

**2017**

**SUSTENTANTE:  
CESAR DÍAZ LÓPEZ**

**NO.CONTROL 091050229**

**ASESOR: MC JULIO ACEVEDO MARTÍNEZ**

**EMPRESA:**



**MANUAL DE  
MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO**

**TITULACIÓN OCTUBRE 2017**

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Tipos de rodamientos y sus características.....	26
<b>Tabla 2.</b> Tipos de rodamientos y sus características.....	27
<b>Tabla 3.</b> Reglas básicas para la selección de un lubricante.....	28
<b>Tabla 4.</b> Clasificación de la velocidad y la temperatura de trabajo.....	28
<b>Tabla 5.</b> Frecuencia de relubricación y cambios de lubricantes para los diferentes equipos.....	29
<b>Tabla 6.</b> Temperaturas de motores.....	30
<b>Tabla 7.</b> Clasificación de motores.....	31
<b>Tabla 8.</b> Identificación de pernos.....	32
<b>Tabla 9.</b> Variación del torque y apriete que se debe de aplicar según el tipo de perno y la condición de lubricación.....	32
<b>Tabla 10.</b> Identificación de pernos y torque.....	33

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Molino 1.....	8
<b>Figura 2.</b> Navajas Molino 1.....	9
<b>Figura 3.</b> Especificaciones de navajas.....	10
<b>Figura 4.</b> Como medir rodamientos.....	11
<b>Figura 5.</b> Contactor.....	11
<b>Figura 6.</b> Molino 2.....	13
<b>Figura 7.</b> Navajas de Molino.....	14
<b>Figura 8.</b> Rodamientos.....	15
<b>Figura 9.</b> Lavadora para plástico triturado.....	17
<b>Figura 10.</b> Pistón neumático.....	18
<b>Figura 11.</b> Tina de flotación.....	20
<b>Figura 12.</b> Motorreductor de tina de flotación.....	21
<b>Figura 13.</b> Tambores de separación.....	21
<b>Figura 14.</b> Rodamientos y catarinas de tina de flotación.....	22
<b>Figura 15.</b> Bomba de recirculación de tina de flotación.....	22
Introducción.....	5
Marco Teórico.....	6
Metodología.....	34
Resultados.....	41
Conclusiones.....	42
Referencias.....	44

## **Introducción**

En este proyecto de desarrollo de Manual de mantenimiento preventivo se investigó la ruta crítica del proceso de reciclaje que realiza la empresa Plasttek (Empresa dedica a preservar el medio ambiente mediante el reciclado de polipropileno), definiéndose las máquinas más sobresalientes, así como los equipos o componentes vitales, esto para generar el manual de mantenimiento preventivo de dichos equipos.

Se pretende evitar pérdidas de producción e insumos por la falta de un procedimiento adecuado al momento de realizar las actividades de mantenimiento en los equipos, para lograr esta prevención de averías y daños se requiere un chequeo continuo de las variables en los equipos y el oportuno sistema de validación en la toma de decisiones.

# Marco Teórico

## Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo puede definirse como la programación de actividades de inspección de los equipos, tanto de funcionamiento como de limpieza y calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica con base en un plan de aseguramiento y control de calidad. Su propósito es prevenir las fallas, manteniendo los equipos en óptima operación.

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos, detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno. Con un buen mantenimiento preventivo se obtiene experiencia en diagnóstico de fallas y del tiempo de operación seguro de un equipo.

### Definición.

Como su nombre lo indica el mantenimiento preventivo se diseñó con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub-sistemas e inclusive partes.

Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etc., a maquinaria, equipos e instalaciones y que se considera importante realizar para evitar fallos.

Es importante trazar la estructura del diseño incluyendo en ello las componentes de Conservación y Confiabilidad, así como un plan que fortalezca la capacidad de gestión de cada uno de los diversos estratos organizativos y empleados sin importar su localización geográfica, ubicando las responsabilidades para asegurar el cumplimiento.

Haciendo uso de los datos hacemos su planeación esperando con ello evitar los paros y obtener con ello una alta efectividad de la planta, los conceptos de este mantenimiento se agrupan en dos categorías: PREVENTIVO Y CORRECTIVO.

El mantenimiento preventivo se refiere a las acciones, tales como;

Reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, etc.

Hechas en períodos de tiempos por calendario o uso de los equipos. (Tiempos dirigidos).

El mantenimiento preventivo podrá en un futuro ser potencialmente mejorado por medio de la incorporación de un programa de Mantenimiento Predictivo.

Dentro del mantenimiento planeado se contempla el mantenimiento predictivo.

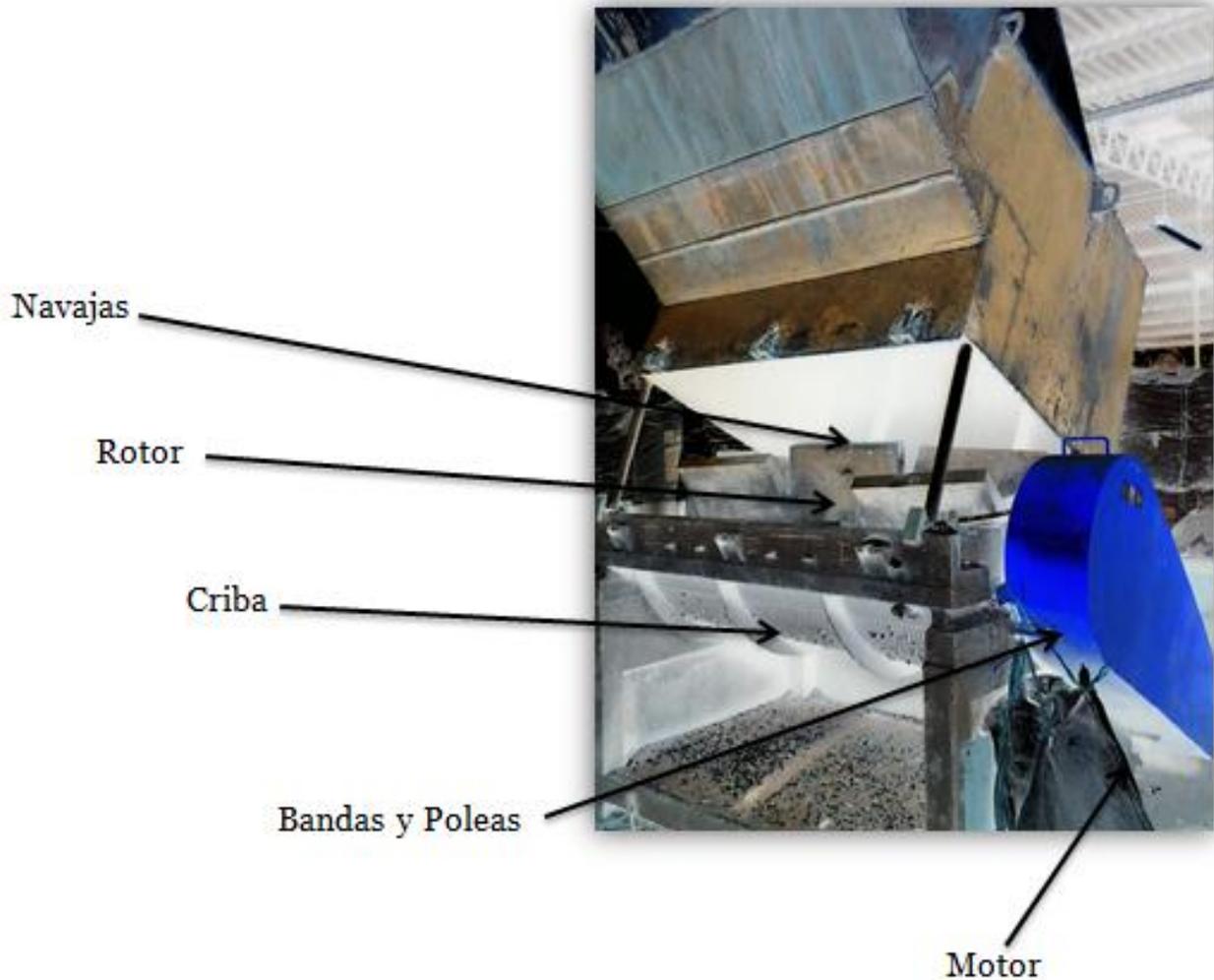
El Mantenimiento Correctivo se utilizará como la acción que emana de los programas de mantenimiento preventivo y predictivo (Tiempos dirigidos y Condiciones dirigidas de los equipos).

