja de ruta
  - Planes de mantenimiento preventivo
  
- **WOC: *maintenance order management***, administración de órdenes de mantenimiento.
  - Avisos de mantenimiento
  - Órdenes de mantenimiento
  
- **SMA: *service management***, administración de servicios
  - Puestos de trabajo del departamento de mantenimiento

- Contratos a terceros
- PRO: *maintenance projects*, proyectos de mantenimiento
- IS: *plant maintenance information system*, sistema de información de mantenimiento de planta.

#### **4.2.2. Gestión del mantenimiento**

Existe una gran cantidad de funciones disponibles que permiten gestionar un mantenimiento a gran escala con diversos pasos de planificación como, por ejemplo, precálculo de costos, planificación de trabajos, disposición de materiales, planificación de recursos y emisión de permisos.

Por otra parte, en el caso de que una avería implique un periodo de parada de producción, se podrá reaccionar inmediatamente y crear las órdenes y los documentos de trabajo necesarios con una cantidad mínima de entradas en un periodo de tiempo muy breve.

#### **4.2.3. Organización del mantenimiento**

La organización del mantenimiento a través del Módulo PM está definida por unidades organizativas que gestionan el mantenimiento a través de dos tipos de áreas:

- Áreas físicas, refiriéndose a la empresa y sus divisiones de espacio.
- Funcional, se realiza de acuerdo a funciones específicas realizadas, por ejemplo, un grupo de planificación del mantenimiento.

- Configuración física de la planta

Una buena división de la planta ayuda a identificar con mayor facilidad máquinas y equipos. Permite, además, destinar recursos y llevar un control más detallado de todos los trabajos que se efectúan.

Para una óptima configuración física de la empresa es necesario estructurar las instalaciones sobre la base de equipos y objetos técnicos. Es decir, a través de las ubicaciones técnicas y códigos de los equipos.

Entre las ventajas de la estructuración de la planta se tienen:

- Reducción del tiempo necesario para gestionar los objetos técnicos.
- Simplificación de la gestión de mantenimiento.
- Reducción notable el tiempo necesario para introducir datos.
- Valoración más específica, completa y rápida de los datos de mantenimiento.



## **5. PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN MÓDULO PM DE SISTEMA SAP**

### **5.1. Procedimiento para la planificación de mantenimiento**

En este capítulo se realiza el proceso de planificación del mantenimiento por medio del módulo PM del sistema SAP

#### **5.1.1. Objetivo**

Asegurar una óptima disponibilidad de los equipos a largo plazo es un objetivo importante del mantenimiento. Se utiliza el mantenimiento planificado para evitar paradas de equipos que además de los costos de la reparación también provocan costos posteriores más elevados debido al paro de producción que se produjo.

El mantenimiento planificado es un término genérico con que se designan las inspecciones, calibraciones, mantenimiento preventivo y las reparaciones planificadas para las cuales se puede planificar el tiempo y el alcance del trabajo con anticipación.

Además de los aspectos internos de la planta relativos al mantenimiento planificado también se debe tener en cuenta los factores externos que pueden ser:

- Recomendaciones del fabricante: el fabricante de los equipos puede recomendar ciertos procedimientos para garantizar que los mismos funcionen siempre de manera óptima.
- Requisitos legales: pueden existir leyes de protección del trabajo o leyes sobre la seguridad de los equipos que le obliguen a realizar el mantenimiento preventivo periódicamente.
- Requisitos del entorno: un mantenimiento planificado eficaz puede ayudar también a evitar paradas que podrían ocasionar peligros en el entorno o producción.

Otro motivo para realizar el mantenimiento planificado es la necesidad de cumplir la gestión de calidad; por ejemplo, la calidad de los productos producidos por las líneas de producción se ve afectadas sustancialmente por el estado operativo de la misma.

### **5.1.2. Integración**

La planificación del mantenimiento por medio del sistema SAP se integra con los siguientes módulos y sus componentes:

- Módulo mantenimiento de planta
  - Hojas de ruta de mantenimiento
  - Órdenes de mantenimiento
  - Avisos de mantenimiento
- Módulo servicio al cliente
  - Órdenes de servicio
  - Avisos de servicio



- Módulo gestión de materiales
  - Aprovisionamiento de servicio/materiales
  - Hojas de entrada de servicios/materiales
  
- Módulo gestión de calidad
  - Características de inspección
  - Lotes de inspección
  - Lotes de calibración

### **5.1.3. Características**

Se puede utilizar la planificación de mantenimiento para describir las fechas y el alcance de las diversas actividades de inspección, calibración y del mantenimiento de los equipos.

Se puede asegurar que las actividades en los objetos técnicos se realizan a tiempo y de este modo asegurar que estos funcionen de manera óptima.

- Generación de objetos de toma de mantenimiento

El sistema SAP crea objetos de toma de mantenimiento durante el proceso de planificación. Los objetos de toma de mantenimiento que están disponibles en el sistema son:

- Para la planificación global de medidas
  - Aviso de mantenimiento
  - Aviso de servicio
  
- Para planificaciones detalladas de medidas

- Orden de mantenimiento
    - Orden de servicio
  - Para la planificación detallada de medidas y el historial de la avería procesada en el aviso.
    - Aviso de mantenimiento y orden de mantenimiento simultáneamente.
    - Aviso de servicios y orden de servicio simultáneamente.
    - Planes de mantenimiento con referencia a un contrato marco.
  - Para la gestión de calidad mediante el enlace a características de inspección.
    - Lotes de inspección
  - Para el aprovisionamiento de servicios en compras
    - Hojas de entrada de servicios
  - Resumen gráfico de la programación de mantenimiento
  - Lista de fechas de mantenimiento
  - Visualización de costes para planes de mantenimiento preventivo
  - Archivar los planes de mantenimiento preventivo
- Mantenimiento a varios niveles

Una de las ventajas más considerables que se obtiene por medio del módulo Mantenimiento de Planta del sistema SAP es la opción de mantenimiento a varios niveles. Por ejemplo, se puede crear un plan de mantenimiento y objetos de toma de mantenimiento en los niveles siguientes:

- Equipo
- Ubicaciones técnicas
- Materiales
- Números de serie
- Combinación

La posibilidad de realizar un mantenimiento a varios niveles permite planificar y llevar a cabo medidas de mantenimiento para los objetos técnicos/equipos siguientes:

- Un equipo individual que funciona independientemente de otros equipos. Por ejemplo: un vehículo.
- Ubicaciones técnicas que pueden comprender varios equipos. Por ejemplo: una línea de producción.
- Un subequipo dentro de un equipo. Por ejemplo: el motor de una bomba.
- Números de serie.

## **5.2. Aviso de averías**

Los avisos de avería en el sistema SAP se generan para advertir el mal funcionamiento o inconvenientes que presenta un objeto técnico/equipo que afecta la producción. Estas solicitudes se emiten para pedir una actividad de mantenimiento.

Cada uno de los componentes del aviso tiene una responsabilidad definida. Algunos son de responsabilidad exclusiva del sistema de planificación y otros de quien emite la solicitud.

La pantalla de aviso de avería en el sistema SAP se divide en cinco secciones de información:

- Objeto técnico/equipo
- Circunstancias
- Responsabilidades
- Datos de la avería
- Posición de la avería

La información requerida para generar los avisos de avería son:

- Descripción: aquí se indica la descripción de la avería; en donde se dispone de una lista de posibles averías de mayor frecuentes.
- Ubicación técnica: es la identificación de la posición física dentro de la planta de producción, para asegura la correcta distribución de gastos por objeto técnico/equipo y asegura la identificación al cual se le realiza el mantenimiento.
- Equipo: en este campo se debe identifica al equipo/objeto técnico asociado a la ubicación técnica anterior, que está identificado por un código que es único para cada equipo o sub-equipo en cada centro de planificación del mantenimiento y de emplazamiento.
- Grupo de planificación: corresponde al código del grupo responsable de la planificación de mantenimiento del objeto técnico/equipo identificado.

- Puesto de trabajo responsable: es el código del puesto de trabajo responsable de realizar el mantenimiento al objeto técnico identificado.
- Centro de costo: es el centro al cual se le cargan los costos que involucra la ejecución del mantenimiento.
- Autor del aviso: es el nombre del autor del aviso de avería.
- Fecha de aviso: es la fecha en la cual se emite el aviso de avería.
- Inicio avería: es la fecha de realización de las actividades de mantenimiento.
- Fin de avería: es la fecha del término de la realización del trabajo.
- Parada: es el campo que identifica el equipo que está detenido; se considera para los tiempos muertos desde el momento en que se inició la avería y no desde que se emite el aviso.
- Duración de la parada: corresponde al tiempo en minutos que demora la detención del equipo por el mantenimiento realizado.
- Causa de la avería: es un número asociado a una causa de falla.
- Causa: es la explicación en forma superficial de la causa de porqué y como se produjo la avería.
- Criticidad: es la prioridad que tienen las actividades; se definen en tres grados que indican la rapidez con que se deben atender los trabajos.

La prioridad de las actividades para la línea de producción de pasta alimenticia es:

Tabla XXIV. **Prioridad de trabajos en avisos de averías para línea de producción de pasta alimenticia**

| <b>CÓDIGO</b> | <b>SIGNIFICADO</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>  |
|---------------|--------------------|---|
| 1             | Emergencia         | Trabajos que se deben de ejecutar inmediatamente.                   |
| 2             | Correctivo         | Trabajos que se deben ejecutar lo antes posible.                    |
| 3             | Preventivo         | Trabajos que se deben ejecutar en una fecha claramente determinada. |

Fuente: elaboración propia.

### **5.2.1. Cuando se deben generar los avisos**

Los avisos se generan en la gestión de mantenimiento en caso de que se produzca una avería:

- Describir la condición técnica de un objeto técnico/equipo que no está cumpliendo con su tarea o función.
- Efectuar una solicitud al departamento de mantenimiento para ejecutar una medida necesaria.
- Documentar el trabajo realizado.

Los avisos de mantenimiento permiten documentar las medidas de mantenimiento por completo. También les confieren disponibilidad en vistas a un análisis a largo plazo.

Así mismo, los avisos de mantenimiento se pueden utilizar para ejecutar planificaciones y ejecuciones preliminares de medidas.

### **5.2.2. Ejecución del aviso de averías**

El aviso de avería se ejecuta cuando el supervisor, planificador o jefe de mantenimiento de la línea de producción de pasta alimenticia han analizado el aviso y determinado si el mismo procede para realizar las actividades de mantenimiento pertinentes o si el mismo requiere la creación de una orden de trabajo.

### **5.2.3. Procedimiento para creación de avisos de averías**

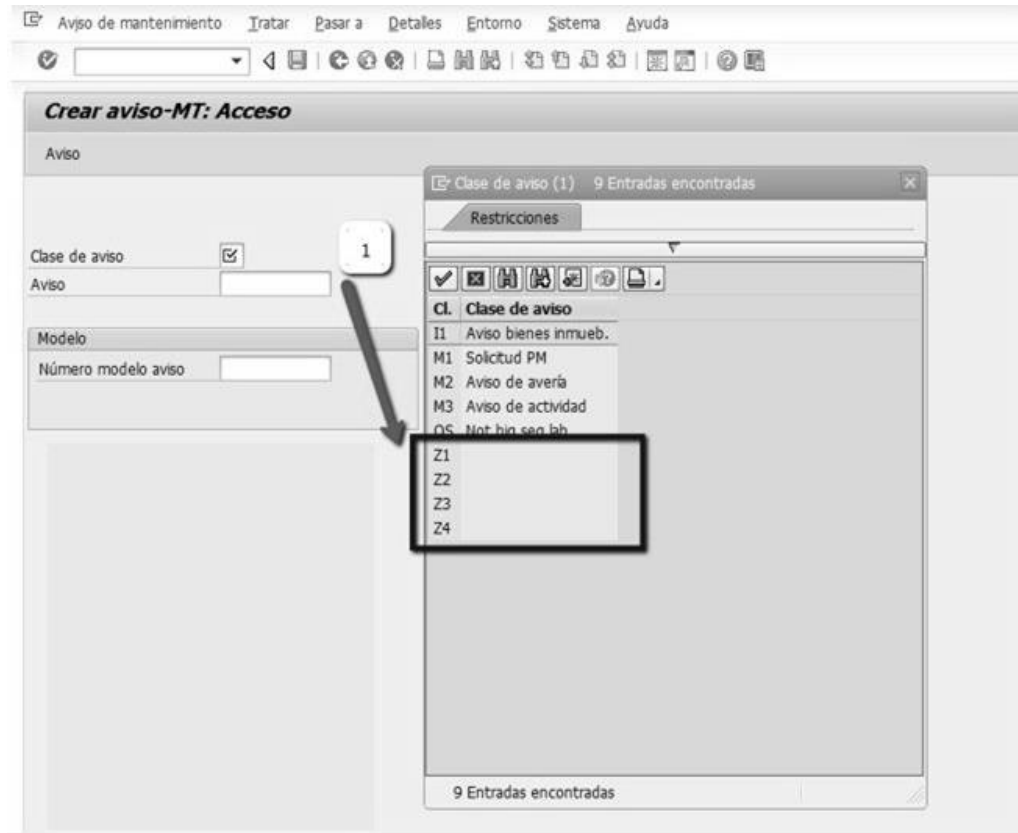
Para crear avisos de averías por medio del sistema SAP se puede realizar por medio de:

- Transacción: IW21 Crear aviso de avería.
- Menú: logística → mantenimiento → gestión de mantenimiento → aviso → crear.

