



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

**CREACIÓN DE BASE DE DATOS PARA EQUIPOS EN PLANTA Y
ACTUALIZACIÓN DE STOCK DE REPUESTOS, PARA
ELEVADORES DE CANGILONES, EN UNA PLANTA
CEMENTERA.**

Cristian Francisco Hernández Torres

Asesorado por el Ing. Carlos Alberto Garrido López

Guatemala, mayo de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CREACIÓN DE BASE DE DATOS PARA EQUIPOS EN PLANTA Y
ACTUALIZACIÓN DE STOCK DE REPUESTOS, PARA
ELEVADORES DE CANGILONES, EN UNA PLANTA
CEMENTERA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

CRISTIAN FRANCISCO HERNÁNDEZ TORRES
ASESORADO POR EL ING. CARLOS ALBERTO GARRIDO LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

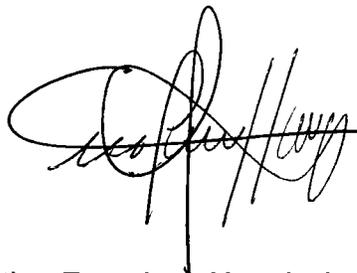
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Sigrid Alitza Calderón de De León
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Gladys Lorraine Carles Zamarripa
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

CREACIÓN DE BASE DE DATOS PARA EQUIPOS EN PLANTA Y ACTUALIZACIÓN DE STOCK DE REPUESTOS, PARA ELEVADORES DE CANGILONES, EN UNA PLANTA CEMENTERA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, 27 de abril de 2009.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Cristian Francisco Hernández Torres', written in a cursive style.

Cristian Francisco Hernández Torres

Guatemala 21 de septiembre del 2009

Ing. Francisco Gómez Rivera
Director de Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por medio de la presente me es grato comunicarle que se procedió a la asesoría y revisión del trabajo de graduación titulado: **“CREACIÓN DE BASE DE DATOS PARA EQUIPOS EN PLANTA Y ACTUALIZACIÓN DE STOCK DE REPUESTOS, PARA ELEVADORES DE CANGILONES EN UNA PLANTA CEMENTERA”** desarrollado por el estudiante Cristian Francisco Hernández Torres.

Considero que el trabajo realizado cumple con los objetivos establecidos llenando los requisitos académicos y de práctica necesaria, en virtud de lo cual, lo doy por aprobado solicitando darle el trámite correspondiente.

Atentamente,



Ing. Carlos Alberto Garrido López
Colegiado No. 6238



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **CREACIÓN DE BASE DE DATOS PARA EQUIPOS EN PLANTA Y ACTUALIZACIÓN DE STOCK DE REPUESTOS, PARA ELEVADORES DE CANGILONES EN UNA PLANTA CEMENTERA**, presentado por el estudiante universitario **Cristian Francisco Hernández Torres**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Byron Estuardo Ixpata Reyes
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, Febrero de 2010.

/agrm



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **CREACIÓN DE BASE DE DATOS PARA EQUIPOS EN PLANTA Y ACTUALIZACIÓN DE STOCK DE RESPUESTOS, PARA ELAVADORES DE CANGILONES, EN UNA PLANTA CEMENTERA**, presentado por el estudiante universitario **Cristian Francisco Hernández Torres**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2010.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **CREACIÓN DE BASE DE DATOS PARA EQUIPOS EN PLANTA Y ACTUALIZACIÓN DE STOCK DE REPUESTOS, PARA ELEVADORES DE CANGILONES, EN UNA PLANTA CEMENTERA**, presentado por el estudiante universitario **Cristian Francisco Hernández Torres**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, mayo de 2010

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por ser mi guía, mi horizonte, mi protector y por estar en cada uno de los momentos de dicha y penumbra de mi vida.

MIS PADRES

Ana Yolanda Torres y Francisco Hernández Pivaral, por su grandioso apoyo incondicional, por ser el pilar principal de mi vida y nuestro hogar y por saberme guiar a lo largo del camino.

MIS HERMANAS

Crista y Katherine, por su cariño, comprensión y por compartir tantos momentos juntos y disfrutarlos en familia.

MI FAMILIA

Tía Aury, tía Vilma y tía Flori, mamá Estela y mamá Rufina (†), a mis primos y demás familia.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por haberme formado como profesional.

TODO AQUEL QUE ME HA APOYADO HASTA ESTE PUNTO

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

AGRADECIMIENTOS A:

FACULTAD DE INGENIERÍA

Por brindarme los conocimientos específicos en el área de la ingeniería.

MIS AMIGOS

José, Josué, Ricardo, Jonathan, Luis Miguel, Marvin, Sergio, Pamela, Vera, Karin, Doria, Carol y Delmi, por compartir tantos momentos dentro y fuera de las aulas de la Facultad.

MI ASESOR

Por apoyarme con su conocimiento y brindarme su apoyo.

A CEMENTOS PROGRESO, S.A.

Por darme la oportunidad de desarrollar mi trabajo de graduación.

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	1
1.1 Antecedentes historicos	1
1.2 Visión	2
1.3 Misión	2
1.4 Estructura organizacional	3
1.5 Productos a disposición de sus clientes	5
1.5.1 Cemento ugc	5
1.5.2 Cemento 4000 psi.	5
1.5.3 Cemento 5000 psi.	7
1.5.4 Cemento tipo v	8
1.5.5 Cemento clase h	9
1.5.6 Cemento y clinker a granel	10
1.6 Codificación de equipos	10
1.7 Departamento de mantenimiento mecánico	11
1.7.1 Misión	11
1.7.2 Visión	12
1.7.3Estructura del departamento	12

1.7.4 Sistema de gestión de mantenimiento	13
1.7.5 Tipos de mantenimiento	17
1.7.5.1 Mantenimiento predictivo	17
1.7.5.2 Mantenimiento preventivo	19
1.7.5.3 Mantenimiento correctivo	21
1.7.6 Responsabilidades	24
1.7.7 Subcontrataciones de trabajos en mantenimiento	25
2. DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LOS ELEVADORES DE CANGILONES Y PROCEDIMIENTO ACTUAL DE REGISTRO DE INVENTARIO	27
2.1 Tipos de elevadores	27
2.1.1 Elevadores de cadena	29
2.1.2 Elevadores de banda	30
2.2. Componentes de los elevadores	31
2.2.1 Carcasa	32
2.2.2 Bota	36
2.2.2.1 Rueda	37
2.2.2.2 Tensionador	39
2.2.2.3 Ni-hard	39
2.2.2.4 Sensor de llenado	40
2.2.2.5 Ventana de entrada de material	40
2.2.2.6 Puertas de acceso y limpieza	41
2.2.3 Cabezal	41
2.2.3.1 Rueda de tracción	41
2.2.3.2 Labio de goma	42

2.2.3.3 Sensor de movimiento	43
2.2.4 Cadena	43
2.2.4.1 Bujes	44
2.2.4.2 Pasadores	45
2.2.5 Banda	46
2.2.6 Cangilones	46
2.3 Tipo de material a transportar	47
2.3.1 Harina cruda	47
2.3.2 Clinker	48
2.3.3 Aditivos	48
2.3.4 Cemento	48
2.3.5 Cal	49
2.4 Sistema de inventario peps	49
2.4.1 Exactitud del inventario	50
2.4.2 Rotación de mercadería	50
3. PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS DE LOS ELEVADORES, CREACIÓN DE BASE DE DATOS Y PROPUESTA DE INVENTARIO	53
3.1 Sistema de aplicaciones y productos para el procesamiento de datos	53
3.2 Manuales de equipos	53
3.2.1 Precauciones generales de seguridad	54
3.2.2 Lubricación	58
3.2.3 Lista de partes	59
3.3 Datos en planta	62
3.3.1 Mantenimiento programado por sectores	64
3.3.1.1 Orden de trabajo (ot)	65
3.4 Creación de lista de partes según área de proceso	73

3.4.1 Objetivo	75
3.4.2 Codificación por ut`s	76
3.4.3 Localización de los equipos	76
3.4.4 Especificaciones técnicas de las partes complementarias del elevador	81
3.4.4.1 Ficha de control	88
3.4.4.2 Motor principal	89
3.4.4.3 Reductor principal	89
3.4.4.4 Acople	91
3.4.4.5 Chumaceras	97
3.4.4.6 Motor auxiliar	98
3.4.4.7 Reductor auxiliar	98
3.4.4.8 Cadena	99
3.5 Inventario ABC	100
3.5.1 Conteo cíclico	101
3.5.2 Qué y cuánto almacenar y cada cuándo pedir	104
3.6 Cadena total en planta	117
3.7 Cadena en inventario	119

4. LINEAMIENTOS A SEGUIR PARA LA ACTUALIZACIÓN CONTINUA DE LOS REPUESTOS	129
4.1 Actualización de repuestos existentes en la base de datos	129
4.2 Creación de nuevos códigos para los repuestos en el sistema	130
4.3 Implementar la base de datos creada en el sistema (intranet)	132

5. PROPUESTA DE SEGUIMIENTO PARA UN CONTINUO CONTROL DE LA METODOLOGÍA A IMPLANTARSE	133
5.1 Personal permanente en los equipos	133
5.1.1 Cuadrillas de trabajadores divididas por áreas	133
5.2 Capacitación	134
5.2.1 Capacitación periódica al personal sobre las partes críticas de los equipos	135
5.3 Automatización del stock de repuestos	135
5.3.1 Código de barra en partes principales	135
CONCLUSIONES	143
RECOMENDACIONES	145
BIBLIOGRAFÍA	147
ANEXOS	149

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Ubicación de la planta	2
2. Organigrama a nivel gerencial	4
3. Cemento ugc	5
4. Cemento 4000 psi	6
5. Cemento 5000 psi	7
6. Cemento tipo v	8
7. Cemento clase h	9
8. Clinker a granel	10
9. Estructura del código	11
10. Organigrama del departamento de mantenimiento mecánico	12
11. Sistema de gestión	13
12. Esquema de control a corto plazo	15
13. Estructura de comunicación	16
14. Estructura de indicadores claves	17
15. Elevador de cangilones	28
16. Banda de cable de acero	30
17. Banda de poliéster	30
18. Secciones intermedias de una y dos columnas	33
19. Apoyo lateral en secciones de una columna	34
20. Soportes laterales para las unidades que se extienden a través de aberturas en el piso	34
21. Apoyo lateral en secciones de 2 columnas	35
22. Soportes laterales para las unidades que se extienden a través	

de aberturas en el piso	35
23. Sección del cabezal	36
24. Sección de la bota	37
25. Rueda de tracción lisa	38
26. Tensionador de gravedad	39
27. Ni-hard	40
28. Rueda de tracción	42
29. Cadena	43
30. Notas de seguridad	55
31. Plano de lista de partes	61
32. Elongación de cadena	68
33. Elongación de cadena	69
34. Cangilón agrietado por fatiga	71
35. Ni-hard sin desgaste	72
36. Ni-hard con desgaste máximo	72
37. Marca Aumund	73
38. Marca Rexnord	74
39. Marca Beumer	74
40. Marca Milano Italia	74
41. Pantalla principal en base de datos	75
42. Iconos pantalla principal	77
43. Ubicaciones harina cruda	77
44. Ubicaciones hornos	78
45. Ubicaciones cemento	79
46. Ubicaciones despacho	80
47. Ubicaciones cal y despacho de cal	81
48. Área harina cruda, elevador de cangilones 21-323-EC1	83
49. Área harina cruda, elevador de cangilones 21-323-EC1	83

50. Área harina cruda, elevador de cangilones 21-323-EC1	84
51. Área hornos, elevador de cangilones 21-490-EC1	84
52. Área hornos, elevador de cangilones 21-490-EC1	85
53. Área cemento, elevador de cangilones 21-513-EC2	85
54. Área cemento, elevador de cangilones 21-513-EC2	86
55. Área despacho, elevador de cangilones 21-644-EC1	86
56. Área despacho, elevador de cangilones 21-644-EC1	87
57. Área de cal y despacho de cal, elevador de cangilones 22-561-EC1	87
58. Área de cal y despacho de cal, elevador de cangilones 22-561-EC1	88
59. Ficha de control por equipo	88
60. Datos técnicos motor principal	89
61. Datos técnicos reductor principal	90
62. Tipo de acople	91
63. Acople hidráulico	96
64. Llenado de acople hidráulico	96
65. Tipo de chumacera y diámetro de eje	98
66. Datos técnicos motor auxiliar	98
67. Datos técnicos reductor auxiliar	99
68. técnicos cadena del elevador	100
69. Conteo cíclico	103
70. Resumen de proceso	103
71. K Vs. T (consumo continuo)	110
72. Costos vs. Cantidad de pedido	111
73. La cantidad de pedido satisface la necesidad de todas las máquinas	112
74. La cantidad de pedido equivale únicamente al consumo máximo K_i	112

75. K vs. T existencia de consumo continuo e importante	114
76. Gráfico K vs. T existencia de consumo continuo	116
77. Gráfico K vs. T para existencias de consumo programado	116
78. Porcentaje de cadena actualmente en planta	118
79. Código 39, industrial, alfanumérico, 44 caracteres	137

TABLAS

I	Desgaste de cadena elevadores Rexnord	64
II	Desgaste del pasador y del buje, elevadores rexnord	65
III	Desgaste de cadena elevadores aumund	65
IV	Desgaste de cadena elevadores aumund	66
V	Porcentaje de cadenas por marca y tipo	113
VI	Cadena REX ER 859	115
VII	Cadena REX ER 857	116
VIII	Cadena REX 864	117
IX	Cadena REX 958	118
X	Cadena REX 984	119
XI	Cadena doble hilera, eslabón redondo	119
XII	Cadena AU 01.1.1	120
XIII	Cadena AU 02.2	121
XIV	Cadena AU 04.1	121
XV	Cadena AU 13.2	122
XVI	Resumen de cadenas	123
XVII	Listado de repuestos a los cuales se les creo código en el sistema	126
XVIII	PNS agregados a los equipos	127

GLOSARIO

Acople	Elemento encargado de unir la parte motriz con la parte reductora del equipo, es decir, entre el motor y reductor de potencia, protege el equipo conectado amortiguando contra golpes.
Cangilón	Recipiente mediante el cual se transporta material como harina cruda, clinker, cemento, cal, etc., hacia los diferentes procesos, los cuales están unidos a las cadenas de los elevadores mediante tornillos de fijación.
Chumacera	Pieza de metal con una muesca en que descansa y gira cualquier eje de maquinaria.
Clinker	Material que sale a altas temperaturas del horno utilizado para la fabricación de cemento.
Fatiga	Disminución de la resistencia mecánica de los materiales al someterlos a esfuerzos repetidos.

Granulometría	Medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.
HP	Unidad de potencia (caballos de fuerza), utilizada para describir la cantidad de trabajo por unidad de tiempo.
Ni-hard	Tipo de rodamientos que no requiere lubricación ni mantenimiento periódico.
Puzolana	Material silíceo, el cual por sí solo posee poco o ningún valor cementante, pero en presencia de agua reacciona químicamente con el hidróxido de calcio para formar compuestos cementantes.
Rockwell (Rc)	Resistencia de un material a ser penetrado y resistencia al desgaste.
RPM	Unidad de medida (revoluciones por minuto) utilizada para describir movimiento circular.

RESUMEN

La planta se dedica a la fabricación, venta y distribución de cemento y cal, ya sea a granel o en sacos, para el proceso de producción de estos mismos productos, se utilizan, entre muchos equipos más, los elevadores de cangilones, actualmente no contaban con una base de datos donde se encontrarán localizados todos estos equipos la cual les permitiera de una manera rápida y eficiente localizar la información técnica de cada una de las partes de cada uno de los equipos.

El presente documento inicia revelando datos históricos, como se inició la fabricación de cemento en nuestro país, su evolución a lo largo de los años hasta llegar a lo que es hoy en día, una de las fábricas pioneras en Latinoamérica en la fabricación de los distintos productos que se comercializan, también se describen estos mismos y la finalidad de cada uno de ellos.

También la estructura organizacional tanto de la fábrica, como del departamento de mantenimiento mecánico, los distintos tipos de mantenimiento utilizados y el sistema de gestión del mantenimiento.

Luego se describe el funcionamiento y los tipos de elevadores de cangilones, así como las partes en las cuales se dividen los equipos y sus partes complementarias, la forma de fijación a las estructuras adyacentes y los distintos tipos de materiales que transportan.

También se indica el tipo de sistema de inventario que actualmente utilizan en las distintas bodegas y el departamento de almacén.

Después se indican las formas mediante las cuales se obtuvieron los datos que se analizaron para ya, depurados, colocarlos en la base de datos que fue creada para estos equipos.

Además en esta parte, únicamente se propone un sistema de inventario más eficiente para almacén y bodega, el cual permitirá tener un mejor control y manejo en las partes que ahí se encuentran.

Luego se describe un análisis de los distintos tipos de cadenas utilizados por los equipos, la cantidad recomendada para tener en existencia en almacén, etc.

Más adelante se describen la actualización de los repuestos en la base de datos, así como también se incluyen las partes que fueron detectadas que no estaban agregadas a los equipos y que son de importancia contar con ellas para futuros mantenimientos.

Finalmente, se proponen los lineamientos y la forma mediante la cual se logrará tener la base de datos siempre actualizada y evitar su obsolescencia,

OBJETIVOS

GENERAL

Desarrollar un sistema eficiente a la problemática que actualmente tienen en la planta con respecto a los elevadores de materiales, estableciendo un formato que permita la búsqueda eficiente de las partes principales de un elevador en específico, así como también las listas de partes y su respectivo código para la solicitud del repuesto.

ESPECÍFICOS:

1. Agrupar los elevadores de toda la planta por áreas, para una búsqueda más rápida de la información de un equipo en específico.
2. Identificar a los elevadores dentro del formato que se le dé al proyecto, por medio de los denominados ut's para una identificación rápida del equipo buscado.
3. Realizar hojas electrónicas de cada uno de los equipos que contenga información técnica del equipo, así como también listado de las partes del mismo.
4. Incluir dentro del formato el listado de repuestos que actualmente se encuentra en el sistema de solicitud para tener un mayor control sobre el equipo.
5. Desarrollar códigos para los repuestos que no estén registrados en el sistema.