**\*CITA: [1]**

**DESARROLLO**

## MOLINO 1

Equipo utilizado para moler el producto a reciclar como lo son los envases de refresco, leche, detergentes, jugos y demás material de polipropileno. Para reducirlos en pequeñas hojuelas de aproximadamente 2 a 3plg.



**FIGURA 1:** Molino 1

## Componentes de Equipo

**Motor:** Worwide Electric Corporation de 100 HP, de 1785 RPM, Modelo WEC100.405T, de 230/470 V

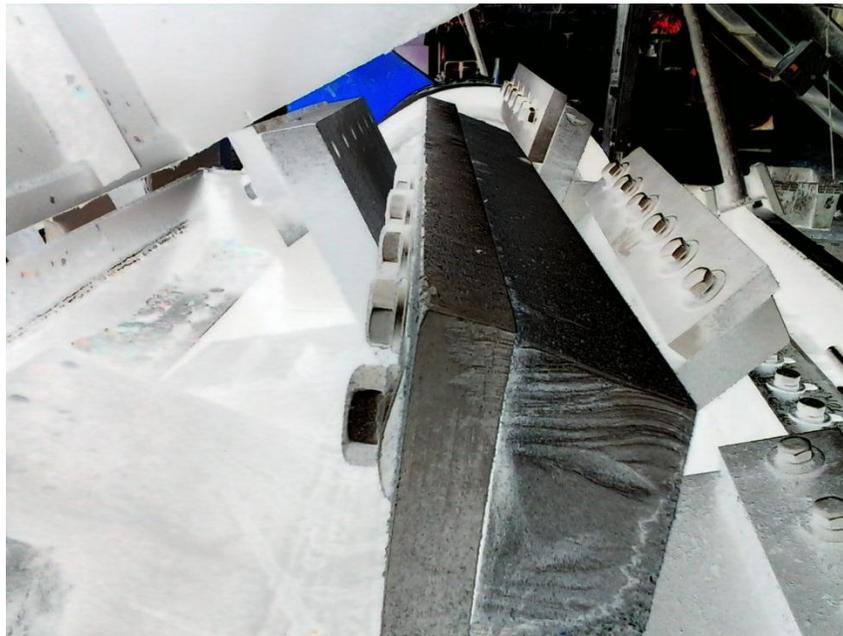
- a) Funcionamiento eléctrico y mecánico
- b) Temperatura 45°C
- c) Condición de Polea
- d) Consumo de amperaje al arranque 230Amp.
- e) Consumo de amperaje sin carga 45Amp.
- f) Consumo de amperaje con carga entre 60/100A dependiendo la dureza del material

**Bandas:** 4 bandas del tipo C-150 Black Gold

- a) Revisión de desgaste y daños
- b) Tensión
- c) Resistencia a Temperatura -35C a +70C

**Navajas:** Acero Tipo ROTWELL C-53

- a) Medidas 553x105x25mm
- b) Angulo de afilado rotor 72° y fija 80°
- c) Renovar afilado
- d) Pernos de sujeción de 1in a un torque de 125Lb/ft

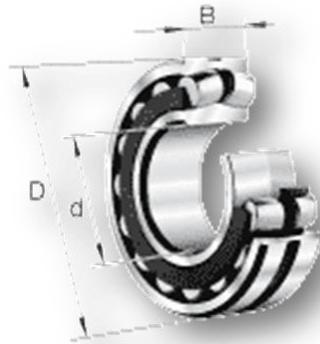


**FIGURA 2:** Navajas Molino 1



### Rodamientos:

- a) Tipo de lubricación grasa, gramos ( $G=0,005DB$ ) en mm.
- b) Estado de rodamientos
- c) Tipo de rodamiento 22228E1K.C3. Medidas: Agujero cónico, conicidad 1:12 (K), Ancho (B) 68mm Diámetro exterior (D)250 mm, Diámetro interior (d) 140 mm, Juego interno del rodamientoC3, Peso neto13.05 KGR
- d) Temperatura de trabajo de rodamientos entre 35 y 75 °C



**FIGURA 4:** Como medir rodamientos

### Botoneras y Contactores:

Observación visual dañados o quemados



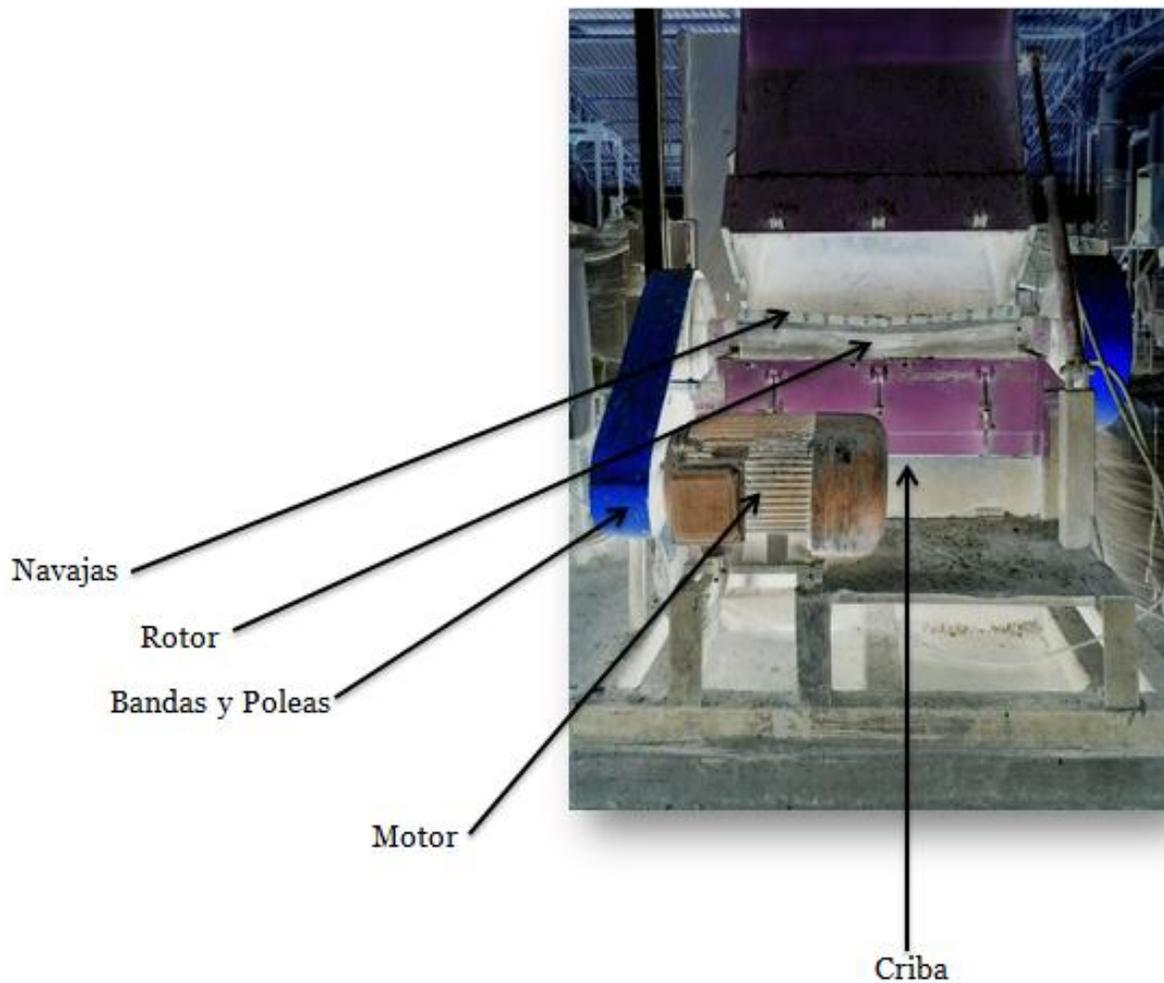
**FIGURA 5:** Contactor

Nombre del Equipo: \_\_\_\_\_ MOLINO 1 \_\_\_\_\_  
 Encargado de Equipo: \_\_\_\_\_  
 Realizo Inspección: \_\_\_\_\_  
 Hora y Fecha: \_\_\_\_\_

<b>Elemento</b>	<b>Excelente</b>	<b>Buena</b>	<b>Mala</b>	<b>Unidad</b>
Condición del cuerpo				
Temperatura de motor				
Temperatura de baleros de motor				
Estado de poleas				
Amperaje de motor				
Temperatura de rodamientos				
Temperatura de bandas				
Lubricación de catarinas				
Tornillos de sujeción de implementos				
Desgaste de cuchillas				
Lubricación y estado de engranes				
Tensión bandas				
Torque de Cuchillas				
Botoneras				
Contactores				
Observaciones:				

## MOLINO 2

Equipo utilizado para moler el producto a reciclar como lo son los envases de refresco, leche, detergentes, jugos y cualquier otro material de polipropileno. Para reducirlos en pequeñas hojuelas de aproximadamente 1cm.