Al ingresar al componente creación de aviso (figura 17); la información principal que se solicita es la clase de aviso a crear de los cuales 4 son creados por el usuario según necesidades.

El siguiente paso por realizar después de seleccionar el tipo de aviso a crear es llenar todos los campos solicitados que se presentan en la figura 18 que corresponde a las secciones de denominación del aviso, circunstancias, objeto de referencia y responsabilidades.

Figura 17. **Ventana acceso para crear aviso**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 18 se observa la importancia de haber realizado un buen sistema de codificación de los objetos técnicos/equipos, ya que esta es información esencial para identificar el equipo que presenta la avería que se reporta. La descripción de la avería se debe realizar lo más detallada posible.

Si se concluye que se debe crear una orden de mantenimiento a partir del aviso de avería se presentara la ventana que se detalla en la figura 19. En esta se deben llenar los datos requeridos.



Figura 18. Ventana averías de planta para crear aviso

Crear aviso-MT: Averías de planta

Aviso

Status mensaje

Orden

Averías de planta

Circunstancias

Descripción

Objeto de referencia

Ubic.técn.

Equipo

Responsabilidades

Grupo planif.

Pto.tbjo.resp.

Usuario respons

Autor del aviso

Fecha de aviso

Posición

click para crear la orden correctiva

1

Seleccionar equipo que presenta la avería

2

Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Ventana abrir orden correctiva a partir de aviso

Abrir orden

Clase de orden

Centro planificación

División

Pto.tbjo.responsable

✓

X

Fuente: elaboración propia.

Para realizar modificaciones a un aviso de avería ingresar a:

- Transacción: IW22 Modificar aviso de avería.
- Transacción: IW28 Modificar desde una lista de avisos de avería.
- Menú: logística → mantenimiento → gestión de mantenimiento → aviso → modificar.

Para visualizar un aviso de avería ingresar a:

- Transacción: IW23 Visualizar aviso de avería.
- Transacción: IW29 Visualizar desde una lista de avisos de avería.
- Menú: logística → mantenimiento → gestión de mantenimiento → aviso → visualizar.

### **5.3. Órdenes de trabajo**

Las órdenes de trabajo son una parte importante de la planificación detallada de medidas de mantenimiento y de su documentación correspondiente en el departamento de mantenimiento o servicio al cliente.

#### **5.3.1. Descripción de las órdenes de trabajo**

Las órdenes de trabajo instituyen una ayuda para planificar las actividades de mantenimiento, los materiales, las utilidades, el personal y la realización de un presupuesto de los costes. La orden de trabajo permite realizar estas medidas ya que principalmente contiene datos para planificar y ejecutar medidas que se deben realizar en un objeto técnico o equipo.

Se pueden complementar con avisos. Sin embargo, no es necesario que existan avisos para utilizar o crear las órdenes.

Las funciones que se puede incluir en las órdenes de trabajo se complementan mediante la integración con los siguientes módulos del sistema SAP:

- Administración de materiales, MM
  - Representación de todos los procesos necesarios para la gestión de piezas o materiales.
  - Gestión de piezas de reserva que deben renovarse.
  - Aprovisionamiento externo de materiales y servicios.
  
- Sistema de proyectos, PS
  - Representación de medidas complejas que abarcan varias órdenes y para las que existen ciertas dependencias entre las órdenes.
  
- Gestión de calidad, QM
  - Generación automática de inspecciones de calibración de objetos técnicos/equipos.
  - Administración de los instrumentos de inspección utilizados por gestión de calidad.
  - Documentación detallada de los resultados de las inspecciones.
  
- Planificación de la producción, PP
  - Suministro de datos sobre las actividades de mantenimiento o reparaciones realizadas en los equipos o en general de las líneas de producción.

- Administración financiera, FI
  - Gestión de datos de deudor y acreedor
  - Creación y verificación de facturas
  - Control de fondos
  - Cierre de la liquidación de servicios, operaciones y materiales
  
- Control, CO
  - Definición de registros de liquidación para puestos de trabajo.
  - Liquidación de órdenes con la facturación interna de actividad de costes reales.
  - Evaluación de medidas de mantenimiento, por ejemplo, por centro de coste.

### **5.3.2. Clases de órdenes de trabajo**

La clase de orden está basada en el cliente. Eso significa que todas las clases de orden se pueden utilizar en todas las áreas o departamentos de la empresa. Las clases se utilizan principalmente para agrupar órdenes según los módulos del sistema SAP.

En el sistema SAP están disponibles las siguientes clases de órdenes:

- PM01 para órdenes de mantenimiento, PM
- PM04 para órdenes de renovación, PM
- PM06 para órdenes de inversión, PM
- SM01 para órdenes de servicio, CS/PM
- PM05 para órdenes de calibración, PM/QM

- Orden de mantenimiento

Es la asistencia/documento para la planificación detallada de medidas de mantenimiento que se deben realizar en un objeto técnico/equipo.

Se puede utilizar una orden de mantenimiento para:

- Planificar medidas de forma detallada con respecto a la clase, alcance, fechas y recursos.
- Supervisar la ejecución de medidas.
- Definir normas de imputación, liquidación y presupuestos.
- Introducir, asignar y liquidar los costes que se originan por las medidas o actividades.

Se puede ejecutar una orden de forma interna para realizarla con un colaborador de la empresa o se puede realizar una orden de forma externa; es decir, asignándosela a otra empresa para que la ejecute.

Una orden puede crearse con o sin referencia a un aviso. Es posible asignar la orden a uno o varios avisos con posterioridad.

También puede asignarse una orden a:

- Centro de beneficio
- Revisión
- Proyecto
- Posición de programa de inversiones
- Imputación en la gestión presupuestaria
- Objeto inmueble

- Joint Venture, asociación estratégica

Los datos de la orden de trabajo se introducen automáticamente en el historial de mantenimiento del sistema SAP y son sumamente importantes para realización de evaluaciones, indicadores y futuras planificaciones de mantenimiento.

Una orden consta de:

- Cabecera de la orden
- Lista de objetos técnicos
- Actividades por desarrollar
- Lista de materiales
- Medios auxiliares de fabricación
- Norma de liquidación
- Costes

Una orden contiene las operaciones que describen cada una de las etapas del trabajo a realizar. Para mayor precisión, las operaciones se pueden dividir en sub operaciones.

Las operaciones se pueden realizar de forma secuencial, simultánea o alterna. Su secuencia se define en las relaciones.

Las operaciones y las sub operaciones se pueden procesar de forma interna o externa. Si se procesa internamente se asigna a un puesto de trabajo para que se encargue de su ejecución.

Para un trabajo de mantenimiento complejo y extenso se pueden asignar varias órdenes inferiores a una orden maestra. De este modo, se pueden crear jerarquías de órdenes.

- Orden de servicio

Acuerdo puntual entre el proveedor de los servicios y el representante de la empresa que solicita los servicios, mediante la cual el solicitante del servicio realiza la solicitud de pedido y la facturación al terminar el servicio. Una orden de servicio contiene los siguientes datos:

- Cabecera de la orden
- Lugar y datos de imputación
- Datos del objeto técnico
- Datos de la liquidación
- Datos de la operación
- Datos del componente

La orden de servicio se utiliza para documentar el trabajo del servicio al cliente y el servicio. Se puede utilizar la orden de servicio para:

- Planificar los servicios específicamente con respecto a la utilización del material, las utilidades y el personal.
- Supervisar la ejecución de medidas.
- Introducir y liquidar los costes que se originan de los servicios.

Una orden de servicio contiene operaciones que describen cada una de las etapas de trabajo. En la operación se pueden planificar las utilidades y los materiales de recambio necesarios para realizar el trabajo.

Si existen varios avisos de servicios similares se pueden agrupar en una orden de servicio y concluirse juntos.

Mediante una orden de servicio se pueden procesar también los servicios en varios objetos técnicos similares.

- Orden de inversión

Orden especial que liquida los costes de una medida de inversión en un activo fijo. Las medidas de inversión se utilizan para crear nuevos activos fijos o actualizar los existentes a fin de aumentar su valor, el cual deberá capitalizarse.

Debe asignar una cuenta de orden de inversión a un activo fijo si el trabajo de mantenimiento consiste en continuar hasta un límite de período, como el final del año, o si se debe activar el activo fijo en curso como una partida individual. Una orden de inversión no necesariamente debe asignarse a un programa de inversiones. Una orden de inversión puede enlazarse a un aviso.

Por lo general, el sistema crea un activo fijo en curso de forma automática cuando se libera la orden de inversión. Sin embargo, también puede crear el activo fijo en curso de forma manual si desea actualizar datos distintos a los que propone el sistema. Después de que se haya creado un activo fijo en curso para la orden de inversión, el sistema fija el estatus AFeC, el activo fijo en curso existe.

- Orden de calibración

Orden especial que comprueba si una unidad concreta de los instrumentos de inspección cumple los criterios de rendimiento definidos. Se crean



directamente o se generan de forma automática a partir de los planes de mantenimiento preventivos.

Cuando se libera la orden, el sistema genera un lote de inspección. El lote de inspección aparece en el pool de trabajo para la entrada de resultados que se encuentra en el módulo QM del sistema SAP.

- Orden de renovación

Orden especial que se utiliza para la renovación de piezas de reserva y requiere una selección de clase de orden específica.

La orden de renovación sirve para comprar una cantidad determinada de piezas o equipos para inventario y renovar los mismos de las líneas de producción o equipos y que estos funcionen correctamente, sin verse afectada la producción.

Estas órdenes se generan en base a historiales, vida útil, recomendaciones de fabricante y tiempos de operación de los equipos.

En la orden deben documentarse las fases individuales de la renovación:

- Planificación
- Liberación
- Ejecución
- Notificación
- Entrada de costes y de liquidaciones

La estructura de la orden de renovación corresponde básicamente a la estructura de la orden de mantenimiento. Sin embargo, la orden de renovación proporciona también:

- Una lista de objetos en la que se pueden identificar todas las piezas de reserva que deben renovarse mediante sus números de serie de material y localizar sus registros maestros de equipos, si existen.
- Campos de origen, cantidad y futuro almacén, si es necesario, con lote y clase de valoración, de los objetos a renovar.
- Visualización del estatus de renovación, número de objetos ya renovados.
- Visualización de las fechas de renovación.

### **5.3.3. Gestión de órdenes**

La orden se debe utilizar para concretar el trabajo o actividades que se debe realizar. Esto es importante para minimizar el tiempo improductivo, sobre todo de los objetos técnicos/equipos que pueden causar cuellos de botella o paradas de producción si se averían.

Según la clase de la orden y el trabajo planificado, se puede ejecutar la planificación en diferentes grados de detalle:

- Órdenes pequeñas, entrada rápida

Se puede introducir los datos necesarios en la pantalla de cabecera de la orden y no tiene que llamar otra pantalla de operación.

- Órdenes extensas, sin planificación detallada

Se puede introducir cualquier cantidad de operaciones en el formulario de lista en la pantalla de resumen de la operación.

- Órdenes con la planificación detallada

Puede llamar pantallas de datos detallados para cada operación, para introducir los siguientes datos:

- Datos de trabajo interno. Por ejemplo: los datos de salario.
- Datos de trabajo externo. Por ejemplo: el precio, el grupo de compras.
- Datos de la operación

Para planificar las actividades, se utilizan operaciones y suboperaciones, en las cuales se describe cada uno de los pasos del trabajo.

La gestión de órdenes proporciona un gran número de funciones y etapas, aunque no todas se deben utilizar durante el proceso.

- Planificación con referencia a
  - La operación
  - Los puestos de trabajo y el número de personas implicadas
  - El material, si es necesario, se utilizarán listas de materiales
  - Uno o varios objetos técnicos/equipos
  - Las fechas y los tiempos de ejecución
  - Las hojas de ruta
  - Los costes y la liquidación
  - Las asignaciones de órdenes

- Los datos del usuario
  - Los medios auxiliares de fabricación, MAFs
  - Las subcontrataciones
- Control
  - Verificación de la disponibilidad de materiales y medios auxiliares de fabricación.
  - Liberación.
  - Impresión.
- Implementación
  - Período de utilización del material
- Cierre
  - Notificación de cierre
  - Cierre técnico
  - Liquidación de costos
  - Cierre comercial
- Visualización y tratamiento de datos especiales de la orden
  - Utilización de estos
  - Tratamiento colectivo

#### **5.3.4. Creación de las órdenes de trabajo**

Para crear órdenes de trabajo para mantenimiento preventivo por medio del sistema SAP se puede realizar por medio de:

- Transacción: IW31 Crear orden de trabajo.
- Menú: logística → mantenimiento → gestión de mantenimiento → órdenes → crear en general.