INTRODUCCIÓN

La fabricación de cemento y cal es una de las más antiguas en Guatemala, ya que desde hace más de un siglo se viene produciendo y comercializando dichos productos al mercado nacional e internacional por su alta calidad y competitividad.

El presente trabajo de graduación tiene la finalidad de fortalecer y mejorar el departamento de mantenimiento mecánico, mediante la creación de una base de datos la cual contenga la información de todos los equipos de elevación de la planta para llevar un muy buen control de cada uno de ellos.

La planta, ubicada a 46.5 kilómetros de la ciudad capital en carretera al atlántico, cuenta con 50 equipos de elevación, los cuales transportan materiales como piedra caliza, harina cruda, clinker, aditivos, cemento y cal.

La base de datos se creó en la hoja de cálculo Microsoft Excel, ya que por las características de dicha hoja electrónica es la más idónea para el proyecto.

Cada uno de los equipos están ubicados dentro de la base de datos creada de una forma que cualquier trabajador pueda localizarlos fácil y rápidamente, mediante una codificación utilizada en la fábrica y que es conocida por todos los trabajadores para llevar un control de cada uno de los equipos.

Se incluyen las partes principales de los elevadores así como los accesorios utilizados por los mismos y el listado de repuestos necesarias para los diferentes mantenimientos que se realizan periódicamente.

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.1 Antecedentes históricos

La fabricación de cemento en Guatemala se empezó con la idea de crear una de las primeras fábricas cementeras en Latinoamérica, fue así como un 18 de octubre de 1899, se fundo la fábrica de cemento en el país, pese a que en ese tiempo el cemento no era la materia prima que se utilizaba para la construcción.

En 1901, se inició la comercialización del cemento producido en la primera fábrica.

A raíz del terremoto de 1917, se inició la verdadera demanda del producto, ya que todas aquellas construcciones hechas con cemento soportaron las inclemencias de tal fenómeno natural.

La creciente demanda en el mercado, creó la necesidad de incrementar la producción. En 1965 se adquirió la segunda finca, situada en río abajo en Sanarate, El Progreso.

En 1971, se inició la construcción de la primera línea en la nueva planta. Siete años después, en 1978, se construyó la segunda línea y se legalizó el nombre que actualmente se utiliza para su comercialización. En 1996, principió la construcción de la tercera línea que arrancó en 1998.

La fábrica actualmente se encuentra situada a 46.5 kilómetros de la ciudad capital, carretera al Atlántico, Sanarate, El progreso.

Figura 1. Ubicación de la planta.



Fuente: Proporcionado por la empresa.

1.2 Visión

Compartimos sueños, construimos realidades.

1.3 Misión

Producir y comercializar cemento y otros materiales para la construcción acompañados de servicios de alta calidad.

Abastecer con eficiencia el mercado y cultivar con los clientes una relación duradera para ser la mejor opción.

Dar al personal la oportunidad de desarrollarse integralmente y reconocer su desempeño.

Impulsar con los proveedores una relación de confianza, cooperación y beneficio mutuo.

Contribuir al desarrollo de la comunidad además de proteger y mejorar el medio ambiente.

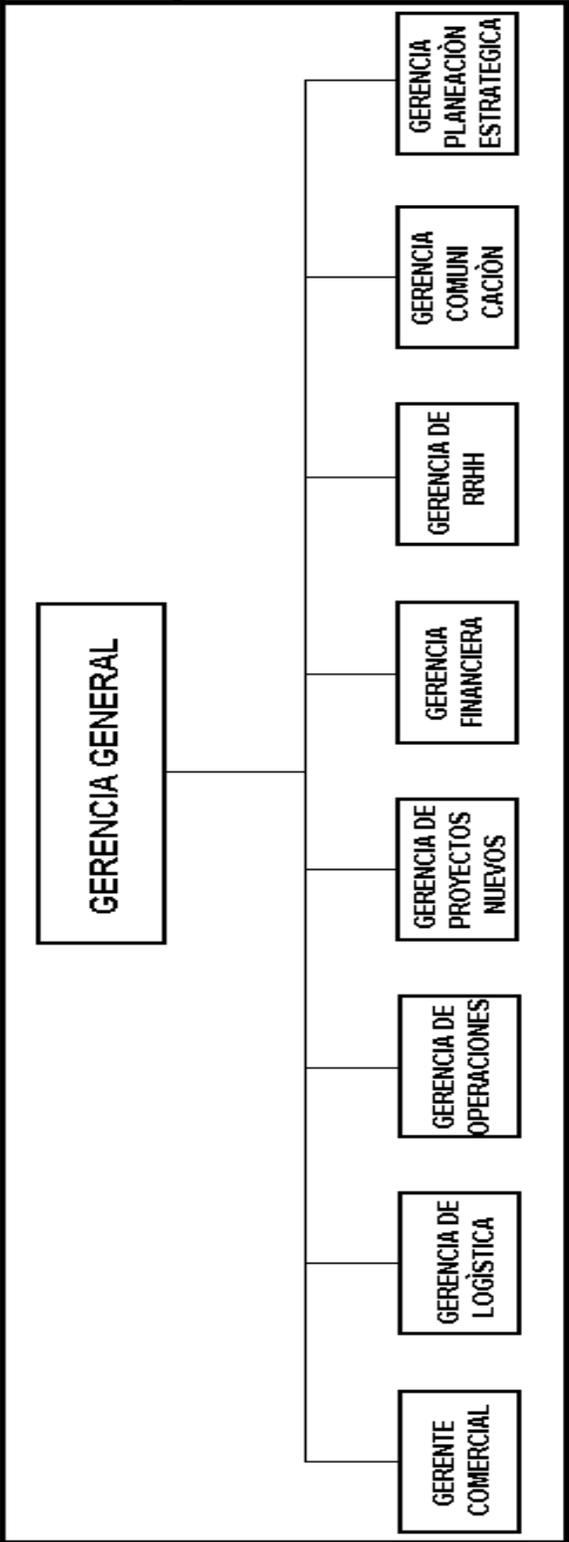
Garantizar a los accionistas una rentabilidad satisfactoria y sostenible.

1.4 Estructura organizacional

En la planta se cuenta con una estructura organizacional muy amplia, en donde el flujo de la información se da por medio de reuniones periódicas entre los responsables de cada área.

Se tiene el siguiente organigrama (ver figura 2) donde se muestra la estructura superior de la planta.

Figura 2. Organigrama a nivel gerencial.



Fuente: Proporcionado por la empresa.

1.5 Productos a disposición de sus clientes

Debido a que el mercado ha ido evolucionando, también el producto que se fabrica en la planta se ha diversificado para dar a sus clientes valor agregado y de esta forma lograr un vanguardismo sostenible a lo largo del tiempo.

1.5.1 Cemento ugc

Para uso general en la construcción, es ideal para zapatas, cimientos, columnas, paredes, vigas, losas, morteros, suelo cemento y demás aplicaciones. Su clase de resistencia mínima es de 4000 PSI (libras por pulgada cuadrada), a 28 días en morteros normalizados de cemento, además de mejorar la impermeabilidad del concreto. Su color es ideal para concretos a la vista y fachadas arquitectónicas.

Figura 3. Cemento ugc.



Fuente: http://www.cementosprogreso.com/main.php?id_area=115, 15/01/2010, 18:30 hrs.

1.5.2 Cemento 4000 psi

Ideal para viviendas:

Cemento 4000 psi puede usarse en todo tipo de construcciones, siendo su empleo ideal y más económico en construcciones que no requieren de muy alta resistencia inicial, como viviendas aisladas o en serie y otras construcciones medianas o pequeñas. Tiene además una moderada resistencia

química a aguas y suelos agresivos y un moderado calor de hidratación, lo que los hace más adaptables a la variedad climática y ambiental típica del país.

Figura 4. Cemento 4000 psi.



Fuente: <http://www.grupopegsa.com/finales/productos/cmto1.gif>, 15/01/2010, 18:33 hrs.

Características:

- a. Desarrollo de mayor resistencia, después de 28 días por la resistencia adicional derivada de la reacción de la puzolana con la cal libre del cemento.
- b. Mayor impermeabilidad, la reacción puzolana-cal libre cierra los poros del concreto y mejora su impermeabilidad.
- c. Moderada resistencia a suelos y aguas agresivas como las que contienen sulfatos, el ataque de sulfatos ocurre en suelos, en aguas subterráneas, superficiales o de mar y en instalaciones industriales, en los desechos y/o subproductos industriales.
- d. Estas sales son muy solubles en agua y penetran con facilidad en estructuras de concreto y ocasionan rajaduras y destrucción de los morteros y concretos donde penetran.
- e. Inhibición de la reacción álcalis-agregados, esta reacción produce expansión y grietas en el concreto. La adición de puzolana en el cemento inhibe la reacción de los álcalis.

- f. Moderado calor de hidratación, la puzolana reduce el calor generado al mezclar el cemento y el agua para hacer concreto.
- g. Color más claro, el color de los materiales usados en su fabricación lo hace ideal para concretos a la vista y fachadas arquitectónicas en concreto.
- h. Adecuada manejabilidad, el concreto elaborado con este producto tiene menores contracciones por fraguado inicial y por cambios de temperatura, con lo cual se disminuyen los problemas de agrietamiento en el concreto.

1.5.3 Cemento 5000 psi

Ideal para fabricante:

Cemento 5000 psi es utilizado en la industria de la construcción, para la fabricación de bloques, tubos, viguetas, paneles y otros elementos prefabricados de concreto. Es ideal para construcciones que requieran alta resistencia como puentes, edificios y grandes construcciones.

Figura 5. Cemento 5000 psi.



Fuente: <http://www.grupopegasa.com/finales/productos/cmto1.gif>, 15/01/2010, 18:40 hrs.

Características:

- a. A igualdad de resistencia requerida, permite economizar cemento.

- b. A igualdad de contenido de cemento, se obtienen resistencias tempranas y finales mayores que con cementos de clase de resistencia más baja, permitiendo desencofrados o desmoldados a menor plazo.
- c. Estructuras de concreto simple o reforzado de alta resistencia.
- d. Fabricación de bloques, tubos y otros prefabricados.
- e. Pre y post tensados.
- f. Concreto lanzado.

1.5.4 Cemento tipo v

Ideal para obras marítimas:

Es un Cemento Pórtland fabricado para ser utilizado especialmente donde se requiera un concreto con una alta resistencia al ataque de sulfatos, como es el caso de obras expuestas al agua de mar, al ambiente marino o a suelos y aguas con alto contenido de sulfatos, por esta razón en otros países también se le conoce como cemento marino.

Las obras portuarias (muelles, diques, escolleras, etc.), edificaciones y construcciones aledañas al mar; especialmente si son de concreto reforzado deben ser construidas preferentemente con este tipo de cemento, así como: cimentaciones, túneles, canalizaciones enterradas, tuberías, canales de riego, muros de contención, depósitos, presas y demás obras en contacto con suelos o aguas selenitosas o que contengan sulfatos.

Figura 6. Cemento tipo v.



Fuente: http://www.cementosprogreso.com/main.php?id_area=115, 15/01/2010, 18:45 hrs.

1.5.5 Cemento clase h

Ideal para la industria del petróleo. Este es un cemento portland sin adiciones hecho para ser utilizado en perforaciones de pozos de petróleo a profundidades de hasta 2,400 mts., sin aditivos. Con retardantes, dispersantes y acelerantes puede usarse en un amplio rango de profundidades y temperaturas.

Los cementos para pozos petroleros requieren de controles más estrictos que los aplicados para cementos de construcción, asegurando un producto que mantenga un desempeño adecuado bajo la diversidad de condiciones de temperaturas, presiones y grados de exposición que encontrará en su aplicación.

Figura 7. Cemento clase h.

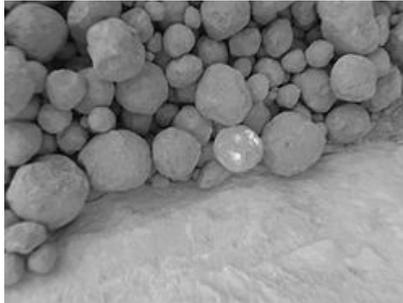


Fuente: http://www.cementosprogreso.com/main.php?id_area=115, 15/01/2010, 18:50 hrs.

1.5.6 Cemento y clinker a granel

Subproductos cemento y clinker a granel, este último se distribuye a la primera planta debido a la demanda de materia prima, para la realización de productos especiales y bajo pedido.

Figura 8. Clinker a granel.



Fuente:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8e/Hot_Clinker_2.jpg/250px-Hot_Clinker_2.jpg, 16/01/2010, 14:23 hrs.

1.6 Codificación de equipos

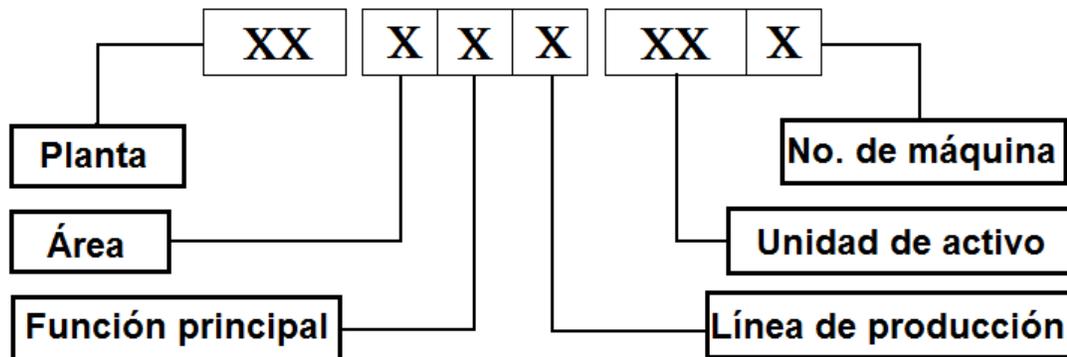
La función principal de los códigos, es localizar un activo que generalmente es un equipo físico e indica el flujo del proceso.

Este tipo de codificación sirve para identificar equipos de fabricación de cemento.

Los primeros dos dígitos identifican la planta a la cual pertenece el equipo, seguidamente de estos dos dígitos siguen tres dígitos que conforman el número de grupo; que no es más que la ubicación en la cual se encuentra dentro del proceso, va desde uno hasta nueve.

La unidad de activo significa que es un equipo físico dentro del proceso de producción o unidad de mantenimiento, que, normalmente es una máquina.

Figura 9. Estructura del código.



Fuente: Depto. de planificación.

1.7 Departamento de mantenimiento mecánico

El departamento de mantenimiento mecánico está encabezado por el superintendente mecánico, que es el encargado de coordinar las actividades, tomas de decisiones y ser un enlace con la gerencia.

Seguidamente están los departamentos de predictivos, planificación, mantenimiento mecánico y lubricación.

1.7.1 Misión

Ser un equipo que planifica, ejecuta, controla y evalúa el mantenimiento mecánico de las áreas productivas y de apoyo, para lograr una alta disponibilidad mecánica, acorde a los objetivos de calidad de la empresa, asegurando un óptimo funcionamiento de la maquinaria y los equipos.

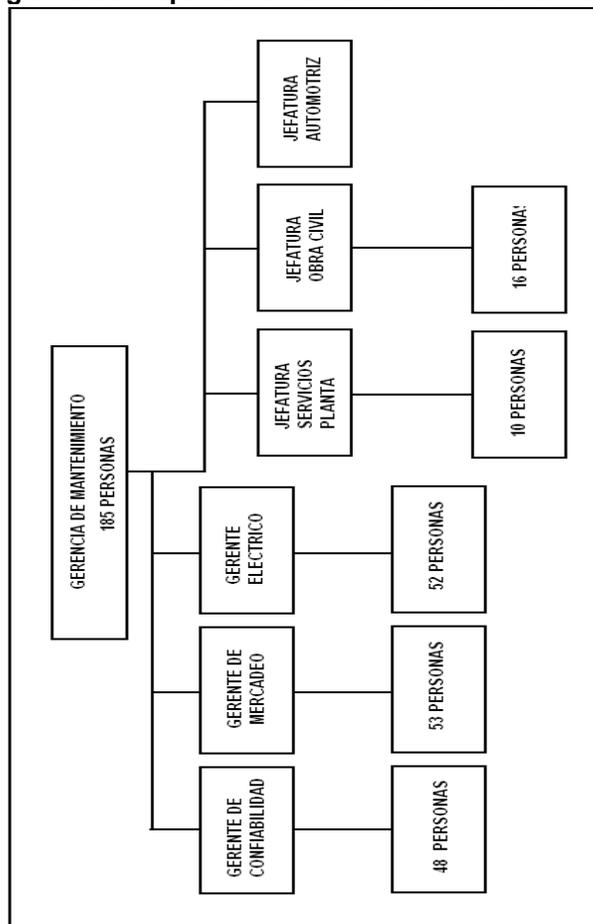
1.7.2 Visión

Ser el departamento mecánico modelo para plantas de cemento.

1.7.3 Estructura del departamento

La estructura de organización en el área de mantenimiento mecánico, está definida de la siguiente manera (figura 10).

Figura 10. Organigrama del departamento de mantenimiento mecánico.