**FIGURA 6:** Molino 2

## Componentes de Equipo

**Motor:** 50 HP, 1800RPM de 208-230/460V

- a) Funcionamiento eléctrico y mecánico
- b) Temperatura 45°C
- c) Condición de polea
- d) Consumo de amperaje al arranque 230Amp.
- e) Consumo de amperaje sin carga 35Amp.
- f) Consumo de amperaje con carga entre 45/80Amp. dependiendo de la dureza del material.

**Bandas:** 5 bandas del tipo C-12

- a) Revisión de desgaste y daños
- b) Tensión
- d) Resistencia a Temperatura -35C a +70.

**Navajas:** Acero Tipo ROTWELL C-53

- a) Medidas 22x110x595mm
- b) Angulo de afilado para rotor 57 ° y fija 78 °
- c) Renovar afilado
- d) Pernos de sujeción de 1in a un torque de 115Lb/ft



**FIGURA 7:** Navajas de Molino.

**Rodamientos:**

- a) Tipo de lubricación y gramos
- b) Estado de rodamiento optimo
- c) Tipo 6322.c3. Medidas: Diámetro Interno 110mm, Diámetro de Salida 240m, Anchura del Anillo 50mm
- d) Temperatura de trabajo entre 35 y 70 °C (95 hasta 158 °F)



**FIGURA 8:** Rodamiento.

Nombre del Equipo: \_\_\_\_\_ MOLINO 2 \_\_\_\_\_  
 Encargado de Equipo: \_\_\_\_\_  
 Realizo Inspección: \_\_\_\_\_  
 Hora y Fecha: \_\_\_\_\_

<b>Elemento</b>	<b>Excelente</b>	<b>Buena</b>	<b>Mala</b>	<b>Unidad</b>
Condición del cuerpo				
Temperatura de motor				
Temperatura de baleros de motor				
Estado de poleas				
Amperaje de motor				
Temperatura de rodamientos				
Temperatura de bandas				
Lubricación de catarinas				
Tornillos de sujeción de implementos				
Desgaste de cuchillas				
Lubricación y estado de engranes				
Tensión bandas				
Torque de Cuchillas				
Botoneras				
Contactores				
Observaciones:				

## Lavadora

Equipo que sirve para la limpieza y descontaminado del material una vez molido. Esta cuenta con una tina de 125cm de altura y 135cm de diámetro para una carga de trabajo de 300Kg.



**FIGURA 9:** Lavadora para plástico triturado.

### **Componentes de Equipo:**

**Motorreductor:** Trifásico marca ANSE de 5HP, modelo 00518ET3EM.184TC, y de 1755RPM, de 230/460V

- a) Funcionamiento eléctrico y mecánico.
- b) Temperatura 45°C.
- c) Condición de catarinas.
- d) Consumo de amperaje libre.
- e) Consumo de amperaje con carga.

### **Tina de acero inoxidable**

- a) Observación visual de daños o fugas.

### **Pistón**

- a) Parker 02.00 CBB2MAU534C
- b) Desplazamiento de vástago libre
- c) Fugas de aire.



**FIGURA 10:** Pistón Neumático.

Nombre del Equipo: \_\_\_\_\_ LAVADORA \_\_\_\_\_  
 Encargado de Equipo: \_\_\_\_\_  
 Realizo Inspección: \_\_\_\_\_  
 Hora y Fecha: \_\_\_\_\_

Elemento	Excelente	Buena	Mala	Unidad
Condición del cuerpo				
Temperatura de motor				
Temperatura de baleros de motor				
Estado de poleas	<b>NA</b>			
Amperaje de motor				
Temperatura de rodamientos				
Temperatura de bandas	<b>NA</b>			
Lubricación de catarinas				
Tornillos de sujeción de implementos				
Desgaste de cuchillas	<b>NA</b>			
Lubricación y estado de engranes				
Tensión bandas	<b>NA</b>			
Torque de Cuchillas	<b>NA</b>			
Botoneras				
Contactores				
Observaciones:				

## Tina de Flotación

Equipo útil que después del proceso de lavado este separa el material plástico de solidos que son desechos y que puedan dañar los equipos de los siguientes procesos.



**FIGURA 11:** Tina de flotación.

**Motorreductor:** Trifásico Marca ANCE de 220/440V, 1.5HP

- a) Funcionamiento eléctrico y mecánico
- b) Temperatura 40°C
- c) Consumo de amperaje libre
- d) Consumo de amperaje con carga



**FIGURA 12:** Motorreductor de tina de flotación.

### **Tambores de separación**

De 485mm de Diámetro x700mm de Longitud. Observación visual que puedan tener orificios y se filtre el agua en su interior y ocasione mayor peso que tenga que mover el motorreductor, que estén golpeadas o sueltas las paletas de separación de sólidos y no hagan su función.



**FIGURA 13:** Tambores de separación.

## Rodamientos

- a) Tipo de lubricación y gramos
- b) Estado de rodamiento optimo
- c) Tipo de balero
- d) Temperatura de trabajo entre 35 y 70 °C.



**FIGURA 14:** Rodamientos y catarinas de tina de flotación.

## Bomba

- a) Funcionamiento eléctrico y mecánico
- b) Temperatura 45°C
- c) Condición de polea
- d) Consumo de amperaje libre
- e) Consumo de amperaje con carga



**FIGURA 15:** Bomba de recirculación de tina de flotación.

Nombre del Equipo: \_\_\_\_\_ TINA DE FLOTACION \_\_\_\_\_  
 Encargado de Equipo: \_\_\_\_\_  
 Realizo Inspección: \_\_\_\_\_  
 Hora y Fecha: \_\_\_\_\_

Elemento	Excelente	Buena	Mala	Unidad
Condición del cuerpo				
Temperatura de motor				
Temperatura de baleros de motor				
Estado de poleas	<b>NA</b>			
Amperaje de motor				
Temperatura de rodamientos				
Temperatura de bandas	<b>NA</b>			
Lubricación de catarinas				
Tornillos de sujeción de implementos				
Desgaste de cuchillas	<b>NA</b>			
Lubricación y estado de engranes				
Tensión bandas	<b>NA</b>			
Torque de Cuchillas	<b>NA</b>			
Botoneras				
Contactores				
Observaciones:				

## ANEXO 1

### RODAMIENTOS

#### Carga Radial

Los rodamientos que principalmente han de soportar cargas radiales, se llaman rodamientos radiales. Tienen un ángulo de contacto nominal de  $\alpha_0 \leq 45^\circ$ . Los rodamientos de rodillos soportan mayores cargas radiales que los rodamientos de bolas de igual tamaño.

Los rodamientos de rodillos cilíndricos tipo N y NU únicamente resisten cargas radiales. Los otros tipos de rodamientos radiales soportan cargas radiales y axiales.