El primer paso por realizar para crear una orden de mantenimiento preventivo es seleccionar la clase de orden, prioridad, ubicación técnica o equipo, centro de planificación del mantenimiento y división de la empresa como se observa en la figura 20. Si no conoce el código de la clase ingresar en el *match code* y buscar.

Figura 20. **Ventana acceso para crear orden de mantenimiento**

The screenshot shows the SAP 'Crear Orden: Acceso' window. The title bar contains the menu items: Orden, Tratar, Pasar a, Detalles, Entorno, Sistema, Ayuda. Below the title bar is a toolbar with various icons. The main content area is titled 'Crear Orden: Acceso' and contains a 'Datos cab.' section with the following fields:

- Cl.orden: A text input field with a search icon.
- Prioridad: A dropdown menu.
- Ubic.téc.: A text input field.
- Equipo: A text input field.
- Conjunto: A text input field.
- Ce.planif.: A text input field.
- División: A text input field.

Below the 'Datos cab.' section is a 'Modelo' section with the following fields:

- Orden: A text input field.
- REO: A checkbox.

Fuente: elaboración propia.

Luego se presenta la ventana cabecera central del sistema donde se nos solicita ingresar información sobre la descripción de la orden, responsable, fechas y se nos presenta información sobre el objeto de referencia y su primera operación. Como se observa en la figura 21. Cuando se ha seleccionado una clase de orden de mantenimiento preventivo en la ventana de la cabecera central nos aparece el número de plan que corresponde al equipo según la hoja de ruta que está asociada a este.

Figura 21. **Ventana cabecera central para crear orden de mantenimiento**

The screenshot shows a software window titled "Crear Mtto Preventivo" with a subtitle ": Cabecera central". The window has a menu bar with "Orden", "Tratar", "Pasara", "Detalles", "Entorno", "Sistema", and "Ayuda". Below the menu is a toolbar with various icons. The main content area is divided into several sections:

- Orden:** A dropdown menu showing "1".
- Stat.sist.:** A small information icon.
- Navigation tabs:** "Datos cab.", "Oper.", "Componentes", "Costes", "Interloc.", "Objetos", "Datos adic.", "Emplaz.", "Planific.", "Control".
- Responsable:** Fields for "Gpo.plan.", "Rs.pto.tr.", and "Usuario res.". There are also checkboxes for "Clactv.PM" and "EstdInstal".
- Fechas:** Fields for "Inic.extr.", "Fin extr.", "Prioridad", and "Revisión".
- Objeto de referencia:** Fields for "Ubic.téc.", "Equipo", and "Conjunto".
- Primera operación:** Fields for "Operación", "PtoTrab/Ce", "TrabInvert", "Nº pers.", "OvCá", "OvCtrl", "Clactv.", "Dur.oper.", and checkboxes for "MAF" and "Comp.". There is also a "Calcular duración" button.
- Dirección:** A dropdown menu.

Annotations with arrows point to specific fields:

- "Tipo y No. de orden a crear" points to the "Orden" dropdown.
- "Ingresar datos de responsable" points to the "Responsable" section.
- "No. de plan que corresponde" points to the "Dirección" dropdown.
- "Datos del objeto a realizar mantenimiento" points to the "Objeto de referencia" section.

Fuente: elaboración propia.

Así mismo, indicará la descripción de la orden, objeto de referencia, fechas y primera operación.

Cuando la orden no va precedida de un plan de mantenimiento preventivo en la ventana resumen de operaciones de deben ingresar de forma manual las operaciones y suboperaciones por realizar al equipo.

Figura 22. **Ventana resumen de operaciones para crear orden de mantenimiento**

| Op.  | SOp | PstoTbjo | Ce... | Cla... | Chv.mod | E. | Txt.br.v.operación | TE                                  | Trabajo | Un | C... | Dur. | Un | ChvCá           |
|------|-----|----------|-------|--------|---------|----|--------------------|-------------------------------------|---------|----|------|------|----|-----------------|
| 0010 |     |          |       |        |         |    |                    | <input checked="" type="checkbox"/> |         | H  |      |      | H  | Calcular dur... |
| 0020 |     |          |       |        |         |    |                    |                                     |         | H  |      |      | H  |                 |
| 0030 |     |          |       |        |         |    |                    |                                     |         | H  |      |      | H  |                 |
| 0040 |     |          |       |        |         |    |                    |                                     |         | H  |      |      | H  |                 |
| 0050 |     |          |       |        |         |    |                    |                                     |         | H  |      |      | H  |                 |
| 0060 |     |          |       |        |         |    |                    |                                     |         | H  |      |      | H  |                 |
| 0070 |     |          |       |        |         |    |                    |                                     |         | H  |      |      | H  |                 |
| 0080 |     |          |       |        |         |    |                    |                                     |         | H  |      |      | H  |                 |

Fuente: elaboración propia.

En la ventana resumen de operaciones que se muestra en la figura 22, se presentan las operaciones y sub operaciones de las hojas de rutas asociadas a la orden según el plan de mantenimiento preventivo creado para el equipo.

En la ventana resumen de componentes se debe ingresar la información que se detalla en la figura 23, la cual está asociada a todos los insumos, repuestos, materiales o consumibles que se utilizarán para realizar todas las operaciones detalladas en la orden de mantenimiento.

Figura 23. **Ventana resumen de componentes para crear orden de mantenimiento**

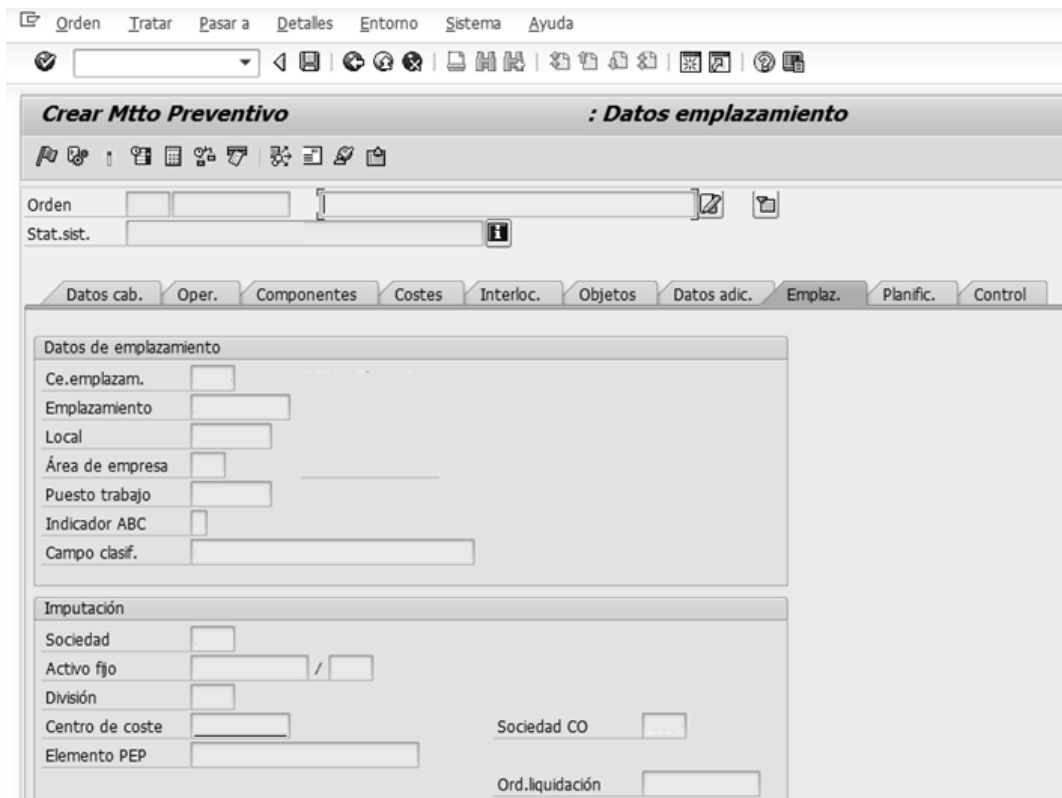
| Po... | Componente | Denomin. | TE | Ctd.neces. | UM | T. | S. | Alm. | Ce. | Op. | Lote |
|-------|------------|----------|----|------------|----|----|----|------|-----|-----|------|
| 0010  |            |          |    |            |    |    |    |      |     |     |      |
| 0040  |            |          |    |            |    |    |    |      |     |     |      |
| 0050  |            |          |    |            |    |    |    |      |     |     |      |
| 0060  |            |          |    |            |    |    |    |      |     |     |      |
| 0070  |            |          |    |            |    |    |    |      |     |     |      |
| 0080  |            |          |    |            |    |    |    |      |     |     |      |
| 0090  |            |          |    |            |    |    |    |      |     |     |      |
| 0100  |            |          |    |            |    |    |    |      |     |     |      |
| 0110  |            |          |    |            |    |    |    |      |     |     |      |
| 0120  |            |          |    |            |    |    |    |      |     |     |      |
| 0130  |            |          |    |            |    |    |    |      |     |     |      |
| 0140  |            |          |    |            |    |    |    |      |     |     |      |

Fuente: elaboración propia.

En la figura 24 se muestra la ventana datos de emplazamiento del equipo al cual se le realiza el mantenimiento preventivo, razón por la cual es de suma importancia el haber realizado un proceso de codificación correcto y exacto de cada uno de los equipos de la línea de producción de pasta alimenticia.



Figura 24. **Ventana datos de emplazamiento para crear orden de mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

Para imprimir orden de trabajo ingresar a:

- Transacción: IW3D Impresión orden de trabajo.
- Menú: logística → mantenimiento → gestión de mantenimiento → orden → imprimir.

Para modificar orden de trabajo ingresar a:

- Transacción: IW32 Modificar orden de trabajo.

- Transacción: IW38 “Tratamiento lista – modificación.
- Menú: logística → mantenimiento → gestión de mantenimiento → orden → modificar.

Para visualizar orden de trabajo ingresar a:

- Transacción: IW38 Visualizar orden de trabajo.
- Menú: logística → mantenimiento → gestión de mantenimiento → orden → visualizar.

Para notificar mano de obra en orden de trabajo ingresar a:

- Transacción: IW41 Notificación individual de tiempo.
- Transacción: IW48 Notificación colectiva de tiempo.
- Menú: logística → mantenimiento → gestión de mantenimiento → orden → notificación → entrada.

## **5.4. Hojas de ruta**

Las hojas de ruta para mantenimiento PM se utilizan para medidas de mantenimiento planificado y sin planificar.

### **5.4.1. Descripción de las hojas de ruta**

Las hojas de ruta para mantenimiento describen los pasos individuales que se deben ejecutar para inspecciones, reparaciones y mantenimiento preventivo. Así mismo, se listan las herramientas necesarias para el trabajo y se especifica el plazo de terminación necesario. Además, se usan para

estandarizar estas secuencias de trabajo de repetición y planificarlas con mayor eficacia.

Existen tres clases de hojas de ruta para mantenimiento:

- Hoja de ruta para equipo
- Hoja de ruta para ubicación técnica
- Hoja de ruta por Instrucción de mantenimiento

### **Características**

Se pueden utilizar hojas de ruta para mantenimiento en:

- Mantenimiento planificado
- Mantenimiento actual

Las hojas de ruta reducir el esfuerzo y tiempo cuando las secuencias de las actividades estandarizadas se modifican como consecuencia de una nueva normativa legal o condiciones.

Todas las órdenes de mantenimiento y las posiciones del mantenimiento que hacen referencia a la hoja de ruta para mantenimiento reciben automáticamente el status real de las secuencias de las actividades.

#### **5.4.2. Integración**

Con las hojas de ruta para mantenimiento se reduce el tiempo necesario para crear órdenes de mantenimiento, posiciones y seguir haciendo referencia a las actividades y secuencias ya introducidas en la hoja de ruta. Además, puede

incluir características de inspección del módulo Gestión de Calidad en las hojas de ruta para mantenimiento.

En las órdenes de mantenimiento se pueden incluir:

- Una o más hojas de ruta.
- Varias veces la misma hoja de ruta.
- Es posible combinar hojas de ruta con operaciones introducidas manualmente en la orden.
- Se puede optar a una selección de operaciones.

### **Utilización**

Se puede utilizar los tres tipos de hoja de ruta para el mantenimiento planificado/preventivo y el actual.