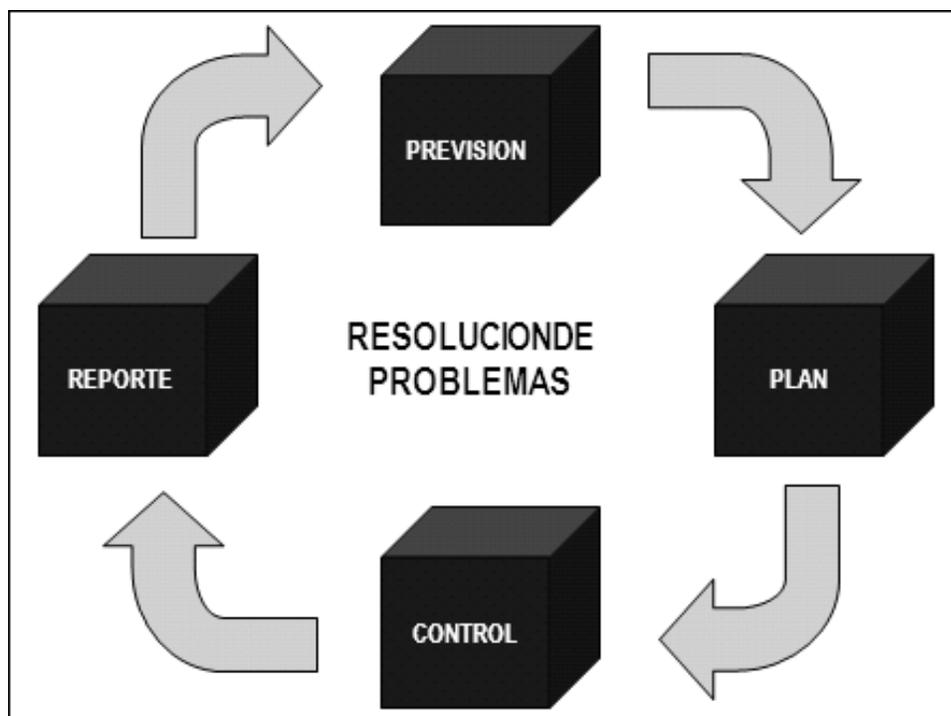


Fuente: Proporcionado por la empresa.

1.7.4 Sistema de gestión de mantenimiento

Define rutinas de gestión y las disciplinas que son necesarias para controlar la organización, además permite a los empleados crear expectativas claras de desempeño mediante las acciones y la mejora continua. También libera el tiempo de la gerencia para dedicarse a nuevas tareas.

Figura 11. Sistema de gestión.



Fuente: Gestión de mantenimiento (intranet).

Elementos básicos de sistema:

A) Previsión

- a. Metas focalizadas sobre los objetivos del negocio.
- b. Planifica el desempeño (recursos, costos, etc.).
- c. Período de 3 a 12 meses.

B) Plan

- a. Camino para alcanzar los objetivos del negocio.
- b. Serie de acciones detalladas para alcanzar los niveles requeridos de desempeño.
- c. Es la base para asegurar, controlar y evaluar los resultados.
- d. Período diario / semanal / mensual.

C) Reporte

- a. Resultados medidos con respecto a los objetivos del negocio.
- b. Identificación de problemas.
- c. Inicia las acciones y define el soporte.
- d. Período diario / semanal / mensual.

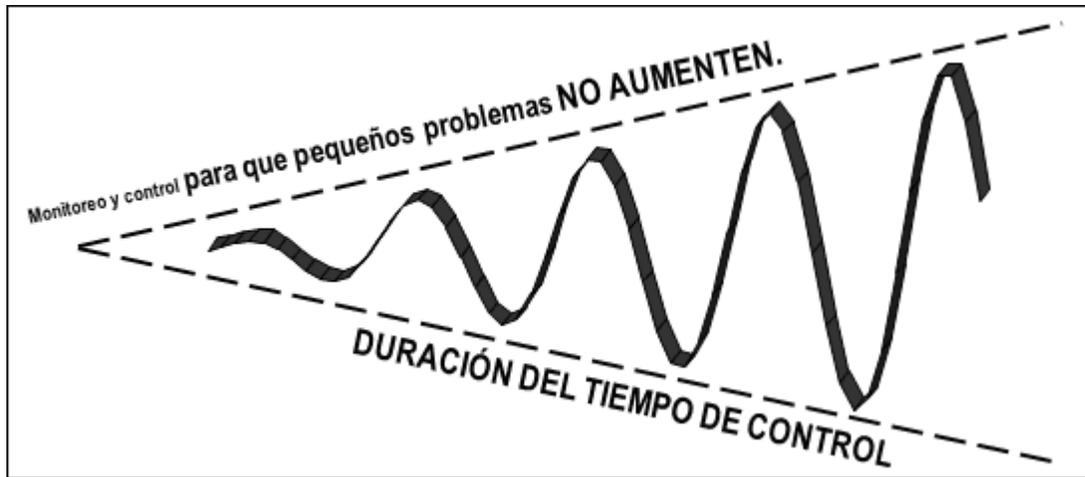
D) Control o ejecución

- a. Control a intervalos cortos, horario – diario.
- b. Foco permanente en diferencias.
- c. Comunicación entre individuos y equipos sobre desempeño.

E) Control a corto plazo

Se debe monitorear continuamente a los equipos para evitar que pequeños desperfectos se conviertan en grandes problemas a lo largo del tiempo de operación de la maquinaria

Figura 12. Esquema de control a corto plazo.



Fuente: Gestión de mantenimiento (intranet).

A) Las actividades claves del mantenimiento son:

- a. Rutinas de mantenimiento.
- b. Reparación de averías.
- c. Paradas mayores.

B) Control a intervalos cortos:

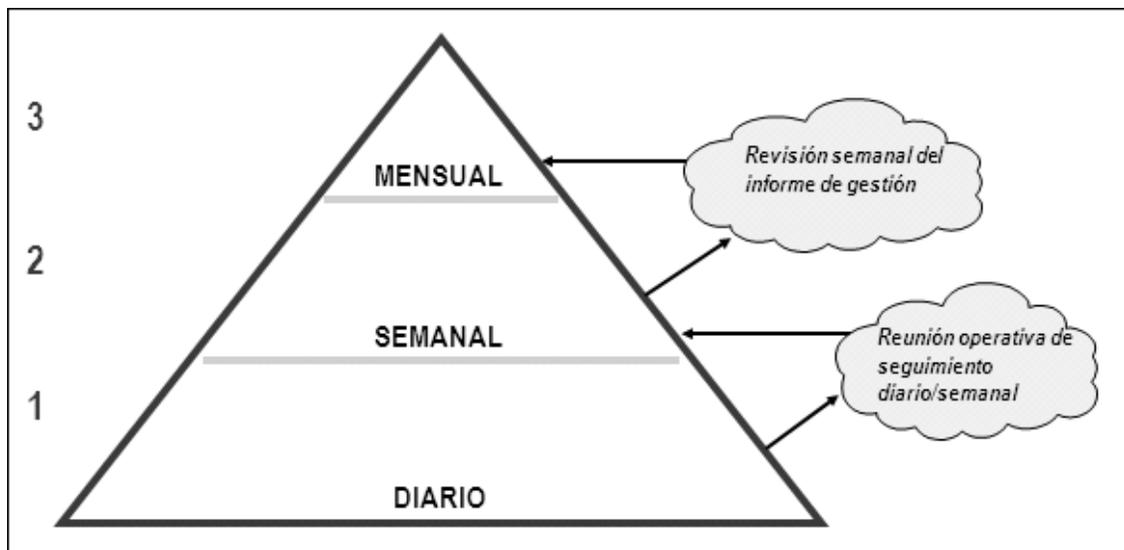
- a. Recuerda el desempeño real.
- b. Compara el desempeño real con un plan.
- c. El plan no contiene tiempo perdido.
- d. Indica el grado de pérdidas y entonces define prioridades.
- e. Indica cuando el problema está resuelto.
- f. Sigue indicadores claves de desempeño.

C) Características de un sistema eficaz

- a. Controlar el conjunto mediante el control de detalle.
- b. La utilización del sistema asegura el control eficaz del proceso.

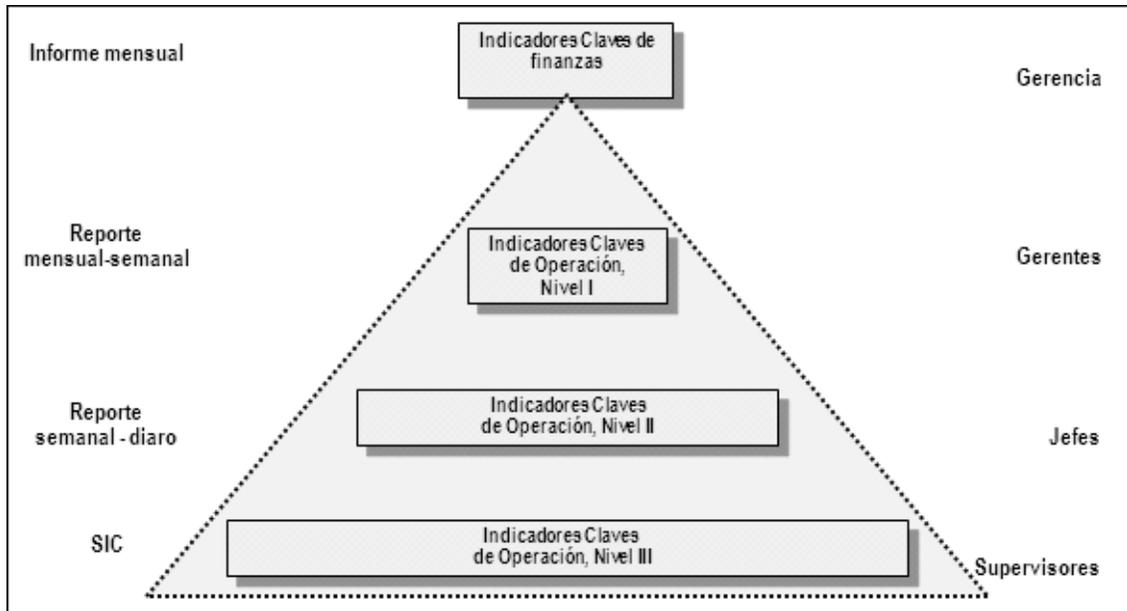
- c. No respetar el sistema garantiza la pérdida de control sobre el proceso.
- d. Para controlar cualquier cosa tenemos que medirla.
- e. La información debe llegar a tiempo para ser útil.
- f. Cada uno debe conocer y cumplir con su parte del sistema.
- g. Debe existir un procedimiento para asegurar el cumplimiento del sistema.
- h. Debe existir un procedimiento de revisión del sistema para asegurar que siempre atiende los intereses del negocio, conforme sus necesidades van cambiando.
- i. El sistema necesita un patrocinador / dueño.

Figura 13. Estructura de comunicación.



Fuente: Gestión de mantenimiento (intranet).

Figura 14. Estructura de indicadores claves.



Fuente: Gestión de mantenimiento (intranet).

1.7.5 Tipos de mantenimiento

El mantenimiento en la planta se divide en:

- a. Mantenimiento predictivo.
- b. Mantenimiento preventivo.
- c. Mantenimiento correctivo.

1.7.5.1 Mantenimiento predictivo

Este tipo de mantenimiento consiste en hacer mediciones o ensayos no destructivos mediante equipos sofisticados a partes de maquinaria que sean muy costosas o a las cuales no se les puede permitir fallar en forma imprevista, pues arriesgan la integridad de los operarios o causan daños de cuantía, tanto en producción como en equipos.

La mayoría de las inspecciones se realiza con el equipo en marcha y sin causar paros en la producción, gracias al equipo sofisticado y especializado que se utiliza para este tipo de mantenimiento.

Las más frecuentes son:

- a. De desgaste
- b. De espesor
- c. De fracturas
- d. De ruido
- e. De vibraciones
- f. De temperatura

Las inspecciones de desgaste se realizan con espectrofotómetro de absorción atómica, aplicando sobre los aceites de lubricación que sí muestran un contenido de metal superior al normal, nos indican dónde está ocurriendo un desgaste excesivo.

La inspección de espesor se realiza con ultrasonido.

La inspección de ruido se realiza con medidores de nivel de ruido o decibelímetro.

La inspección de vibraciones se realiza mediante medidores de amplitud, velocidad y aceleración.

Y por último la inspección de temperatura, realizada con rayos infrarrojos o sea la tomografía.

Además monitorea también la condición de operación del equipo rotatorio en planta y proporciona información a las diferentes áreas sobre sus tendencias.

Este tipo de mantenimiento consta de cinco fases:

- a. Detección: involucra el monitoreo periódico de las características de operación del equipo crítico.

- b. Los datos son graficados para verificar algún cambio respecto a las alarmas definidas, evaluando así la tendencia. Si un cambio es detectado, datos adicionales son tomados para propósitos de análisis.
- c. Análisis: este proceso involucra la toma de datos adicionales y determina la causa del problema.
- d. Corrección: consiste en corregir y eliminar el problema que ha sido analizado anteriormente.
- e. Verificación: una vez terminada la fase de corrección se procede a verificar contra las alarmas.

El jefe de mantenimiento predictivo en colaboración con el mecánico define las rutinas y frecuencias de inspección. Se definen de acuerdo a los siguientes criterios:

- a. Sugerencia de apoyo técnico externo
- b. Problemas encontrados en la operación de los equipos
- c. Experiencias con equipos similares
- d. Manuales del equipo
- e. Sugerencias del fabricante

El mantenimiento predictivo sólo informa y sirve de base para un buen programa de mantenimiento preventivo.

1.7.5.2 Mantenimiento preventivo

Para evitar que se confunda este mantenimiento con una combinación del periódico y el programado, se debe hacer énfasis en que la esencia de éste son las revisiones e inspecciones programadas que pueden o no tener como consecuencia una tarea correctiva o de cambio.

Este sistema se basa en el hecho de que las partes de un equipo se gastan en forma desigual y es necesario prestarles servicio en forma racional, para garantizar su buen funcionamiento.

El mantenimiento preventivo es aquel que se hace mediante un programa de actividades (revisiones y lubricación), previamente establecido, con el fin de anticiparse a la presencia de fallas en instalaciones y equipos.

Este programa se fundamenta en el estudio de necesidades de servicio de un equipo, teniendo en cuenta cuáles de las actividades se harán con el equipo detenido y cuáles cuando está en marcha.

Además, se estima el tiempo que se toma cada operación y la periodicidad con que se efectúa, con el fin de poder determinar así las horas-hombre que requiere una tarea de mantenimiento, al igual que las personas que se van a emplear en determinados momentos del año.

El éxito de un programa de mantenimiento preventivo, estriba en el análisis detallado del programa de todas y cada una de las máquinas y en el cumplimiento estricto de las actividades, para cuyo efecto se debe realizar un buen control.

Otro concepto que se le puede dar al mantenimiento preventivo es, toda actividad desarrollada en las máquinas y equipos críticos en planta, con el fin de asegurar que la calidad de servicio que estos proporcionan permanezca dentro de los límites requeridos de disponibilidad.

Los diferentes grupos de trabajo de las áreas ejecutan el mantenimiento bajo la supervisión del supervisor de área y reportan los resultados a mano en la misma orden de trabajo entregada con anterioridad.

Después de ejecutados los trabajos, el responsable de realizar el mantenimiento entrega la orden de trabajo al supervisor de área, quien revisa la ejecución correcta y total de los trabajos programados y los aprueba.

Si no se realizaron todas las actividades programadas, el supervisor investiga la razón y solicita al ingeniero auxiliar la reprogramación de las mismas, esta reprogramación aparecerá reflejada en el plan diario/semanal o en el plan maestro de mantenimiento.

1.7.5.3 Mantenimiento correctivo

Como su nombre lo indica, es un mantenimiento encaminado a corregir una falla que se presente en determinado momento.

En otras palabras, es el equipo quien determina las paradas. Su función primordial es poner en marcha el equipo lo más rápido y con el mínimo costo posible.

Este mantenimiento es generalmente el único que se realiza en pequeñas empresas. Las etapas por seguir cuando se presente un problema de mantenimiento correctivo, pueden ser las siguientes:

- a. Identificar el problema y sus causas.
- b. Estudiar las diferentes alternativas para su reparación.

- c. Evaluar las ventajas de cada alternativa y escoger la óptima.
- d. Planear la reparación de acuerdo con personal y equipo disponibles.
- e. Supervisar las actividades por desarrollar.
- f. Clasificar y archivar la información sobre tiempos, personal y repuestos de la labor realizada, así como las diferentes observaciones al respecto.

Este tipo de mantenimiento presenta una serie de inconvenientes en diversas áreas de la empresa.

A) Personal

En un comienzo, o sea cuando el equipo es nuevo, tan solo será necesario un reducido grupo de técnicos para atender las fallas que se presentes, pero con el transcurrir del tiempo, el desgaste del equipo será mayor y traerá como consecuencia un incremento en el número de fallas, que ya no podrán ser atendidas por el mismo grupo de personas, lo cual hace necesario el que se contrate más personal de mantenimiento para atender todos los daños.

B) Maquinaria

Una pequeña deficiencia que no se manifieste, puede con el tiempo hacer fallar otras partes del mismo equipo, convirtiéndose así, un arreglo pequeño en una reparación mayor que incrementa los costos debido al aumento y el tiempo de parada del equipo.

Esto se podría haber evitado efectuando a tiempo el cambio del elemento, daño que hubiera sido detectado durante una revisión preventiva.

C) Inventario

Casi podría afirmarse que el repuesto requerido para solucionar una falla no se encuentra en ese momento en el almacén, por no existir la información de la clase y cantidad de repuestos necesarios. La consecución de estos elementos exteriormente hace que la demora sea mayor y se incrementen los costos. Esta información, al igual que en el caso anterior, se hubiera podido obtener mediante continuas revisiones preventivas.

D) Seguridad

La seguridad se verá afectada si la falla coincide con un evento inaplazable en la producción y se obliga a los equipos a trabajar en condiciones de riesgo tanto para el personal, como para la maquinaria.

E) Calidad

La calidad del producto se verá seriamente afectada, ya que el desgaste progresivo de los equipos ocasionará una caída de esta, lo cual dará como resultado un aumento en la calidad de “segundas” al final del proceso.

Al momento de presentarse una falla en un equipo crítico que supone la pérdida de la calidad de servicio que este presta, la indicación aparece inmediatamente en el control central respectivo.

La indicación aparece cuando se detecta una falla del funcionamiento del equipo o porque otro equipo que depende del primero ve afectados sus propios parámetros de funcionamiento.

En cualquiera de los casos, el responsable de operar ese equipo desde el control central respectivo solicitará al supervisor mecánico de

turno/supervisor envasado y despacho (si es un problema de índole mecánica), al electricista de turno (si es un problema de índole eléctrica) o al instrumentista de turno (si es un problema de índole instrumentista) que revise en campo el equipo, de tal forma que se pueda establecer realmente cuál es el problema que se presenta en el mismo.

El supervisor, mecánico, electricista o instrumentista analiza el problema y retroalimenta al operador del equipo y/o al jefe de turno con la información recopilada.