Rodamientos radiales con un ángulo de contacto nominal  $\alpha_0 \leq 45^\circ$  principalmente para cargas radiales a = rodamiento rígido de bolas, b = rodamiento de bolas de contacto angular, c = rodamiento de rodillos cilíndricos NU, d = rodamiento de rodillos cónicos, e = rodamiento oscilante de rodillos

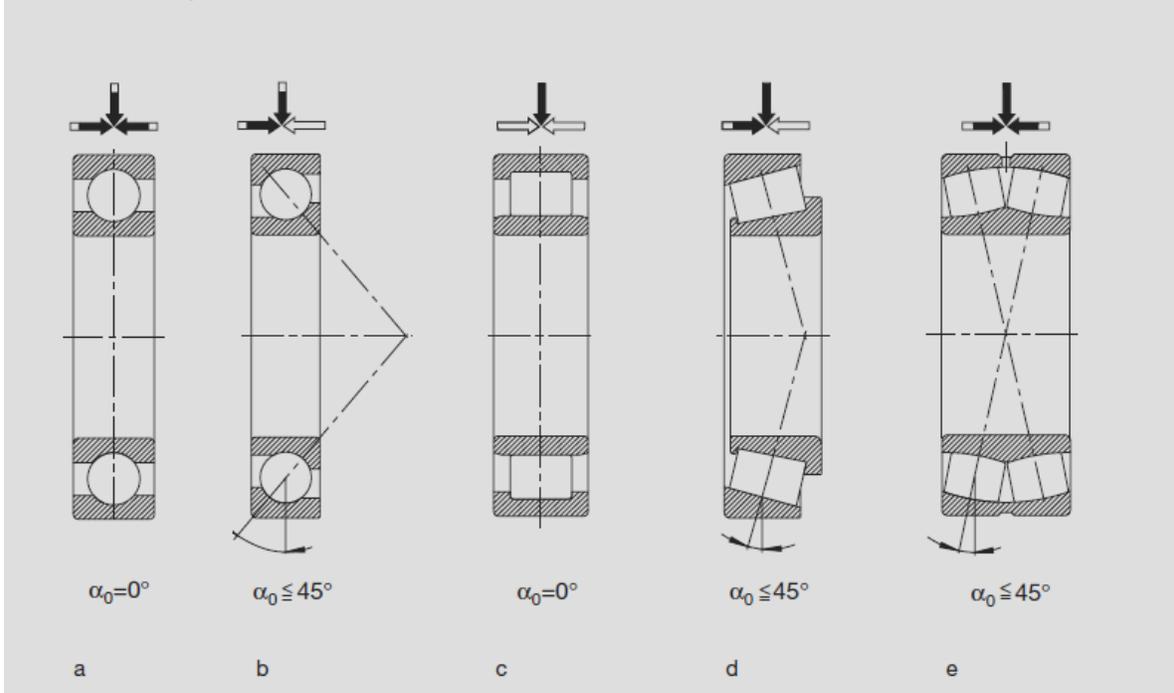
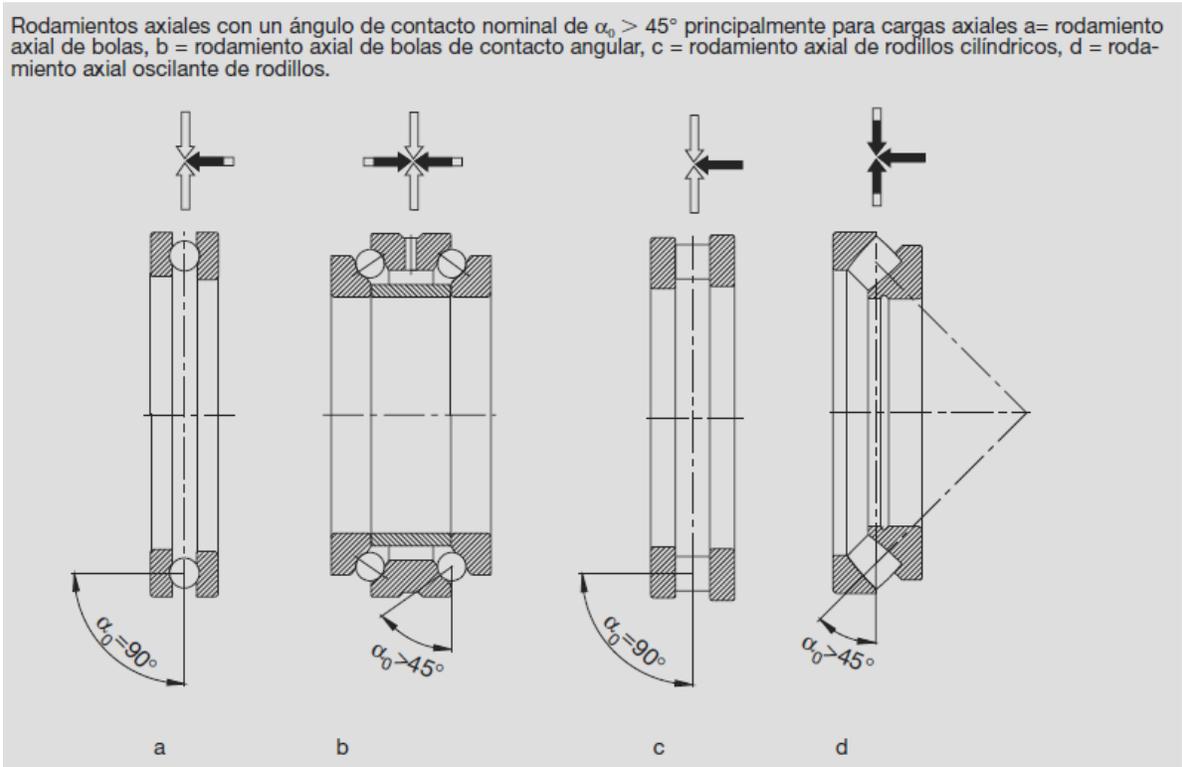


FIGURA 16: Descripción de rodamientos de carga radial.

#### Carga Axial

Los rodamientos que principalmente han de soportar cargas axiales (rodamientos axiales), tienen un ángulo de contacto nominal  $\alpha_0 \leq 45^\circ$ .

Según su diseño, los rodamientos axiales de bolas y los rodamientos axiales de bolas de contacto angular son capaces de absorber fuerzas axiales en sentido único o en ambos sentidos. Cuando existen fuerzas axiales muy elevadas, se prefieren rodamientos axiales de rodillos cilíndricos o rodamientos axiales oscilantes de rodillos. Los rodamientos axiales oscilantes de rodillos y los rodamientos axiales de bolas de contacto angular, de simple efecto, absorben cargas combinadas axiales y radiales. Los demás tipos de rodamientos axiales solamente absorben cargas axiales.



**FIGURA 17:** Descripción de rodamientos de carga axial.

Tipo de rodamiento	Características:			Características:																	
	Aptitud muy buena	buena	normal / aceptable	limitada	no adecuada / no aplicable	Carga radial	Carga axial en ambas direcciones	Compensación longitudinal en el rodamiento	Compensación longitudinal con ajuste deslizante	Rodamientos despieceables	Compensación de desalineaciones	Elevada precisión	Aptitud para elevadas velocidades	Fundamento silencioso	Agujero cónico	Obtención a uno o ambos lados	Elevada rigidez	Bajo rozamiento	Rodamientos fijos	Rodamientos libres	
Rodamientos rígidos de bolas	●	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Rodamientos de bolas de contacto angular	●	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Rodamientos de bolas de contacto angular de doble fila	●	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Rodamientos para husillos	●	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Rodamientos con cuatro centros de rodadura	●	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Rodamientos oscilantes de bolas	●	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Rodamientos de rodillos cilíndricos NUL, N	●	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
NU	●	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
NUP, NU + HU	●	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
NN	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
NCE, N/23H	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
NNC, NNF	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

↑ Rodamientos individuales y rodamientos en tandem en un sentido  
 a) para montaje por pares  
 b) para baja carga axial  
 c) aptitud limitada para montaje por pares  
 d) también con manguitas de montaje o desmontaje  
 e) solo carga axial  
 f) muy bien en series estrechas

