



**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA  
SEDE DE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA**

**PROPUESTA DE MEJORA EN CONFIABILIDAD DE BOMBA  
EMBUTIDORA DE VIENESAS NL-17**

Trabajo de Titulación para optar al  
Título de Técnico Universitario en  
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

ALUMNOS:  
Hugo Enrique Salazar Orellana  
Rodrigo Iván Zuzarte Rojas

Profesor Guía:  
Marcelo Quiroz Neira

**ÍNDICE****Contenido**

ÍNDICE.....	2
ÍNDICE DE FIGURAS .....	3
ÍNDICE DE FOTOS.....	4
ÍNDICE DE TABLAS .....	5
ÍNDICE DE GRAFICOS .....	5
SIGLAS Y SIMBOLOGÍA.....	5
AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA.....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
ENFOQUE.....	3
ALCANCES .....	4
CAPÍTULO 1:    LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN PARA LA PROPUESTA .....	5
1.1    DIAGRAMA DE PROCESO, LÍNEA VIENESAS PLANTA PF ALIMENTOS .....	6
1.2    EMBUTIDORA NL-17 CC 721.....	6
1.3    DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA (FALLA).....	7
1.5    OBJETIVOS .....	8
<b>1.5.1    Objetivo general .....</b>	<b>8</b>
<b>1.5.2    Objetivos específicos.....</b>	<b>8</b>
1.6    IMÁGENES DE LA FALLA.....	9
CAPÍTULO 2:    ANÁLISIS DE LA FALLA.....	12
2.1    MÉTODO DE ANÁLISIS DE LA FALLA .....	13
<b>2.1.1    Pareto.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.2    Torbellino de ideas .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.3    Diagrama causa efecto .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.4    Análisis de modos de fallas .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.5    Análisis de causa raíz .....</b>	<b>13</b>
2.2    HISTORIAL DE LA FALLA .....	14
2.3    GRÁFICO HISTOGRAMA DE FALLAS EMBUTIDORA NL-17 .....	15
2.4    CUADRO RESUMEN DE FALLAS EMBUTIDORA NL-17.....	16
2.5    PARETO DE FALLAS EMBUTIDORA NL-17 .....	16
<b>2.4.1    Resultado Pareto fallas embutidora.....</b>	<b>17</b>
2.5    CUADRO DE FALLAS BOMBA DOSIFICADORA.....	17
2.6    PARETO DE FALLAS BOMBA DOSIFICADORA.....	17
<b>2.6.1    Resultado Pareto fallas bomba dosificadora.....</b>	<b>18</b>
2.7    TIPO DE GRASA UTILIZADA.....	18

2.8	INFORMACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE RODAMIENTOS.....	23
2.8.1	Mantenimiento de rodamientos.....	23
2.8.2	Inspecciones y acciones correctivas .....	23
2.8.3	Objetivos de la lubricación .....	24
2.8.4	Reposición y cambio del lubricante .....	25
2.8.5	Fallas en los rodamientos y acciones correctivas .....	26
2.10	ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ.....	34
2.11	DIAGRAMA ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ .....	35
2.12	RESULTADO DEANÁLISIS CAUSA RAIZ .....	35
CAPÍTULO 3:	RESULTADOS Y PROPUESTRAS DE MEJORA .....	36
3.1	INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS FINAL .....	37
3.1.1	Sobrecarga de rodamientos .....	37
3.1.2	Montaje de rodamientos .....	37
3.2	ANÁLISIS FINAL .....	38
3.3	ACCIONES CORRECTIVAS A LA FALLA .....	40
3.4	CIERRE DE ACCIONES CORRECTIVAS .....	41
	BOMBA EMBUTIDORA NL-17 PROCEDIMIENTO CAMBIO RODAMIENTOS.....	41
	BOMBA EMBUTIDORA NL-17 PROCEDIMIENTO CAMBIO RODAMIENTOS.....	42
	BOMBA EMBUTIDORA NL-17 PROCEDIMIENTO CAMBIO RODAMIENTOS.....	43
	BOMBA EMBUTIDORA NL-17 PROCEDIMIENTO CAMBIO RODAMIENTOS.....	44
	BOMBA EMBUTIDORA NL-17 PROCEDIMIENTO CAMBIO RODAMIENTOS.....	45
	BOMBA EMBUTIDORA NL-17 PROCEDIMIENTO CAMBIO RODAMIENTOS.....	46
	BOMBA EMBUTIDORA NL-17 PROCEDIMIENTO CAMBIO RODAMIENTOS.....	47
	BOMBA EMBUTIDORA NL-17 PROCEDIMIENTO CAMBIO RODAMIENTOS.....	48
	• Desvío a la Descripción del Trabajo .....	48
	BOMBA EMBUTIDORA NL-17 PROCEDIMIENTO CAMBIO RODAMIENTOS.....	48
	CONCLUSIÓN .....	53

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1:	Diagrama de proceso. ....	6
Figura 2:	Máquina embutidora de vienas NL-17.....	6
Figura 3:	Anillo interno rodamiento contacto angular. ....	27
Figura 4:	Anillo interno del rodamiento de doble hilera de rodillos, astillado en la pestaña del centro.....	28

## IV

Figura 5: Anillo externo del rodamiento de doble hilera de rodillos cilíndricos con grietas. ....	28
Figura 6: Jaula de rodamiento de contacto angular, fracturada y desgastada en los pilares. ....	29
Figura 7: Rodillos con abolladuras en la superficie de rodaje. ....	30
Figura 8: Anillo interno de rodamiento de hileras de rodillos cónicos con deterioro en la pista por carga excesiva. ....	31
Figura 9: Anillo externo, alteración de color de la pista y marcas en los intervalos de las bolas. ....	32
Figura 10: Anillo interno del rodamiento de rodillos cilíndricos rayas axiales en la superficie de la pista. ....	32
Figura 11: Anillo externo de rodamiento de contacto angular con alteración de color de la superficie de la pista producto del calor. ....	33
Figura 12: Definición problema. ....	34
Figura 13: Secuencia causa raíz. ....	35
Figura 14: Cuadro acciones correctivas a la falla. ....	40
Figura 15: Máquina embutidora de vienas NL-17. ....	49
Figura 16: Despiece bomba dosificadora. ....	50
Figura 17: Registro capacitación personal PF Alimentos Planta N°1. ....	52

### ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1: Bomba dosificadora de carne en embutidora NL-17. Planta N°1 PFalimentos....	9
Foto 2: Engranajes dosificadores. Planta N°1 PFalimentos. ....	9
Foto 3: Despiece bomba dosificadora. Planta N°1 PF alimentos. ....	10
Foto 4: Rodamiento dañado, montado en eje. Planta N°1 PFalimentos. ....	10
Foto 5: Daño en esferas de rodamiento. Planta N°1 PFalimentos. ....	10
Foto 6: Desgaste cubeta interior rodamiento. Planta N°1 PF alimentos. ....	11
Foto 7: Desgaste cubeta exterior rodamiento. Planta N°1 PFalimentos. ....	11
Foto 8: Daño en jaula rodamiento. Planta N°1 PF alimentos. ....	11
Foto 9: Reloj comparador. Planta N°1 PFalimentos. ....	39
Foto 10: Llave de torque. Planta N°1 PFalimentos. ....	39
Foto 11: Bomba dosificadora de carne en embutidora NL-17. Planta N°1 PFalimentos. ....	49

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Fallas de embutidora NL-17.....	14
Tabla 2: Resumen de fallas embutidora NL-17. ....	16
Tabla 3 Fallas bomba embutidora NL-17. ....	17

## **ÍNDICE DE GRAFICOS**

Gráfico 1 Histograma fallas embutidora NL-17.....	15
Gráfico 2: Pareto fallas embutidora NL-17. ....	16
Gráfico 3: Pareto fallas bomba dosificadora, embutidora NL-17. ....	17

## **SIGLAS Y SIMBOLOGÍA**

### **SIGLAS**

Kg/h	:	Kilogramo, hora
°C	:	Grado Celsius
hrs	:	Horas
HH	:	Horas Hombre
rpm	:	Revoluciones por minuto
%	:	Porcentaje
Kg	:	Kilogramo
\$	:	Pesos
USDA	:	United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.
H1	:	Grado alimenticio de la grasa
mbar	:	Milibar
DIN	:	Instituto alemán de Normalización
NLG	:	Instituto Nacional de Grasas Lubricantes
CO2	:	Dióxido de Carbono
ISO	:	Organización Internacional de Estandarización
gr/m <sup>3</sup>	:	Gramo por metro cubico
gr/ltr	:	Gramo por Litro
gr/kg	:	Gramo por Kilogramo
N°	:	Número
mm	:	Milímetro
Nm	:	Newton Metro

## **AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA**

En esta instancia quiero agradecer a mis padres por enseñarme el valor de la superación, a mi esposa y a mis hijos por apoyo incondicional brindado durante este proceso de mi formación profesional, porque son mi fuente de motivación e inspiración para superarme cada día, y así luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

Este logro se lo dedico a mi esposa, Claudia, a mis hijos Isidora y Agustín, y a mi padre que siempre estará conmigo.

**Hugo Enrique Salazar Orellana**

Quisiera agradecer en primer lugar, a mi familia, a mi esposa Rosa, a mis hijos, Daniel y Rodrigo, por el inmenso apoyo brindado en este capítulo de mi vida, gracias a ellos este toma un significado especial para afrontar esta gran tarea y la razón principal por la cual el papá toma la decisión de estudiar. Agradecer también a mi hermana Daniela por la paciencia y el apoyo brindado. Por último, agradecer a mis compañeros de estudio Hugo, Sebastián y Cristian, por estos años de amistad y estudio.

El presente informe quisiera dedicarlo a mi familia, esposa, hijos, hermana y padre, ya que fueron el motor principal de este logro.

Dedicatoria especial, a mi madre, Isabel Rojas, que aunque no se encuentre en este mundo, sé que se sentirá tremendamente orgullosa de su hijo.

**Rodrigo Iván Zuzarte Rojas**

## INTRODUCCIÓN

Dentro del proceso de fabricación de salchichas (vienesas) en planta PF Alimentos, nos encontramos con tres máquinas embutidoras las cuales sirven para llenar, eslabonar y colgar tripas de colágeno-celulosa, formando tiras de eslabones de salchichas comestibles, estas funcionan de modo automático mientras se suministre carne a la bomba dosificadora, la máquina puede funcionar usando una amplia gama de tamaños de tripa y fórmulas de carne dependiendo del diámetro de la salchicha, la máquina puede producir hasta 2950 kg/h requiriendo un suministro de carne de por lo menos 2950 kg/h.

Los principales componentes de la NL SMARTLinker® son:

1. **Bomba dosificadora:** es aquella controla el volumen de carne que se entrega a la tripa.

2. **Sujetador y tolva de tripa:** son los entregan automáticamente las tripas al tubo de embutir.

3. **Tubo de embutir:** es un tubo que introduce la carne en la tripa.

4. **Boquilla del retorcedor:** es aquella encargada de retorcer la tripa en cada separación para crear los eslabones.

5. **Eslabonadora:** es la que regula la longitud de la celda al controlar la ubicación del retorcido.

Dentro de los componentes principales del equipo nos enfocaremos en la **Bomba dosificadora**, con el fin de aumentar la confiabilidad, eliminar las fallas de rodamientos y con esto minimizar los gastos por concepto de mantenimientos no programados.

## **ENFOQUE**

Este trabajo tiene como principal objetivo ser una propuesta de mejora, por lo cual se enfocará en las características y necesidades básicas para dar una solución definitiva y sustentable, no sólo a corto plazo sino que también en el tiempo, a una falla que provoca gastos adicionales, como de mantenimiento y pérdida de productividad.

Esta falla es reiterativa y que no se ha podido dar reparo desde hace un largo periodo de tiempo, por lo que es menester de forma imperante abordar y dar una solución efectiva a este tema. Lo cual nos pone en frente el desafío de poder realizar un buen trabajo, que nos genere grandes beneficios y satisfacciones tanto a nivel personal como a nivel de empresa.

Los resultados positivos que arroje este trabajo no sólo serán extensivos para el resto de las máquinas embudoras sino que también serán incorporados en el plan de mantenimiento, con el objetivo de reducir tiempos de mantenciones correctivas y de gastos por mantención de los equipos.