Si se trata de una falla que requiere uno o varios trabajos sencillos, el supervisor y su grupo, electricista o instrumentista de turno la corrigen inmediatamente sin necesidad de una orden de trabajo y dejando evidencia en el reporte de actividades en turno.

1.7.6 Responsabilidades

Son las obligaciones que tiene cada persona ante sus superiores, de cumplir en la mejor manera posible con las funciones relativas a su cargo. No puede delegarse la responsabilidad como se hace con la autoridad.

Una vez realizado lo anterior, se debe establecer la manera cómo funcionarán las jerarquías, las comunicaciones y el mando, dando a cada puesto creado la ubicación adecuada dentro del organigrama general.

Hay que reducir en lo posible las líneas largas de autoridad; también, racionalizar el número de personas que informen a un mismo individuo, procurando que no sea excesivo y que toda actividad este basada siempre en el

entrenamiento de los subordinados, la capacidad individual de la persona, la planeación y el control de la empresa misma.

Se considera fundamental el hecho de tener muy en cuenta las capacidades de las personas que ocupan cada cargo para aprovecharlas, orientándolas hacia la consecución de los objetivos de la empresa.

La organización debe responder a las necesidades particulares de cada empresa, no existen patrones óptimos ni fijos; es decir, para cada caso hay que determinar el sistema más efectivo; también debe ser dinámica y variar de acuerdo con las circunstancias del momento.

1.7.7 Subcontrataciones de trabajos en mantenimiento

Los tipos de mantenimiento que pueden ser subcontratados por departamento son:

a. Departamento mecánico

Mantenimiento predictivo

Mantenimiento preventivo

Mantenimiento correctivo

Entre los rubros que pueden ser subcontratados para los diferentes tipos de mantenimiento están:

a. Mantenimiento predictivo

Análisis de aceites

Mediciones con ultrasonido

Termografías, etc.

b. Mantenimiento preventivo

Personal (mano de obra)

Actividades específicas (modificaciones, nuevas instalaciones, etc.)

c. Mantenimiento correctivo

Personal (mano de obra)

Actividades específicas (modificaciones, correcciones, etc.)

2. DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LOS ELEVADORES DE CANGILONES Y PROCEDIMIENTO ACTUAL DE REGISTRO DE INVENTARIO

2.1 Tipos de elevadores

Los elevadores de cangilones de alto rendimiento están diseñados específicamente para aplicaciones críticas en la manipulación de materiales a granel tales como los que hay en la industria del cemento, cal, productos químicos, carbón, etc.

Las características inherentes al material que se eleva y los requisitos de elevación del elevador determinan que tipo de elevador de cangilones, ya sea de cadena o banda se debe usar en una aplicación determinada.

La temperatura y la estandarización son también factores claves que se deben considerar.

Estos equipos cumplen y superan las exigentes condiciones de manejo de materiales a altas elevaciones y las capacidades a gran escala.

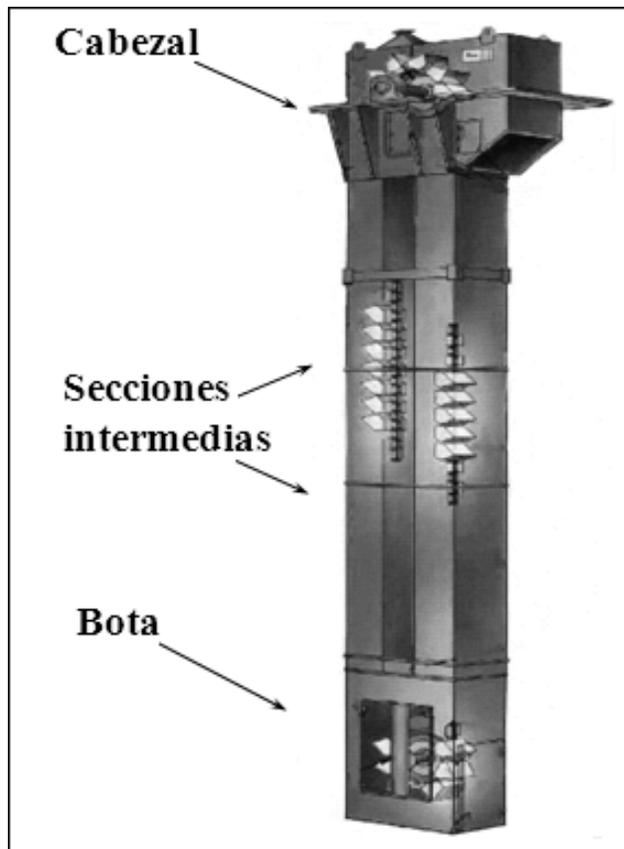
Los elevadores accionados por cadena suministran elevaciones que superan los 70 metros (230 pies) y los elevadores accionados por banda suministran elevaciones que superan los 100 metros (328 pies).

Es posible alcanzar capacidades de más de 1,000 toneladas métricas por hora con estos elevadores.

Existen varios factores a considerar para determinar qué tipo de elevador se va a utilizar, entre ellos:

- a. Tamaño de la partícula a transportar
- b. Densidad del material
- c. Fluidéz, polvo o material pegajoso
- d. Granulometría
- e. Temperatura del material
- f. Altura de descarga, etc.

Figura 15. Elevador de cangilones.



Fuente: Manual Rexnord corporation, edición 2001.

2.1.1 Elevadores de cadena

Los elevadores de cadena son los preferidos en aplicaciones de transporte continuo de materiales, ya que ha sido diseñado y operado en forma apropiada con cadenas y de esta forma se puede lograr una vida de desgaste sumamente predecible y medible para la cadena del elevador sin la preocupación de posibles roturas catastróficas.

El desgaste de la cadena se logra determinar a través de un simple proceso de medición de la elongación de la cadena que muestra los límites de desgaste de la cadena a lo largo de su vida útil.

Si se mide en forma rutinaria la elongación de la cadena como parte del programa de mantenimiento preventivo de la planta, el usuario puede fácilmente determinar cuándo es hora de reemplazar la cadena después de que la cadena haya llegado al final de su vida útil sin preocuparse de caídas de la cadena.

La cadena ha sido diseñada para:

- a. Operar en forma confiable en condiciones muy exigentes las 24 horas del día, los 365 días del año.
- b. Combina la velocidad de la cadena, el diseño de cangilón y el espacio más eficiente entre cangilones para descargar ya sea a alta velocidad (descarga centrifuga) o a baja velocidad (descarga por gravedad), esto dependerá del tipo de elevador y las características de operación del equipo.
- c. los materiales elevados limpiamente a velocidades de cadena de 1,3 a 2,0 metros por segundo (260 a 395 pies por minuto).

- d. Manipular materiales de flujo libre desde finos hasta trozos de 50 milímetros (2 pulgadas).

2.1.2 Elevadores de banda

Los elevadores de banda incorporan conceptos y componentes que reflejan una tecnología sofisticada, están actualmente manipulando productos tales como alúmina, carbón coque, arena de fundición, molienda en bruto, virutas de madera y otros materiales donde las características físicas son las más adecuadas para un elevador de tipo banda.

Estos elevadores han sido suministrados en alturas que superan los 100 metros (328 pies).

Existen dos tipos de banda:

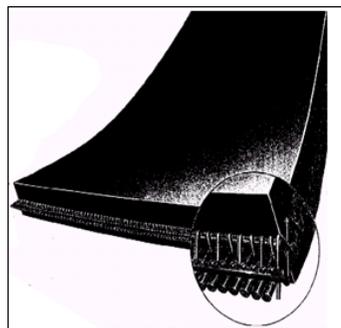
- a. Banda de cable de acero
- b. Banda de poliéster

Figura 16. Banda de cable de acero.



Fuente: Manual Aumund, edición 2001

Figura 17. Banda de poliéster.



Fuente: Manual Aumund, edición 2001

Entre los beneficios que da este tipo de elevador están:

- a. El transporte continuo de grandes capacidades de material a velocidades de hasta 115 metros por minuto (377 pies por minuto).
- b. Es posible lograr mayores alturas que con los elevadores de cadena.
- c. El mejor método de fijación a la banda usa tornillos de fijación tipo cabeza plana para sostener los cangilones a la banda.
- d. Las opciones del material de la banda implican que varios tipos de bandas incluyendo poliéster / nylon reforzado y otros pueden seleccionarse dependiendo de la aplicación.
- e. Exclusivo revestimiento metálico en la polea del eje del cabezal proporciona una superficie de tracción positiva para la banda.
- f. El revestimiento de metal duro brinda más años de vida de desgaste que el revestimiento de goma convencional y ayuda a promover la tracción continua de la banda.

2.2 Componentes de los elevadores

Los componentes son todas aquellas partes con las que el elevador cuenta para su correcto accionamiento y funcionamiento, se divide en cinco partes principales:

- a. Carcasa
- b. Bota
- c. Cabezal
- d. Cadena o banda
- e. Cangilones

2.2.1 Carcasa

La carcasa del elevador básicamente se compone de tres partes principales:

- a. Sección de bota
- b. Secciones intermedias
- c. Sección del cabezal

- a. Sección de bota

Elaborada en lámina de acero de 6mm (1/4" EE.UU.) reforzada con gruesos perfiles de acero en las aristas; soldados con ángulos o plantillas.

- b. Secciones intermedias

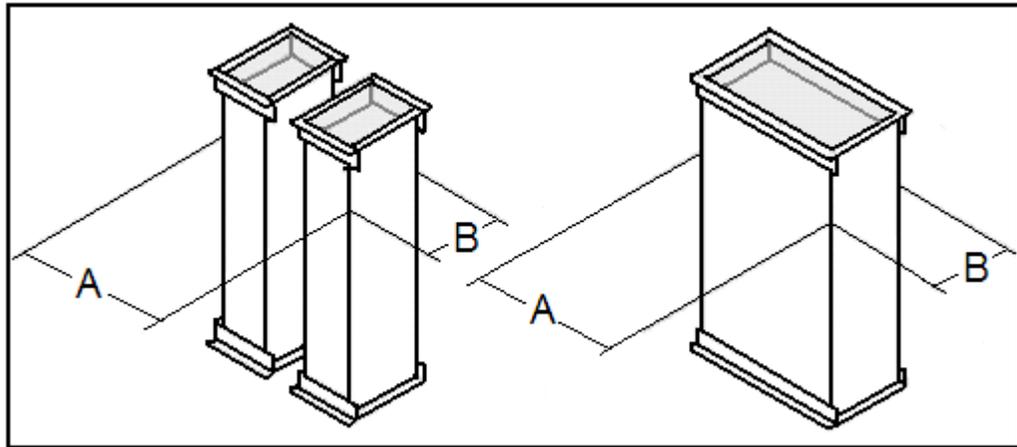
Dos tipos de secciones intermedias, la de una sola columna y la de doble columna.

Con pestañas dobladas para mayor rigidez estructural, fabricadas con láminas de acero de 4mm de espesor (calibre 10) para estructuras de una sola columna ó 5mm de espesor (3/16" EE.UU.) para estructuras de dos columnas.

Para un mejor soporte lateral se recomienda sujetar los soportes laterales a estructuras adyacentes a intervalos de 6 metros (20 pies EE.UU.) aproximadamente para estructuras de una sola columna.

Para estructuras de dos columnas se recomienda sujetar los soportes laterales a intervalos de 10 metros (60 pies).

Figura 18. Secciones intermedias de una y dos columnas.



Fuente: Manuales Rexnord, edición 2001

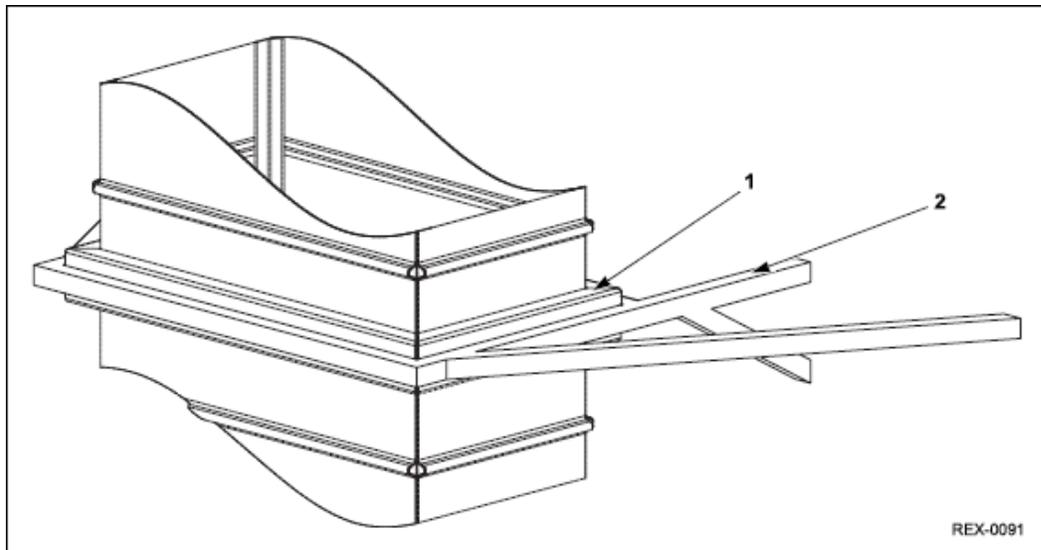
Los elevadores no deben fijarse rígidamente a la estructura ya que necesitan poder expandirse y contraerse con los cambios de temperatura.

Si se fijan firmemente se crearán esfuerzos que deformarán las secciones intermedias del cuerpo del elevador y posteriormente causarán fracturas y daños tanto al elevador como a la estructura donde se fijen.

Adicionalmente, al deformarse el cuerpo del elevador se afectará la alineación de los componentes, causando desgaste prematuro. En casos extremos los cangilones golpearán las paredes del elevador.

Para evitar lo anteriormente descrito es recomendable para secciones de una o dos columnas que el apoyo lateral se encuentre en la base de la sección inferior o inmediatamente debajo de la plataforma del cuello de apoyo y este a su vez anclado al marco de ayuda.

Figura 19. Apoyo lateral en secciones de una columna.

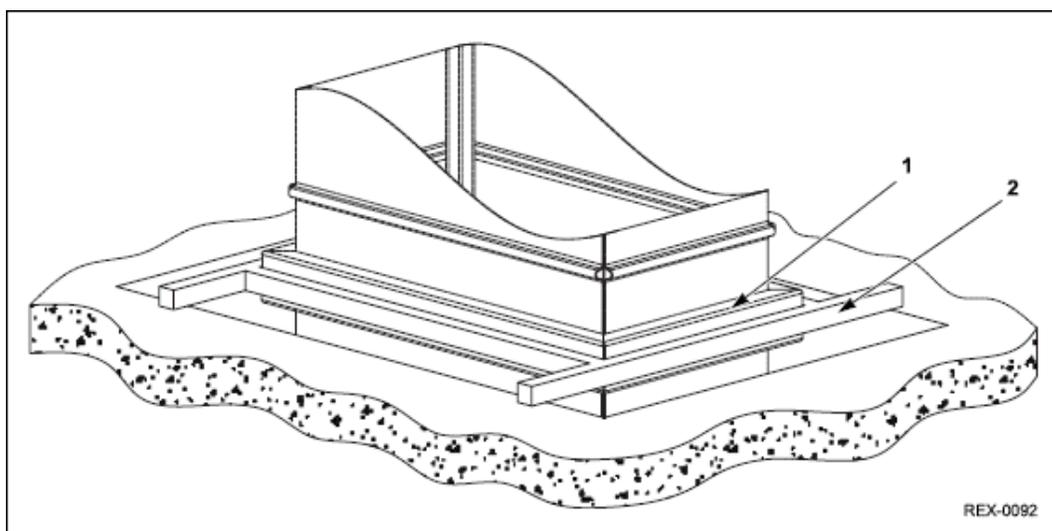


1. Apoyo lateral de cuello

2. Marco de ayuda

Fuente: Manuales Rexnord, edición 2001.

Figura 20. Soportes laterales para las unidades en el piso.

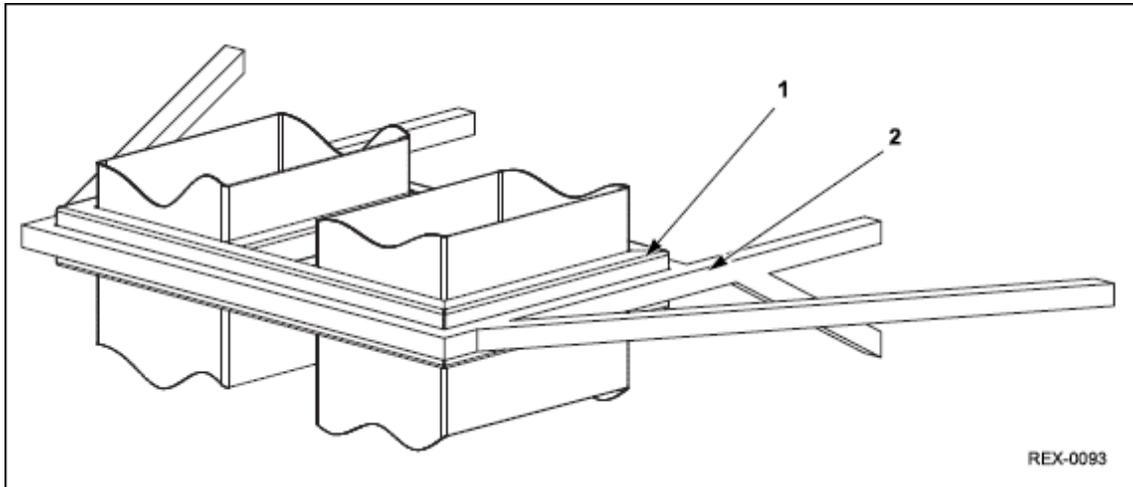


1. Apoyo lateral de cuello

2. Marco de ayuda

Fuente: Manuales Rexnord, edición 2001.