Si desea utilizar la instrucción de mantenimiento para el mantenimiento planificado deberá asignar la hoja de ruta a un plan de mantenimiento o a una o varias posiciones de mantenimiento. Las operaciones descritas en la instrucción de mantenimiento se llevan a cabo para todos los objetos técnicos/equipos que se han asignado a la posición de mantenimiento. Las operaciones vencen en los momentos calculados por el sistema al planificar el plan de mantenimiento.

#### **5.4.3. Estructura**

Se pueden agrupar todas las hojas de ruta para mantenimiento similares en diferentes grupos. El grupo de hojas de ruta comprende una serie de hojas de ruta para mantenimiento que describen medidas de mantenimiento similares.

Se describen medidas de mantenimiento que deben realizarse en los elementos individuales de la hoja de ruta. Los elementos más importantes son:

- Operaciones
- Suboperaciones
- Componentes de material
- Paquetes de mantenimiento preventivo
- Medios auxiliares de fabricación
- Relaciones de ordenación

#### 5.4.4. Creación de una hoja de ruta

Para crear hoja de ruta por instrucción para mantenimiento preventivo por medio del sistema SAP se puede realizar por medio de:

- Transacción: IA05 Crear hoja de ruta por instrucción.
- Menú: logística → mantenimiento → gestión de mantenimiento → hoja de ruta → instrucción.

Figura 25. Ventana acceso para crear hoja de ruta

**Crear instrucción: acceso**

Plan Match Code

Grupo hojas ruta

Valores prefijados

|                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| Perfil              | <input type="text"/> |
| Número modificación | <input type="text"/> |
| Día fijado          | <input type="text"/> |

# de Hoja de Ruta

Fuente: elaboración propia.

El primer paso a realizar es asignar un número de hoja de ruta, como se observa en la figura 25. Si no conoce el número por ingresar, hacer clic en el *match code* y buscar el número de hoja más alto e ingresar un número más alto.

Luego de haber ingresado el número de hoja de ruta se solicita ingresar información en los campos de la figura 26.

Figura 26. **Ventana cabecera para crear hoja de ruta**

The screenshot shows a software interface titled "Crear instrucción: cabecera vista general". It features a navigation bar with "Operación" and "Plan" icons. The main form includes fields for "GrHRuta" and "MTTO PREV.". Below these are fields for "Grupo hojas ruta", "Cont.grupo HRuta" (with value 1), and "Centro planificación". A section titled "Asignaciones a cabecera hoja ruta" contains several rows of data with callouts: "Puesto de trabajo" (with a callout "Responsable"), "Utilización" (4, Mantenimiento), "Grupo planif." (1, Grupo 1 del planificador, with callout "Estos datos son constantes"), "Status hoja de ruta" (4, Liberado en general), "Estado instalación" (0, Fuera de servicio), and "Estrategia mantenim." (ZTIEM, Planes por tiempo, with callout "Estrategia según necesidad"). A "Conjunto" field and a "Petición de borrado" checkbox are also present. A "Datos QM" section at the bottom includes "Puntos de inspección" and "Numeración externa" (with a dropdown menu).

Fuente: elaboración propia.

Al concluir el ingreso de la información requerida en cada uno de los campos de la figura 26 se debe ingresar a la pestaña resumen de operaciones donde se presentará la ventana de la figura 27.

Figura 27. **Ventana resumen operaciones para crear hoja de ruta**

Crear instrucción: resumen operaciones

GrHrRuta      MTTO PREV.

Resumen general operac

| Op.  | SOp | PstoTbjo | Ce. | Ctl | Descripción operación | T. Trabajo | Un. Nº | Dur. | Un. C% | DistTribInt | Fac | ClAct | Clv.mod. | Ubic.téc. | Equipo |
|------|-----|----------|-----|-----|-----------------------|------------|--------|------|--------|-------------|-----|-------|----------|-----------|--------|
| 0010 |     |          |     |     |                       |            |        |      |        |             |     |       |          |           |        |
| 1    |     | 2        |     |     | 5                     | 6          | 7 8    | 9    | 10     |             |     | 11    |          |           |        |
| 0040 |     |          |     |     |                       |            |        |      |        |             |     |       |          |           |        |
| 0050 |     |          |     |     |                       |            |        |      |        |             |     |       |          |           |        |

Fuente: elaboración propia.

En la ventana que se presenta en la figura 27 se deben ingresar los datos de cada una de las operaciones que se realizaran en el trabajo; se pueden ingresar cuantas operaciones sean necesarias.

Para finalizar el proceso de creación de hoja de ruta se debe guardar y con esto la hoja estará creada.

Para modificar y visualizar hoja de ruta por instrucción para mantenimiento preventivo por medio del sistema SAP se puede realizar a través de:

- Transacción: IA06 Modificar hoja de ruta por instrucción.
- Transacción: IA07 Visualizar hoja de ruta por instrucción.
- Menú: logística → mantenimiento → gestión de mantenimiento → hoja de ruta → instrucción.

Para crear hoja de ruta para ubicación técnica por medio del sistema SAP se puede realizar por medio de:

- Transacción: IA11 Crear hoja de ruta para ubicación técnica.
- Menú: logística → mantenimiento → gestión de mantenimiento → hoja de ruta → ubicación técnica.

Para modificar y visualizar hoja de ruta para ubicación técnica por medio del sistema SAP se puede realizar por medio de:

- Transacción: IA12 Modificar hoja de ruta para ubicación técnica.
- Transacción: IA13 Visualizar hoja de ruta para ubicación técnica.
- Menú: logística → mantenimiento → gestión de mantenimiento → hoja de ruta → ubicación técnica.

Para crear hoja de ruta para equipo por medio del sistema SAP se puede realizar por medio de:

- Transacción: IA01 Crear hoja de ruta para equipo.
- Menú: logística → mantenimiento → gestión de mantenimiento → hoja de ruta → equipo.

Para modificar y visualizar hoja de ruta para equipo por medio del sistema SAP se puede realizar por medio de:



- Transacción: IA02 Modificar hoja de ruta para equipo.
- Transacción: IA03 Visualizar hoja de ruta para equipo.
- Menú: logística → mantenimiento → gestión de mantenimiento → hoja de ruta → equipo.

## **5.5. Plan de mantenimiento**

Es la descripción de las medidas o actividades de mantenimiento preventivo/planificado y de inspección que se deben realizar en objetos de mantenimiento/equipos. Los planes de mantenimiento describen las fechas y el alcance de las medidas.

El crear planes de mantenimiento preventivo y de inspección para los objetos técnicos/equipos de la empresa es la forma más idónea y correcta de asegurar su óptimo funcionamiento y lograr la confiabilidad.

### **5.5.1. Estrategias**

Un plan de mantenimiento preventivo generado en el sistema *SAP* consta básicamente de los elementos siguientes:

- Posición o posiciones de mantenimiento: es la descripción de las medidas de mantenimiento preventivo que deberían efectuarse periódicamente en un objeto técnico o en un grupo de objetos técnicos. Un plan de mantenimiento contiene siempre automáticamente una posición de mantenimiento. Se pueden crear posiciones de mantenimiento adicionales directamente en el plan de mantenimiento.
- Plan de mantenimiento: contiene información de programación de las siguientes fuentes:

- Para planes de ciclo individual del ciclo de mantenimiento.
- Para planes de estrategia de la estrategia de mantenimiento asignada al plan.
- Para planes de mantenimiento múltiple de los ciclos de mantenimiento.
- De los parámetros de programación específicos para el plan de mantenimiento.

Cuando se programa el plan de mantenimiento, se usa esta información para calcular las fechas de vencimiento de las medidas de mantenimiento por realizar en los objetos técnicos/equipos asignados.

### **5.5.2. Clases de planes**

Se puede realizar la planificación de mantenimiento en función del tiempo o de la actividad de la empresa utilizando el módulo mantenimiento de planta.

- Planes de mantenimiento en función del tiempo

Se realiza el mantenimiento en ciclos concretos; por ejemplo, cada dos meses o cada seis meses. Para representar ciclos de mantenimiento simples se crea un plan de ciclo individual.

Para representar ciclos de mantenimiento complejos se crea un plan de estrategia, según una estrategia de mantenimiento en función del tiempo.

- Planes de mantenimiento en función de la actividad

Los planes de mantenimiento en función de la actividad permiten planificar el mantenimiento en función de los valores del contador actualizados para los puntos de medida en objetos técnicos/equipos y en ubicaciones técnicas.

Para representar ciclos de mantenimiento simples se crea un plan de ciclo individual. Para representar ciclos de mantenimiento complejos se crea un plan de estrategia en función de una estrategia de mantenimiento de la actividad.

Cuando se asigna un contador al plan de mantenimiento, el mantenimiento tiene lugar cuando el contador para el objeto técnico ha alcanzado un valor determinado. Por ejemplo: cada 100 horas operativas, cada 500 ciclos de moldeo.

La fecha prevista calculada depende del valor de contador en el momento de la planificación y la actividad anual aproximada que se ha definido.

Los contadores están representados en el módulo PM como una forma especial de punto de medición.

Se puede utilizar la planificación de mantenimiento en función de la actividad cuando se requiere asegurar que las operaciones que se hallan en la hoja de ruta para mantenimiento se realizan cuando el objeto técnico/equipo requiere mantenimiento.

Para la planificación del mantenimiento en función de la actividad es importante introducir el valor actual del contador regularmente, incluso aunque no se haya modificado. De lo contrario, el sistema crea órdenes de

mantenimiento en función de la actividad anual prevista que fue introducida para el contador aunque el valor del contador no se haya alcanzado en realidad.

Para poder programar un plan de mantenimiento en función de la actividad se debe contar con las siguientes partes:

- Datos de programación.
- Parámetros de programación.
- Ciclo de mantenimiento, para planes de ciclo individual y planes de mantenimiento múltiple.
- Estrategia de mantenimiento con paquetes de mantenimiento.
- Posición de mantenimiento.

### **5.5.3. Creación de plan de mantenimiento**

Para crear un plan de mantenimiento planificado/preventivo por medio del sistema SAP se puede realizar por medio de:

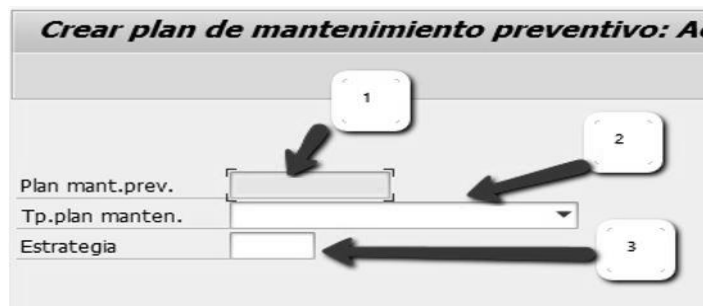
- Transacción: IP41 Crear plan de mantenimiento preventivo ciclo individual.
- Transacción: IP42 Crear plan de mantenimiento preventivo estrategia.
- Menú: logística → mantenimiento → gestión de mantenimiento → plan de mantenimiento preventivo → crear.

El primer paso para crear un plan de mantenimiento de estrategia preventivo es asignar un número al plan (1), seleccionar el tipo de plan (2) y la estrategia (3); como se observa en la figura 28.

Para asignar el número de plan a crear se debe sumar uno al último número de plan creado.

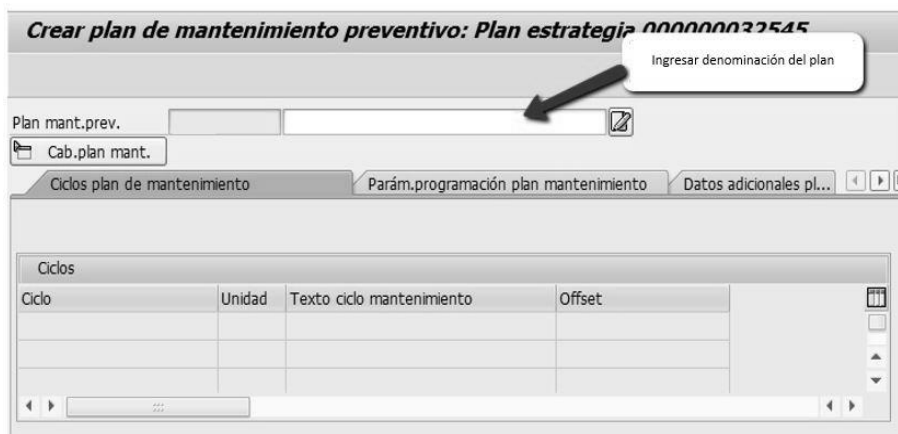
Al haber ingresado los datos anteriores se nos presenta la ventana que se muestra en la figura 29; en esta ventana se debe ingresar la denominación del plan a crear.

Figura 28. **Ventana Acceso para crear plan de mantenimiento preventivo**



Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Ventana crear plan de mantenimiento preventivo**



Fuente: elaboración propia.