TABLA 1: Tipos de Rodamientos y sus características

Tipo de rodamiento	Aptitud			Características:																	
	muy buena	buena	normal / aceptable	limitada	no adecuada / no aplicable	Carga radial	Carga axial en ambas direcciones	Compensación longitudinal en el rodamiento	Compensación longitudinal con ajuste deslizante	Rodamientos deslizables	Compensación de desalineaciones	Elevada precisión	Aptitud para elevadas velocidades	Funcionamiento silencioso	Agujero cónico	Obtención a uno o ambos lados	Elevada rigidez	Bajo rozamiento	Rodamientos fijos	Rodamientos libres	
Rodamientos de rodillos cónicos	●	●	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Rodamientos oscilantes de rodillos, de una hilera	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Rodamientos oscilantes de rodillos	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Rodamientos axiales de bolas	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Rodamientos axiales de bolas de contacto angular	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Rodamientos axiales de rodillos cilíndricos	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Rodamientos axiales oscilantes de rodillos	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Rodamientos con anillo de sujeción	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

← Rodamientos individuales y rodamientos en tandem en un sentido

aj para montaje por parejas  
 cj limitada aptitud para montaje por parejas  
 qj también con mangos de montaje o desmontaje

g) rodamientos con anillos de sujeción y axiales de bolas con contrapala compensan desalineaciones durante el montaje

TABLA 2: Tipos de Rodamientos y sus características

## ANEXO 2: Lubricación

### Relubricación desde una vez a la semana hasta una vez al año.

$M1 = D \cdot B \cdot X$ , partiendo de un factor

Semanal:  $X = 0,002$

Mensual:  $X = 0,003$

Anual:  $X = 0,004$

$M1$  en  $cm^3$

$D$  = diámetro del rodamiento [mm]

$B$  = anchura del rodamiento [mm]

A mayor velocidad	Menor viscosidad
A menor velocidad	Mayor viscosidad
A mayor temperatura	Mayor viscosidad
A menor temperatura	Menor viscosidad
A mayor carga	Mayor viscosidad
A menor carga	Menor viscosidad

**TABLA 3:** Reglas básicas para la selección del lubricante.

<b>Velocidad</b>	<b>Temperatura</b>
Baja de 0 a 450 RPM	Normal de 10°C a 35°C
Media de 450 a 900 RPM	Media de 35°C a 60 °C
Alta de 900RPM	Alta <b>60°C</b>

**TABLA 4:** Clasificación de la velocidad y la temperatura de trabajo

Equipo	Relubricación	Cambio
Reductor con aceite	Semanal	8 / 10 meses.
Engranajes abiertos (aceite)	Diario	
Engranajes abiertos. (grasa)	Semanal	
Sistema centralizado de circulación	Semanal	
Sistemas hidráulicos.	Semanal	10 meses
Lubricadores en línea de aire.	Diario	
Acoplamientos con grasa	Semanal	
Motores eléctricos	trimestral	Anual

**TABLA 5:** Frecuencia de relubricación y cambios de lubricantes para los diferentes equipos

### Engrase de motor

A velocidades muy bajas, el ventilador del motor pierde su capacidad de refrigeración. Si la temperatura de trabajo de los rodamientos del motor es de  $\geq 80^{\circ}\text{C}$  (se comprueba mediante la temperatura de superficie de los rodamientos de los escudos), deben utilizarse intervalos de engrase más cortos o grasa especial (grasa de presión extrema o engrase de altas temperaturas).

El intervalo de engrase debe dividirse a la mitad para cada aumento de  $15^{\circ}\text{C}$  en la temperatura del rodamiento por encima de  $+70^{\circ}\text{C}$ .

Temperatura ambiente, ° C	30	40	45	50	55	60	70	80
Potencia permitida, % de potencia nominal	107	100	96,5	93	90	86,5	79	70
Altura sobre el nivel del mar, m	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	
Potencia permitida, % de potencia nominal	100	96	92	88	84	80	76	

**TABLA 6:** Temperaturas de Motores

### Anclaje de motor y clasificación de motores

El anclaje debe ser suficientemente firme como para soportar las fuerzas que puedan aparecer en caso de un cortocircuito trifásico. El par de cortocircuito es básicamente una oscilación sinusoidal amortiguada y, por lo tanto, puede presentar tanto valores positivos como negativos. El esfuerzo sobre el anclaje puede calcularse con la ayuda de las tablas de datos del catálogo del motor y con la fórmula siguiente:

$$F = 0,5 \times g \times m + 4 \times \frac{T_{max}}{A}$$

**Donde F** = esfuerzo por lado, N

**G** = aceleración gravitacional, 9,81 m/s<sup>2</sup>

**M** = peso del motor, kg

**Tmax** = par máximo, Nm

**A** = distancia lateral entre los agujeros en las patas del motor, m

**Grado de protección**

Es la protección del motor contra la entrada de cuerpos extraños (polvo, fibras, etc.), contacto accidental y penetración de agua.

Así, por ejemplo, un equipamiento a ser instalado en un local sujeto a chorros de agua, debe poseer un envoltorio capaz de soportar tales chorros de agua, bajo determinados valores de presión y ángulo de incidencia, sin que haya penetración que pueda ser perjudicial al funcionamiento del motor.

El grado de protección es definido por dos letras (IP) seguido de dos dígitos. El primer dígito indica protección contra la entrada de cuerpos extraños y contacto accidental, mientras el segundo dígito indica la protección contra la entrada de agua.

1º Dígito	
Dígito	Indicación
0	Sin protección
1	Protección contra la entrada de cuerpos extraños de dimensiones superiores a 50 mm
2	Protección contra la entrada de cuerpos extraños de dimensiones superiores a 12 mm
3	Protección contra la entrada de cuerpos extraños de dimensiones superiores a 2,5 mm
4	Protección contra la entrada de cuerpos extraños de dimensiones superiores a 1,0 mm
5	Protección contra la acumulación de polvos perjudiciales al motor
6	Totalmente protegido contra el polvo

2º Dígito	
Dígito	Indicación
0	Sin protección
1	Protección contra gotas de agua en la vertical
2	Protección contra gotas de agua hasta la inclinación de 15° en relación a vertical
3	Protección contra agua de lluvia hasta la inclinación de 60° en relación a vertical
4	Protección contra salpicaduras provenientes de todas direcciones
5	Protección contra chorros de agua provenientes de todas las direcciones
6	Protección contra olas de agua
7	Inmersión temporaria
8	Inmersión permanente

**TABLA 7:** Clasificación de los motores

## ANEXO 3

### Pernos

Grado de Dureza 	 SAE 2	 SAE 5	 SAE 7	 SAE 8
Marcas 	Sin Marcas	3 líneas	5 líneas	6 líneas
Material 	Acero al carbono	Acero al carbono	Acero al carbono templado	Acero al carbono templado
Tensión Mínima 	74 libras por pulgada	120 libras por pulgada	133 libras por pulgada	150 libras por pulgada

**TABLA 8:** Identificación de Pernos

Tipo de Perno	Variación del Torque
Corriente Lubricado con Aceite	Reducir 15 a 25%
Corriente con Teflón o Grasa	Reducir 50%
Cromado Lubricado	Sin Cambio
Plateado Cadmio Lubricado	Reducir 25%
Plateado Zinc Lubricado	Reducir 15%

**TABLA 9:** Variaciones del Torque y Apriete que se debe aplicar según el tipo de perno y la condición de lubricación.

	Grado 	2	2	5	5	7	7	8	8
Diámetro Pulgadas	Hilos por pulgada	SECO	con Aceite						
1/4	20	4	3	8	6	10	8	12	9
1/4	28	6	4	10	7	12	9	14	10
5/16	18	9	7	17	13	21	16	25	18
5/16	24	12	9	19	14	24	18	29	20
3/8	16	16	12	30	23	40	30	45	35
3/8	24	22	16	35	25	45	35	50	40
7/16	14	24	17	50	35	60	45	70	55
7/16	20	34	26	55	40	70	50	80	60
1/2	13	38	31	75	55	95	70	110	80
1/2	20	52	42	90	65	100	80	120	90
9/16	12	52	42	110	80	135	100	150	110
9/16	18	71	57	120	90	150	110	170	130
5/8	11	98	78	150	110	140	140	220	170
5/8	18	115	93	180	130	210	160	240	180
3/4	10	157	121	260	200	320	240	380	280
3/4	16	180	133	300	220	360	280	420	320
7/8	9	210	160	430	320	520	400	600	460
7/8	14	230	177	470	360	580	440	660	500
1	8	320	240	640	480	800	600	900	680
1	12	350	265	710	530	860	666	990	740