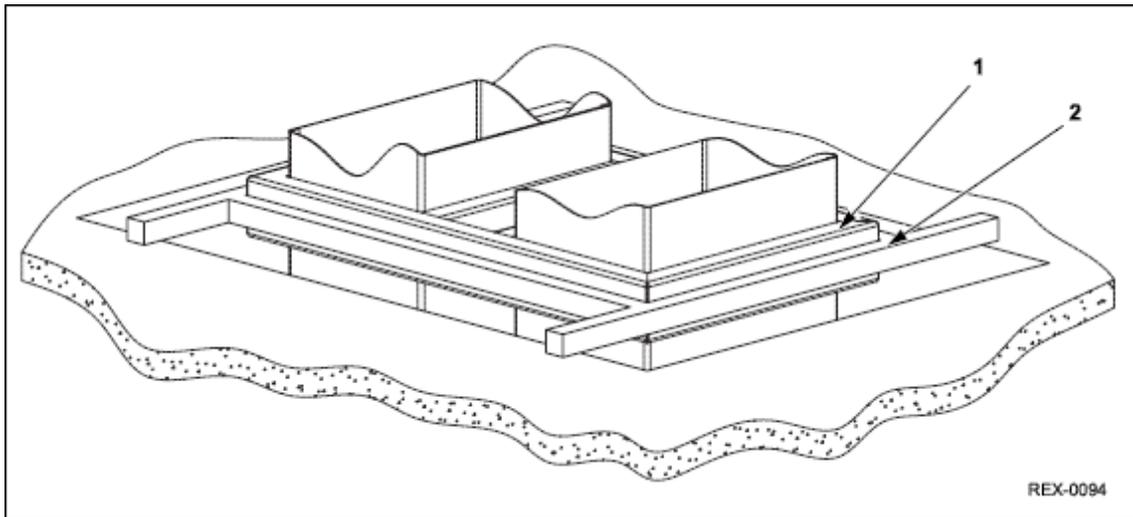
Figura 21. Apoyo lateral en secciones de 2 columnas.



1. Apoyo lateral del cuello 2. Marco de ayuda

Fuente: Manuales Rexnord, edición 2001.

Figura 22. Soportes laterales para las unidades en el piso.



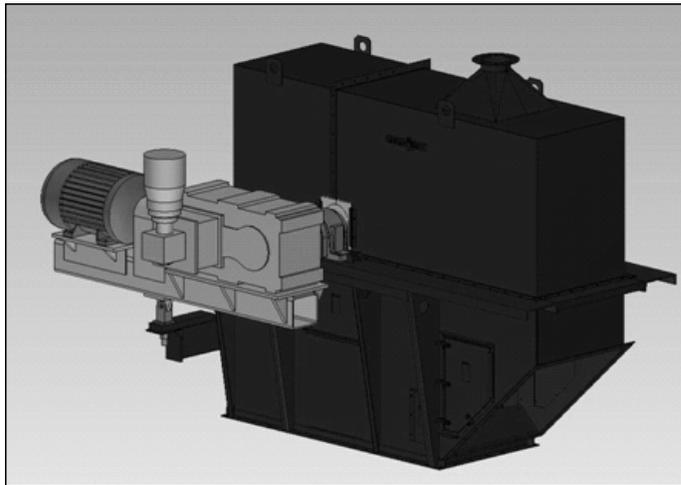
1. Apoyo lateral del cuello 2. Marco de ayuda

Fuente: Manuales Rexnord, edición 2001.

c. Sección del cabezal

La sección del cabezal superior bipartida de acero, ofrece un acceso más fácil a los componentes del elevador para mantenimiento y/o cambios de equipos en el elevador.

Figura 23. Sección del cabezal.



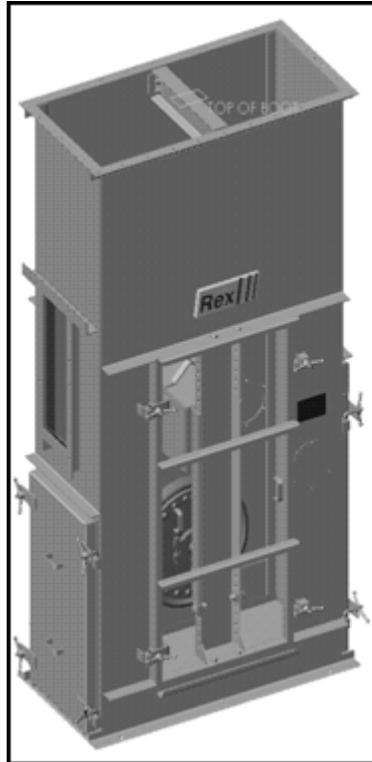
Fuente: Folleto Rexnord, edición 1998.

2.2.2 Bota

La sección de la bota cuenta con los siguientes dispositivos:

- a. Rueda
- b. Tensionador
- c. Rodamientos Ni-Hard
- d. Sensor de llenado
- e. Ventana de entrada de material
- f. Puertas de acceso y limpieza

Figura 24. Sección de la bota.

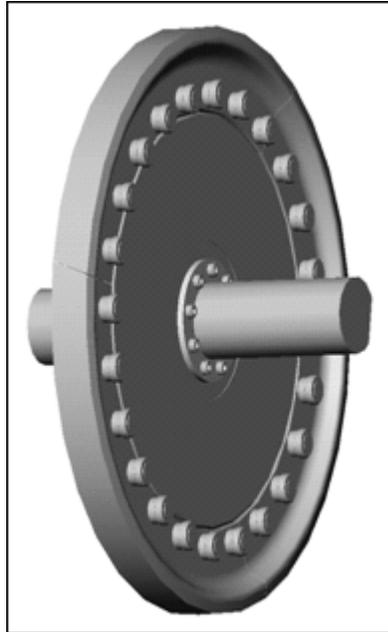


Fuente: Folleto Rexnord, edición 1998.

2.2.2.1 Rueda

Rueda de tracción lisa segmentada. Es básicamente un anillo segmentado carburizado y endurecido por inducción con una dureza de 60 Rc, que ofrece una vida de desgaste más larga.

Figura 25. Rueda de tracción lisa.



Fuente: Folleto Rexnord, edición 1998.

Las ruedas dentadas de segmentos las hay con maza sólida o dividida, generalmente, como la maza no habrá que cambiarla nunca, mazas sólidas se usan en instalaciones nuevas, mientras que la maza dividida es más conveniente para reemplazos, se fabrican en tres secciones.

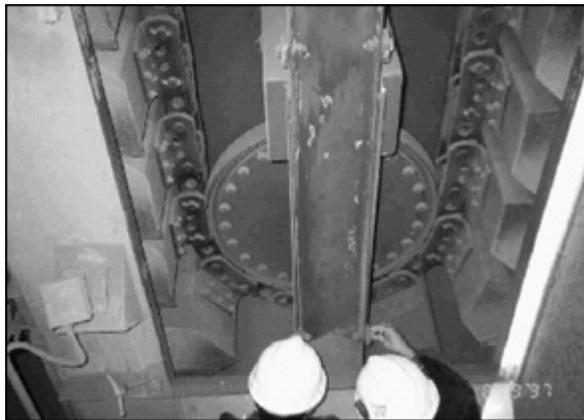
El tamaño de las secciones de la corona varía ligeramente. Dos serán de más o menos del mismo tamaño y la tercera ligeramente más grande.

Esto significa que las secciones de la corona tendrán que ser reemplazadas en un orden específico, y agujeros son taladrados para asegurar un reemplazo preciso.

2.2.2.2 Tensionador

El tensor de gravedad interno mantiene al eje de pie permanentemente alineado y proporciona una tensión constante en la cadena del elevador que se ajusta automáticamente para permitir la elongación de la cadena.

Figura 26. Tensionador de gravedad.



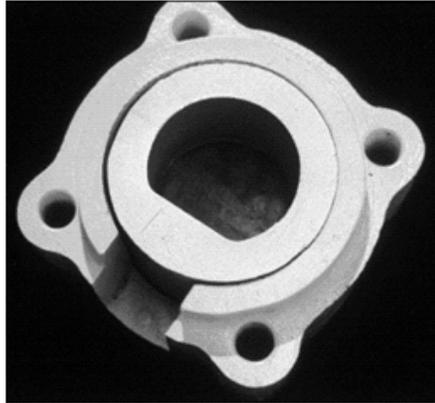
Fuente: Fotografía en planta, 18/02/2009.

2.2.2.3 Ni-hard

Sistema de tensor de gravedad interno completo con rodamientos Ni-hard no requiere lubricación ni mantenimiento periódico.

Un tratamiento térmico especial se les aplica a la manga y camisa (bloque) de los rodamientos Ni-hard de un mínimo de dureza de 55Rc, lo que ayuda a asegurar su larga vida.

Figura 27. Ni-hard.



Fuente: Folleto Rexnord, edición 1998.

2.2.2.4 Sensor de llenado

El sensor de nivel en la sección de la bota advierte si hay una condición de sobrealimentación o caída de material que posteriormente podría causar serias inundaciones en la bota que causan problemas de arrastre del material debido a que los cangilones empiezan a cavar sobre el material asentado en la bota.

2.2.2.5 Ventana de entrada de material

Apertura o boca de carga con pestaña, debidamente dimensionada a $2/3$ del área de los cangilones y posicionada para proporcionar una alimentación directa al cangilón con menos derrames de material y reduce el excavar material con el cangilón.

Esta ventana normalmente es en forma rectangular, debido al diseño del cuerpo del elevador.

2.2.2.6 Puertas de acceso y limpieza

Puertas de acceso con doble bisagra y pestillos de apertura rápida para facilitar la inspección y/o el mantenimiento. Las puertas están diseñadas para permitir la apertura de izquierda a derecha o de derecha a izquierda.

Puertas para limpieza delanteras y traseras desprendibles con pestillos de rápida acción para un acceso rápido.

2.2.3 Cabezal

El cabezal se encuentra ubicado en la parte superior del cuerpo del elevador, acá es donde se encuentra ubicada toda la parte motriz, la cual hace accionar el funcionamiento continuo del elevador y también se encuentra ubicado todos los componentes que hacen funcionar el elevador mecánicamente a la hora de realizar cualquiera de los tipos de mantenimiento a los mismos.

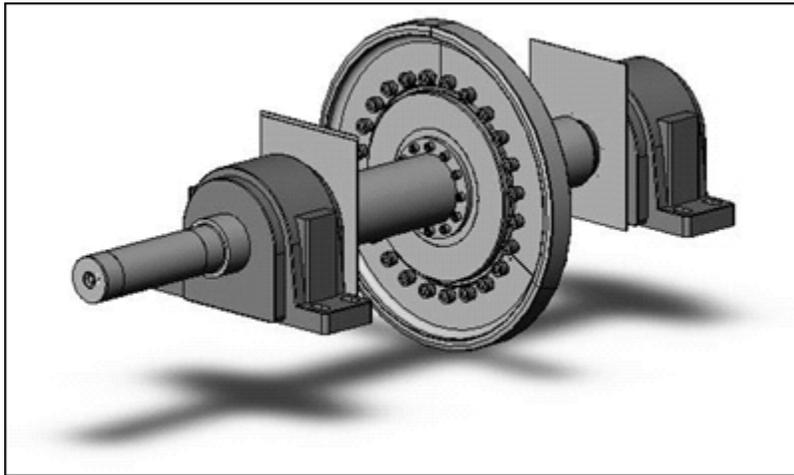
2.2.3.1 Rueda de tracción

Rueda de tracción lisa segmentada al eje del cabezal. Anillos segmentados carburizados y endurecidos por inducción con una dureza de 60 Rc, que ofrecen una vida de desgaste más larga.

La rueda de tracción también se fabrica de masa sólida o dividida, al igual que la rueda dentada de segmentos.

Generalmente, como la maza no habrá que cambiarla nunca, masas sólidas se usan en instalaciones nuevas, mientras que la masa dividida es más conveniente para reemplazos.

Figura 28. Rueda de tracción.



Fuente: Folleto Rexnord, edición 1998.

2.2.3.2 Labio de goma

El labio rebordado ajustable de goma (labio de desgaste) ubicado en la sección de descarga minimiza la caída de material en el interior del elevador, estándar en elevadores de banda y de cadena.

Se debe ajustar de tal manera que haga un contacto suave con el cangilón para reducir al mínimo la llevada de material a la caja del elevador.

Las últimas partículas de material dejadas en el cangilón son desviadas a la canaleta de descarga por el labio de goma.

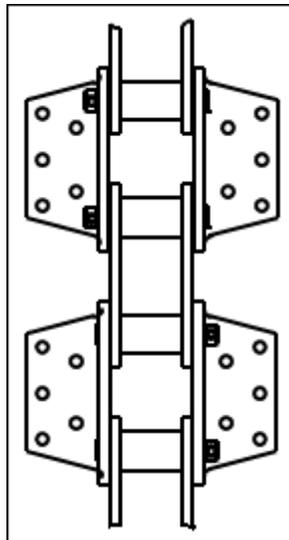
2.2.3.3 Sensor de movimiento

El sensor de movimiento en la sección del cabezal permite un monitoreo continuo del movimiento de la cadena, cangilones faltantes en la cadena, fallas de acoples del motor, etc.

2.2.4 Cadena

Cadena de acero sin rodillos disponible en una gama completa de tamaños específicamente diseñados para el servicio de elevadores de cangilones.

Figura 29. Cadena.



Fuente: Manual Rexnord, edición 2001

Ajustes exactos en las juntas de la cadena.

Los eslabones en toda cadena reciben tratamiento al calor para resistencia y mejor dureza para el desgaste. Bujes y pasadores son armados a los eslabones con ajustes precisos y controlados. Esos ajustes proveen una mejora significativa a la resistencia a la fatiga de los eslabones. Tan pronto como esos ajustes aumentan (más apretados) la resistencia a la fatiga aumenta.

Esmerilar los pasadores de la cadena para facilitar el ensamble reducirá la resistencia a la fatiga en los eslabones. Esto puede acabar en fallos en los eslabones que harán caer el ensamble de cadena y cangilón dentro de la bota del elevador.

Medidas de seguridad armar y desarmar cadenas:

- a. Los procedimientos de aislamiento y bloqueo deben cumplirse en todo momento.
- b. todo el tiempo se debe usar mascarilla y anteojos de seguridad.
- c. Usar guantes industriales, ropa protectora y zapatos de seguridad.
- d. Amarrar la cadena para evitar su movimiento y causar accidentes.
- e. Conocer los detalles de construcción de la cadena, tal como forma de pasador o remache, de tal manera que pasador y remache se saquen y coloquen en la dirección correcta. Si no se conocen los detalles de construcción, se debe consultar al fabricante antes de iniciar el trabajo.

2.2.4.1 Bujes

El diámetro exterior de los bujes es el que se encuentra en contacto directo con la rueda de tracción, acá es donde sufre más desgaste esta pieza a causa del rozamiento continuo, por lo que están térmicamente tratados con una dureza de 60 Rc en la superficie del diámetro interior y la exterior para contar con buena resistencia a la fatiga y al desgaste, para alargar la vida de la cadena y en si del equipo en general.

Este diámetro debe inspeccionarse en busca de señales de desgaste rápido al raspar la rueda dentada o deslizarse la rueda de tracción, si el desgaste sobrepasa 0.150", la exposición del pasador puede ser inminente y la cadena debe reemplazarse.

2.2.4.2 Pasadores

Los pasadores se alojan en la parte interna de los bujes, son la unión entre los eslabones corrientes y los eslabones que llevan los cangilones, estos deben de llevar una dureza de 40 a 42 Rc.

Los pasadores deben tener buena resistencia a la fatiga y al desgaste, esto se logra sometiéndolos a tratamientos como endurecimiento transversal (calentamiento de la pieza), cementación o carburización, inducción.

Pasadores y bujes son fabricados en una variedad de formas geométricas. Ellos pueden ser cilindros rectos, tener varios diámetros por partes, y con secciones planas de retén o varias formas de cabezas.

Esas variaciones en la forma indicarán la dirección adecuada y método de armadura.

Un pasador con un plano en la cabeza o con más de un diámetro no pasará a través del agujero más pequeño de la barra lateral del lado de la clavija.

De la misma manera, la sección redonda cerca de la cabeza del pasador con parte plana no pasará por el agujero ovalado de la barra lateral, lado de clavija.

2.2.5 Banda

El material que se utiliza para la fabricación de la banda puede ser de poliéster o de cable de acero (alma de cable de acero), este último permite alturas mucho mayores que los elevadores de cadena y permite trabajar con materiales de hasta 120°C de temperatura, para el caso del elevador 21-433-EC1, la temperatura del material oscila entre 50 y 70°C.

La unión de la banda elimina el problema de roturas por fatiga de la fijación y problemas de mantenimiento que pueden ocurrir en las uniones tradicionales de tipo de abrazadera.

Permite reemplazar fácil y rápidamente la banda usando herramientas convencionales.

2.2.6 Cangilones

Los cangilones, debido al tipo de trabajo y a las condiciones a las cuales se van a someter son fabricados de acero, hierro troquelado y materiales poliméricos para cumplir con los requisitos de aplicación.

Debido al uso del cangilón correcto se logra un óptimo funcionamiento del elevador, cada uno de los cangilones cuentan con un borde resistente a la abrasión para una vida prolongada del cangilón cuando esté manipulando materiales abrasivos.

Todos los cangilones de acero son soldados con platillas para uniformidad y resistencia. El diseño también incluye planchas de refuerzo en tamaños específicos para mejorar la resistencia a la fatiga.

2.3 Tipo de material a transportar

En cada una de las áreas de cemento y la línea de cal es necesaria la utilización de los elevadores de cangilones para transportar el material a la siguiente etapa del proceso de producción en la cual se encuentran.

2.3.1 Harina cruda

La harina cruda proviene de los molinos, los cuales se encargan de la molienda de granos de piedra caliza con una granulometría de hasta 5" de diámetro.

Los molinos descargan en bandas transportadoras o gusanos transportadores, estos a su vez descargan en la ventana de entrada de material de los elevadores encargados de transportar la harina cruda hacia el proceso de cocción del material en las líneas de producción.

La velocidad a la cual descargan los elevadores dependerá del equipo que se utilice, la altura a la que descargue y de la línea de producción.

2.3.2 Clinker

El clinker es un material que sale a altas temperaturas del horno y por ser un material demasiado caliente se utilizan transportadores de cadena inclinados, los cuales se encargan de transportarlo hacia el almacenaje.

Del almacenaje, el clinker sale por medio de bandas transportadoras hacia los elevadores, estos últimos lo transportan hacia otros molinos que se encargan de molerlo a la fineza que sea requerida.