Luego de ingresar la denominación del plan se debe seleccionar la ventana posición donde se debe ingresar información sobre la posición PM, el objeto de referencia, datos de planificación y hojas de ruta para mantenimiento que se asocian al objeto técnico/equipo. Ver figura 30.

Figura 30. **Ventana posición para crear plan de mantenimiento preventivo**

Posición    Lista objeto posición    Emplazamiento posición    Ciclos posición

Posición PM

Objeto de referencia

Ubic.téc.

Equipo

Ingresar serie del equipo 1

Datos de planificación

Centro planif.

Clase de orden

Pto.tbjo.resp.

Prioridad

Documento venta

No liberar inediat.

Grupo planif.

Clase actividad PM

División

Norma de liquidación

Ingresar datos planificación 2

Hoja de ruta para mantenimiento

Tp. GrHRuta Descripción

Ingresar hoja de ruta que asociará al equipo 2

Fuente: elaboración propia.

En la figura 30 se observa la importancia de haber realizado un buen proceso de codificación y ubicaciones técnicas de los objetos técnicos/equipos,

ya que esta es información esencial y primordial para identificar el equipo al cual se le está creando un plan de mantenimiento preventivo.

Figura 31. **Ventana parámetros de programación para crear plan de mantenimiento preventivo**

**Crear plan de mantenimiento preventivo: Plan estrategia 000000032545**

Plan mant.prev.

Cab.plan mant.

Ciclos plan de mantenimiento 19...15 Parám.programación plan mantenimiento Datos adicionales pl...

**1**

Determinación fecha

Fact.dec.conclusión retr.  %

Tolerancia (+)  %

Fact.dec.concl.anticipada  %

Tolerancia (-)  %

Factor de dilatación

Calendario de fábrica

**3**

Control de orden de entrega

Horizonte apertura  %

Intervalo de toma  DIA

Sujeto a conclusión

Tiempo

Tmpto.según día fijado

Tmpto., calend.fábrica

**2**

Iniciación programación

Inicio de ciclo

Fuente: elaboración propia.

En la ventana de la figura 31 se debe ingresar información relacionada con la determinación de la fecha, control de orden de entrega, contador de programación e inicio de programación del plan.

Para modificar plan de mantenimiento preventivo por medio del sistema SAP se puede realizar por medio de:

- Transacción: IP02 Modificar plan de mantenimiento.

- Transacción: IP15 Tratamiento lista – modificar plan de mantenimiento.
- Menú: logística → mantenimiento → gestión de mantenimiento → plan de mantenimiento preventivo → modificar.

Para visualizar plan de mantenimiento preventivo por medio del sistema SAP se puede realizar por medio de:

- Transacción: IP24 Visualizar planes – lista.
- Transacción: IP15 Visualizar planes – gráfica.
- Menú: logística → mantenimiento → gestión de mantenimiento → plan de mantenimiento preventivo → modificar.

#### **5.5.4. Programar el plan**

Al programar un plan de mantenimiento el sistema crea objetos de toma de mantenimiento para los ciclos definidos.

Cuando se programa un plan de mantenimiento por primera vez, la fecha de inicio o el valor de contador inicial introducido desencadenan un ciclo de mantenimiento en el eje de tiempos. Las características especiales siguientes son válidas para la fecha de inicio o el valor de contador inicial:

- Si se introduce la fecha de inicio o el valor de contador inicial en los parámetros de programación, se puede iniciar la supervisión de plazos automática directamente para el plan de mantenimiento.
- Si no se introduce la fecha de inicio o el valor de contador inicial en los parámetros de programación, se debe iniciar la programación para el plan de mantenimiento manualmente antes de poder iniciar la supervisión de plazos automática.



- Programación

En cada programación que se realiza de los planes de mantenimiento preventivo el sistema calcula la fecha de vencimiento (fecha prevista) para un objeto de toma de mantenimiento según los parámetros de programación y de los ciclos de mantenimiento o paquetes y crea tomas de mantenimiento; asegurando que por lo menos una toma de mantenimiento tiene el status “En espera”.

Cuando la toma de mantenimiento tiene un vencimiento el sistema crea un objeto de toma de mantenimiento para cada posición de mantenimiento con vencimiento.

El objeto que el sistema crea está determinado para la fecha de vencimiento por el tipo de plan de mantenimiento.

- Supervisión de plazos automática

Se puede utilizar esta función para simplificar la creación de objetos de toma de mantenimiento para planes de mantenimiento. Para iniciar la supervisión de plazos automática a intervalos regulares se debe definir ciclos de tiempo. Con esto el sistema crea los objetos de toma de mantenimiento según los ciclos que se definidos.

Se debe introducir una fecha de inicio o un valor de contador inicial en los parámetros de programación para el plan de mantenimiento.

Cuando se ejecuta la función de supervisión de plazos automática el sistema convierte toda la toma de mantenimiento para las que se ha alcanzado la medida de apertura en objetos de toma de mantenimiento.

Asimismo, el sistema lleva a cabo una reprogramación completa del plan de mantenimiento preventivo y asegura que las tomas de mantenimiento siempre estén disponibles para el intervalo que se ha definido. Aunque no se especifique un intervalo de toma en el plan de mantenimiento preventivo el sistema realiza la programación una vez por lo menos y crea una toma de mantenimiento.

- Parámetros de programación

El sistema calcula los ciclos en los que se deben crear objetos de toma de mantenimiento en función de los parámetros de programación para cada tipo de plan de mantenimiento preventivo. Para estos parámetros se debe tener en cuenta las siguientes condiciones del sistema:

- Para planes de estrategia en función del tiempo o de la actividad: la estrategia de mantenimiento.
  - Para planes de ciclo individual: los ciclos de mantenimiento definidos en el plan de mantenimiento.
  - Para planes de mantenimiento múltiple: los ciclos de mantenimiento definidos en el plan de mantenimiento.
- Reprogramación

Se puede reprogramar un plan de mantenimiento preventivo de los siguientes modos:

- Por medio de la utilización de la supervisión de plazos automática
- Por medio de la utilización de la función de planificación

Los condiciones previas para reprogramar un plan de mantenimiento dependen de la clase de plan de mantenimiento.

Las siguientes condiciones previas se aplican sin tener en cuenta si es un plan de ciclo individual o un plan de estrategia.

Tabla XXV. **Condiciones previas para reprogramar un plan de mantenimiento**

| PLAN DE MANTENIMIENTO          | CONDICIONES PREVIAS  |
|--------------------------------|--|
| En función del tiempo          | Ninguna  |
| En función de la actividad     | El valor del contador total asignado al plan de mantenimiento debe ser actual. Si se reprograma un plan de mantenimiento en función de la actividad o múltiple el sistema asume que los valores del contador son actuales y calcula las fechas previstas del modo correspondiente. |
| Plan de mantenimiento múltiple | Ninguna  |

Fuente: elaboración propia.

- Notificación

Si se ha llamado una toma de mantenimiento vencida, o sea, el sistema ha creado un objeto de toma de mantenimiento como la orden de mantenimiento, entonces la toma de mantenimiento tiene el estatus *called*.

La toma de mantenimiento obtiene únicamente el estatus Concluido cuando:

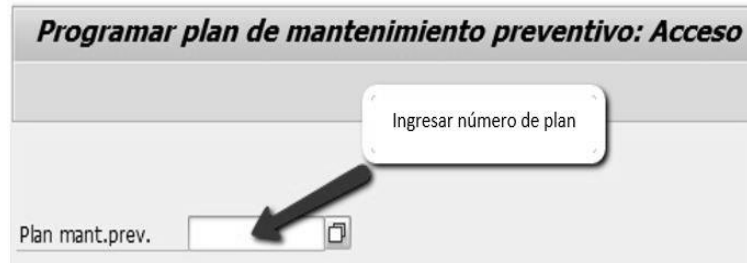
- La orden de mantenimiento PM o la orden de servicio creada ha sido técnicamente cerrada.
  - Se ha concluido el aviso de mantenimiento o el aviso de servicios.
  - Se ha aprobado la hoja de entrada de servicios creada.
  - Se ha notificado la toma de mantenimiento en la función de programación.
- Activación de plan de mantenimiento preventivo

Para activar o programar un plan de mantenimiento planificado/preventivo por medio del sistema SAP se puede realizar por medio de:

- Transacción: IP10 Programar/activar plan de mantenimiento preventivo.
- Menú: logística → mantenimiento → gestión de mantenimiento → plan de mantenimiento preventivo.

Al ingresar a la ventana acceso para programar un plan de mantenimiento preventivo el sistema solicita ingresar como primer dato el número de plan por programar, como se observa en la figura 32.

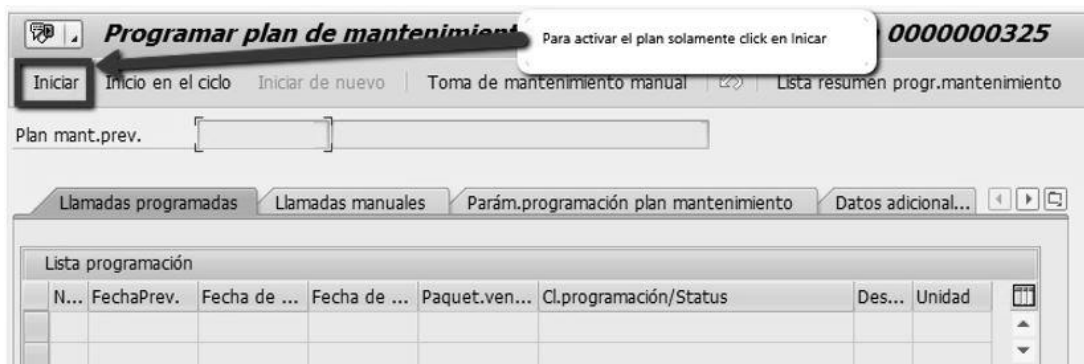
Figura 32. **Ventana acceso para programar plan de mantenimiento preventivo**



Fuente: elaboración propia.

En siguiente paso para activar/programar un plan de mantenimiento preventivo en el sistema SAP es seleccionar la opción iniciar y con esto el plan ya estará activado. Ver figura 33.

Figura 33. **Ventana principal para programar plan de mantenimiento preventivo**



Fuente: elaboración propia.

## **5.6. Indicadores de clase mundial**

La medición del desempeño de los activos/equipos actualmente en las empresas debe ser un elemento que debe fluir de forma natural. La importancia o el impacto de las mediciones radican en cómo utilizar los resultados para tomar las decisiones adecuadas y lograr implementar las acciones necesarias.

La gestión de activos físicos o equipos según la norma ISO 55001:2014 da como resultado una clara política de renovación de los activos que indica que no deben reemplazarse solo cuando están irreversiblemente dañados sino cuando:

- Los costos operacionales y/o de mantenimiento durante la vida útil restante del activo excedan el costo de su sustitución.
- Hay riesgo inminente de falla del activo o equipo.
- El impacto de una probable falla supera el costo de la sustitución.
- Una falla probable puede comprometer la confiabilidad y la seguridad del sistema y las personas.
- Los activos físicos o equipos se vuelven obsoletos e ineficientes para su utilización y para el mantenimiento de la empresa.
- Los beneficios que se obtienen con la sustitución implican la mejora de los indicadores relativos a la seguridad de las personas, el medio ambiente y el desempeño de la empresa.

Los cálculos de los indicadores de clase mundial que se presentan a continuación para la planificación del mantenimiento de la línea de producción de pasta alimenticia se realizan en base a los datos obtenidos durante el periodo de tiempo en análisis.

### 5.6.1. Tiempo promedio para la falla –MTTF–

Este indicador representa la confiabilidad de los activos físicos o equipos (continuidad operacional y la tasa de aumento o disminución de las fallas).

Tabla XXVI. **Tiempos operativos hasta la falla de sección prensa**

| COMPONENTE                       | MESES |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|----------------------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|                                  | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Filtro aspirador de polvo sémola |       |   | X |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Dosificador de harina            |       |   |   |   | X |   |   |   |   |    |    |    |
| Dosificador de líquidos          |       |   |   |   |   |   | X |   |   |    |    |    |
| Amasadora bajo vacío             |       |   |   | X |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Amasadora bajo vacío             |       |   |   |   |   | X |   |   |   |    |    |    |
| Centrífuga                       |       | X |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Centrífuga                       | X     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Centrífuga                       |       |   | X |   |   |   |   |   |   |    |    |    |

Fuente: elaboración propia.

En función a su ecuación para cálculo se obtiene:

$$MTTF = \frac{\sum_{i=1}^n TTF_i}{n} = \frac{(3 + 4 + 7 + 4 + 6 + 2 + 1 + 3)}{8} = 3.75 \text{ meses}$$

### 5.6.2. Frecuencia de fallas –FF–

El indicador FF en conjunto con el indicador MTTF representa la confiabilidad de los activos físicos o equipos.