## **ALCANCES**

El objetivo general de las mejoras en mantención, funcionamiento y diseño será logrando que la embudidora alcance la durabilidad propuesta por el fabricante, la que actualmente está muy lejos de lograrse. Razón por la cual, el presente informe busca ser una ayuda para mejorar de manera real y paulatina en el tiempo, las labores que se desempeñan en PF Alimentos, puesto que lo que se logre de este se informe será implementado no solamente a una máquina si no que a tres máquinas, con lo que se busca incrementar la vida útil de estas bombas, como también subir los índices de confiabilidad de nuestras máquinas. Logrando dicho objetivo, también se consigue bajar de manera considerable los gastos que se generan por paros de productividad y por la compra de repuestos.

**CAPÍTULO 1:      LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN PARA LA  
PROPUESTA**

## 1.1 DIAGRAMA DE PROCESO, LÍNEA VIENESAS PLANTA PF ALIMENTOS

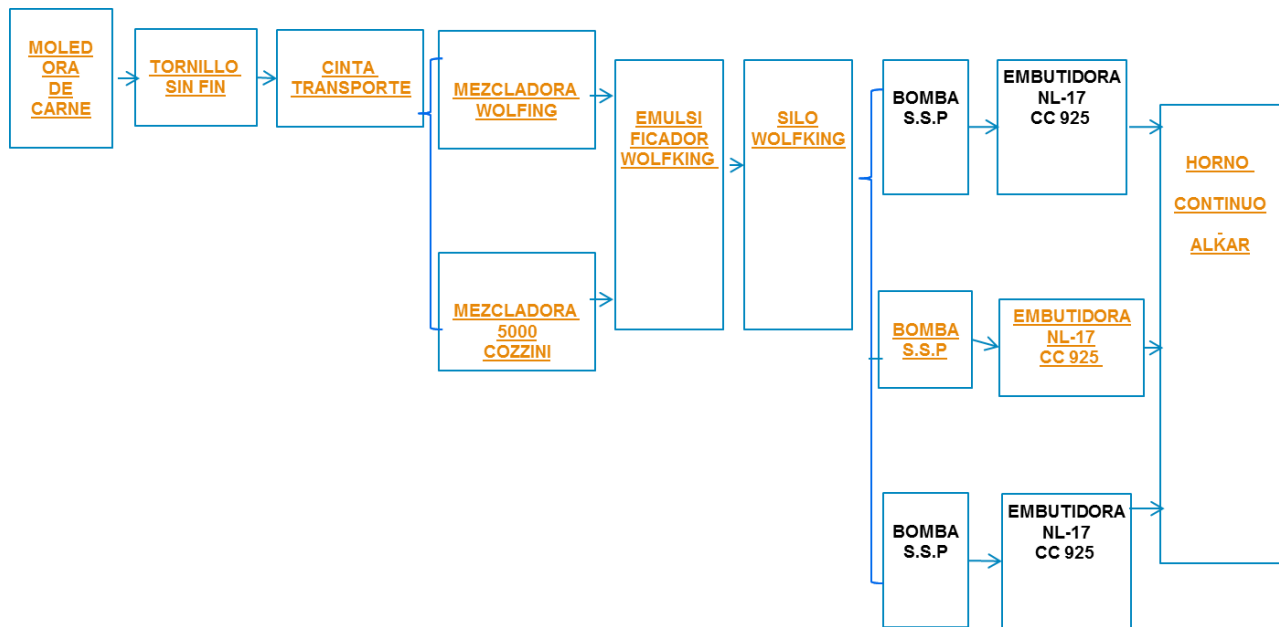


Figura 1: Diagrama de proceso.

Elaboración propia archivo Excel.

## 1.2 EMBUTIDORA NL-17 CC 721



Figura 2: Máquina embutidora de vienas NL-17.

Manual de operaciones embutidora NL-17

### 1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA (FALLA).

La calidad de los productos en PF Alimentos es prioridad, por lo cual, cualquier anomalía en el proceso de fabricación de salchichas es crítico, como por ejemplo, la variación de peso de las salchichas, la incorporación de burbujas de aire y la temperatura excesiva en la masa. Estas anomalías van directamente relacionadas con el funcionamiento incorrecto de la **Bomba dosificadora**.

La bomba dosificadora es la encargada de controlar el volumen de carne que se entrega a la tripa, razón por la cual, el primer indicio que la bomba presenta problemas, es la variación de peso de las salchichas. Esto obliga a la revisión del estado de la bomba, la cual se encuentra con juego interno de rodamientos, del piñón conducido, lo cual provoca un movimiento oscilante y a su vez el desgaste de piñones dosificadores de masa. El otro indicio que la bomba no se encuentra en buenas condiciones es el incremento del ruido interno y una vibración excesiva, además del aumento de la temperatura normal de trabajo de 35° C a 70° C de los rodamientos inferiores de la bomba dosificadora.

Según el proveedor la durabilidad de los rodamientos es de 2000 horas, 100 días de producción con 20 hrs día, hoy están durando aproximadamente 20 días. Problema que genera detenciones no programadas con pérdida de producción, elevar el costo mensual por concepto de repuestos, utilizar HH no programadas.

Cada vez que la bomba falla requiere de aproximadamente una hora de detención, sin perjuicio que existe una bomba de recambio, el trabajo que se requiere para el cambio, demora el tiempo antes mencionado, dejando de producir 2.192 kg de salchicha y el impacto económico por hora de producción considerando sólo el costo de fabricación es de alrededor de \$ 1.021.472.- Con embutidora trabajando a 850 rpm al 100% de su capacidad con una eficiencia del 85%.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo general**

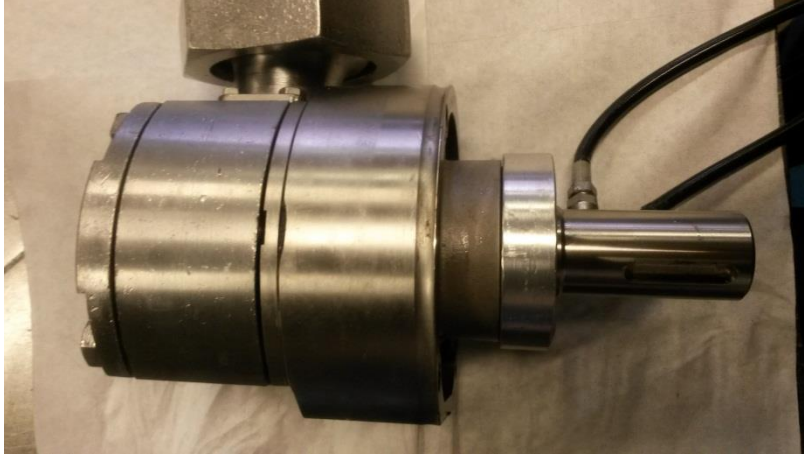
El objetivo general de este trabajo es aumentar la vida útil de los rodamientos de la bomba dosificadora de embutidora de vienasas. Este aumento debe ser como mínimo el propuesto por el fabricante el cual señala una durabilidad de 2000 horas, 100 días aproximadamente.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- I. Levantamiento de la información necesaria para lograr aumentar la confiabilidad.
- II. Disminuir las detenciones por concepto de fallas de rodamientos en bomba dosificadora.
- III. Alcanzar la frecuencia en cambio de rodamientos de bomba dosificadora, según fabricante.
- IV. Entregar herramientas, conocimientos a mecánicos y operadores en la mantención de los equipos intervenidos.
- V. Generar un procedimiento estándar en cambio de rodamientos de bomba dosificadora.
- VI. Reducir los costos por concepto de mantenciones no programadas.
- VII. Aportar los conocimientos necesarios para la implementación de este análisis como herramienta en el control de fallas.
- VIII. Los resultados de este trabajo hacerlos extensivos a otras máquinas de embutido, pertenecientes a PF alimentos.

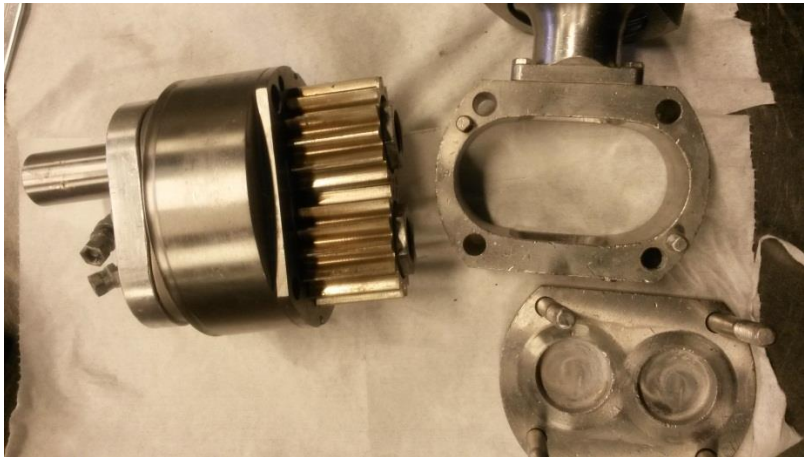
## 1.6 IMÁGENES DE LA FALLA

Con el transcurso del tiempo, se ha ido recopilando imágenes descriptivas de la falla de rodamientos de la **Bomba Dosificadora**.



**Foto 1:** Bomba dosificadora de carne en embutidora NL-17. Planta N°1 PFalimentos.

Fotografiada por Rodrigo Zuzarte, en taller de mantención PF planta N°1



**Foto 2:** Engranajes dosificadores. Planta N°1 PFalimentos.

Fotografiada por Rodrigo Zuzarte, en taller de mantención PF planta N°1



**Foto 3:** Despiece bomba dosificadora. Planta N°1 PF alimentos.

Fotografiada por Rodrigo Zuzarte, en taller de mantención PF planta N°1



**Foto 4:** Rodamiento dañado, montado en eje. Planta N°1 PFalimentos.

Fotografiada por Rodrigo Zuzarte, en taller de mantención PF planta N°1



**Foto 5:** Daño en esferas de rodamiento. Planta N°1 PFalimentos.

Fotografiada por Rodrigo Zuzarte, en taller de mantención PF planta N°1



**Foto 6:** Desgaste cubeta interior rodamiento. Planta N°1 PF alimentos.  
Fotografiada por Rodrigo Zuzarte, en taller de mantención PF planta N°1



**Foto 7:** Desgaste cubeta exterior rodamiento. Planta N°1 PFalimentos.  
Fotografiada por Rodrigo Zuzarte, en taller de mantención PF planta N°1



**Foto 8:** Daño en jaula rodamiento. Planta N°1 PF alimentos.  
Fotografiada por Rodrigo Zuzarte, en taller de mantención PF planta N°1

**CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE LA FALLA**

## **2.1 MÉTODO DE ANÁLISIS DE LA FALLA**

Hoy en día se usan variadas técnicas de análisis de falla como por ejemplo:

### **2.1.1 Pareto**

El diagrama de Pareto, también llamado curva cerrada o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite asignar un orden de prioridades. El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes.

### **2.1.2 Torbellino de ideas**

O lluvia de ideas ("brainstorming") es una técnica de comunicación, de búsqueda grupal de soluciones o resultados, que favorece la libre expresión individual de las ideas, sin restricciones ni censuras, y trata de romper la influencia de la rutina, de lo ya establecido, para buscar nuevas propuestas más creativas.

### **2.1.3 Diagrama causa efecto**

O diagrama de Ishikawa también llamado diagrama espina de pescado. Consiste en una representación gráfica sencilla en la que se puede ver de manera relacional una especie de espina central que es una línea en plano horizontal representando el problema a analizar que se escribe a su derecha.

El diagrama causal es un tipo de diagrama que muestra gráficamente las entradas, el proceso y las salidas de un sistema (causa/efecto) con su respectiva retroalimentación (feedback) para el subsistema de control.

### **2.1.4 Análisis de modos de fallas**

Tomado de los sectores que apuestan alto, como la industria aeroespacial y defensa, el Análisis de Modo y Efecto de Fallos (AMEF) es un conjunto de directrices, un método y una forma de identificar problemas potenciales (errores) y sus posibles efectos en un sistema, para priorizarlos y poder concentrar los recursos en planes de prevención, supervisión y respuesta.

### **2.1.5 Análisis de causa raíz**

Es un método para la resolución de problemas que intenta evitar la recurrencia de un problema o defecto a través de identificar sus causas. Es un proceso reiterativo y una herramienta para la mejora continua. Esta metodología es usada normalmente en forma reactiva para identificar la causa de un evento, para revelar problemas y resolverlos.

El método que se utilizará para enfrentar estos problemas será el de **Análisis de Causa Raíz**, debido a que no sólo tenemos una causa que nos puede provocar la falla, sino varias que nos pueden provocar la misma falla por lo cual tomaremos todas estas como brechas independientes y les daremos solución o control a todas.