2.3.3 Aditivos

En los molinos encargados de triturar el clinker descritos anteriormente es donde se le agrega los aditivos al clinker triturado para ya volverlo cemento, los aditivos pueden ser:

- a. Yeso
- b. Puzolana, etc.

Los cuales les dan al cemento propiedades específicas y usos especiales en el comercio.

2.3.4 Cemento

El cemento se puede transportar hacia silos de almacenaje para su venta a granel, mediante pipas, o al área de envasado, en la cual se encargan de llenar los sacos para venta individual.

2.3.5 Cal

En la línea de cal sucede de forma similar que en las líneas de cemento, después de todo el proceso para su elaboración, es transportado hacia silos de almacenaje para su venta a granel o al área de envasado.

2.4 Sistema de inventario peps

Se basa en el supuesto de que los primeros artículos y/o materias primas en entrar al almacén o a la producción son los primeros en salir de él.

Bajo peps, los primeros costos que entran al inventario son los primeros costos que salen al costo de las mercancías vendidas, a eso se debe el nombre de primeras entradas, primeras salidas.

El inventario final se basa en los costos de las compras más recientes. Se ha considerado conveniente este método porque da lugar a una valuación del inventario concordante con la tendencia de los precios; puesto que se presume que el inventario está integrado por las compras más recientes y está valorizado a los costos también más recientes, la valorización sigue entonces la tendencia del mercado.

La planta cuenta con distintos almacenes, ya que es demasiado extenso el stock de repuestos que debe tener para poder cubrir la demanda de suministros y además de esto hay partes de equipos que son demasiado grandes, razón por la cual se dividen, según su volumen.

Ya que continuamente entran suministros a los almacenes, muchas de las veces los nuevos repuestos son mejorados por el fabricante para optimizar los recursos del equipo, por ello rotan continuamente la mercadería a fin de lograr la función del inventario peps, para que los equipos que queden en almacén sean los más actuales y no lo que entra primero al almacén.

Este sistema de inventario es un método muy efectivo para evitar la obsolescencia de los repuestos destinados a los equipos, ya que obliga a sacar los repuestos en teoría “más antiguos” en comparación con los que ingresan de forma mas reciente al almacén.

2.4.1 Exactitud del inventario

La exactitud del inventario, no es más que un índice que mide la exactitud de los registros de inventarios. Como se conoce, en algunos casos, es distinta la cantidad en existencia que señalan los registros y la existencia que en realidad físicamente se encuentra en almacén, esto derivado por errores humanos cometidos tanto en el registro de las transacciones, como en el manejo físico de los productos, entre otras causas.

La exactitud del inventario se hace de forma periódica por los encargados del almacén, a fin de contar con un stock lo más real posible, esto

lo hacen solamente por la seguridad, ya que al momento de llegar una solicitud de pedido al almacén, los encargados de despacho a su vez ingresan la información de forma inmediata y el sistema se encarga de realizar la liberación del pedido y restarlo a la cantidad de repuestos físicos que quedan.

2.4.2 Rotación de mercadería

La rotación de mercadería se realiza de forma periódica, a pesar de que las distintas áreas de cada uno de los almacenes esta ambientado de acuerdo a las características de almacenamiento indicadas por el fabricante de cada uno de los elementos.

La mercadería se rota continuamente para evitar la formación de moho, oxidación, humedad, etc., en los distintos elementos que se guardan en el almacén, también se realiza con la finalidad de dejar en la parte de enfrente de los estantes los distintos repuestos que están por salir del almacén para su uso en la planta.

3. PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS DE LOS ELEVADORES, CREACIÓN DE BASE DE DATOS Y PROPUESTA DE INVENTARIO

3.1 Sistema de aplicaciones y productos para el procesamiento de datos

El sistema de aplicaciones, optimiza e integra toda la información de la empresa en un solo lugar para que sea utilizado por todos los trabajadores que cuenten con una clave de acceso.

Es importante porque de este modo se facilita la manera de trabajar con documentos y se evitan los inconvenientes del manejo de papel.

Este sistema, por lo tanto, permite simplificar y agilizar las tareas de gestión documental, ofreciendo numerosas ventajas, entre otras, a la hora de su localización, recuperación, identificación y modificación.

En el sistema se revisan cada uno de los equipos, mediante el código asignado a cada uno de ellos, acá es donde se revisan los repuestos con los que cuentan cada uno y se verifica si hay necesidad de crear códigos nuevos para los repuestos de determinado equipo afín de lograr que los equipos cuenten cada uno de ellos con un stock de repuestos óptimo y completo.

3.2 Manuales de equipos

Cada equipo viene provisto con una serie de manuales, los cuales llevan consigo importante información sobre las normas de seguridad que se deben

tener en cuenta a la hora del montaje de los equipos y mantenimiento de los equipos.

La lubricación es otro tema sumamente importante, tipos de lubricantes a utilizar, niveles de llenado, puesta en marcha por primera vez así como de los accesorios que utiliza cada uno de ellos.

Las partes más importantes con las cuales cuentan los manuales están el montaje del elevador, indica de forma sumamente específica la forma de la fundición de la base así como su instalación, el montaje de la cadena, los rodamientos, etc.

3.2.1 Precauciones generales de seguridad

Seguridad es un factor que demanda consideración en todo momento durante la operación y mantenimiento de equipos mecánicos.

El uso de herramientas apropiadas y ciertos métodos pueden prevenir serios accidentes que pueden resultar perjudiciales al operador y sus compañeros.

Los manuales vienen con un cierto número de instrucciones de seguridad. Están impresos en cuadros marcados "CUIDADO". Esos cuadros contienen advertencias de serios peligros o prácticas peligrosas. Es conveniente estudiar aquellas cuidadosamente u observarlas, e insistir que aquellos que laboran con la maquinaria hagan lo mismo.

Hay que recordar que un accidente es generalmente causado por condiciones o actos inseguros.

Las precauciones varían de una planta a otra, dependiendo de los aspectos físicos de la planta en particular y el grado de seguridad que manejen a la hora de operación y reparación de los equipos.

Es necesario que el elevador de cangilones sea puesto en marcha y funcione de acuerdo a todas las instrucciones de los manuales de instalación.

Algunas medidas a considerar que se deben tomar son las siguientes:

Figura 30. Notas de seguridad.

¡Tenga en cuenta las notas de seguridad y de advertencia de esta publicación!		
	Peligro eléctrico Puede ocasionar: lesiones graves o fatales.	<i>Notas de seguridad y advertencia</i>
	Peligro inminente Puede ocasionar: lesiones graves o fatales.	
	Situación peligrosa Puede ocasionar: lesiones leves o de menor importancia	
	Situación perjudicial Puede ocasionar: daños en el aparato y en el entorno de trabajo.	
	Consejos e información útil.	

Fuente: Manual de elevadores de cangilones Rexnord, edición 2001.

Antes de la puesta en marcha asegúrese de que se ha de introducir el tipo y la cantidad de aceite indicados en la placa de características del elevador de cangilones.

El nivel de aceite correcto se comprueba con la sonda de nivel o a través de la mirilla del aceite. En ningún caso el nivel de aceite debe descender oré debajo de la marca inferior de la sonda. Si fuera necesario, se debe añadir aceite conforme al tipo indicado en la placa de características hasta la marca superior de la sonda de nivel.

El anti retorno y el embrague de patín pueden girar sin aumento de fuerza en el sentido de giro de la rueda libre. El anti retorno está desembragado usando el eje de entrada del elevador de cangilones gira en el sentido de funcionamiento. El efecto de bloqueo impide el giro en el otro sentido.

El embrague de patín resbala cuando el eje de accionamiento auxiliar gira en sentido contrario a la dirección de funcionamiento. Al girar en el sentido de funcionamiento, el efecto de bloqueo del embrague de patín se activa y el eje de salida del elevador de cangilones gira en el sentido de funcionamiento.

Antes de conectar el motor principal y el motor auxiliar se ha de determinar el campo de giro de la red de corriente trifásica con un indicador de sentido del campo de giro y se ha de comprobar que los dos motores estén conectados conforme al sentido de giro.

El motor principal no debe girar en sentido contrario a la dirección de bloqueo del reductor principal. El motor principal y auxiliar deben estar bloqueados entre sí eléctricamente de tal forma que sólo uno de los dos motores pueda conectarse en cada momento.

Las siguientes instrucciones de seguridad tratan sobre el uso de elevadores de cangilones:

A) Información general

Durante el funcionamiento y después del mismo, los reductores y los motorreductores tienen piezas con tensión y movimiento y sus superficies pueden estar calientes.

Cualquier trabajo relacionado con el transporte, almacenamiento, ajuste, montaje, conexión, puesta en marcha, mantenimiento y reparación sólo debe ser realizado por especialistas calificados teniendo en cuenta las instrucciones y los diagramas de cableado, las señales de advertencia y de seguridad del reductor / motorreductor, etc.

Pueden ocasionar lesiones graves o daños en las instalaciones por las siguientes causas:

- a. Uso incorrecto
- b. Instalación o manejo incorrecto
- c. Extracción de las tapas de protección o de la carcasa, cuando no está autorizado o en funcionamiento.

B) Uso indicado

Los elevadores de cangilones están destinados a sistemas industriales. Cumplen los estándares y las normativas aplicables.

En la placa de identificación y en las instrucciones de funcionamiento se encuentra la información y los datos técnicos referentes a las condiciones de funcionamiento autorizados. Es fundamental tener en cuenta todos estos datos.

C) Transporte y almacenamiento

Inmediatamente después de la recepción, inspeccionar el envío en busca de daños derivados del transporte. Informar inmediatamente a la empresa transportista. Puede ser necesario cancelar la puesta en marcha.

¡Por motivos de seguridad, los elevadores de cangilones deben estar equipados con un regulador de velocidad puesto que el accionamiento auxiliar puede resultar dañado debido a una velocidad excesiva en el caso de que el embrague de patín fallara!

Hay que familiarizarse con aquellas instrucciones antes de intentar montar u operar estos transportadores.

Los manuales contienen instrucciones completas para el montaje, funcionamiento y mantenimiento de los elevadores de cangilones. El funcionamiento seguro y de larga vida de esos elevadores depende en gran parte del cuidado ejercido durante el montaje, funcionamiento y el grado de mantenimiento.

3.2.2 Lubricación

El nivel de aceite en los reductores se debe revisar semanalmente. Además se debe revisar la condensación de agua en el lubricante. Si se nota la presencia de agua se debe vaciar completamente, enjuagar y llenar con el aceite apropiado al nivel correcto.

Cada reductor de velocidad se suministra con un aceite preventivo de óxidos que protege las partes contra los óxidos por un espacio de 12 meses cuando se almacena en un edificio seco.

Después del despacho de la fábrica, en caso que la unidad sea almacenada o estará inactiva por un período más extenso que el indicado anteriormente, es conveniente vaciar el aceite y rociar todas las partes internas con un preservativo contra óxidos que sea soluble en aceite lubricante, o agregar vapores retardantes de óxidos.

La selección del tipo adecuado de lubricante para las chumaceras de soporte se basa en una combinación de varios factores, dependiendo de la temperatura, velocidad y consideraciones de diseño.

Cada chumacera se ajusta en su fabricación para la velocidad media de trabajo y mantenimiento.

Se debe consultar las instrucciones especiales del fabricante para la cantidad correcta y tipo apropiado de lubricante.

La temperatura de la caja de la chumacera no debe exceder de 200°F (93°C).

Antes de poner en servicio unidades que han estado en bodegas o inactivas, deben ser llenadas al nivel apropiado con aceite nuevo que cumpla con las especificaciones de cada unidad individual y las instrucciones del manual de servicio.

3.2.3 Lista de partes

La lista de partes de los equipos nos brindan importante información como:

- a. Tipo de cadena
- b. Velocidad de trabajo

- c. Distancia entre centros del elevador (esto nos ayuda a comparar el largo de la cadena en el campo).
- d. Datos técnicos del motor
- e. Tipo de acoplamiento entre motor y reductor

Pero no se puede confiar de la información en planos de los equipos, ya que en muchas ocasiones ya sea porque el equipo con el cual el elevador venia originalmente cumplió con su vida útil o por modificaciones a los mismos, se les coloca otro tipo de equipo que obviamente ya no corresponde a los datos que están en los planos.

Por ello se comparan los datos de los planos con los datos obtenidos en campo y se listan, para posteriormente adjuntarlos a la base de datos que se está creando con cada uno de los equipos.

De igual forma se revisa la información que se encuentre en el sistema, en esta parte se determinan que piezas son las que actualmente no cuentan con un código en el sistema para la creación del stock de repuesto de la pieza en cuestión.

Además de ello, se investiga si los datos que están en los planos coinciden también con los datos en este sistema, tal y como se hizo con los datos obtenidos en planta.

Otra parte importante que se debe tomar muy encuentra en estos planos es la distancia entre centros del elevador, ya que con ellos podemos calcular con bastante precisión el largo total de la cadena.

Pero ello no es garantía para dar un resultado, ya que aunque el equipo venga con una altura determinada de fábrica, hay ocasiones en que es necesario alargarlo para que cumpla con las exigencias en campo, por ende, esta distancia en los planos originales tampoco será exacta, por lo que siempre se compara con los datos en campo para determinar el largo total y obtener un dato mucho mas confiable y certero.

Figura 31. Plano de lista de partes.

TECHNICAL DATA		Bestell Nr.21509	
PROJECT NO.	: 42218	ITEM NO.	: 6
CHAIN BUCKET ELEVATOR SIZE: BW-ZL 315/250		BUCKET SPACING [mm]	: 304.7
DRIVE WHEEL Ø [mm]	: 655	FILLING RATE [%]	: 80.1
CENTRE DISTANCE [mm]	: 21500	MATERIAL	: Kalk
CHAIN TYPE	: AU02.2	BULK DENSITY [t/m ³]	: 0.5
CONVEYING CAPACITY [t/h]	: 42	PARTICLE SIZE [mm]	: 1
VELOCITY [m/s]	: 1.07	MATERIAL TEMP. [°C]	: max.110
AMBIENT TEMPERATURE [°C]	: 12 - 38		
REQUIRED DRIVE DATA			
DRIVE SHAFT CAPACITY [kW]		: 3.5	
SPEED OF ROTATION [rpm]		: 29.2	
TORQUE ON DRIVE SHAFT [kNm]		: 1.1	
DRIVE DATA			
GEARED MOTOR	:	WITH BACKSTOP	: yes
OUTPUT SHAFT DESIGN	: Solid Shaft	OIL QUANTITY [l]	: 9.4
TYPE AND SIZE	: D108-M132SB4-L60M	VOLTAGE [V]	: 460
NOM. POWER RATING [kW]	: 6.6	FREQUENCY [Hz]	: 60
NOM. RATIO	: 60.9	INSULATION	: F/B
DESIGN	: B3	TYPE OF PROTECTION	: IP55
SPEED OF ROTATION [rpm]	: 29	OUTPUT SHAFT [Øx l mm]	: 70 x 140
SENSE OF ROTATION	: right	OPERATING WEIGHT [kg]	: 163
SUPPLIER	: AUMUND		
FLEXIBLE COUPLING	: FLENDER	BORE INPUT SIDE [Øx mm]	: 70
TYPE AND SIZE	: N-EUPEX - A 250	BORE OUTPUT SIDE [Øx mm]	: 95
SUPPLIER	: AUMUND	WEIGHT [kg]	: 27
CONTROL EQUIPMENT			
LEVEL LIMIT SWITCH IN THE BUCKET ELEVATOR BOOT			
5.1	TYPE	: FTC325-A2B31 + Multicup-DC16 + EC61Z (Endress & Hauser)	
	VOLTAGE	: 20 - 60 V DC	
PROXIMITY SWITCH MOVEMENT DETECTOR			
5.2	TYPE	: IN991070 (IPF)	
	VOLTAGE	: 8 V DC Namur (KFU8-DWB-1D)	
SPEED MONITOR INSTALLED IN THE MOTION CONTROL CENTRE			
5.3	TYPE	: KFU8-DWB-1D (Pepperl & Fuchs)	
	VOLTAGE	: 48 - 253 V AC ; 20 - 90 V DC	

Fuente: Información en biblioteca.

3.3 Datos en planta

En planta existen actualmente cincuenta (50) elevadores de cangilones a lo largo de las líneas de producción de cemento y la línea de cal, las marcas de los equipos son:

- a. Beumer
- b. Milano Italia
- c. Rexnord
- d. Aumund

Siendo estos dos últimos los de mayor porcentaje en toda la planta.

Para salir a la obtención de los datos en la planta, debido a las normas de seguridad y precaución que se debe tener en campo, hay que usar equipo de protección personal como:

- a. Botas punta de acero
- b. Jeans de lona
- c. Chaleco reflectivo
- d. Casco
- e. Mascarilla
- f. Lentes
- g. Protectores auditivos
- h. Guantes

Todo el equipo de protección personal es básico e indispensable utilizarlo al momento de estar en áreas de proceso ya que la maquinaria

utilizada en planta es demasiado ruidosa, equipos que trabajan a altas temperaturas, polvo en el ambiente, etc.

Los datos que se obtienen en planta se comparan con los repuestos que se encuentran en el sistema para determinar si hay existencia de los repuestos y para ver si todos los repuestos de cada uno de ellos cuenta con su respectivo código en el sistema, si no contarán, se identifica el equipo y el repuesto y se procede a la creación del mismo.

También se comparan con los datos que hay en la lista de partes de los manuales para ver si existe alguna variación del equipo en planta con respecto a los manuales de fábrica.

Entre los datos técnicos que se toman en planta por cada uno de los elevadores están:

- a. Motor principal
- b. Reductor principal
- c. Motor auxiliar
- d. Reductor auxiliar
- e. Tipo de acoplamiento
- f. Chumacera
- g. Diámetro de eje en la cabeza del elevador
- h. Largo y tipo de cadena por marca de equipo

Por las características de toda planta cementera los equipos trabajan bajo regímenes muy duros y continuos, por lo que muchas de las veces los equipos están llenos de sedimentación de polvo provocado por el ambiente en el que se encuentran.