En función a su ecuación para cálculo se obtiene:

$$FF = \frac{1}{MTTF} = \frac{1}{3.75} = 0.267$$

En la tabla XXVII se representa la utilidad de los indicadores MTTF Y FF según el nivel de detalle con que se utilicen.

Tabla XXVII. **Utilidad de los indicadores MTTF y FF**

| NIVEL DE DETALLE     | UTILIDAD   |
|----------------------|--|
| Componentes críticos | Definir planes de mantenimiento.                         |
| Sistemas/equipos     | Definir planes de producción.                            |
| Planta               | Definir presupuestos generales y asignación de recursos. |

Fuente: elaboración propia.

El verdadero poder de los sistemas de indicadores aparece cuando se convierten en una herramienta clave para la mejora de la planificación del mantenimiento.

### 5.6.3. **Tiempo promedio fuera de servicio –MDT–**

El indicador MDT representa la mantenibilidad de los activos físicos o equipos (tiempos de restauración de los eventos que generan indisponibilidad).



Tabla XXVIII. **Tiempos fuera de servicio de la sección prensa**

| COMPONENTE                       | HORAS |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|----------------------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
|                                  | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | # | # | # |  |
| Filtro aspirador de polvo sémola | X     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Dosificador de harina            |       | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Dosificador de líquidos          |       | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Amasadora bajo vacío             | X     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Amasadora bajo vacío             |       |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Centrífuga                       |       | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Centrífuga                       |       |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |  |
| Centrífuga                       |       |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |

Fuente: elaboración propia.

En función a su ecuación para cálculo se obtiene:

$$MTD = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} DT_i}{n} = \frac{(1 + 2 + 2 + 1 + 3 + 2 + 8 + 3)}{8} = 2.75 \text{ horas}$$

En la tabla XXIX se representa la utilidad del indicador tiempo promedio fuera de servicio según el nivel de detalle con que se utilice.

Tabla XXIX. **Utilidad del indicador MDT**

| NIVEL DE DETALLE     | UTILIDAD   |
|----------------------|--|
| Componentes críticos | Definir el alcance del mantenimiento y el impacto por indisponibilidad por fallos de partes. |

Continuación de la tabla XXIX.

|                  |  |
|------------------|--|
| Sistemas/equipos | Definir el alcance del mantenimiento y el impacto por indisponibilidad a nivel de sistemas/equipos.          |
| Planta           | Definir el alcance de grandes mantenimientos ( <i>overhaul</i> ) y el impacto por indisponibilidad de planta |

Fuente: elaboración propia.

## 5.7. Seguridad industrial

Un sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo basado en la norma ISO 45001:2018 fomenta entornos de trabajo, seguros y saludables al ofrecer un marco que permite a la empresa identificar y controlar coherentemente sus riesgos de salud y seguridad. Además, reducir el potencial de accidentes, apoyar el cumplimiento de las leyes y mejorar su rendimiento en general.

### 5.7.1. Normas de seguridad industrial

En esta sección se describen una serie de normas de seguridad industrial que se deben cumplir por el personal encargado del mantenimiento mecánico y eléctrico de la línea de producción de pasta alimenticia cumpliéndose a un cien por ciento sin ninguna excepción.

Estas normas se realizan en base a la normativa de la empresa, nacional e internacional, realizando un extracto de los puntos más importantes de cada

una de ellas para adecuarlo a las condiciones de la línea de producción de pasta alimenticia.

- Generalidades

Las operaciones de mantenimiento, regulación y calibraciones deben ser efectuadas solamente por el personal de mantenimiento mecánico y/o eléctrico autorizados.

Todas las operaciones de control, regulación, mantenimiento, restablecimiento de niveles y lubricación deben ser realizadas con la línea o equipo detenido, tensión eléctrica desconectada y botón de paro de emergencia activado.

En caso de desconexión de motores eléctricos prestar atención a no invertir las fases, controlar la rotación de los motores.

En caso de ser necesario energizar determinada sección de la línea de producción durante el mantenimiento es indispensable adoptar medidas de seguridad, estas pueden ser:

- Bloquear y colocar un cartel de señalización sobre el tablero de mando.
- Circular la zona con barreras de precaución.
- Realizar el mantenimiento de equipos neumáticos o hidráulicos solamente después de haber eliminado la presión.
- No permitir que se acerquen a la línea o equipo personas no autorizadas para realizar operaciones de mantenimiento, control, regulación o reparaciones.

- No limpiar los componentes eléctricos con agua u otros fluidos.

Por ningún motivo tienen que ser abiertos órganos o partes selladas de protección de la línea de producción, esto puede ocasionar situaciones de peligro para el personal y/o equipo.

Cuando hay más de una persona encargada de las actividades de mantenimiento es obligatorio antes de la puesta en función de la línea o equipo informar a todo el personal.

Al finalizar las actividades de mantenimiento el responsable de la línea o equipo debe verificar que todos los trabajos estén finalizados correctamente y que todos los dispositivos de seguridades estén funcionando correctamente.

- Normas de seguridad para el encargado del mantenimiento mecánico

Para la realización de las diversas actividades de control, regulación y mantenimiento mecánico es obligatorio la utilización del equipo de protección personal que aplique según sea la actividad y seguir las siguientes normas:

- Cada actividad de mantenimiento debe ser realizada con la línea de producción detenida, paro de emergencia activado, bloqueada y etiquetada.
- Mantener siempre limpia y seca el área destinada a las actividades de mantenimiento.
- Eliminar siempre eventuales manchas o derrames de lubricantes.
- No realizar ningún tipo de actividad sin previa autorización.

- No usar nafta o solventes inflamables como detergentes, recurrir siempre a solventes comerciales autorizados no inflamables y no tóxicos.
  - No utilizar aire comprimido para la limpieza de partículas; en caso de imposibilidad de utilizar otro método proteger las áreas alrededor que tienen contacto con el producto y limitar la presión neumática.
  - No recurrir jamás al uso de llamas libres como medio de iluminación cuando se procede a realizar actividades de mantenimiento.
  - No alinear orificios con los dedos, utilizar las herramientas aptas a tal fin.
  - Para realizar trabajos en alturas, en espacios confinados, en caliente o de soldadura debe solicitarse el permiso correspondiente.
- Normas de seguridad para el encargado del mantenimiento eléctrico

Para la realización de las diversas actividades de mantenimiento eléctrico es obligatorio la utilización del equipo de protección personal que aplique según sea la actividad y seguir las siguientes normas:

- Antes de realizar cualquier actividad sobre equipos o componentes eléctricos se debe proceder al bloqueo, etiquetado y desconexión de la alimentación eléctrica, si aplica.
- Está prohibido modificar o sustituir sin ningún motivo válido componentes o circuitos eléctricos y/o programas de los equipos o línea de producción.

- En cada intervención eléctrica que se realice a un equipo de la línea de producción se debe verificar la correcta alimentación eléctrica y un adecuado consumo de amperios.
- Después de cada intervención en algún tablero eléctrico cerrarlo y verificar el funcionamiento del bloqueo de apertura del seccionador general antes de restablecer la alimentación eléctrica.
- Verificar en cada mantenimiento el funcionamiento correcto de los dispositivos de seguridad.

### **5.7.2. Señalización**

La señalización es el conjunto de imágenes, colores y textos que condiciona el comportamiento de las personas, estas deben ser de fácil comprensión y visualización para todas las personas; razón por la cual estas deben cumplir con ciertos estándares y normativas nacionales e internacionales.

Para que la señalización sea eficaz y cumpla con su finalidad debe colocarse en lugares adecuado a fin de que:

- Llame la atención de quienes sean los destinatarios de la información.
- Dé a conocer la información con suficiente antelación para que pueda ser cumplida.
- Sea clara y con una interpretación única.
- Informe sobre la forma de actuación en cada caso concreto.
- Ofrezca la posibilidad real de ser cumplida.

La norma internacional ISO 7010:2011 Símbolos gráficos -colores de seguridad y señales de seguridad- pretende conformar criterios internacionales, unificando pictogramas, dimensiones y colores en la señalización de prohibición, advertencia, obligación, evacuación y medios de protección contra incendios.

La señalización para la línea de producción de pasta alimenticia y sus equipos auxiliares está basada en la norma internacional ISO 7010:2011 y está prevista de una serie de etiquetas adhesivas y placas metálicas colocadas por todas sus secciones y equipos para ayudar al personal encargado de su operación, mantenimiento eléctrico y mecánico.

- Señales de advertencia

Las señales de advertencia tienen como finalidad indicar a los usuarios proximidad y la naturaleza de un peligro difícil de ser percibido a tiempo. Podrían resultar en lesiones personales o amenazas para la salud.

Se reconocen por un triángulo amarillo con borde negro y símbolo negro. Estas señales se colocan junto a un texto o señal adicional para indicar las razones de la advertencia.

Figura 34. **Señales de advertencia utilizadas en línea de producción**



Fuente: ISO. Norma ISO 7010:2011. *Símbolos gráficos: colores de seguridad y señales de seguridad.* 2011.

- **Señales de prohibición**

Las señales de prohibición o restricción especifican el comportamiento o acciones que está prohibidas porque darían lugar a un riesgo inmediato o potencial de lesiones o amenazas a la salud.

Se reconocen por un anillo y barra diagonal de color rojo, con símbolo negro sobre fondo blanco. Estas señales se colocan junto a un texto o señal para explicar las razones de la prohibición.



Figura 35. **Señales de prohibición utilizadas en línea de producción**



Fuente: ISO. Norma ISO 7010:2011. *Símbolos gráficos: colores de seguridad y señales de seguridad.* 2011.

- **Señales de uso obligatorio**

Estas señales especifican una acción obligatoria y necesaria para proteger la salud personal y/o evitar lesiones, que tienen como objetivo el prevenir accidentes innecesarios en las áreas de trabajo.

Se representan por un círculo azul con símbolo y texto blanco. Estas señales se colocan junto a un texto o señal adicional para explicar las razones de la acción requerida.

Figura 36. **Señales de uso obligatorio utilizadas en línea de producción**



Fuente: ISO. Norma ISO 7010:2011 *Símbolos gráficos: colores de seguridad y señales de seguridad*. 2011.

- **Señales de condición de seguridad**

Las señales de condición de seguridad son guías que ayudan a identificar los recorridos por donde las personas deben evacuar de una infraestructura cuando se encuentran en situación de emergencia. Así mismo, se utilizan para prevenir accidentes y controlar el flujo de las personas hacia las salidas de emergencia.

Igualmente existen señales de condiciones de seguridad que identifican la presencia de algunos servicios como primeros auxilios o dispositivos de salvamento necesarios en determinadas situaciones. Características distintivas de las señales de evacuación: las señales de evacuación tienen forma rectangular de color verde con símbolo y texto como blanco.

- Señales de seguridad contra incendios

Este tipo de señales proporcionan indicaciones relativas a la ubicación de los equipos contra incendios.

La señal de seguridad contra incendios debe tener forma cuadrada en color rojo como color de seguridad, símbolos y texto en color blanco como color de contraste. El color de seguridad empleado debe cubrir como mínimo el 50 % de la superficie de la señal.

Figura 37. **Señales de seguridad contra incendios utilizadas en línea de producción**



Fuente: ISO. Norma ISO 7010:2011 *Símbolos gráficos: colores de seguridad y señales de seguridad*. 2011.

## **5.8. Equipos de protección personal**

Es esencial tener siempre presente que la protección personal debe considerarse como un último recurso de reducción del peligro en los lugares de trabajo. En la jerarquía de métodos que pueden utilizarse para controlar los peligros en el lugar de trabajo la protección personal no debe ser un método de primera elección. De hecho, debe utilizarse solo cuando los posibles controles técnicos o de ingeniería que reduce el peligro ya se han aplicado en la máxima extensión posible.

El equipo de protección personal básico que se requiere en la realización de las diversas actividades de control, regulación, calibración, mantenimiento mecánico y eléctrico en la línea de producción y sus equipos auxiliares son:

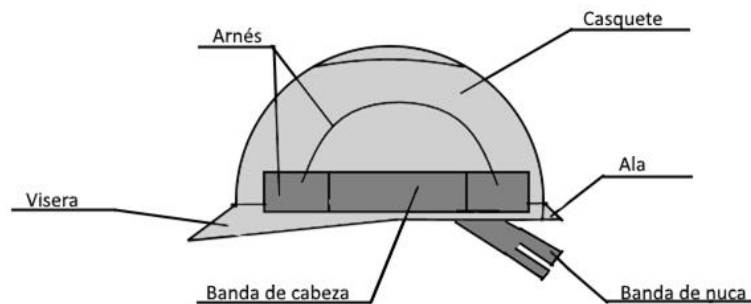
- Protección de cabeza

El principal equipo de protección de cabeza es el casco de seguridad que tiene como objetivo proteger la cabeza de quien lo usa de peligros y golpes mecánicos. También brindar protección frente a otros riesgos de naturaleza mecánica, térmica o eléctrica. Para reducir las consecuencias destructivas de los golpes en la cabeza el casco debe cumplir las siguientes condiciones:

- Cumplir los requerimientos de la norma internacional ISO 3873:1977 Cascos de seguridad industrial o equivalente.
- Limitar la presión aplicada al cráneo distribuyendo la carga sobre la mayor superficie posible.