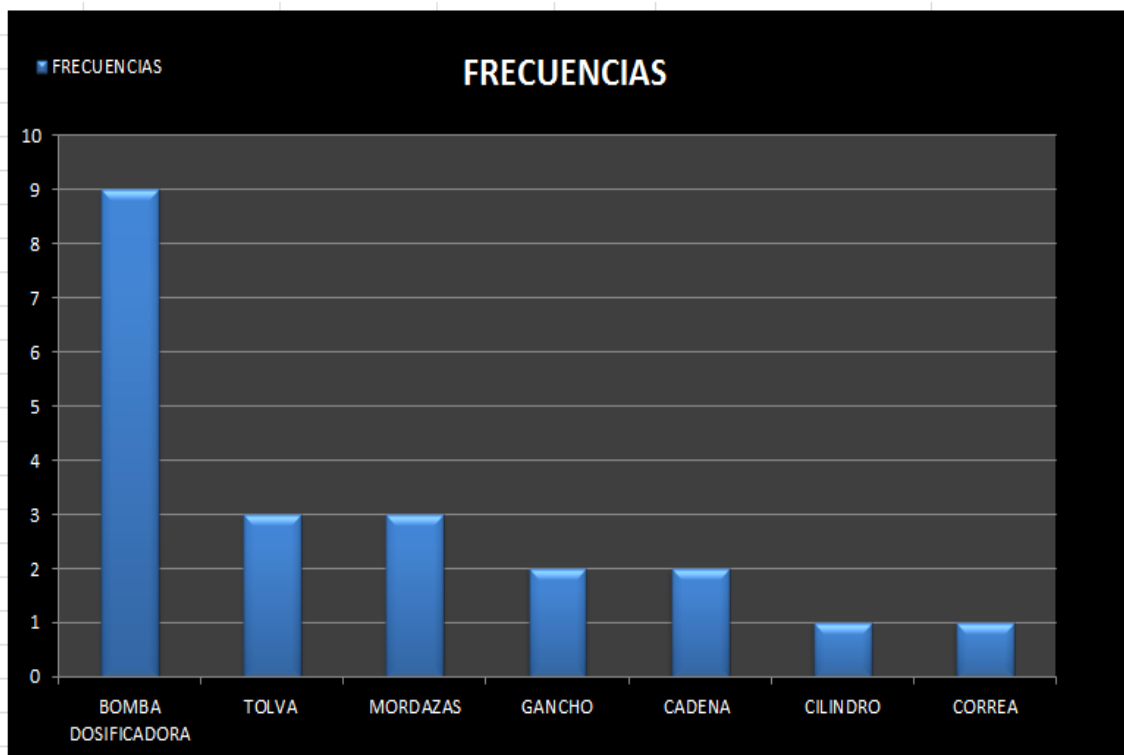
## 2.2 HISTORIAL DE LA FALLA

Tabla de historial de mantenencias correctivas y preventivas proporcionada por departamento de planificación.

PEDIDO DE TRABAJO	NÚMERO DE ACTIVO	DESCRIPCIÓN	FECHA INICIAL PROGRAMADA
OM-126401	PF Sis (M) Embutid NL17 (0721)	CAMBIO DE BOMBA DOSIFICADORA (RICARDO SOTO)	26-01-2016 15:31
OM-128444	PF Sis (M) Embutid NL17 (0721)	CAMBIO DE BOMBA DOSIFICADORA (RICARDO SOTO)	17-02-2016 15:58
OM-130503	PF Sis (M) Embutid NL17 (0721)	CAMBIO DE BOMBA DOSIFICADORA	09-03-2016 12:28
OM-131311	PF Sis (M) Embutid NL17 (0721)	REPARACION DE GANCHO (RIHAR ,MIGUELS)	23-03-2016 9:05
OM-133321	PF Sis (M) Embutid NL17 (0721)	CAMBIO DE BOMBA DOSIFICADORA (MIGUEL SAAVEDRA)	15-04-2016 9:53
OM-135931	PF Sis (M) Embutid NL17 (0721)	REPARACION DE BOMBA DOSIFICADORA (JORGE GUTIERREZ)	05-05-2016 9:05
OM-136624	PF Sis (M) Embutid NL17 (0721)	REPARAR FALLA EN NL 721. CORTE DE CORREA Y SINCRONIZACION	06-05-2016 16:29
OM-143655	PF Sis (M) Embutid NL17 (0721)	REPARACION DE CADENA (HELMUT QUEVEDO)	19-08-2016 9:07
OM-143656	PF Sis (M) Embutid NL17 (0721)	CAMBIO DE BOMBA DOSIFICADORA (ADRIAN CASTRO)	19-08-2016 9:09
OM-149260	PF Sis (M) Embutid NL17 (0721)	FAVOR REPARAR TOLVA PARA TRIPAS (MIGUEL SAAVEDRA, HELMUT MQUEVEDO)	26-09-2016 15:38
OM-149267	PF Sis (M) Embutid NL17 (0721)	FALLA EN POSICIONADOR DE TRIPA (JORGE GUTIERREZ )/MAL ACTIVO DESDE PRODUCCION	27-09-2016 16:43
OM-149274	PF Sis (M) Embutid NL17 (0721)	REVISION Y CAMBIO DE BOMBA DOSIFICADORA (RODRIGO ZUZARTE, MIGUEL SAAVEDRA)	27-09-2016 16:49
OM-149364	PF Sis (M) Embutid NL17 (0721)	RAPARAR FALLA EN MORDAZAS (JORGE GUTIERREZ)	28-09-2016 10:46
OM-149613	PF Sis (M) Embutid NL17 (0721)	REGULACION DE MORDASAS (JORGE GUTIERREZ)	29-09-2016 15:31
OM-150653	PF Sis (M) Embutid NL17 (0721)	FAVOR REPARAR TOLVA PARA TRIPAS (HELMUT QUEVEDO)	15-10-2016 11:16
OM-151096	PF Sis (M) Embutid NL17 (0721)	FALLA MORDAZAS (DAVID VALLEJOS)	22-10-2016 12:57
OM-158531	PF Sis (M) Embutid NL17 (0721)	CAMBIO DE BOMBA DOSIFICADORA (JORGE GUTIERREZ)	12-01-2017 10:14
OM-158655	PF Sis (M) Embutid NL17 (0721)	CAMBIO CILINDROS (ADRIAN CASTRO)	12-01-2017 16:38
OM-160751	PF Sis (M) Embutid NL17 (0721)	REPOSICIÓN DE PERNO DE SOPORTE TRIPA.(HELMUT QUEVEDO)	15-02-2017 10:31
OM-165019	PF Sis (M) Embutid NL17 (0721)	CAMBIO DE BOMBA DOSIFICADORA (MIGUEL SAAVEDRA)	02-03-2017 17:39
OM-166622	PF Sis (M) Embutid NL17 (0721)	REPARACION DE GANCHOS EN CADENA TRANSPORTADORA NL-721 (JORGE GUTIERREZ)	29-03-2017 17:09

**Tabla 1:** Fallas de embutidora NL-17.

### 2.3 GRÁFICO HISTOGRAMA DE FALLAS EMBUTIDORA NL-17



**Gráfico 1** Histograma fallas embutidora NL-17.

Elaboración propia cuadro de fallas embutidora

## 2.4 CUADRO RESUMEN DE FALLAS EMBUTIDORA NL-17

Cuadro resumen			
TIPO DE FALLA	Nº DE FALLAS	% ACUMULADO	%
BOMBA DOSIFICADORA	9	42,86	42,86
TOLVA	3	57,14	14,29
MORDAZAS	3	71,43	14,29
GANCHO	2	80,95	9,52
CADENA	2	90,48	9,52
CILINDRO	1	95,24	4,76
CORREA	1	100,00	4,76
TOTAL	21		

Tabla 2: Resumen de fallas embutidora NL-17.

Elaboración propia ordenamiento cuadro de fallas.

## 2.5 PARETO DE FALLAS EMBUTIDORA NL-17

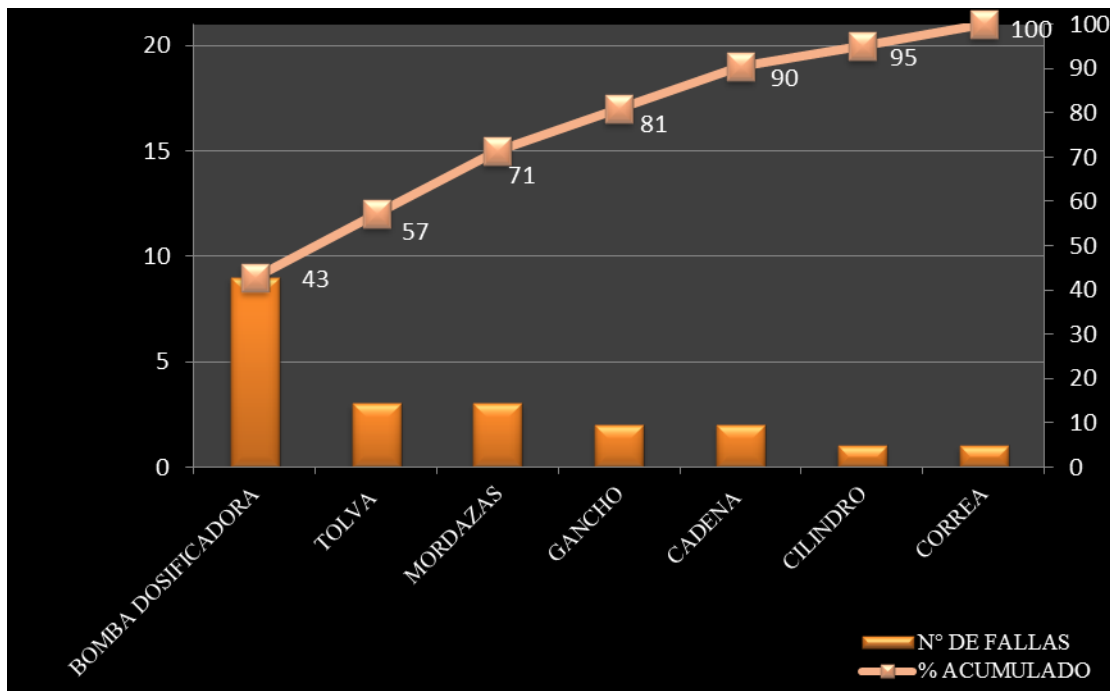


Gráfico 2: Pareto fallas embutidora NL-17.

Elaboración propia desprendida de cuadro resumen de fallas embutidora

### 2.4.1 Resultado Pareto fallas embutidora.

El resultado del diagrama de Pareto nos arroja que las fallas más significativas dentro del 80%, son bomba dosificadora, tolva y mordazas. Con estos resultados nos enfocaremos en las fallas de la bomba dosificadora, la cual es más trascendente en la producción.

## 2.5 CUADRO DE FALLAS BOMBA DOSIFICADORA

Cuadro resumen fallas de bomba			
TIPO DE FALLA	Nº DE FALLAS	% ACUMULADO	%
RODAMIENTOS	9	52,94	52,94
REDUCTOR	3	70,59	17,65
ACOPLAMIENTO	1	76,47	5,88
PIÑONES	1	82,35	5,88
EMBRAGUE	1	88,24	5,88
EJES	1	94,12	5,88
MOTOR	1	100,00	5,88
TOTAL	17		

Tabla 3 Fallas bomba embutidora NL-17.

Elaboración propia cuadro de fallas.