Otro de los factores que afecta también es el agua que se condensa durante las noches, ya que, aunque los equipos cuentan cada uno de ellos con techo para protegerlos de las inclemencias del tiempo, parte de este rocío se pega a los equipos por el aire que sopla, esto hace que reaccione con el polvo que tienen pegados los equipos, volviéndose en una mezcla que se endurece y dificulta removerlo de las placas de identificación de los equipos.

Las placas donde se encuentran los datos técnicos de los componentes de los elevadores muchas de las veces también están pintadas, ya que el personal encargado del mantenimiento de los mismos no tienen el cuidado necesario para evitar pintarlas, o están maltratadas, en mal estado o en el peor de los casos arrancadas del equipo.

Para despintarlas se utiliza un solvente, el cual se le aplica únicamente a la placa a limpiar y se empieza a remover la pintura con un trapo para poder ver la información del equipo.

3.3.1 Mantenimiento programado por sectores

Los ingenieros en planta regularmente programan los mantenimientos de las área a su cargo por sectores, esto lo hacen con el objetivo de evitar el atraso inesperado en alguna parte del proceso de producción.

Esto se informa con anticipación también a producción, para prepararse con materia prima o para desviar el material a otra de las líneas para realizar el trabajo en el sector, con un tiempo de inicio y uno de finalización.

Existen sectores en los cuales el mantenimiento preventivo se realiza con una frecuencia definida, ya que el equipo, debido al material que transporta,

sufre mucho desgaste o fatiga, por lo que es necesario estarlo chequeando con regularidad.

3.3.1.1 Orden de trabajo (ot)

Por medio de la orden de trabajo se asigna el personal el cual realizará la orden en planta, se determina también el trabajo que se va a ejecutar y se controlan el avance del trabajo con respecto al tiempo que se tiene determinado o estimado para la realización de dicho trabajo de mantenimiento.

En la ot, se describen también los materiales y repuestos necesarios para llevarla a cabo.

Toda orden de trabajo, debe llevar la siguiente información:

- a. Ubicación técnica del equipo donde debe ser realizado el trabajo.
- b. Operación que será ejecutada.
- c. Fecha de inicio de la actividad.
- d. Tiempo estimado de la operación.
- e. Personal a cargo de la realización del trabajo.

Cuando se finaliza un trabajo se debe completar la siguiente información:

- a. El tiempo real en el cual se realizo el trabajo.
- b. Trabajo realizado.
- c. Materiales y herramientas que se utilizaron.
- d. Personal que laboró.
- e. Situaciones de retraso y observaciones o trabajos a realizar.

Todo mantenimiento que se realiza en la planta, como ya se describió anteriormente debe contar con una ot, la cual describe el equipo al cual se le realizará el mantenimiento, el personal a cargo, la herramienta y repuestos a utilizar, tiempo de realización, etc.

Este tipo de mantenimiento se realiza con la finalidad de llevar un control del equipo y evitar desperfectos a la hora de su funcionamiento, ya que por ser equipos críticos en la producción, no se puede dar el lujo de que fallen en su funcionamiento.

Cada vez que se realiza el mantenimiento a los elevadores se observan datos como:

- a. Elongación y desgaste en pines de la cadena.
- b. Grietas o deformidades en los cangilones.
- c. Desalineaciones en la cadena.
- d. Desgaste en el labio de descarga.
- e. Desgaste o juego en los Ni-hard

Como los tensores de la cadena de cada uno de los elevadores funcionan de forma automática, el departamento de predictivos, lleva un historial de estos desgastes de cada equipo, en el cual observan las elongaciones de la cadena y el desgaste en pines y eslabones.

También se inspecciona la aproximación de los cangilones en la parte mas baja de la vuelta de la rueda en la parte de la bota con respecto al piso para determinar cuándo es conveniente proceder a acortar la cadena para lograr subir los tensores, sin descuidar el desgaste máximo permitido de los eslabones.

A continuación se muestran las tablas de desgaste con respecto al número de cadena de los elevadores:

Tabla I. Desgaste de cadena, elevadores Rexnord.

Número de cadena	Número de eslabones	Longitudes			
		Sin desgaste		Desgaste	
		pulgadas	mm	pulgadas	mm
ES-111	26	123.8	3144.5	126.3	3207
ES-833	20	120	3048	123	3124.2
RS-856	20	120	3048	123	3124.2
ER-857	20	120	3048	123	3124.2
ER-859	20	120	3048	123	3124.2
ER-864	18	126	3200.4	128.7	3270.2
ER-956	20	120	3048	123	3124.2
ER-958	20	120	3048	123	3124.2
ER-984	18	126	3200.4	128.7	3270.2

Fuente: Manual Rexnord.

Tabla II. Desgaste del pasador y del buje, elevadores Rexnord.

No. de cadena	Diámetro exterior del pasador				Diámetro interior del buje			
	Sin desgaste		Desgaste máx.		Sin desgaste		Desgaste máx.	
	plgs.	mm	plgs.	mm	plgs.	mm	plgs.	mm
ES-111	0.750	19.05	0.657	16.69	0.770	19.56	0.806	20.47
ES-833	0.750	19.05	0.657	16.69	0.770	19.56	0.806	20.47
RS-856	1.000	25.40	0.865	21.91	1.025	26.04	1.111	28.22
ER-857	1.000	25.40	0.865	21.91	1.025	26.04	1.111	28.22
ER-859	1.250	31.75	1.095	27.81	1.275	32.26	1.400	35.56
ER-864	1.250	31.75	1.095	27.81	1.275	32.26	1.400	35.56
ER-956	1.000	25.40	0.865	21.91	1.025	26.04	1.111	28.22
ER-958	1.113	28.27	0.985	25.02	1.150	29.16	1.236	31.39
ER-984	1.375	34.92	1.21	30.86	1.400	35.48	1.525	38.74

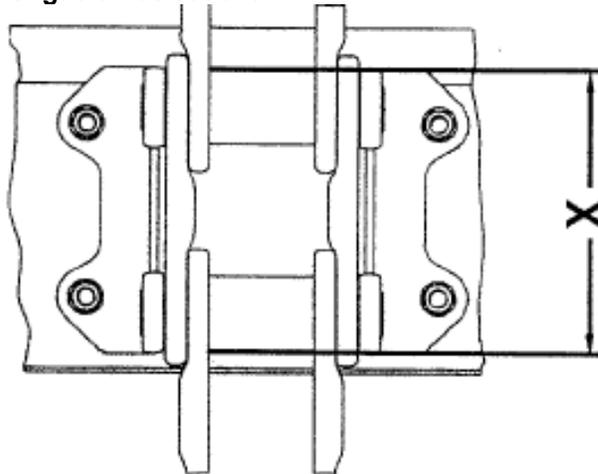
Fuente: Manual Rexnord.

Tabla III. Desgaste de cadena, elevadores Aumund.

Chain type	Chain pitch (mm)	Dia. bolt (mm)	Xmax (mm)	X50 (mm)
AU 04.1	177.8	52	238.8	234.3
AU 06.2	177.8	58	243.8	239.8
AU 13.2	177.8	63	249.8	245.3
AU 15.2	177.8	71	257.8	253.3

Fuente: Manual Aumund.

Figura 32. Elongación de cadena



Donde:

X_{max} = elongación máxima del eslabón

X_{50} = elongación media (mitad de vida útil).

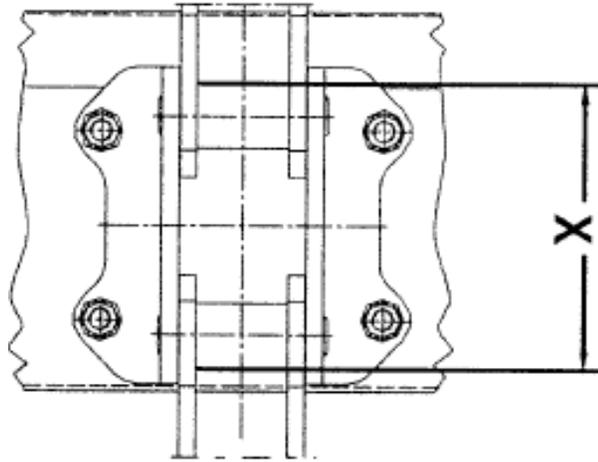
Fuente: Manual Aumund, edición 2004.

Tabla IV. Desgaste de cadena, elevadores Aumund.

Chain type	Chain pitch (mm)	Dia. bolt (mm)	Xmax (mm)	X50 (mm)
AU 01.1	140	38	183	180.5
AU 02.2	152.4	45	202.4	199.9

Fuente: Manual Aumund.

Figura 33. Elongación de cadena.



Donde:

X_{\max} = elongación máxima del eslabón

X_{50} = elongación media (mitad de vida útil)

Fuente: Manual Aumund, edición 2004.

La cadena se debe inspeccionar regularmente.

A continuación se describe una lista de verificación para inspección de la cadena:

- a. Las caras internas de los eslabones deben ser revisados por desgaste. Esta es una indicación de desalineamiento.
- b. Pasadores sueltos o fuera de posición son señales peligrosas que pueden conducir a paros repentinos e inesperados.
- c. Exceso de acumulaciones de material en la cadena y sus accesorios causará asiento incorrecto en las ruedas dentadas y un funcionamiento áspero del elevador. Resultado, desgaste rápido.
- d. Partes redondas de la cadena, esto es, pasadores y bujes deben ser inspeccionados por desgaste.
- e. Ruedas dentadas deben ser inspeccionadas por alineamiento y desgaste excesivo de dientes. Desgaste de dientes en las ruedas dentadas

causará a la cadena doblarse al revés, causando daño a los cangilones.

- f. Inspeccionar visualmente la luz entre cada par de eslabones, interior y exterior. Demasiada luz sugiere fractura de pasadores.
- g. Remover los pasadores cuando luz excesiva indique pasadores quebrados. Si se encuentran más de 5 pasadores quebrados, reemplazar todos, lo más pronto que sea conveniente.

Los cangilones deben ser revisados periódicamente por pernos sueltos y acumulaciones de material. Todo cangilón dañado debe ser reparado o reemplazado para eliminar caída de material en la bota.

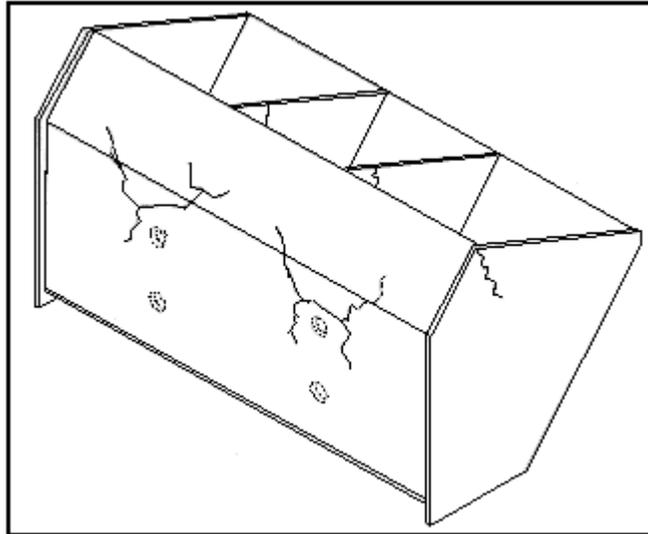
Las deformidades y grietas en los cangilones son un síntoma común en ellos por el tipo de trabajo al cual se someten, se deben a varios factores, que, acumulados hacen que el cangilón se fatigue, deforme y agriete.

Estos factores son:

- a. Velocidad de trabajo
- b. Material a transportar
- c. Tipo de material del cangilón
- d. Volumen de descarga, etc.
- e. Temperatura del material transportado
- f. Granulometría,
- g. Etc.

Los cangilones además, se deben revisar por pernos sueltos o desaparecidos en las cadenas, también hay que revisar las configuraciones raras de desgaste o cangilones dañados.

Figura 34. Cangilón agrietado por fatiga.



Fuente: Manual Rexnord, edición 2001.

Se debe inspeccionar la cadena para ver si se encuentran señales de desgaste prematuro.

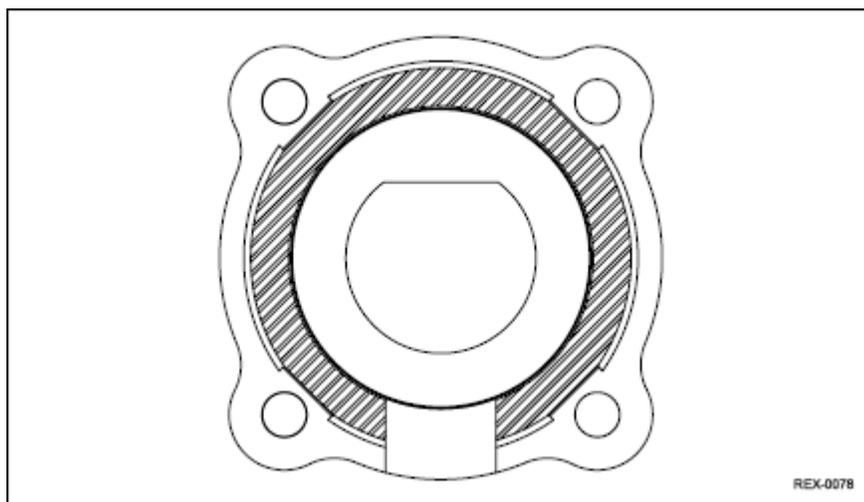
Poner atención especial a las indicaciones de fricción en los eslabones interiores. Esta es una señal de maquinaria desalineada, lo cual debe ser corregido antes de su marcha posterior.

El labio de descarga se ubica en el interior de la canaleta de descarga y se debe revirar los tornillos de anclaje y apretar si es necesario, además si se observa desgaste, se debe reemplazar.

Los Ni-hard también tienen un límite de desgaste por uso, cuando estos llegan a su vida útil es necesario su reemplazo para evitar problemas posteriores, aun si no han llegado a su límite de vida útil.

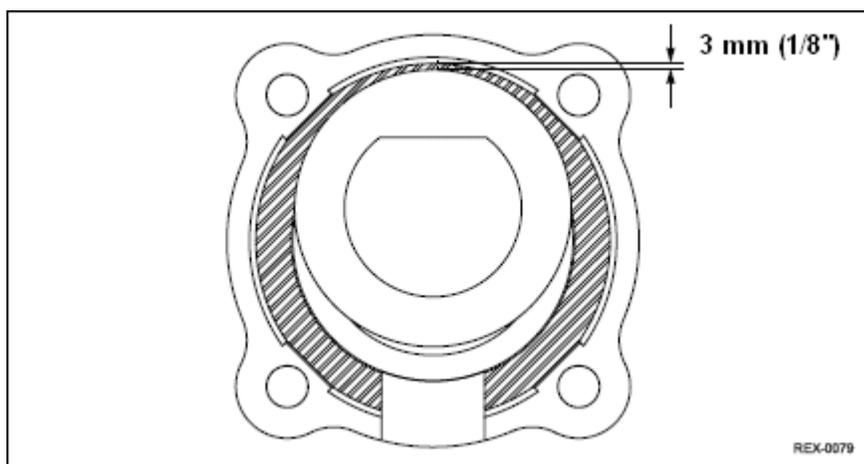
Para inspeccionar el rodamiento por desgaste o sustitución, se mide el área de la brida superior del bloque de la manga y el bloque debe ser reemplazado si el material en el área de la brida superior del bloque es de 3 mm (1 / 8) o menos.

Figura 35. Ni-hard sin desgaste.



Fuente: Manual Rexnord, edición 2001.

Figura 36. Ni-Hard con desgaste máximo.



Fuente: Manual Rexnord, edición 2001.

3.4 Creación de lista de partes según área de proceso

Actualmente en planta no se contaba con una base de datos, en la cual se encontrara reunida la información de todos los elevadores de las líneas de cemento y la línea de cal, necesarios para llevar un control específico de las partes de cada uno de los equipos.

Esta base de datos se creó, en base a la hoja de cálculo Microsoft Excel, ya que por las características de trabajo de dicha hoja, permite realizar funciones como los macros que hacen fácil de manejar y ubicar rápidamente los equipos de toda la planta.

A continuación se indican las marcas de elevadores que hay actualmente en planta:

Figura 37. Marca de elevadores en planta.



Fuente: Folleto de equipo.

Figura 38. Marca de elevadores en planta.



Fuente: Folleto de equipo.

Figura 39. Marca de elevadores en planta.



Fuente: Folleto de equipo.

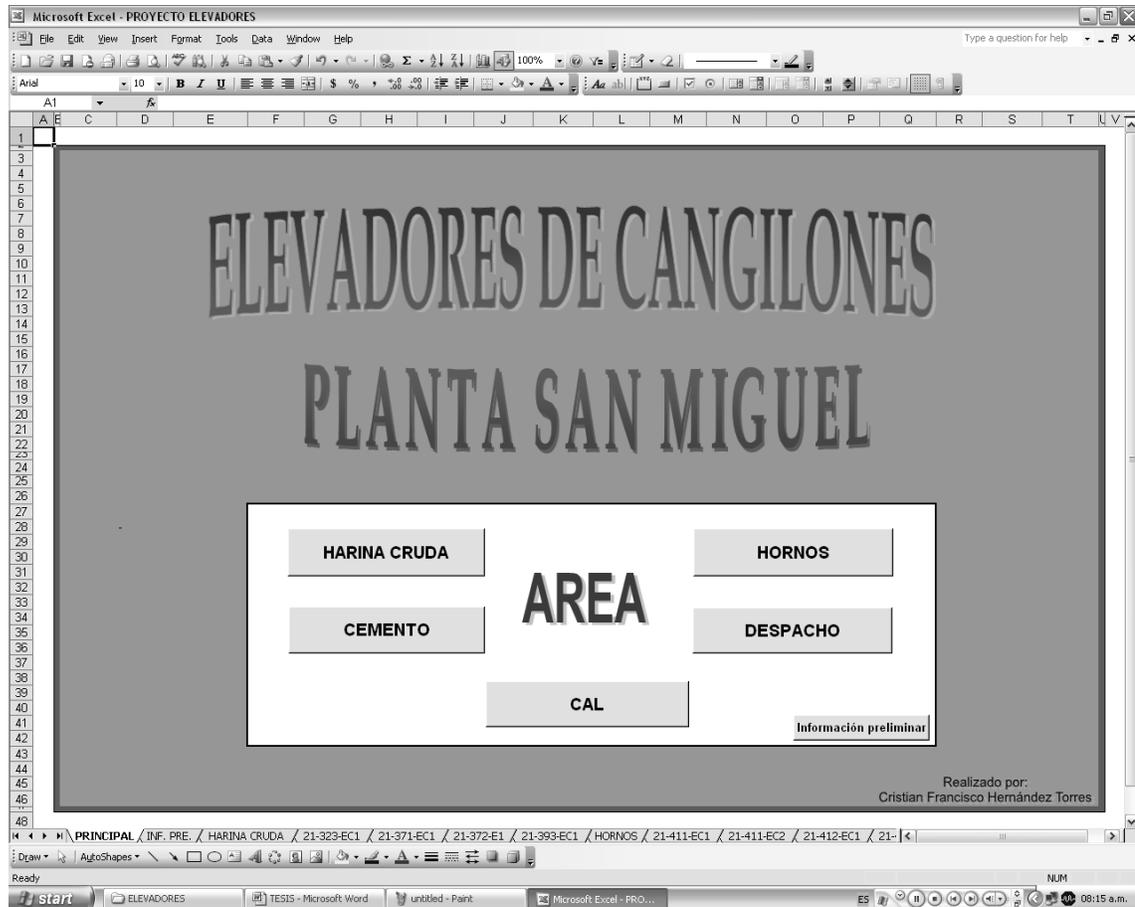
Figura 40. Marca de elevadores en planta.