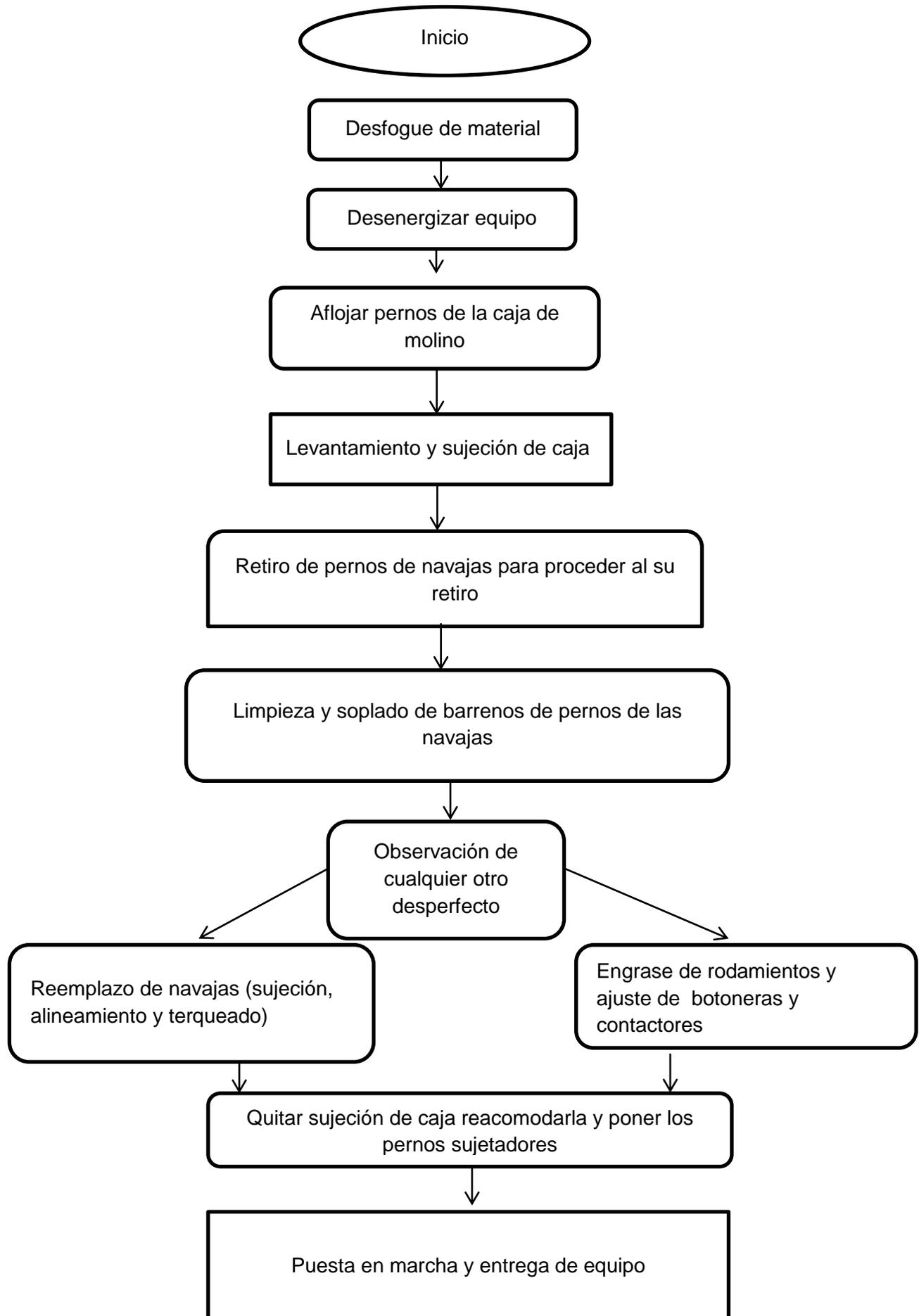
**TABLA 10:** Identificación de pernos y torque

## **Metodología**

La metodología utilizada fue la de observar el funcionamiento de operación de cada una de los equipos dentro de su área de trabajo para valorar las condiciones y exposiciones a las que se encuentran y así ir tomando las medidas necesarias para prevenir y disminuir las fallas más comunes que estas presentan para lo cual se tuvieron que sacar datos de las últimas ocasiones en que fueron corregidas de igual forma se utilizaron dispositivos como lo es el multímetro para verificar los consumos de corriente para saber si los motores eléctricos trabajaban con las especificaciones que en su placa principal contenía y si tenían excesos en el consumo de este se revisarían los componentes del equipo para encontrar alguna posible falla la cual impediría que realizara sus funciones correctamente.

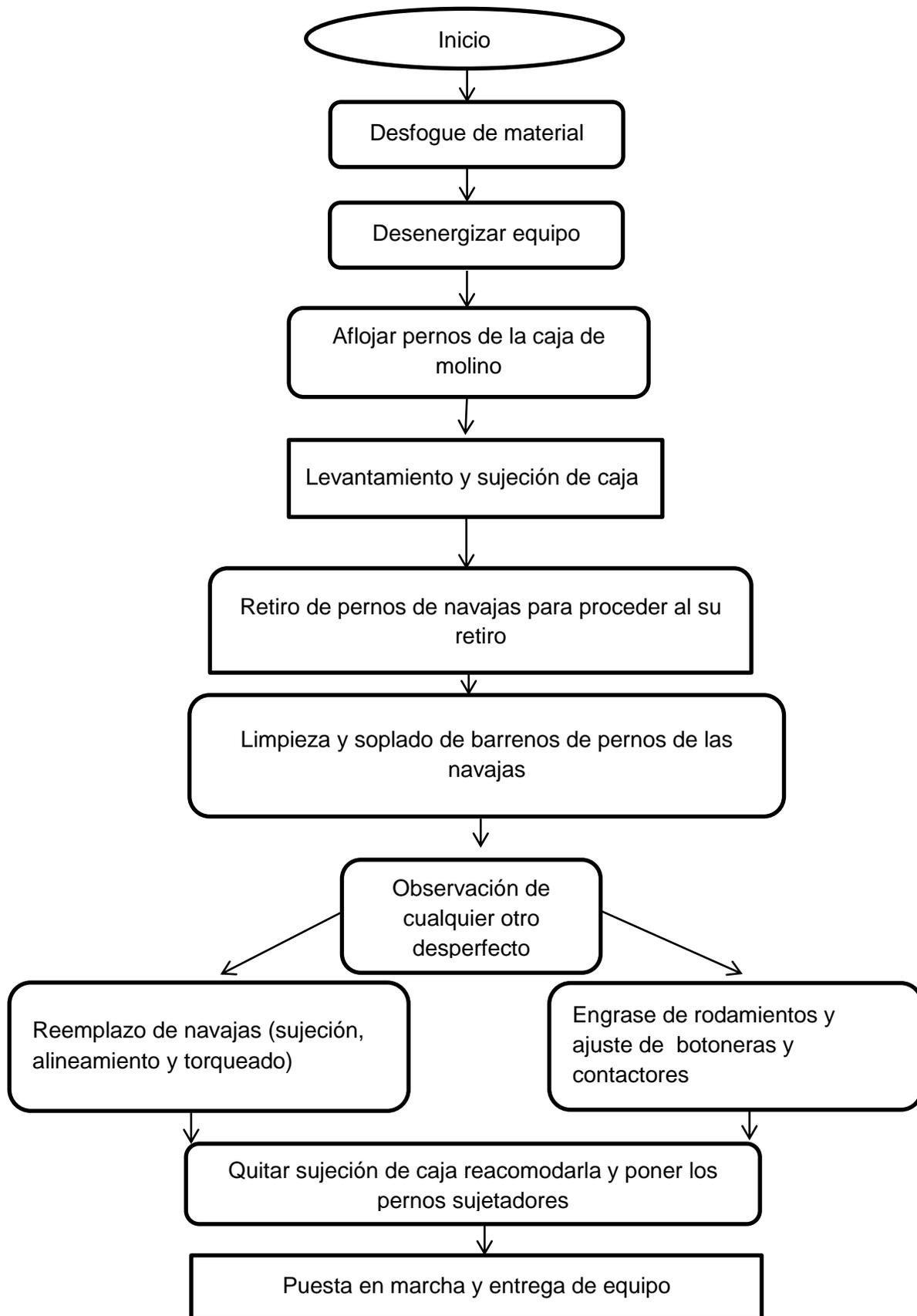
### **Molino 1:**

Desfogue de material y limpieza de la caja de molino, deshabilitar interruptor principal, interruptor de control y presionar paro de emergencia, aflojar tornillos de sujeción para sellar tapa de molino iniciar con el desarme de tornillería de las navajas del rotor y fijas, vuelta o cambio de navajas con el ajuste de distancia entre navajas de rotor y fijas que se requiere al igual que él y torque, reapriete de tornillería en contactores y botoneras de la caja de control.