## 2.6 PARETO DE FALLAS BOMBA DOSIFICADORA

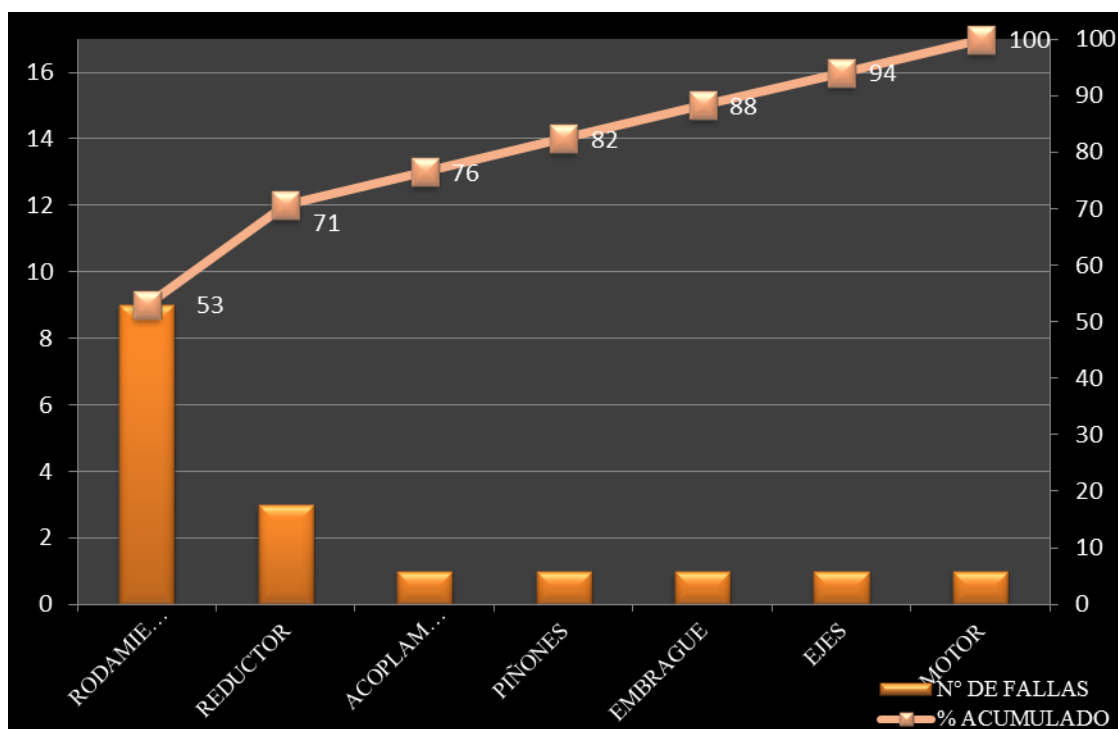


Gráfico 3: Pareto fallas bomba dosificadora, embutidora NL-17.

Elaboración propia desprendida de cuadro resumen de fallas bomba

### 2.6.1 Resultado Pareto fallas bomba dosificadora

El resultado del diagrama de Pareto aplicado a la bomba dosificadora nos arroja que las fallas más significativas son los rodamientos y el reductor, con lo cual nos enfocaremos en la falla realmente importante que representa el 52,94% de las fallas que serían los rodamientos de bomba, con este análisis sólo reafirmamos nuestra teoría.

## 2.7 TIPO DE GRASA UTILIZADA

### ➤ LUBRICACIÓN

La Tribología es la ciencia y tecnología de los sistemas en movimiento y contacto mutuo, comprendiendo la fricción, lubricación y desgaste.

Para minimizar el rozamiento debido al estado superficial es necesario interponer entre ambas algún cuerpo cuyo rozamiento sustituya al directo entre dos cuerpos.

El propósito de lubricación o engrase es el de interponer una película de material fácilmente cizallable entre órganos con movimiento relativo, esta sustancia fácilmente cizallable es lo que se conoce como lubricante. Además de la función principal de los lubricantes mencionada con anterioridad, estos poseen otras funciones de entre las que destacan las siguientes:

- Proteger contra el desgaste la corrosión y oxidación.
- Contribuir a la estanqueidad.
- Contribuir a la refrigeración.
- Facilitar la evacuación de las impurezas.
- Lubricación deficiente de rodamientos.
- La confiabilidad basada en el lubricante esta sostenida prestando especial atención a 4 grandes factores, son bien conocidos, pero con frecuencia no se logran implementar correctamente, ellos son:
  - Una correcta selección del lubricante.
  - Salud estable del lubricante.
  - Control de contaminación.

### ➤ GRASA UTILIZADA

PARALIQ GA 351 es un lubricante de grado alimenticio con excelente protección anti-desgaste. Este lubricante es el que está autorizado según USDA H1, puesto que cumple con la reglamentación alemana y europea para el trabajo con productos alimenticios. Este lubricante tiene el beneficio que puede aplicarse en cualquier

superficie donde el contacto con el alimento es técnicamente inevitable. PARALIQ GA 351 es neutro al olor y al sabor e inocuo para la salud en correcta manipulación.

PARALIQ GA 351 es resistente a todos los agentes normalmente utilizados en la industria alimenticia tales como alcoholes, productos lácteos y agua. Gracias a su consistencia, esta grasa es bombeable en instalaciones de lubricación centralizada incluso a bajas temperaturas.

➤ Aplicaciones

PARALIQ GA 351 es indicado para todos los puntos de lubricación en la industria alimenticia donde el contacto entre el lubricante y el alimento es técnicamente inevitable. Sin embargo, recomendamos utilizar esta grasa para todos los puntos de lubricación para evitar inconvenientes por derrame de lubricante.

Este lubricante se puede aplicar por ejemplo en:

- Émbolos dosificadores en máquinas de llenado y cierre de vasos.
- Cojinetes lisos en máquinas cortadoras de filetes de pescado.
- Rodamientos en máquinas de exprimir fruta.
- Rodamientos y cojinetes lisos en embotelladoras.
- Barras guía y casquillos esféricos en máquinas de cierre.
- Machos de máquinas para comprimidos.
- Vías tubulares en mataderos.

Datos característicos:

<b>Color, aspecto</b>	beige, casi transparente
<b>Estructura</b>	fibrosa, homogénea
<b>Presión de flujo DIN 51 805 a -30 C</b>	< 1000 mbar
<b>Resistencia al agua, DIN 51 807 3 h a 50 C, evaluación 3 h a 90 C, evaluación</b>	1 – 50 1 – 90
<b>Consistencia, Clase NLGI, DIN 51 818</b>	1
<b>Campo de temperaturas de uso</b>	-40 a 120 C
<b>Factor de velocidad (<math>n \cdot d_m</math>)</b>	aprox. $3 \cdot 10^5$

**PARALIQ GA 351**

- Registrado según USDA H1.
- Excelente protección anti- desgaste.

- Bombeable en instalaciones de lubricación centralizada también a bajas temperaturas.
- Resistente a los agentes utilizados en la industria alimenticia, tales como alcoholes y productos lácteos.

➤ **DATOS DE SEGURIDAD**

Nombre del producto: PARALIQ GA 351.

Número de artículo: 096 020

Características químicas (preparado): Aceite mineral parafínico aceite de hidrocarburo sintético, jabón complejo de aluminio.

Consejos adicionales: No contiene sustancias peligrosas.

- Identificación de peligros

Peligros particulares se desconocen.

- Primeros auxilios

En caso de inhalación: No aplicable.

En caso de contacto con la piel: Eliminar lavando con jabón y mucha agua.

En caso de contacto con los ojos: Enjuagar con mucha agua.

En caso de ingestión: No provocar vómitos. Consulte al médico.

Indicaciones para el médico: Tratar sintomáticamente.

- Medidas de lucha contra incendios

Medios de extinción adecuados: Agua pulverizada, espuma, polvo seco, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Medios de extinción que no deben utilizarse por razones de seguridad: Chorro de agua de gran volumen.

Peligros específicos: En caso de incendio pueden liberarse: Monóxido de carbono, hidrocarburos.

Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios:  
Procedimiento standard para fuegos químicos.

Consejos adicionales: Los recipientes cerrados pueden enfriarse con agua nebulizada. En caso de incendio o de explosión, no respire los humos

Medio ambiente: No echar al agua superficial o al sistema de alcantarillado sanitario

Procedimientos de limpieza / recogida: Utilícese equipo mecánico de manipulación.  
Eliminar el material recogido conforme a las prescripciones.

- Manipulación y almacenamiento

Indicaciones para la manipulación segura: No se requiere consejo de manipulación especial.

Indicaciones respecto a protección contra incendio y explosión: No se requieren precauciones especiales.

Exigencias relativas a almacenes y recipientes: No se requieren condiciones especiales de almacenamiento.

Indicaciones respecto al almacenamiento conjunto: Incompatible con agentes oxidantes.

Indicaciones adicionales sobre las condiciones de almacenamiento: Almacenar a temperatura ambiente en el envase original.

- Propiedades físicas y químicas

<b>Forma</b>	pasta
<b>Color</b>	beige
<b>Olor</b>	característico
<b>Punto de gota</b>	> 220 C, DIN ISO 2176
<b>Punto de inflamación</b>	> 200 C, (aceite base)
<b>Temperatura de auto ignición</b>	no aplicable
<b>Presión de vapor</b>	no aplicable
<b>Densidad</b>	aprox. 0,90 g/cm <sup>3</sup> , 20 C,
<b>Hidrosolubilidad</b>	insoluble g/l

- Estabilidad y reactividad

Condiciones a evitar: Ninguno(a).

Materias a evitar: Agentes oxidantes fuertes.

Productos de descomposición peligrosos: Ninguno bajo el uso normal.

Consejos adicionales: Ninguno(a).

- Informaciones toxicológicas

Se han tomado los datos toxicológicos de productos de una composición similar.

Toxicidad aguda: LD50 oral: > 2g/kg, rata (bibliografía) Toxicidad crónica: Ninguno(a).

Experiencia humana: No son conocidos ni esperados daños para la salud en condiciones normales de uso.

- Informaciones ecológicas

Indicaciones relativas a eliminación: el producto es insoluble en agua, es mecánicamente separable en plantas depuradoras. En los ecosistemas: No se conocen ni se esperan daños.

- Eliminación de residuos

Puede incinerarse si las normas locales lo permiten.

Envases contaminados: Ofertar el material de empaquetado enjuagado a instalaciones de reciclaje locales.

## **2.8 INFORMACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE RODAMIENTOS**

### **2.8.1 Mantenimiento de rodamientos**

- Inspección en condiciones de operación

Para determinar el periodo de sustitución de los rodamientos se deben conocer las propiedades del lubricante, además de considerar distintos factores, como por ejemplo: temperatura de operación, vibración y ruido de los rodamientos.

- Inspección del rodamiento

Se debe asegurar de que se lleva a cabo la revisión del rodamiento durante todos los periodos de inspección de la máquina y de sustitución de las partes. Además se debe verificar que las condiciones de la pista sean las óptimas, determinar si existen daños, y decidir si se puede “reutilizar” el rodamiento o si se debe sustituir.

### **2.8.2 Inspecciones y acciones correctivas**

Lo primero que se debe hacer es registrar el aspecto visual y verificar el volumen residual del lubricante del rodamiento que se inspecciona.

Tras haber tomado una muestra del lubricante para análisis, se puede lavar el rodamiento, para lo cual se utilizan como fluido de limpieza el querosén y aceites leves. La limpieza del rodamiento se efectúa en dos fases: la limpieza preliminar y final. La limpieza además se debe efectuar en tanques, cada uno de los cuales debe tener una tela metálica o equivalente para sujetar los rodamientos y evitar el contacto con las suciedades del fondo del tanque.

En la limpieza preliminar es necesario ser cuidadoso puesto que si se gira el rodamiento contaminado con partículas ajenas, pueden ocurrir excoriaciones en la superficie de giro. Además durante esta limpieza, se deben quitar la grasa lubricante y otros residuos, con auxilio de instrumentos como por ejemplo un cepillo. Una vez que el rodamiento se encuentre bastante limpio, se pasa para la limpieza final.

El trabajo de limpieza final se hace cuidadosamente, girando el rodamiento sumergido en el fluido de limpieza. Es muy importante que el fluido de limpieza siempre esté limpio.

Se examinan los rodamientos, después de que estos estén muy limpios, para evaluar la posibilidad o no de reutilización. La inspección debe ser meticulosa, buscando verificar la existencia de anormalidades y/o daños como: la reducción en la precisión dimensional, el aumento del juego interno del rodamiento, el estado de deterioro de la

jaula, el estado de las superficies de ajuste, de giro y la de los cuerpos rodantes, entre otros.

Los rodamientos que no se desmontan como los de bolas, cuanto menor sea el porte, se puede confirmar la suavidad de giro manteniendo el anillo interior en la horizontal en una de las manos y girando el anillo externo.

Los rodamientos que se desmontan como el de rodillos cónicos permiten la revisión de los cuerpos rodantes y de la pista del anillo externo de manera individual. Se examinan poniendo más atención en aquellos de mayor porte, que no permiten el giro manual, al aspecto visual de los cuerpos rodantes, la superficie de la pista, la jaula y la superficie de contacto en el reborde. Cuanto más importante es el funcionamiento del rodamiento, mayor deberá ser la seriedad de los exámenes.

Se evalúa la posibilidad de reutilización solamente tras evaluar los siguientes aspectos: el grado de daños, la capacidad de la máquina, el grado de importancia, las condiciones de trabajo y el intervalo de tiempo hasta la próxima inspección.