- Desviar los objetos que caigan por medio de una forma adecuadamente lisa y redondeada.
- Disipar y dispersar la mayor cantidad de energía que se les transmita de modo que no pase en su totalidad a la cabeza y el cuello.

Figura 38. **Partes de un casco de seguridad**



Fuente: Escuela Europea de Excelencia. *Nueva Norma ISO 45001:2018*. <https://www.nueva-iso-45001.com/2016/05/ohsas-18001-la-importancia-que-tiene-el-casco/>. Consulta: 20 de junio 2018.

- Clasificación de los cascos de seguridad

Los cascos de seguridad se clasifican según las siguientes características:

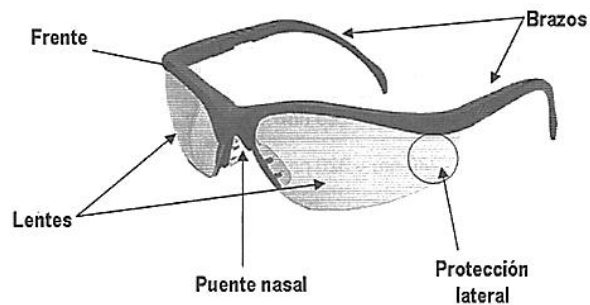
- Clase G: para impactos, lluvia, fuego, sustancias químicas y protección eléctrica no mayor de dos mil doscientos voltios.
- Clase E: con idénticas características a los cascos clase A, pero con protección eléctrica no menor de veinte mil voltios.

- Clase C: con idénticas características a los cascos clase A, pero no deben ser utilizados cerca de cables eléctricos o donde existan sustancias corrosivas.
- Protección de ojos

La protección de los ojos se debe realizar mediante el empleo de gafas, lentes de seguridad, pantallas transparentes o viseras, que cumplan con los requisitos siguientes:

- Calidad y seguridad aprobada por normas nacionales e internacionales.
- Que se adapten perfectamente a las características físicas de cada colaborador.
- Que los lentes correctores se integren a los mismos, independiente de las características y fin por proteger.
- Los lentes para las gafas de protección deben ser óptimamente neutras, libres de burbujas u otros defectos.
- En caso de utilización contra riesgos mecánicos, es necesario un lente de seguridad resistente a la fuerza exterior que proporcione la voladura de partículas y garantizar un campo visual óptimo.
- Para riesgos químicos es necesario que las gafas sean de fácil limpieza y campo visual óptimo.

Figura 39. Partes de un lente de seguridad



Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. *Guía para la selección y control de protección ocular y facial*. <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1047962>. Consulta: 20 de junio 2018.

- Protección de extremidades superiores

La protección de antebrazos, manos y brazos debe ser por medio de guantes y mangas, según el riesgo del trabajo de que se trate. Estos elementos tienen que ser del material adecuado a la protección que se requiere y deben ir desde el guante de goma hasta el guante metálico con las características siguientes:

- De acuerdo con la naturaleza del riesgo pueden ser de diferente tamaño, de puño corto, de puño mediano, y de puño largo.
- Deben ser adecuados a cada colaborador.
- Deben desecharse si han perdido su capacidad de flexibilidad por el uso o si poseen rasgaduras o perforaciones.
- De igual manera, el trabajador debe evitar usar durante sus labores accesorios, como pulseras o anillos, que ponga en riesgo su salud o le expongan a un accidente laboral.

Figura 40. Tipos de guates de seguridad



Fuente: SEGIN. *Guantes de seguridad*. <http://www.segin.cl/guantes.html> Consulta: 20 de junio 2018.

Para trabajos con electricidad se debe usar guantes de material dieléctrico, acorde con el voltaje que se ha de trabajar.

- Protección de extremidades inferiores

En los trabajos con riesgo de accidente mecánico en los pies por caída o golpes de objetos se tiene que utilizar calzado de seguridad que tenga las características siguientes:



- Suela antideslizante y resistente al aceite.
- Puntera de acero, con resistencia acorde al riesgo y magnitud que ocasionaría la caída de objetos pesados o cortaduras.
- Con plantilla metálica entre la suela y la entresuela, cuando haya riesgo potencial de penetración de objetos punzo-cortantes.
- Zapato dieléctrico; los cuales deben usarse cuando exista el riesgo de contacto con sistemas energizados.
- La suela debe ser vulcanizada o cocida; sin clavos u otro material mecánico adicional que pueda condicionar un riesgo potencial.

Figura 41. **Partes de un zapato de seguridad**



Fuente: INRESA. *Botas de seguridad*. <https://www.inresa.com.co/botas-de-seguridad/html>  
 Consulta: 21 de junio 2018.

En los casos en que sea necesario se debe completar la protección con polainas o cubrepíes en especial para los trabajos de soldadura.

- Protección del oído

La protección del oído se basa en la utilización de medios idóneos para reducir la intensidad de la onda sonora que llega al oído. Estos medios deben cumplir con normas nacionales o internacionales.

Cuando el nivel del ruido en un lugar de trabajo sobrepase los ochenta y cinco decibeles, 85dB es obligatorio el uso de protección auditivo o exista señalización de uso obligatoria de protección.

Los tapones, orejeras u otros dispositivos similares, deben seleccionarse para atenuar los niveles de exposición al ruido al que se encuentra expuesto el colaborador; considerando las características y comportamiento del ruido en el medio laboral para que el equipo seleccionado sea el adecuado y específico a la naturaleza del riesgo.

Figura 42. **Tipos de protectores auditivos**



Fuente: CONCREMAX. *Protección auditiva*. <http://www.concremax.com.pe/noticia/proteccion-auditiva> Consulta: 21 de junio 2018.

Tanto los dispositivos intrauriculares como los de tipo concha, deben poseer el certificado de homologación que garantice su nivel de atenuación.

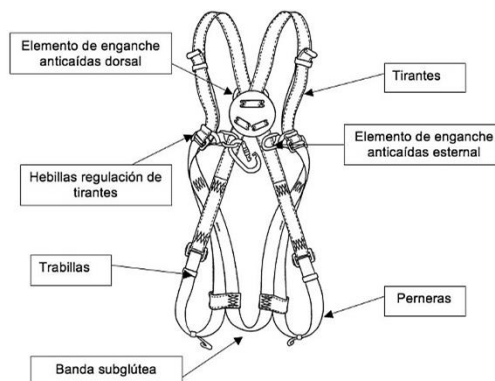
- Protección contra caídas

El único equipo para protección contra caídas es el arnés de seguridad; que son cinturones para asegurar a las personas de manera que las fuerzas generadas al detener la caída sean distribuidas por todo el torso del cuerpo. En alturas superiores a 1.8 metros se debe utilizar el equipo de protección el cual debe contener como mínimo las siguientes partes:

- Anclaje
- Soporte para el cuerpo, arnés de cuerpo completo
- Conector, línea de vida

Estos equipos deben cumplir con los estándares de calidad y seguridad.

Figura 43. Partes de un arnés de seguridad



Fuente: Línea prevención. *Arneses anticaídas*.

<http://www.lineaprevencion.com/ProjectMiniSites/IS42/html/cap-5/cap-5-1.html> Consulta: 21 de junio 2018.

Los puntos de anclaje para el arnés deben ser independientes, capaces de soportar cargas de hasta 2 200 kg de fácil alcance para el personal de mantenimiento y no tener superficies filosas.

- **Protección del aparato respiratorio**

Cuando por la índole de las labores realizadas los colaboradores se exponen a la acción agresiva de contaminantes químicos como polvos, humos, gases, vapores, neblinas, entre otros, es necesario utilizar medios de protección del aparato respiratorio. Para seleccionar el equipo de protección respiratoria se debe tomar en cuenta las consideraciones siguientes:

- Características físicas y químicas del contaminante
- Características de las labores que se realizan
- Condiciones con relación a las concentraciones del contaminante

**Figura 44. Tipos de protección respiratoria**



Fuente: Dany Segura. *Elementos de protección personal.*

<http://danyprevencion2015.blogspot.com/2015/10/elementos-de-proteccion-personal-epp.html>

Consulta: 25 de junio 2018.

## CONCLUSIONES

1. El proceso de integración de los equipos de la línea de producción de pasta alimenticia al sistema SAP, permite la planificación del mantenimiento y obtener una mejora continua que lleva a la optimización y confiabilidad de los activos de la empresa.
2. El funcionamiento operacional y tecnológico de cada una de las secciones de la línea de producción de pasta alimenticia han ido evolucionando. Cada sección realiza un proceso que es determinante para la calidad final de la pasta; los procesos de producción se resumen en amasado, formado, presecado, secado, enfriado, empacado y enfardelado. Que para ser efectivos en la calidad deben cumplir su diagrama de proceso en línea.
3. Los datos técnicos que se requieren de cada uno de los equipos de la línea de producción de pasta alimenticia son importantes, ya que sirven como datos maestros del sistema SAP y de referencia para inversiones, renovaciones y/o modificaciones basadas en su historial.
4. El requerimiento de información del sistema SAP se establece en base a diversos parámetros, por la cual es de suma importancia determinar que las ubicaciones técnicas se deben basar en función de cada una de las secciones de la planta y procesos de la línea de producción de pasta alimenticia. La codificación de los equipos se realiza en base a sus características y especificaciones técnicas.

5. El sistema de planificación de recursos empresariales SAP es versátil, útil y sencillo de utilizar con un enfoque integral desarrollado para cumplir con las necesidades crecientes de cada una de las áreas de las empresas actuales obteniendo una interacción total entre estas. Para cada una de las áreas brinda un módulo especializado con las herramientas indispensables para el control, manejo y análisis de las mismas. El módulo mantenimiento de planta presenta todas las herramientas necesarias para realizar todas las actividades, documentaciones y gestiones para el control y análisis de la planificación del mantenimiento que garantice una mayor confiabilidad y disponibilidad de los equipos de la empresa y lograr una optimización adecuada de los recursos.
  
6. El sistema SAP permite obtener un proceso integral de todas las actividades y recursos con que se debe contar para gestionar y planificar el mantenimiento. Todo este proceso influye en la gestión de los activos, la gestión de la seguridad y salud en el trabajo, enfocados en la mejora continua.

## RECOMENDACIONES

1. Modernizar los procesos de planificación del mantenimiento de equipos de las empresas por medio de un sistema de planificación de recursos empresariales que ofrezca las diversas herramientas necesarias para obtener un proceso de mejora continua que brinde la optimización y confiabilidad de los activos de la empresa.
2. Optimizar el funcionamiento operacional y tecnológico de cada una de las secciones de la línea de producción de pasta alimenticia, ya que el proceso que se desarrolla en cada una de ellas es determinante para la calidad final de la pasta.
3. Se debe realizar un correcto y detallado levantamiento de información técnica y jerarquización de equipos de una línea de producción ya que estos son los datos maestros a ingresar en el sistema ERP para realizar el proceso de planificación del mantenimiento.
4. Realizar un proceso de codificación y asignación de ubicaciones técnicas de los equipos de la línea de producción de pasta alimenticia que se adecue a las necesidades, objetivos y requerimientos del sistema ERP, ya es clave para realizar una planificación del mantenimiento detallada, óptima y confiable.
5. Desarrollar una investigación exhaustiva sobre las diversas herramientas que brinda cada uno de los módulos del sistema de planificación de recursos empresariales SAP. Ya que es un sistema

versátil, útil y sencillo de utilizar para la planificación, control y análisis de los recursos de una empresa, por lo cual cada vez más empresas optan por su implementación. Es muy utilizado a nivel mundial por un 24 % de las empresas que cuentan con un sistema ERP.

6. Estudiar las normativas relacionadas con la gestión de activos, gestión de la seguridad y salud en el trabajo antes de realizar un proceso de planificación del mantenimiento por medio de un sistema ERP; ya que durante este proceso se integran todos estos recursos y conocimientos sobre la empresa.