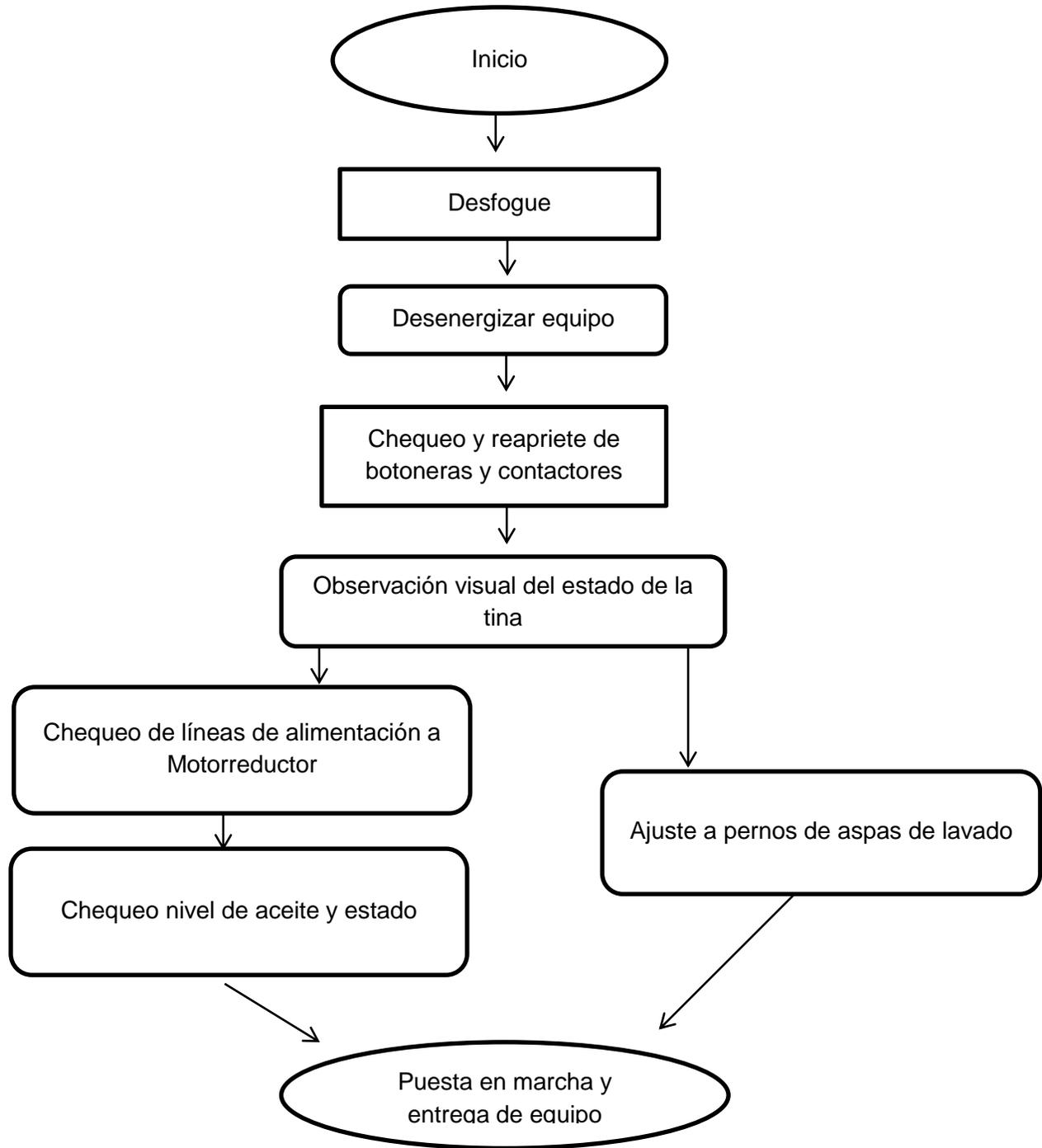
**Molino 2:**

Desfogue de material y limpieza de la caja de molino, deshabilitar interruptor principal, interruptor de control y presionar paro de emergencia, aflojar tornillos de sujeción para sellar tapa de molino iniciar con el desarme de tornillería de las navajas del rotor y fijas, vuelta o cambio de navajas con el ajuste de distancia entre navajas de rotor y fijas que se requiere al igual que él y torque, reapriete de tornillería en contactores y botoneras de la caja de control.



**LAVADORA:**

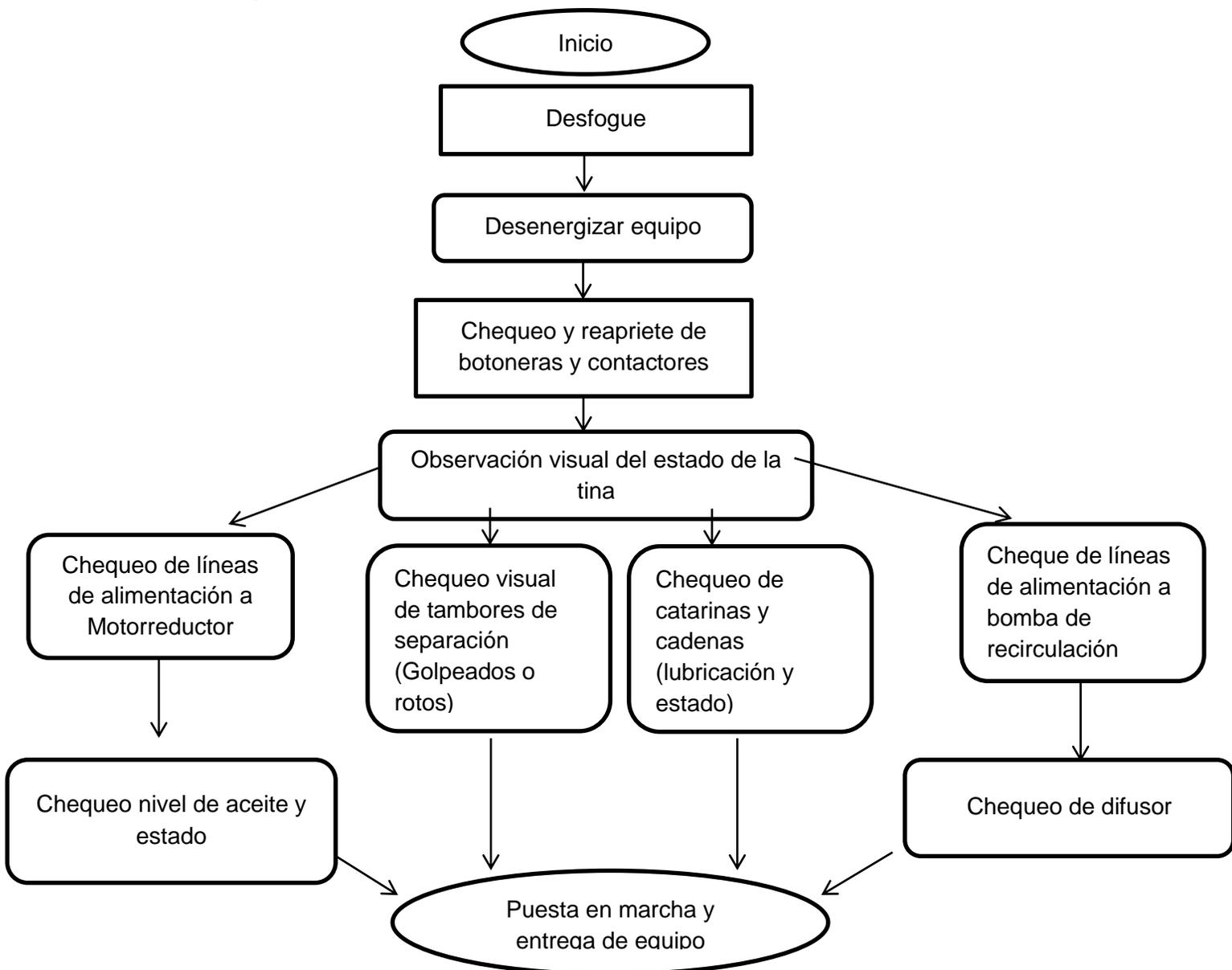
Desfogue de material y limpieza de tina, deshabilitar control principal y presionar paro de emergencia. Los siguientes pasos son los de checar que la tina no tenga abolladuras y/o rupturas que ocasionen fugas de agua con sosa caustica, chequeo de las válvulas de entrada de agua que no estén obstruidas por sarro o algún otro material, cheque de catarinas y cadena que estén haciendo bien su función y si tiene desgaste excesivo buscar la causa de ella, chequeo de las líneas de alimentación del Motorreductor así como el estado del lubricante, reapriete en bornes y tornillería de caja de control.