Sin embargo, si se observa cualquiera de los defectos siguientes, la reutilización del rodamiento es impracticable, y entonces es necesaria la sustitución por otro nuevo:

- Cuando hay rayas o astillados en el anillo interno, en el anillo externo, en los cuerpos rodantes o en la jaula.
- Cuando hay descamación en la pista o en los cuerpos rodantes.
- Cuando hay arañazos significativos en la pista, en el reborde o en los cuerpos rodantes.
- Cuando el desgaste de la jaula es significativo o los remaches se suelten.
- Cuando hay oxidación o excoiaciones en la superficie de la pista o de los cuerpos rodantes.
- Cuando hay impresiones o marcas de impacto significativas en la superficie de la pista de los cuerpos rodantes.
- Cuando hay desplazamiento significativo en la superficie de agujero o en el anillo externo.
- Cuando hay alteración significativa de calor debido al calor.
- Cuando hay daños significativos en las chapas de sellado.

### **2.8.3 Objetivos de la lubricación**

Los objetivos de la lubricación son la reducción de la fricción y del deterioro interno que puede causar la falla prematura. La lubricación correcta proporciona los siguientes beneficios:

- Reducción de la fricción y desgaste

El contacto metálico entre los anillos, cuerpos rodantes y jaula, que son los componentes básicos, está protegido por una película de aceite que reduce la fricción y el desgaste de las áreas de contacto.

- Alargamiento de la vida de fatiga

La vida de fatiga de los rodamientos depende de la viscosidad y espesor de la película entre las superficies de contacto. Un gran espesor de la película alarga la vida de fatiga, pero la vida se reduce si la viscosidad del aceite es muy baja resultando en un espesor insuficiente de la película.

- Dispersión de calor de fricción y enfriamiento

El método de lubricación, así como el de circulación de aceite evita el deterioro del aceite lubricante y previene el calentamiento del rodamiento, enfriando y disipando a través del aceite el calor originado por la fricción o el calor de origen externo.

- Sellado y protección contra oxidación

La lubricación adecuada puede también prevenir la entrada de materiales ajenos y proteger contra la oxidación y corrosión.

- Métodos de lubricación

Los métodos de lubricación de rodamientos están divididos en dos categorías: La lubricación con grasa y lubricación con aceite. Se debe elegir el método de lubricación según las condiciones y el propósito de la aplicación para alcanzar el mejor desempeño del rodamiento.

#### **2.8.4 Reposición y cambio del lubricante**

- Intervalos de reposición de grasa

Con el tiempo la grasa se deteriora y la acción lubricante se degrada. Por lo cual hay que asegurarse de reponer la grasa en los intervalos correctos. Los tiempos de reemplazo de la grasa van a depender de factores como el tipo del rodamiento.

- Intervalos de cambio de aceite

Los intervalos de cambio de aceite dependen de las condiciones de operación y de la cantidad de aceite. En general, para las temperaturas de operación menores a 50°C y en ambientes limpios, el intervalo de cambio es de un año. Si la temperatura del aceite traspasa los 100°C, se debe cambiar el aceite a lo menos a cada 3 meses.

### 2.8.5 Fallas en los rodamientos y acciones correctivas

Se pueden utilizar los rodamientos correctamente cuidados por un largo periodo, en general, hasta la vida de fatiga. Sin embargo, hay situaciones ocurridas inesperadamente que no permiten la utilización continuada, estos hechos prematuros se relacionan a la vida de fatiga, límites de uso, hechos comúnmente denominados de quiebras o accidentes que en su gran mayoría tienen como causas: falta de cuidado en la instalación, utilización y lubricación; penetración de partículas ajenas del exterior y no considerar la influencia del calor en el eje y alojamiento. Al evaluar el accidente ocurrido en el rodamiento, por ejemplo, un arañazo en el reborde del anillo de los rodillos, se puede tomar como causas probables las siguientes:

- Lubricación insuficiente o inadecuada.
- Deficiencia del sistema de lubricación.
- Penetración de partículas ajenas.
- Desvíos de la instalación.
- Flexión excesiva del eje.
- Combinación de todas las causas anteriores.

Así, si examinamos solamente la parte o pieza que presentó el problema es difícil determinar la verdadera causa del accidente.

Por otro lado, si conocemos la máquina dónde se utiliza el rodamiento, las condiciones de trabajo, la configuración de los conjugados y si la situación anterior y posterior al hecho ocurrido son claras, se puede interrelacionar el estado del rodamiento dañado con varias causas, lo que previene hechos posteriores y la reincidencia de accidentes de naturaleza semejante.

- DESCAMACIÓN
- Tipo de Falla

Cuando un rodamiento gira con carga, ocurre la salida de material por la fatiga del acero en las superficies de los elementos rodantes o de las pistas de los anillos interno y externo.

- Causas Posibles
- Carga excesiva.
- Falla en la instalación (desalineamiento).
- Contaminación por partículas, o por agua.
- Lubricación deficiente, lubricante inadecuado.
- Deficiencia en la precisión del eje y del alojamiento.

– Acciones Correctivas

- Reconfirmar la especificación del rodamiento y chequear las condiciones de carga.
- Mejorar el sistema de instalación.
- Mejorar el método de sellado, prevenir la oxidación durante las paradas.
- Utilizar lubricantes con viscosidad adecuada, mejorar el método de lubricación.
- Chequear la precisión del eje y del alojamiento.



**Figura 3:** Anillo interno rodamiento contacto angular.

Catálogo de fallas de rodamientos NSK

- FRACTURAS

– Tipo de Falla

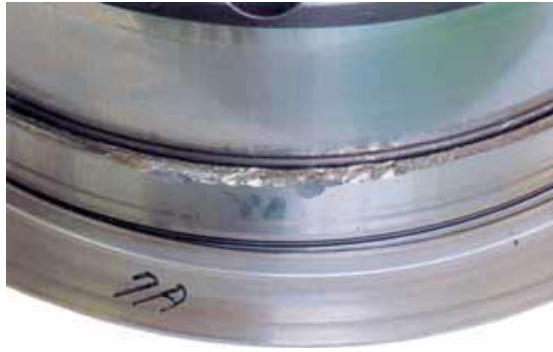
- Anillo interno o anillo externo partidos.
- Cuerpos rodantes partidos.
- Fracturas se refiere a pedazos pequeños que se parten del rodamiento.

– Causas Posibles

- Impacto durante el montaje.
- Carga excesiva.

– Acciones Correctivas

- Mejorar el montaje usando calentador de inducción y herramientas adecuada.
- Reconsiderar las condiciones de carga.
- Ofrecer suficiente respaldo a la pestaña del rodamiento.



**Figura 4:** Anillo interno del rodamiento de doble hilera de rodillos, astillado en la pestaña del centro.

Catálogo de fallas de rodamientos NSK

- **RAJADURAS Y GRIETAS**

- Tipo de Falla

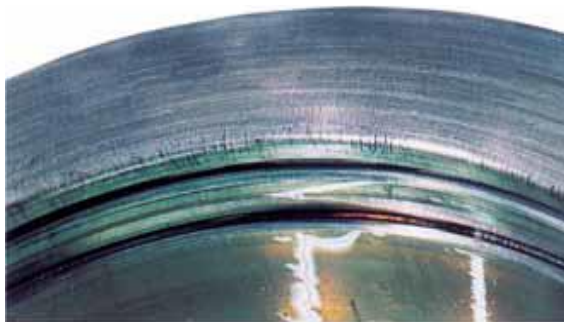
- Rajaduras en la pista del aro o en los elementos rodantes.
- Uso continuo en estas condiciones resultan a rajaduras mayores o fracturas.

- Causas Posibles

- Interferencia excesiva.
- Carga excesiva, carga de choques.
- Generación de calor por deslizamiento.
- Deficiencia en la circularidad del eje.

- Acciones Correctivas

- Corregir la interferencia.
- Verificar las condiciones de carga.
- Mejorar el método de instalación.



**Figura 5:** Anillo externo del rodamiento de doble hilera de rodillos cilíndricos con grietas.

Catálogo de fallas de rodamientos NSK.

- JAULA DAÑADA

- Tipo de Falla.

- Daños a la jaula incluyen deformación de la jaula, fracturas y deterioro.
- Fractura del pilar de la jaula.
- Deterioro de la superficie del anillo guía.

- Causas Posibles

- Falla en la instalación (desalineamiento).
- Carga de momento elevada.
- Impactos o grandes vibraciones.
- Falla de lubricación.

- Acciones Correctivas

- Verificar el método de la instalación.
- Verificar la temperatura, velocidad y condiciones de carga.
- Selección del método de lubricación.



**Figura 6:** Jaula de rodamiento de contacto angular, fracturada y desgastada en los pilares.

Catálogo de fallas de rodamientos NSK.

- ABOLLADURAS (IDENTACIONES)

- Tipo de Falla

- Las partículas en contacto con los elementos rodantes durante el rodaje marcan, con pequeñas abolladuras, las superficies de las pistas y de los elementos rodantes.
- Abolladuras de mayor tamaño ocurren debido a los impactos en la instalación, a espacios equivalentes a los elementos rodantes. Las abolladuras por impacto se conocen como Brinelling.

- Causas Posibles
  - Contaminación por partículas metálicas.
  - Carga excesiva.
  - Impactos durante el transporte o instalación.
  
- Acciones Correctivas
  - Mantener el local de trabajo limpio.
  - Mejorar el sistema de sellado.
  - Filtrar el aceite lubricante.
  - Mejorar el método de instalación.



**Figura 7:** Rodillos con abolladuras en la superficie de rodaje.

Catálogo de fallas de rodamientos NSK.

- **DESGASTE**

- Tipo de Falla

Deterioro de la superficie por fricción de deslizamiento entre la superficie de la pista, elementos rodantes, rodillos y laterales, rebordes, casillas de la jaula, etc.

- Causas Posibles
  - Entrada de impurezas.
  - Progresión de la oxidación y de la corrosión eléctrica.
  - Lubricante deficiente.
  
- Acciones Correctivas
  - Mejorar el sistema de sellado y limpieza del alojamiento.
  - Verificar el lubricante y el método de lubricación.

- Prevenir el desalineamiento.



**Figura 8:** Anillo interno de rodamiento de hileras de rodillos cónicos con deterioro en la pista por carga excesiva.

Catálogo de fallas de rodamientos NS

- **GRIPAMIENTO**

- Tipo de Falla

El sobrecalentamiento provoca cambio de color en el rodamiento. Consecuentemente, los anillos, elementos rodantes y jaula se suavizan y se deforman, causando daños. Además, el sobrecalentamiento puede eliminar el juego interno, causando agarrotamiento (gripamiento)

- Causas Posibles

- Falla en la lubricación.
- Exceso de carga (exceso de precarga).
- Alta velocidad.
- Juego interno muy pequeño.
- Entrada de agua y contaminantes.
- Mala precisión del eje y alojamiento.

- Acciones Correctivas

- Reestudiar el ajuste y juego interno del rodamiento.
- Lubricar con volumen y lubricante adecuados.
- Verificar la precisión del eje y alojamiento.
- Mejorar el método de instalación



**Figura 9:** Anillo externo, alteración de color de la pista y marcas en los intervalos de las bolas.

Catálogo de fallas de rodamientos NSK.

- FALLAS DE INSTALACIÓN

- Tipo de Falla

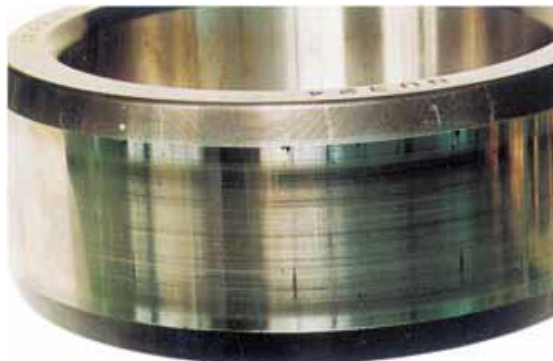
Largas rayas lineales a través de la superficie de la pista o de los elementos rodantes causados durante la instalación o desmontaje del rodamiento.

- Causas Posibles

- Inclinación de los anillos interno y externo durante la instalación.
- Impactos durante la instalación o desmontaje.

- Acciones Correctivas

- Uso de herramientas y dispositivos apropiados.
- Utilice una prensa para evitar impactos durante el montaje.
- Alinear las partes durante el montaje.



**Figura 10:** Anillo interno del rodamiento de rodillos cilíndricos rayas axiales en la superficie de la pista.

Catálogo de fallas de rodamientos NSK.