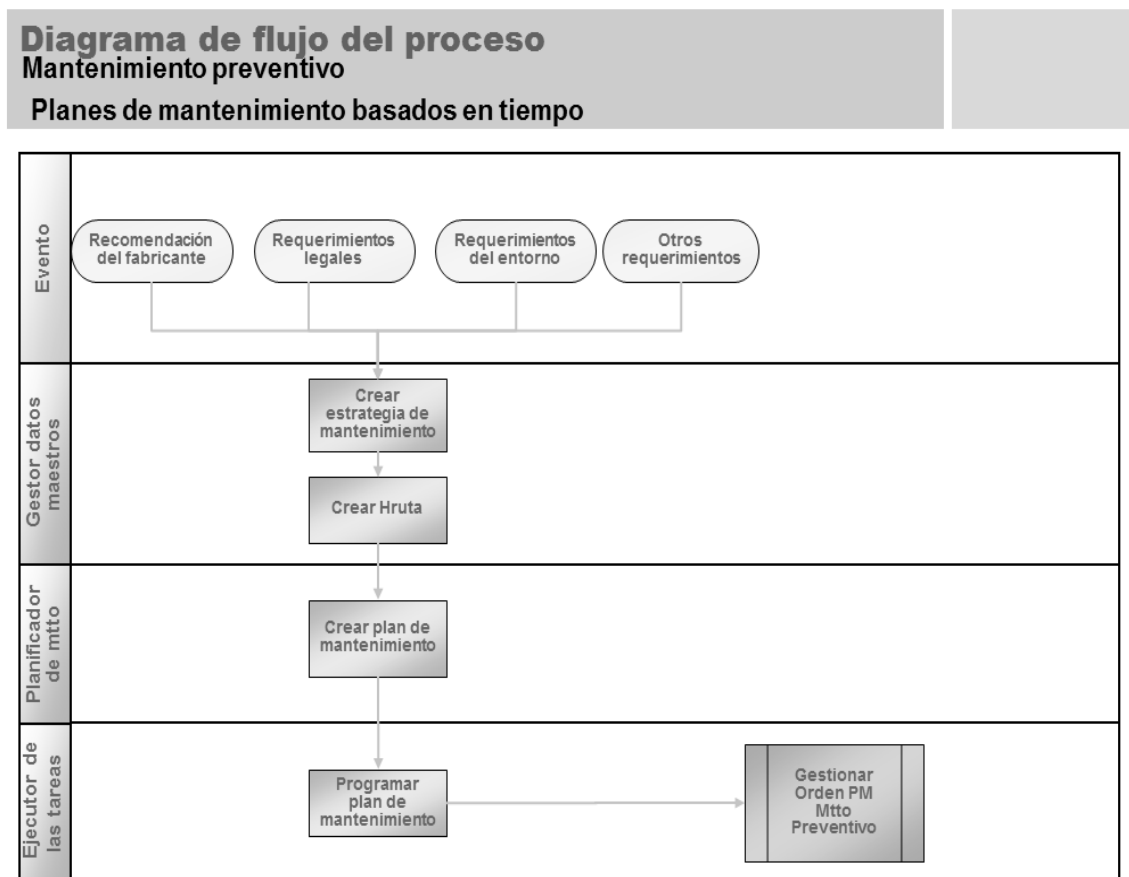
## BIBLIOGRAFÍA

1. American Association of Cereal Chemists, Inc. *Pasta and Noodle Technology*. St. Paul, Minnesota, U.S.A: Canadian Grain Commission Winnipeg, Manitoba, 2010. 250 p.
2. Fava Impianti Per Pastifici. *Prensa: Instrucciones de uso e manutención*. Italia: Fava, 2014. 332 p.
3. \_\_\_\_\_. *Línea de pasta corta: Manual de uso y manutención*. Italia: Fava, 2014. 410 p.
4. INFOR. *Mantenimiento mundial*. [en línea]. <<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/>>. [Consulta: 20 de agosto de 2016].
5. Ministerio de Trabajo y Prevención Social. *Acuerdo Gubernativo 229-2014: Reglamento de salud y seguridad ocupacional*. Guatemala, 2014. 82 p.
6. \_\_\_\_\_. *Acuerdo Gubernativo 33-2016: Reformas al reglamento de salud y seguridad ocupacional*. Guatemala, 2016. 24 p.
7. Organización Internacional de Estandarización. *Norma ISO 7010:2011 Símbolos gráficos -colores de seguridad y señales de seguridad-señales de seguridad registradas*. 2da. ed. Suiza: ISO, 2011. 124 p.

8. \_\_\_\_\_. *Norma ISO 45001:2018 Sistemas de gestión de salud y seguridad en el trabajo -requisitos con orientación para su uso-*. 1era. ed. Suiza; ISO, 2018. 60 p.
9. \_\_\_\_\_. *Norma ISO 55001:2014 Sistemas de gestión de activos -sistemas de gestión- requisitos*. 1era. ed. Suiza: ISO, 2014. 14 p.
10. PARRA MÁRQUEZ, Carlos Alberto; CRESPO MÁRQUEZ, Adolfo. *Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos*. 2da. ed. España: INGEMAN, 2015. 320 p.
11. Sap Company. *Help Portal SAP*. [en línea]. <<http://help.sap.com/>>. [Consulta: 31 de mayo 2017].
12. TAVARES, Lourival Augusto. *Administración moderna de mantenimiento*. Brasil: Editorial Novo Polo. 141 p.

## APÉNDICES

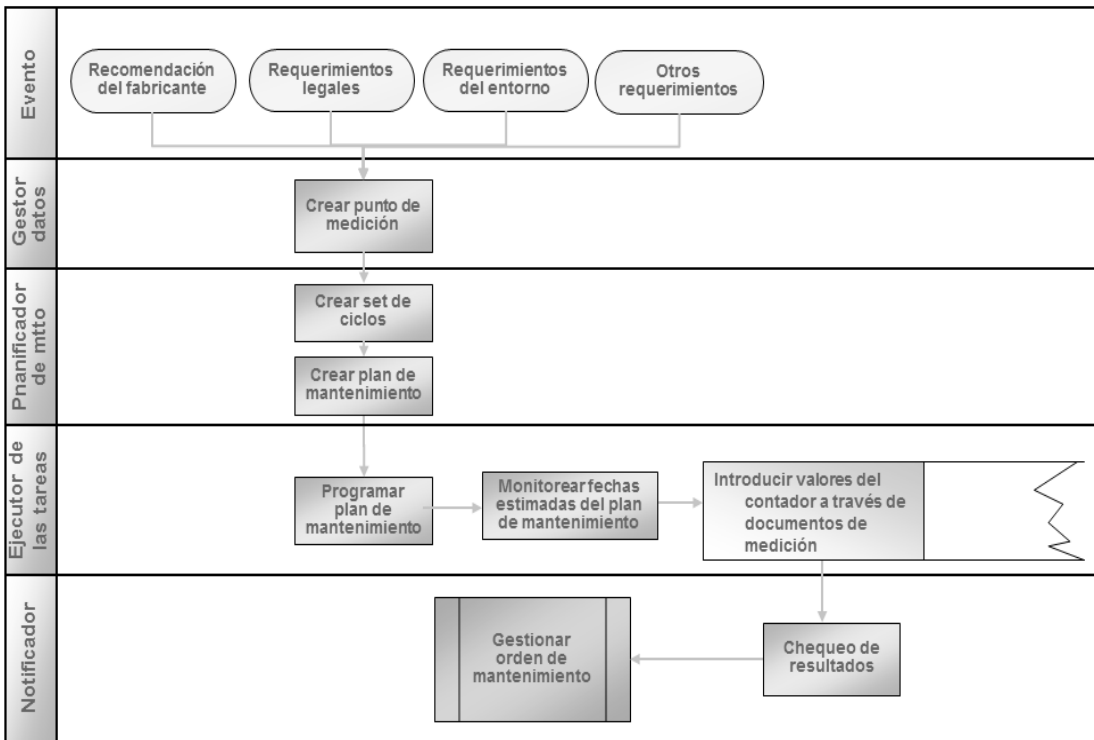
**Apéndice 1. Diagrama de flujo del proceso plan de mantenimiento basado en tiempo**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Diagrama de flujo del proceso plan de mantenimiento basado en actividad**

**Diagrama de flujo**  
**Mantenimiento preventivo**  
**Plan de mantenimiento basado en actividad**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Transacciones utilizadas para datos maestros de módulo PM del sistema SAP**

| <b>TRANSACCIÓN SAP</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>                         |
|------------------------|--|
| IR01                   | Crear puestos de trabajo                   |
| IR02                   | Modificar puestos de trabajo               |
| IR03 / IK13            | Visualizar puestos de trabajo              |
| CR05                   | Listado de puestos de trabajo              |
| QS41                   | Tratar catálogos                           |
| QS42                   | Visualizar catálogos                       |
| IL01                   | Crear ubicación técnica                    |
| IL02                   | Modificar ubicación técnica                |
| IL03                   | Visualizar ubicación técnica               |
| IL05                   | Modificar desde una lista de ubicaciones   |
| IL06                   | Visualizar desde una lista de ubicaciones  |
| IH01                   | Representación por estructura              |
| IE01                   | Crear equipo                               |
| IE02                   | Modificar equipo                           |
| IE03                   | Visualizar equipo                          |
| IE05                   | Modificar desde una lista de equipos       |
| IH08                   | Visualizar desde una lista de equipos      |
| CL02                   | Gestión de clases                          |
| CL04                   | Gestión de características                 |
| IP12                   | Visualizar una estrategia de mantenimiento |
| IP11                   | Modificar una estrategia de mantenimiento  |

Fuente: elaboración propia.

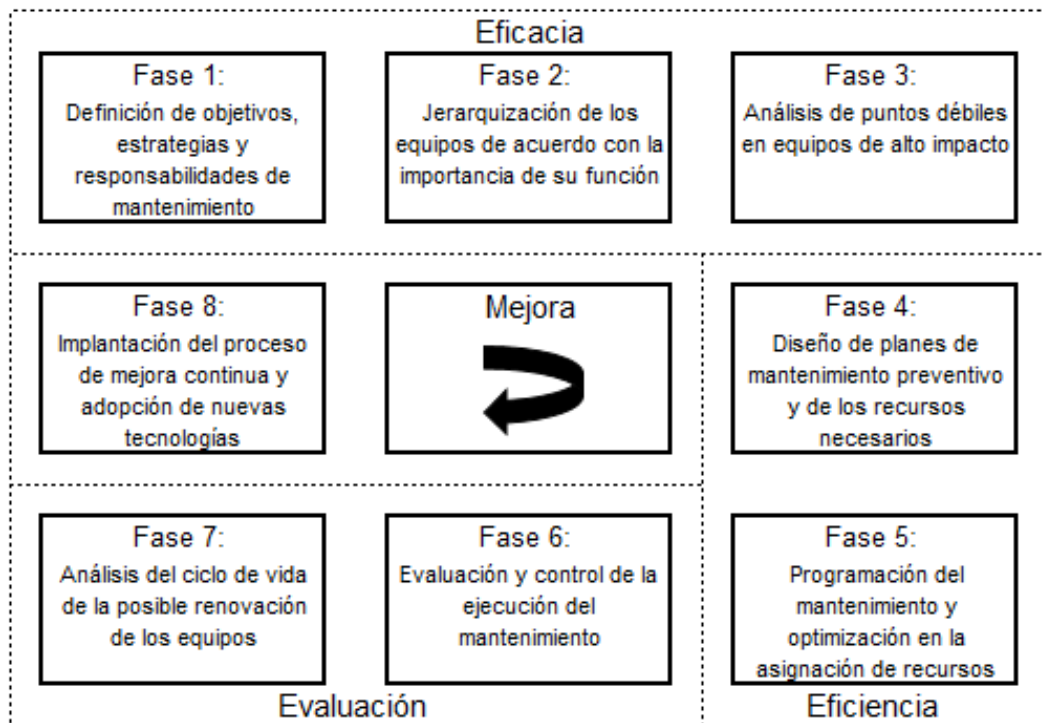
Apéndice 4. **Transacciones complementarias utilizadas en el módulo PM del sistema SAP**

| <b>TRANSACCIÓN SAP</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>                                |
|------------------------|---|
| MIGO                   | Aceptar servicio.                                 |
| MB52                   | Inventario de materiales o repuestos en bodega.   |
| MB23                   | Visualizar reserva de orden de mantenimiento.     |
| IW41                   | Notificar individual de tiempo.                   |
| IW48                   | Notificación colectiva de tiempo.                 |
| IW32 / IW33            | Detalle de orden de mantenimiento.                |
| MCI5                   | Análisis de averías                               |
| MCI7                   | Análisis de paradas                               |
| MCI8                   | Análisis por clase de orden                       |
| Z11-10310              | Detalle de materiales en órdenes de mantenimiento |
| Z01-10176              | Impresión de reserva materiales o repuestos.      |
| MM03                   | Códigos de materiales o repuestos.                |
| MBS1                   | Salidas de materiales o repuestos de bodega.      |
| MCI3                   | Visualizar costos del mes.                        |

Fuente: elaboración propia.

## ANEXO

### Anexo 1. Modelo del proceso de planificación del mantenimiento



Fuente: PARRA MÁRQUEZ, Carlos Alberto; CRESPO MÁRQUEZ, Adolfo. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos. 2da. ed. España: INGEMAN, 2015.

p. 23.