### Tina de Flotación:

Desfogue de material y limpieza de tina, deshabilitar control principal y presionar paro de emergencia tanto del Motorreductor como el de la bomba de recirculación. Los siguientes pasos son los de checar que la tina que no tenga abolladuras y/o rupturas que ocasionen fugas de agua, revisión de las entradas de agua que no estén tapadas por sarro o algún otro material. Checar que las líneas de alimentación del Motorreductor que estén bien instaladas, que las cadenas y catarinas no estén obstruidas por cualquier otro material o que tengan desgaste excesivo y si es así solucionar la causa. Verificar que los tambores de separación no estén dañados y giren libremente.

Checar la bomba de recirculación, sus líneas de alimentación, el calentamiento o que la entrada de agua no este obstruido (Difusor) por otro material que impida su trabajo.

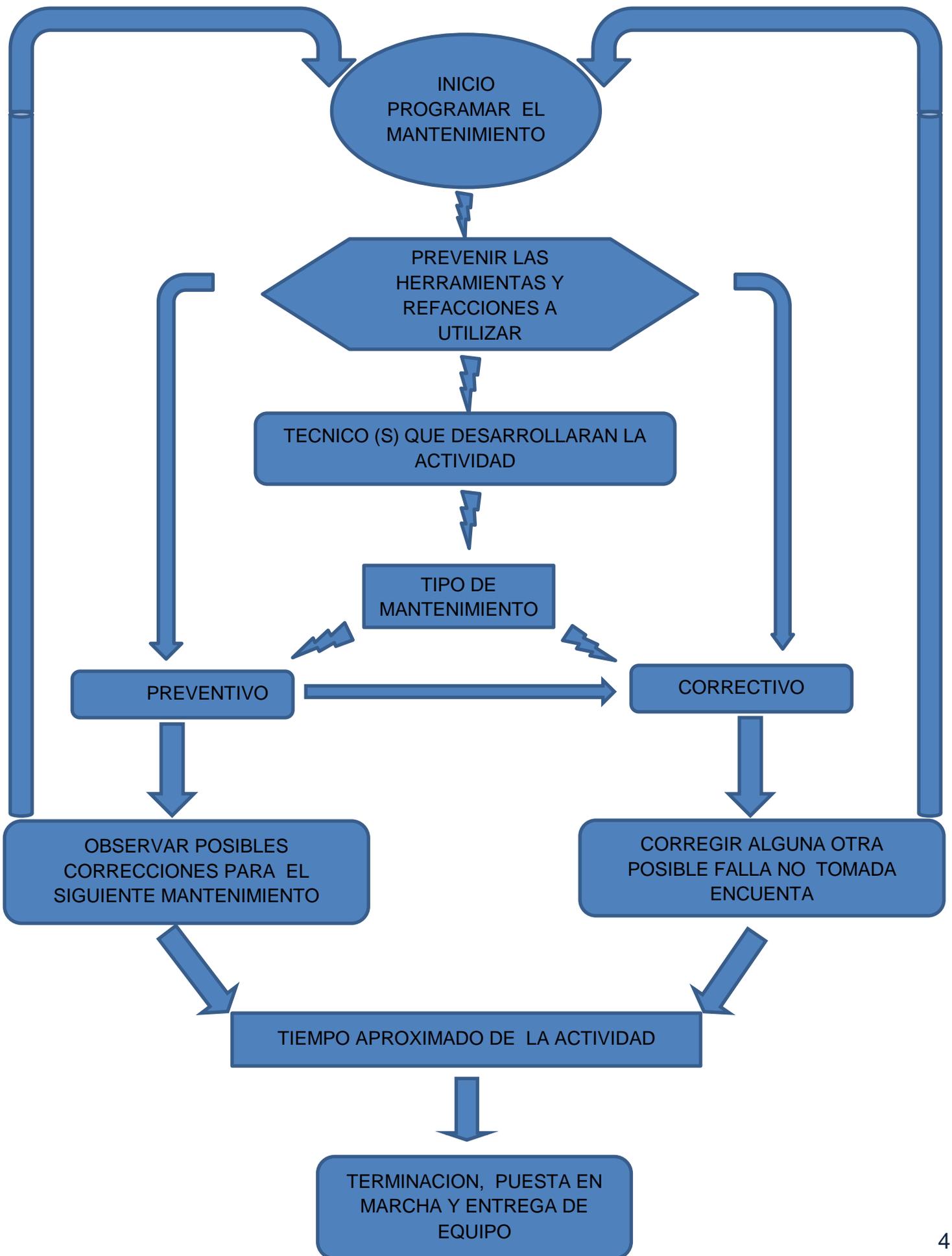


## **Resultados**

Los resultados a obtener serán muy favorables para la empresa ya que se tomaron los datos más indispensables y chequeos de cada uno de sus equipos más sobresalientes así como de cada uno de sus componentes, detallando desde el lugar donde se desarrolla la operación de trabajo a realizar, los mecanismos, los voltajes al arranque con carga y sin carga, temperaturas de sus motores y rodamientos, medidas de accesorios, tipo de lubricación y ajustes.

Esto beneficiara la producción e insumos si se toma en cuenta cada uno de los datos obtenidos para que con anticipación prevenir y minimizar las correcciones que a menudo son más costosas y conllevan tiempos muertos por no haber planificado ni tener las herramientas y refacciones a utilizar.

## **DIAGRAMA DE FLUJO**



## Conclusions

A good way to lead a better quantity and quality in addition low production input costs , is to carry out a planning through preventive maintenance on equipment of the production process by minimizing failures preventing the damage from getting worse and bringing more costly corrections due to minimal fails, this method of preventive maintenance is very efficient because it can be applied in any workplace.

Preventive maintenance plan has the advantage of short or long term downtime of machines and equipment that are in production for early have the tools , parts and personnel necessary to perform the maneuver and the use of staff the downtime to perform other activities.

## Programa de actividades Cronograma de actividades

Actividades por Quincena	Ago-1a	Ago-2a	Sept – 1a	Sept – 2a	Oct – 1a	Oct-2a	Nov – 1a	Nov. – 2a	Dic-1ª
Observación de funciones de los equipos									
Chequeo de fallas más comunes									
Obtención de variables de cada equipo así como sus fallas más comunes									
Observaciones en mantenimiento correctivo de equipo									
Vaciado de datos de refacciones de equipo en archivo									
Redacción de informes sobre la optimización para entregar a la gerencia.									

## Referencias

<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/624/mtto.pdf>

**CITA [1]**

<http://www.mantenimientoplanificado.com/j%20guadalupe%20articulos/MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20parte%201.pdf>

[http://www.todomotores.cl/mecanica/torque\\_ pernos.htm](http://www.todomotores.cl/mecanica/torque_ pernos.htm)

[www.weg.net](http://www.weg.net)