- SOBRECALENTAMIENTO

- Tipo de Falla

Alteración de color en la jaula, elementos rodantes y pistas de los anillos ocurren debido al deterioro del lubricante en alta temperatura.

- Causas Posibles

- Falla de lubricación.
    - Calor externo.

- Acciones Correctivas

- Mejorar el método de lubricación.
    - Reducir el efecto del calor externo.



**Figura 11:** Anillo externo de rodamiento de contacto angular con alteración de color de la superficie de la pista producto del calor.  
Catálogo de fallas de rodamientos NSK.

## 2.10 ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ

Definición del Problema		
<b>Que</b>	Problema(s)	Detención de bomba dosificadora
<b>Cuando</b>	Fecha & Hora	Mensual
	Tiempo Relativo	Turno normal de producción
<b>Donde</b>	Setting	Pf alimentos planta n°1
	Ubicación Relativa	Bomba dosificadora
<b>Significado</b>	Medio Ambiente &	
	Derrames	
	Seguridad	
	Personal & Salud	
	Seguridad de	
	Proceso	
Confiabilidad &	Pérdida de índice confiabilidad de máquina, por ende perdida de	
Utilización de	eficiencia productiva	
Activo		
Security		
Productividad	Detención, provoca perder de producir 2192 kg x hr. de producción	
Frecuencia	25 días	
Team	Embutidora de Salchichas NL-17	

**Figura 12:** Definición problema.

Análisis final, material de apoyo proporcionado por profesor Marcelo Quiroz

## 2.11 DIAGRAMA ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ

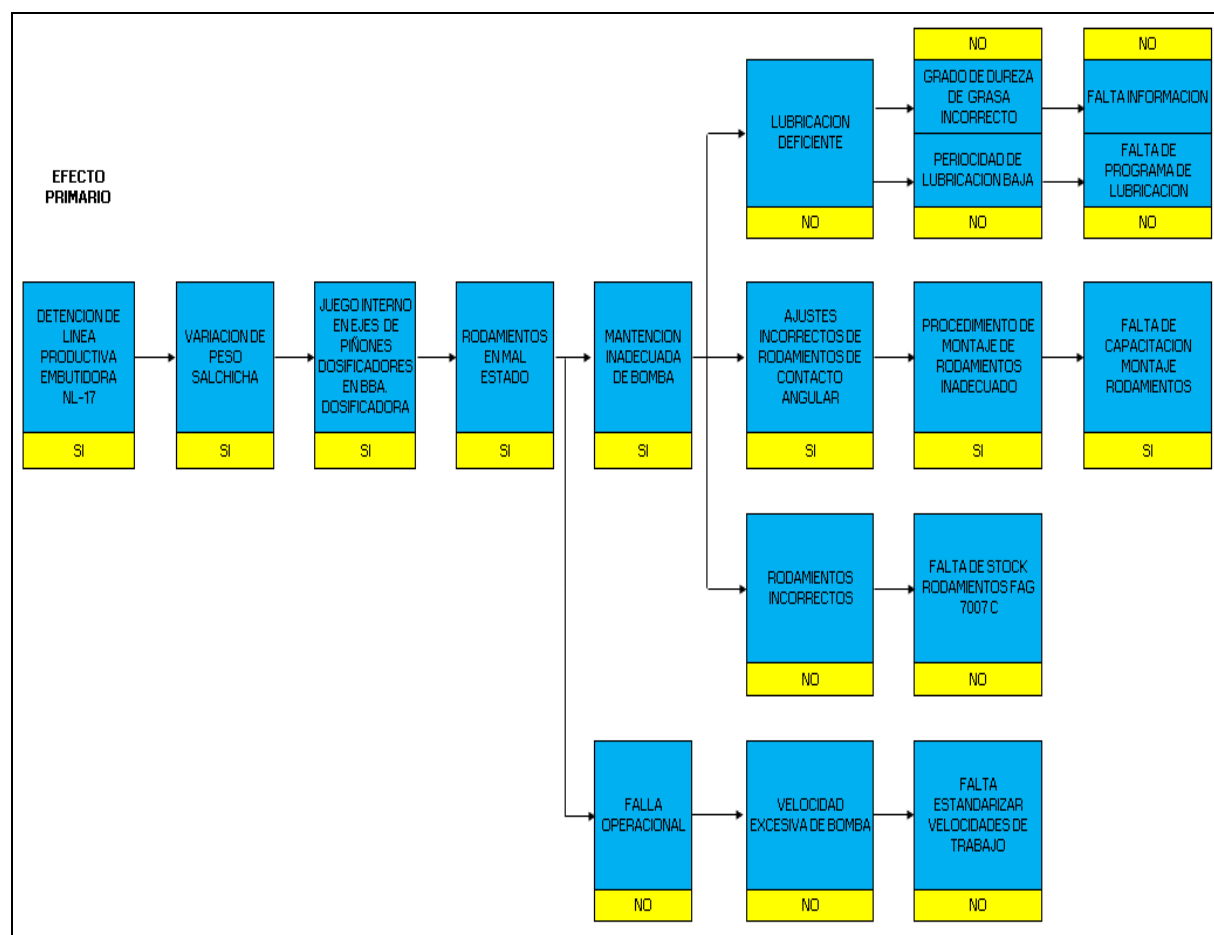


Figura 13: Secuencia causa raíz.

Análisis final, material de apoyo proporcionado por profesor Marcelo Quiroz.

## 2.12 RESULTADO DE ANÁLISIS CAUSA RAÍZ

Del diagrama anterior de análisis causa raíz, se llega desde el resultado final a la conclusión siguiente: La falla es originada por “hombre”, esto debido al desconocimiento de los trabajadores de la correcta técnica de montaje de los rodamientos de contacto angular de la bomba dosificadora.

Con este resultado atacaremos la causa raíz, capacitando, integrando herramientas y creando un procedimiento estándar para el cambio de rodamientos de bomba dosificadora NL-17.

**CAPÍTULO 3:      RESULTADOS Y PROPUESTRAS DE MEJORA**

## **3.1 INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS FINAL**

### **3.1.1 Sobrecarga de rodamientos**

La sobrecarga se produce cuando se fuerzan los rodamientos más allá de los límites de diseño evaluados en lo referente a la carga, la velocidad o la temperatura., cuanto mayor es la sobrecarga, más se reduce la duración del rodamiento. Los componentes circundantes también se pueden ver afectados. En casos extremos, puede llegar a producirse una fractura de los componentes del rodamiento.

Aunque la sobrecarga puede producirse por un uso inadecuado, también se puede deber al uso de un diseño de rodamiento inadecuado para la aplicación. Para elegir el tipo de rodamiento más adecuado para cada aplicación, el fabricante del equipo original y el fabricante del rodamiento deben tener en cuenta la temperatura de funcionamiento, la frecuencia de cambio de temperatura, el tipo y el grado de contaminación potencial, la aceleración y las velocidades de funcionamiento y la vibración, entre otros factores.

### **3.1.2 Montaje de rodamientos**

Los rodamientos son componentes de alta precisión por lo que debemos manejarlos con bastante cuidado. Aunque sean rodamientos de alta calidad, la vida esperada y su desempeño no son obtenidos si se utilizan inadecuadamente.

En la manipulación y montaje se deben considerar las siguientes precauciones:

- Mantener el rodamiento y el sitio donde se manipulará limpio: polvo y suciedades aunque invisibles al ojo desnudo tienen efectos nocivos sobre los rodamientos.
- Manipular con precaución: los golpes durante el manejo pueden causar daños al rodamiento posiblemente resultando en falla. Impactos fuertes pueden causar ruido, fracturas y rajaduras.
- Uso adecuado de las herramientas: siempre utilizar herramientas adecuadas para el montaje de rodamientos, con esto se garantiza una buena postura y un mejor funcionamiento de estos.
- Prevenir la corrosión: debido a la manipulación inadecuada podemos generar una corrosión en un rodamiento, ya que, el simple contacto del sudor de nuestras manos y de diversos contaminantes podrían generar la corrosión en un rodamiento. Por esto es muy importante mantener nuestras manos secas y limpias al momento de manipular un rodamiento y en lo posible utilizar guantes.

En la instalación del rodamiento se aconseja estudiar detalladamente desde la calidad de la instalación del rodamiento y sus influencias sobre la precisión de giro, vida y desempeño, se recomienda el siguiente método:

- Limpie el rodamiento y componentes a él agregados.
- Verifique las dimensiones y el estado de acabado de las partes unidas.
- Siga los procedimientos de instalación.
- Verifique que el rodamiento este correctamente montado.
- Utilice el lubricante correcto y la cantidad exacta.

Como la mayoría de los rodamientos giran junto con el eje, el método de montaje es de ajuste apretado entre el eje y el aro interno, mientras tiene un ajuste suelto entre el alojamiento y el aro externo.

### **3.2 ANÁLISIS FINAL**

Con el análisis anterior podemos decir que nuestra falla está directamente relacionada con el montaje incorrecto de los rodamientos de contacto angular, montados espalda con espalda, ya que, se evidencia una sobrecarga axial excesiva en uno de los rodamientos, mientras en el otro no se aprecia daño.

En razón de lo anterior es que se puede señalar que uno de los rodamientos en trabajo se carga y el otro se descarga debido al ajuste incorrecto del rodamiento por medio del apreté completo del piñón.

Además se ha evidenciado que al momento del montaje, el mecánico ajusta la tuerca de apreté del conjunto (rodamiento, piñón), al máximo, práctica que también es realizada por el operador al momento de retirar los piñones, cambiar sellos y volver a instalar los piñones, siendo que en el catálogo del fabricante del equipo se señala que este apriete sea de fuerza moderada, ya que el giro de los engranajes mantendrá las tuercas apretadas y a los rodamientos trabajando sin sobrecarga y con un giro suave.

En atención a lo ya señalado se darán unas propuestas de mejora para extender la vida útil de nuestros rodamientos.

Posterior al análisis final, se realiza la incorporación de un reloj comparador, para un correcto ajuste final del rodamiento. Se realizó una prueba de montaje en la cual se percata que al ajustar rodamientos con apreté máximo, el eje y la cubeta interior de rodamientos tienen un desplazamiento axial de 1,75 mm. hacia adentro de la bomba, esto provoca que los rodamientos trabajen sobrecargados.

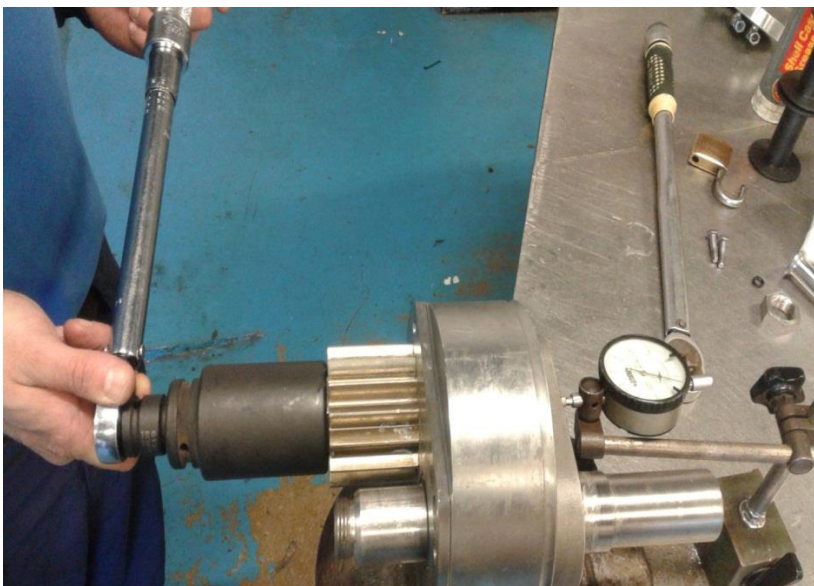
Para el correcto ajuste es importante saber que el apreté exigido por el fabricante es un apreté suave, para esto incorporamos reloj comparador y realizamos apreté suave el cual nos da un desplazamiento axial de 0,05mm. hacia adentro de la bomba. A su vez se incorpora la llave de torque para regular cuanto es la fuerza de apreté en newton metros, la cual corresponde a 30 NM.

Una vez realizadas las pruebas y el correcto montaje, se estandariza el proceso de cambio y ajuste de rodamientos, también se capacita a personal técnico especialista mecánico y colaboradores de producción de manera tal que el trabajo se ejecute bajo el procedimiento estándar de cambio de rodamientos de bomba dosificadora, con la finalidad de obtener un correcto funcionamiento.



**Foto 9:** Reloj comparador. Planta N°1 PFalimentos.

Fotografiada por Rodrigo Zuzarte, en taller de mantención PF planta N°1



**Foto 10:** Llave de torque. Planta N°1 PFalimentos.

Fotografiada por Rodrigo Zuzarte, en taller de mantención PF planta N°1

### 3.3 ACCIONES CORRECTIVAS A LA FALLA

#### Acciones correctivas

Correctivos	Responsable	Fecha limite
Capacitar a mecánico encargado de equipo en montaje de rodamientos	Roberto Gonzalez	30-abr-17
Incorporación de llave de torque para ajuste de tuercas aprete conjunto de rodamientos	Rodrigo Zuzarte	30-abr-17
Incorporar reloj comparador para el montaje de rodamientos en bomba	Rodrigo Zuzarte	30-abr-17
Crear proceso operativo estandar de cambio de rodamientos de bomba dosificadora	Rodrigo Zuzarte	30-may-17

Actividades		
Estandarizar velocidades máximas de bomba	Rodrigo Zuzarte	30-abr-17
Cambiar tipo de grasa de grado 1 a grado 2 de dureza	Miguel Saavedra	30-abr-17
Capacitar a operadores en cambio de sellos y armado de bomba dosificadora	Miguel Saavedra	01-may-17
Integrar en mantenimiento predictivo mensual análisis por termografía	Rodrigo Zuzarte	15-may-17
Integrar en mantenimiento predictivo mensual análisis de vibración a bomba dosificadora	Rodrigo Zuzarte	15-may-17
Estandarizar marcas de rodamientos para bomba dosificadora	Miguel Saavedra	30-may-17

Figura 14: Cuadro acciones correctivas a la falla.

Análisis final, material de apoyo proporcionado por profesor Marcelo Quiroz

### 3.4 CIERRE DE ACCIONES CORRECTIVAS

#### BOMBA EMBUTIDORA NL-17 PROCEDIMIENTO CAMBIO RODAMIENTOS

- Alcance

Este procedimiento es utilizado por los operadores del Equipo de Mantenimiento para realizar el cambio de rodamientos de bomba embutidora. Esta actividad comprende maniobras definidas para realizar el trabajo de forma segura y garantizando calidad del trabajo, debe ser realizado por operadores con experiencia en la tarea y en maniobras seguras.

- Atributos y Categorías

<i>Categorías</i>	<i>/ Atributos (Operativo/Otro)</i>
<input type="checkbox"/> Crítico <input type="checkbox"/> Emergencia <input checked="" type="checkbox"/> Operativo <input type="checkbox"/> Otro	<input type="checkbox"/> Rutina <input checked="" type="checkbox"/> No-Rutina

- Peligros y precauciones

La siguiente tabla enumera los peligros de trabajo y las precauciones a ser tomadas ante prácticas de seguridad, medio ambiente, calidad y producción de artículos antes de empezar este procedimiento.

<b>Peligro</b>	<b>Precaución</b>
Sobreesfuerzo	Posición adecuada, maniobras realizadas con precaución
Atrapamientos	Maniobras coordinadas, uso de guantes de cuero.
Golpes	Utilice carro elevador, para maniobras de traslado de carga
Quemaduras	En montaje de rodamientos, utilice guantes de protección térmica
<b>Consideraciones de Calidad</b>	
Instalación de rodamientos lubricados con grasa sanitaria grado 2	
Torque para apriete de tuercas central de eje: 30 Nm	
Torque de apriete pernos : 8 mm ( 24 Nm ) / 12 mm ( 82 Nm)	
Uso de instructivo de cambio de rodamientos bomba embutidora NL-17	

## BOMBA EMBUTIDORA NL-17 PROCEDIMIENTO CAMBIO RODAMIENTOS

- Herramientas y equipos

Las herramientas, los equipos varios y de seguridad descritos a continuación son necesarios para realizar este trabajo.

Herramientas/Equipos	Uso
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carro elevador</li> <li>• Prensa hidráulica</li> <li>• Llave torque</li> <li>• Destornilladores</li> <li>• Calentador magnético SKF.</li> <li>• Llaves punta y corona 12 y 19 mm</li> <li>• Llave allen 4 mm</li> <li>• Maleta (SKF) para montaje de rodamientos</li> <li>• Extractor de piñones (proporcionado por fabricante)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maniobras de levante y traslado</li> <li>• Desmontaje de rodamientos</li> <li>• Apreté de tuerca de ejes de bomba</li> <li>• Desmontaje de sellos de tapa central</li> <li>• Montaje de rodamientos y cubetas interiores</li> <li>• Soltar pernos de tapas de bomba</li> <li>• Soltar acoplamiento (machón)</li> <li>• Montaje de rodamientos y cubeta.</li> <li>• Desmontaje de piñones y plato inferior de bomba.</li> </ul>

Antes de empezar con este procedimiento se debe verificar la existencia de repuestos en bodega, rodamientos, piñones, ejes, o'ring, tapas, lanas separadoras y retén, tarea encargada al técnico mecánico especialista de embutidora.

No se aplican límites operativos de seguridad

- Consecuencias de la desviación

Las desviaciones deben ser comunicadas al Supervisor de Mantenimiento y corregidas, antes de proseguir con armado de equipo.

Tipo de Desviación	Consecuencias y Como Evitar la Desviación
Trabajo mal ejecutado	Daño prematuro a rodamientos de contacto angular, minimiza vida útil, afecta índice de confiabilidad mecánica del equipo, seguir procedimiento y tener referencia de planos y catálogo del equipo.

## BOMBA EMBUTIDORA NL-17 PROCEDIMIENTO CAMBIO RODAMIENTOS

- Procedimiento cambio de rodamientos

Los pasos detallados a continuación son mandatorios para realizar un trabajo de calidad.

- Desmontaje

<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
<b>DESMONTAJE DE BOMBA</b>	
1.1	Solicitar autorización de intervención de equipo a supervisor de producción
1.2	Bloqueo eléctrico y neumático a embutidora por medio de tarjeta y candado de bloqueo
1.3	Aislación de lugar de trabajo instalando rejas de seguridad
1.4	Desconexión eléctrica por parte de eléctrico de turno
1.5	Desmontaje de protecciones de máquina
1.6	Soltar perno fijador de soporte porta tubo de embutido en bomba dosificadora
1.7	Soltar prisionero y desplazar acoplamiento para separar bomba de reductor
1.8	Soltar y retirar flexibles de lubricación
1.9	Soltar 4 pernos de fijación de embutidora
1.10	Incorporar carro elevador para desmontaje de bomba en máquina y a su vez traslado a taller de mantención
1.11	Incorporar bomba a mesa de trabajo

## BOMBA EMBUTIDORA NL-17 PROCEDIMIENTO CAMBIO RODAMIENTOS

- Desarme

<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
<b>2. DESARME DE BOMBA</b>	
2.1	Desmontar tapa superior soltando 4 pernos de 12 mm
2.2	Desmontar cuerpo de piñones
2.3	Soltar tuercas de ejes con llave punta /corona de 46 mm
2.4	Desmontar piñones y plato inferior con extractor de piñones (proporcionado por fabricante)
2.5	Soltar pernos de tapa inferior sujeción rodamientos
2.6	Desplazar y desmontar ejes hacia parte inferior, con esto separamos ejes con rodamientos de cuerpo de bomba
2.7	Llevar ejes a prensa hidráulica para desmontaje de rodamientos y cubeta interior de rodamientos de agujas
2.8	Retirar seguros segers de cuerpo de bomba y desmontar rodamientos de aguja
2.9	Inspeccionar piezas y partes por posibles daños

## BOMBA EMBUTIDORA NL-17 PROCEDIMIENTO CAMBIO RODAMIENTOS

- Armado

Paso	Acción
<b>3. ARMADO DE BOMBA</b>	
3.1	Soportar ejes en tornillo mecánico incorporando mordazas de aluminio para no dañar ejes
3.2	Incorporar rodamientos de contacto angular en calentador de rodamiento magnético a 110 °C
3.3	Montar rodamientos de contacto angular teniendo en cuenta que queden instalados <b>espalda con espalda</b> en eje
3.4	Incorporar cubetas interior de rodamiento de aguja en calentador magnético a 120 °C
3.5	Montar cubetas en eje teniendo en cuenta usar guantes para alta temperatura
3.6	Montar rodamientos de aguja en cuerpo de bomba y posteriormente montar seguros segers
3.7	Realizar lubricación manual pequeña a rodamientos de contacto angular y rodamientos de aguja, con la finalidad de facilitar el montaje de ejes en cuerpo de bomba
3.8	Cambiar reten y o'ring de tapa inferior de bomba
3.9	Desplazar y montar ejes en cuerpo de bomba
3.10	Montar tapa inferior de sujeción de rodamientos y apretar pernos de 8 mm a 24 Nm
3.11	Incorporar o'ring a plato inferior y montar sobre cuerpo de bomba
3.12	Colocar chavetas y piñones a ejes
3.13	Colocar golillas, tuercas de sujeción de piñones y apretar a 30 Nm
3.14	Montar cuerpo de piñones
3.15	Montar tapa superior y fijar con 4 pernos de 12 mm y apretar a 82 Nm
3.16	Verificar giro adecuado de bomba y separaciones de piñones con respecto a tapa a una distancia de 0,1 a 0,3 mm

## BOMBA EMBUTIDORA NL-17 PROCEDIMIENTO CAMBIO RODAMIENTOS

- Montaje

<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
<b>4. MONTAJE DE BOMBA</b>	
4.1	Colocar carro elevador para traslado y montaje de bomba, desde taller a máquina
4.2	Colocar 4 pernos de fijación de bomba e incorporar alineador de tubo posteriormente reapretar pernos 8mm a 24 Nm
4.3	Acoplar machón de acoplamiento de bomba a reductor y apretar prisionero
4.4	Instalar soporte porta tubo de embutido y reapretar perno de 12 mm a 82 Nm
4.5	Montar protecciones de máquina
4.6	Coordinar conexión eléctrica de equipo por parte de eléctrico de turno
4.7	Desbloqueo eléctrico y neumático de embutidora retirando tarjetas y candados de bloqueo
4.8	Retirar rejas de seguridad
4.9	Informar entrega de equipo a supervisor de producción
4.10	Puesta en marcha de equipo bajo supervisión de técnico mecánico especialista de embutidora

- Lista de verificación

<b>Paso</b>	<b>Acción</b>	<b>Inicial</b>
a)	Revisar protecciones de seguridad	
b)	Alineamiento de block con respecto a torcedor	
c)	Pernos de ensamble con golilla de presión	
d)	Conector de línea de lubricación ensamblado	
e)	Área limpia y en orden	
f)	Herramientas en pañol	
g)	Temperatura de trabajo de bomba debe ser 25 °C	
h)	Confirmar peso adecuado de vienesa	
i)	Confirmar pérdida de masa	

## BOMBA EMBUTIDORA NL-17 PROCEDIMIENTO CAMBIO RODAMIENTOS

<b>Documentos Relacionados</b>		
	<b>Documento</b>	<b>Nombre</b>
	Manual de embutidora NL/17	

<b>Control uso de Procedimientos</b>	<p>Este checklist de procedimiento fue completado por</p> <p>Inicio: _____</p> <p>Término: _____</p>
--------------------------------------	--

<b>Propietario del Procedimiento</b>	<p>Identificar al experto en la materia que ha validado a este procedimiento como la mejor práctica conocida para realizar este trabajo.</p> <p>Rodrigo Zuzarte Rojas</p>
<b>Historia/ Revisiones del Documento</b>	<p>A continuación se describen por lo menos los tres últimos cambios realizados a este documento, incluidos dentro de todos los efectuados durante los últimos tres meses</p>

<b>Fecha</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Cambio</b>
30/04/17	Rodrigo Zuzarte	Creación del procedimiento

## BOMBA EMBUTIDORA NL-17 PROCEDIMIENTO CAMBIO RODAMIENTOS

- Desvío a la Descripción del Trabajo

<b>Resumen</b>	<Hacer un análisis si se tuviese una desviación al trabajo original >
----------------	---

**PENSAR ANTES DE ACTUAR** (Hacerlo bien la primera vez y con seguridad)

- ¿En qué consiste lo que voy a ejecutar?

\_\_\_\_\_

- ¿Cuáles son los pasos principales de la tarea, y los riesgos involucrados?

<b>Paso</b>	<b>Acción</b>	<b>Riesgo</b>
1		
2		
3		
4		

- ¿Qué me está permitido hacer, y que no?

\_\_\_\_\_

- ¿Qué es lo peor que puede pasar?

\_\_\_\_\_

- ¿Cuál es mi plan de contingencia?

\_\_\_\_\_

- Consideraciones básicas:

¿Protecciones a usar?

\_\_\_\_\_

¿Qué restricciones poner al equipo?

\_\_\_\_\_

¿Tengo el conocimiento adecuado, para la nueva tarea a emprender?

\_\_\_\_\_

¿Hay documentación adicional que puedo usar, políticas, procedimientos, etc.?

\_\_\_\_\_

## BOMBA EMBUTIDORA NL-17 PROCEDIMIENTO CAMBIO RODAMIENTOS

- ¿He validado con alguien mi plan de trabajo?

\_\_\_\_\_

- ¿Se ha definido una adecuada coordinación/comunicación entre los integrantes del equipo de trabajo?

---

- ¿A quién debo avisar, en caso de ocurrir un cambio, en el plan de acción?

---

### **EMBUTIDORA NL-17**



**Figura 15:** Máquina embutidora de vienas NL-17

Manual de operaciones embutidora NL-17

### **BOMBA EMBUTIDORA**



**Foto 11:** Bomba dosificadora de carne en embutidora NL-17. Planta N°1 PFalimentos.

Fotografiada por Rodrigo Zuzarte, en taller de mantención PF planta N°1

PARTES Y PIEZAS BOMBA EMBUTIDORA

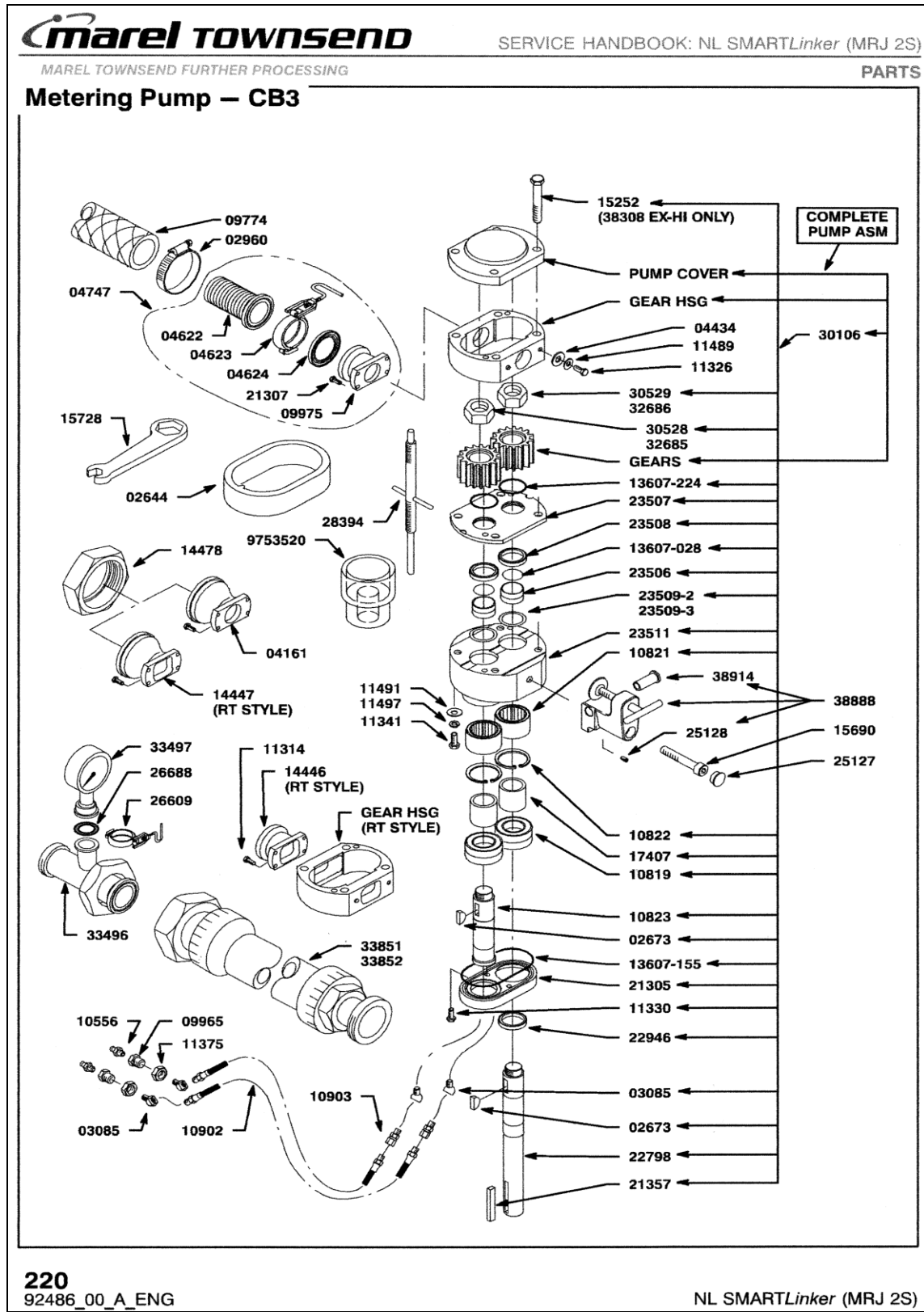


Figura 16: Despiece bomba dosificadora.

Manual de partes y piezas embutidora NL-17

- Capacitación a operadores en cambio de sello y correcto armado de bomba dosificadora

**PF**  
Productos Fernández  
Desde 1983


### Capacitación Interna

Curso	Bombas Dosificadoras.				
Fecha	09-06-17	Hora Inicio	15:00	Hora Término	15:45
Nº	Nombre Participante	Cargo	Firma		
1	CESAR CACERES CACERES	Operario			
2	Erick Valina C	Operario			
3	Hector Nogueira E	Operario			
4	José González López	Operario			
5	Petrucio Torres Les Fuentes	Operario			
6	Bernardo Arenas Rold	Operario			
7	Jonathan Fuentes	Operario			
8	Felipe Quevedo	Mecánico			
9	Matías Eguiluz	Técnico Especialidad			
10	Claudio Arañados	Lider			
1	Luis Alvarado S	Operario			
2	Valentin Villaseca	Ayudante			
3	Osma Marcano	Maquinista			
4	Daniel Rojas Lopez	Operario			
5	Claudio Pahlhofer P.	Lider			
6	SERGE ORTEGA.	MAQUINISTA.			
7	Wendimán Rojas	Ayudante			
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

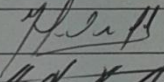
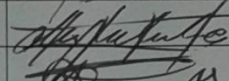
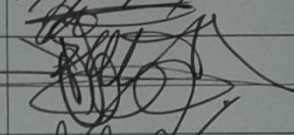
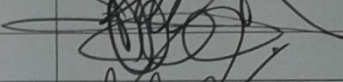
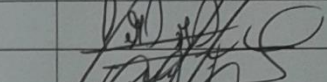
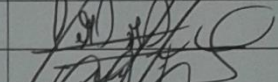
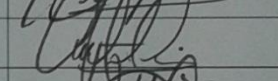
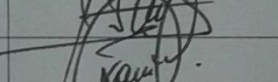
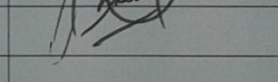
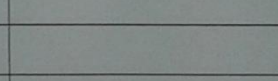
**Descripción General del curso:**  
Procedimiento de DEXARME y ARMADO  
Bomba Dosificadora.

Rodrigo Lizarte R.  
Supervisor de Mantenimiento  
Productos Fernández S.A.

Nombre Relator Firma Relator

	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO		Página 1 de 1	
	CAPACITACIÓN INTERNA		Revisión : 2	
			Código: RG_01-PR_PAP D1	

Curso	Bombas Dosificadora NL-17.			
Fecha	23-06-2017.	Hora Inicio	15:00	Hora Término
Nº	Nombre Participante	Rut	Sección / Depto	Firma
1	Cristian Henao	12378379-4	Emulsiones.	
2	Alex Valenzuela S.	16002994-9	" "	
3	Juan Amador	17.1814.133K	Emulsiones	
4	Rodrigo Quezada	17187314-2	" "	
5	Cristian Valenzuela	16269653-R	Emulsiones	
6	Luis López	12418832-6	" "	
7	Hector J. Quez.	12.295.346-4	" "	
8	Alfonso Rojas	16.165.657-7	" "	
9	Gilberto Córdova	17.020.222-3	" "	
10	Daniel Ojeda	14019422-0	" "	
11				
12				
13				
14				

Descripción General del curso:

ARMADO CORRECTO DE BOMBAS DOSIFICADORAS.

Rodrigo Zuzarte R.  
Supervisor de Mantenimiento  
Productos Fernández S.A.

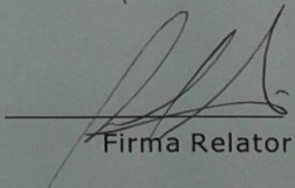
Nombre Relator \_\_\_\_\_ Firma Relator 

Figura 17: Registro capacitación personal PF Alimentos Planta N°1.

Planillas de control interno PF Alimentos Planta N°1.

## CONCLUSIÓN

Al término de nuestro trabajo hemos evidenciado un aumento considerable en la confiabilidad de la embudidora, esto debido a una disminución de fallas en la bomba dosificadora por concepto de correcto montaje de rodamientos. Este aumento de confiabilidad nos ayuda en la disminución de costos por mantenciones no programadas (materiales y mano de obra) también nos ayuda a mejorar la moral del personal aumentando la capacidad técnica y fomentando el empoderamiento.

Nuestra metodología usada fue análisis causa raíz, el cual lo llevamos a cabo recopilando información sobre fallas de la bomba, mantenimiento de la bomba, tipos de fallas de rodamientos, montaje de rodamientos, grasas usadas, correcto manejo y almacenamiento de estas, esta información nos aclaró la idea de falla de rodamientos de bomba por concepto de ajuste inadecuado de rodamientos.

Toda la investigación realizada nos dio como resultado un ajuste inadecuado de rodamientos, por lo cual en primera instancia usamos el reloj comparador para ver el desplazamiento de la cubeta interna del rodamiento y llave de torque para aplicar y reconocer el correcto apriete de los rodamientos y de esta forma estandarizar el montaje adecuado. También se llevaron a cabo capacitaciones a personal involucrado en el armado de la bomba.

Como afirmamos en nuestra investigación hemos llevado a la práctica las mejoras en el montaje de rodamientos y armado de la bomba dosificadora con lo cual se ha evidenciado una extensión en la duración de los rodamientos de un 350%, ya que en un comienzo los rodamientos eran reemplazados cada 20 días por falla de estos y ahora se reemplazan preventivamente de forma programada cada 90 días. Estas buenas prácticas también son extrapoladas a las demás bombas dosificadoras existentes en la planta.

La realización y los buenos resultados obtenidos en este trabajo nos han generado una satisfacción personal en lo profesional y una credibilidad profesional de nuestros pares y personal de producción.

## BIBLIOGRAFÍA

1. <https://www.klueber.com/es/product-detail/id/1690/>
2. [www.mx.nsk.com/...bearing/BearingDoctor\\_for\\_web.pdf](http://www.mx.nsk.com/...bearing/BearingDoctor_for_web.pdf)
3. [www.umag.cl/biblioteca/tesis/alvarez\\_ramirez\\_2005.pdf](http://www.umag.cl/biblioteca/tesis/alvarez_ramirez_2005.pdf)
4. Grupovirtus.org/moodle/pluginfile.php/6113/mod.../NSK\_Cat\_Bearing\_Doc.pdf
5. [www.baleromex.com/catalogos/C-FAG.pdf](http://www.baleromex.com/catalogos/C-FAG.pdf)
6. [https://www.rodasila.com/app/download/5732392062/NSK\\_General+NSK-LR.pdf?t...](https://www.rodasila.com/app/download/5732392062/NSK_General+NSK-LR.pdf?t...)
7. [www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/histrib.pdf](http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/histrib.pdf)
8. [www.lubtechnology.com/pdf/.../Deteccion%20de%20Fallas%20en%20Grasas%20Lub...](http://www.lubtechnology.com/pdf/.../Deteccion%20de%20Fallas%20en%20Grasas%20Lub...)
9. Lubrication-  
management.com/wp.../3/.../Principios\_basicos\_grasas\_lubricantes\_ES.pdf
10. <https://es.scribd.com/doc/287803895/Manual-Tribologia-y-Lubricacion-1>
11. This manual covers the following machine: NL SMARTLinker (MRJ 2S)  
(NL14; NL17; NL21) Part Number: 92486\_00\_A\_ENG Language: English Date:  
2012-01-19