Fuente: Folleto de cada equipo

La pantalla principal está dividida por las áreas que componen las líneas de cemento y la línea de cal, tal y como lo muestra la figura número 34.

Figura 41. Pantalla principal en base de datos.



3.4.1 Objetivo

- a. Ubicar de forma rápida y precisa cualquiera de los equipos de elevación del cual se desee la información necesaria.
- b. Llevar un estricto control de las partes más importantes de cada uno de los elevadores.
- c. Saber con precisión el largo total de la cadena del elevador, para contar con suficiente suministro de repuesto en el área del almacén.
- d. Saber además, el tipo de cadena que lleva cada equipo.
- e. Marca del elevador.

- f. Contar también, dentro de la base de datos con la lista de partes que actualmente están en el sistema.
- g. Identificar los equipos que no cuentan con códigos de repuestos para la creación de los mismos.
- h. Contar con información preliminar, útil para cada uno de los equipos de elevación.
- i. Listar los reductores de todos los elevadores para saber que equipos utilizan el mismo reductor.

3.4.2 Codificación por ut´s

La codificación en la base de datos se realizo por medio de los ut´s de cada elevador.

Los ut´s por área son:

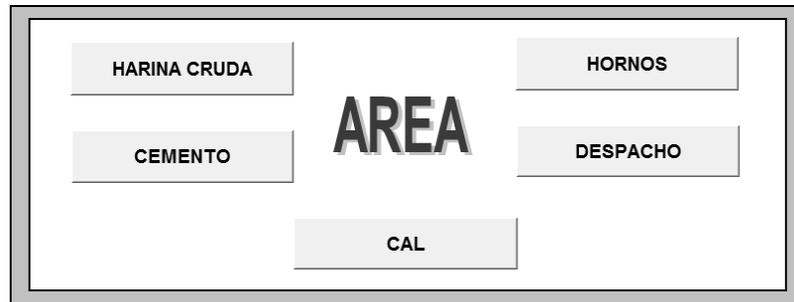
21-3XX-XXX	→	harina cruda
21-4XX-XXX	→	hornos (clinker)
21-5XX-XXX	→	cemento
21-6XX-XXX	→	despacho
22-5XX-XXX	→	cal
22-6XX-XXX	→	despacho de cal

El significado de estos códigos se describió en el inciso 1.6, figura 3.

3.4.3 Localización de los equipos

Al hacer click en cualquiera de los iconos indicados en la pantalla principal automáticamente ingresamos al área, acá es donde se encuentran ubicados todos los equipos de esa área, cada uno identificado por su respectivo código.

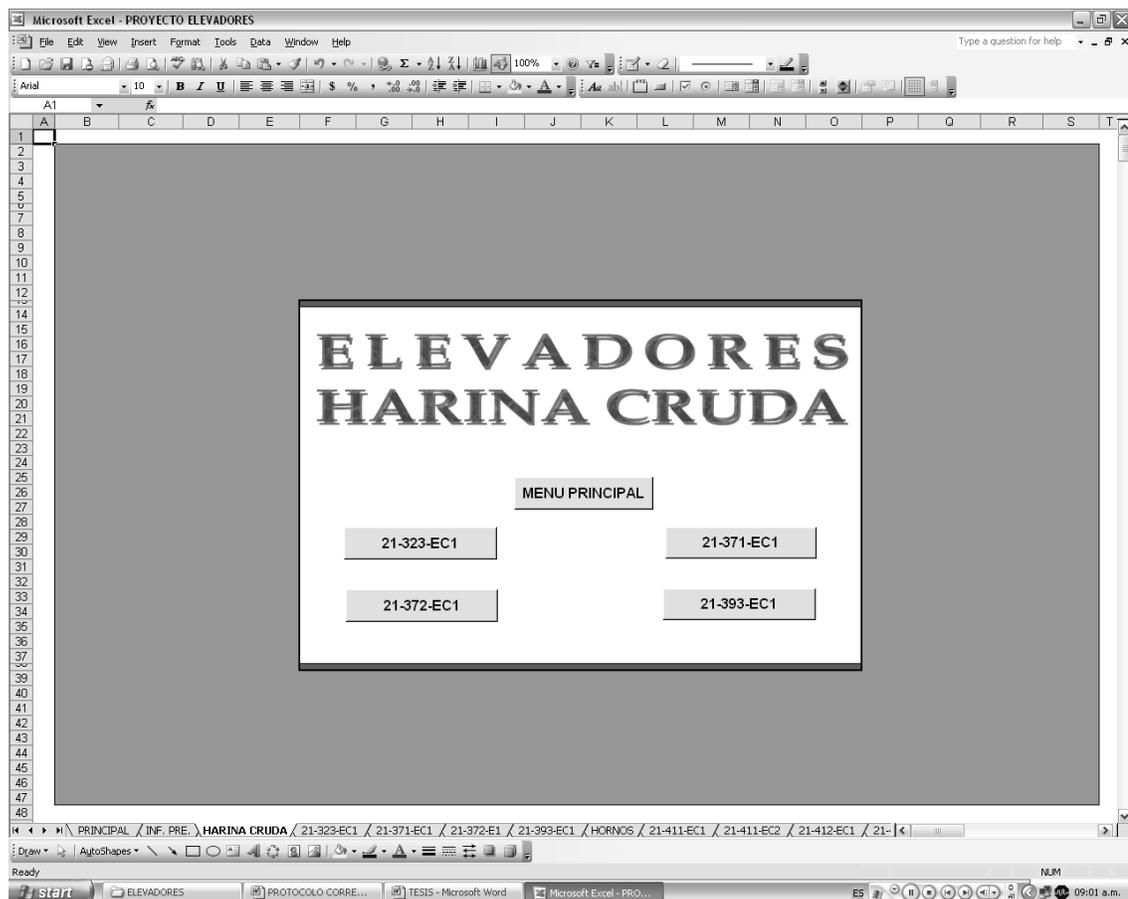
Figura 42. Iconos pantalla principal.



Harina cruda cuenta con cuatro elevadores:

21-323-EC1	21-372-EC1
21-371-EC1	21-393-EC1

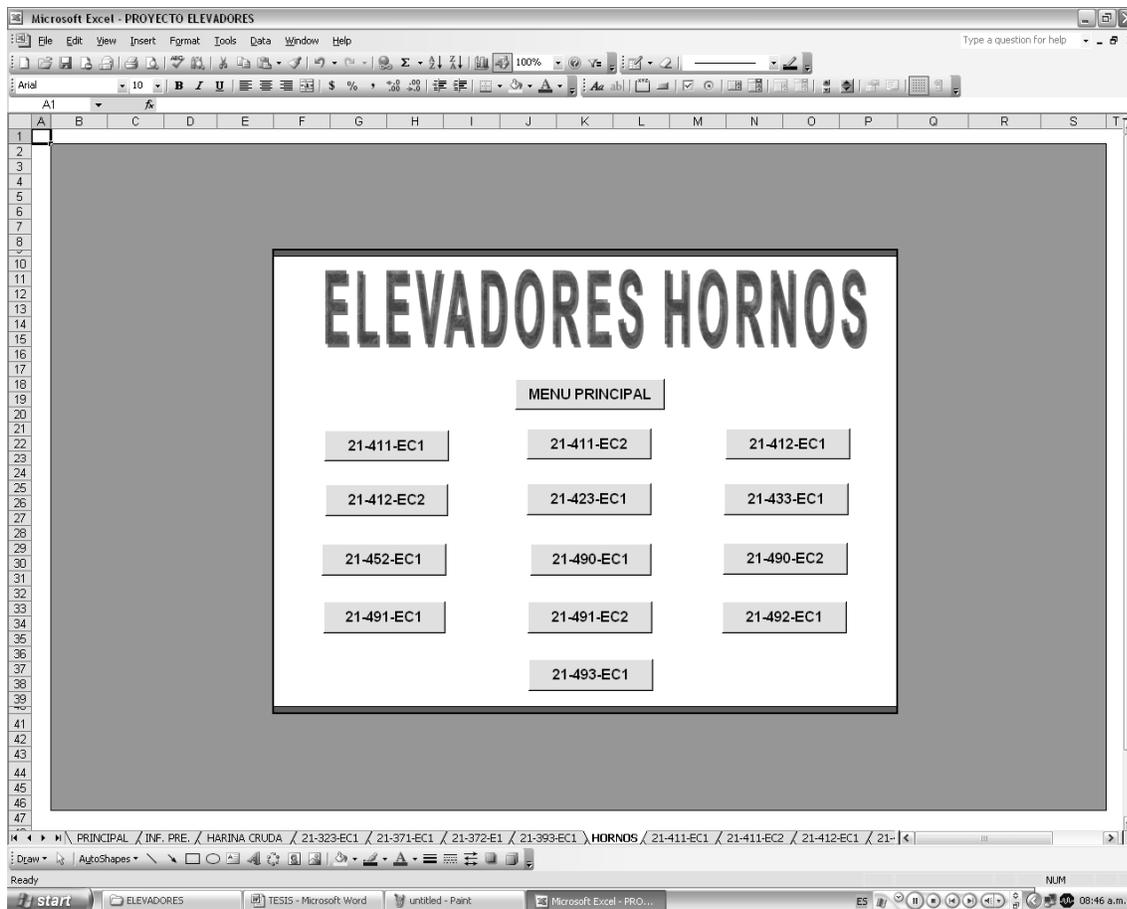
Figura 43. Ubicaciones harina cruda.



Hornos cuenta con trece elevadores

21-411-EC1	21-490-EC1
21-411-EC2	21-490-EC2
21-412-EC1	21-491-EC1
21-412-EC2	21-491-EC2
21-423-EC1	21-492-EC1
21-433-EC1	21-493-EC1
21-452-EC1	

Figura 44. Ubicaciones hornos.

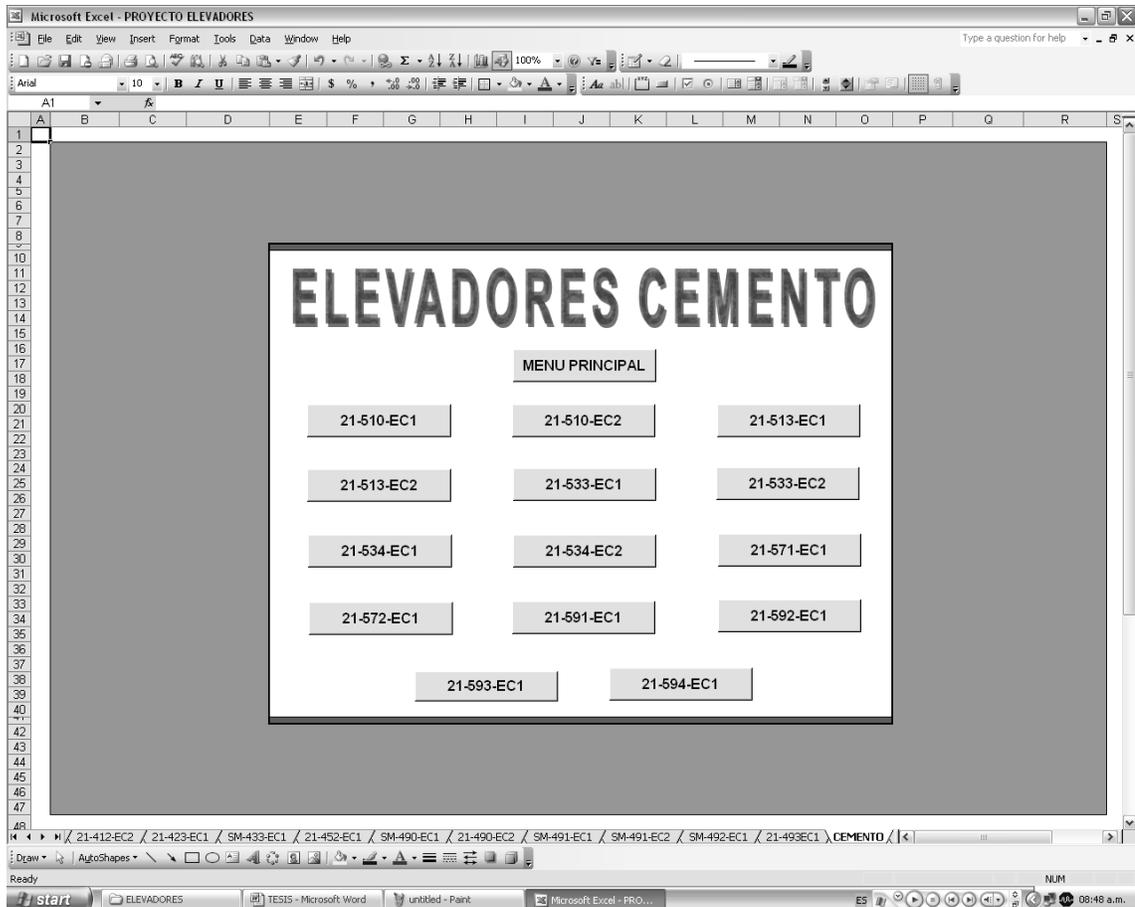


Cemento cuenta con catorce elevadores

21-510-EC1	21-534-EC2
21-510-EC2	21-571-EC1
21-513-EC1	21-572-EC1

21-513-EC2	21-591-EC1
21-533-EC1	21-592-EC1
21-533-EC2	21-593-EC1
21-534-EC1	21-594-EC1

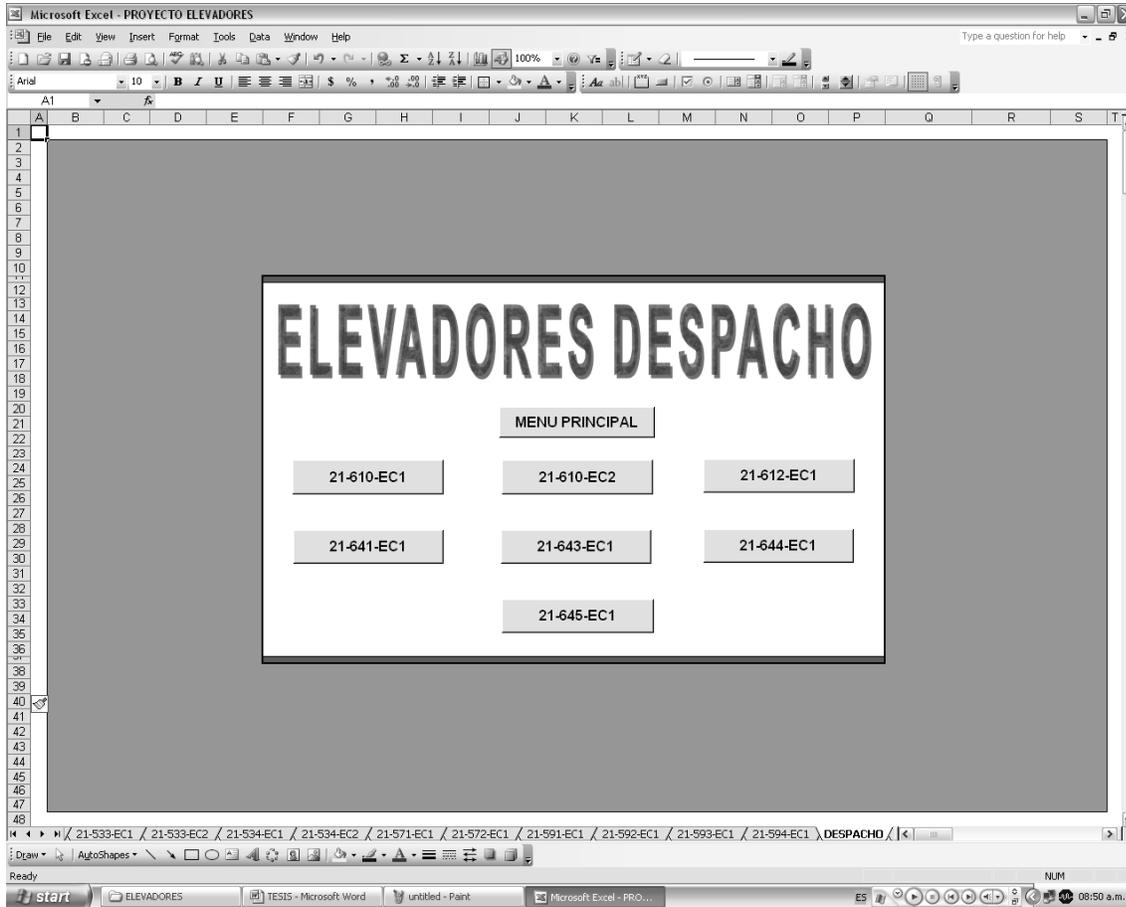
Figura 45. Ubicaciones cemento.



Despacho cuenta con siete elevadores

21-610-EC1	21-643-EC1
21-610-EC2	21-644-EC1
21-612-EC1	21-645-EC1
21-641-EC1	

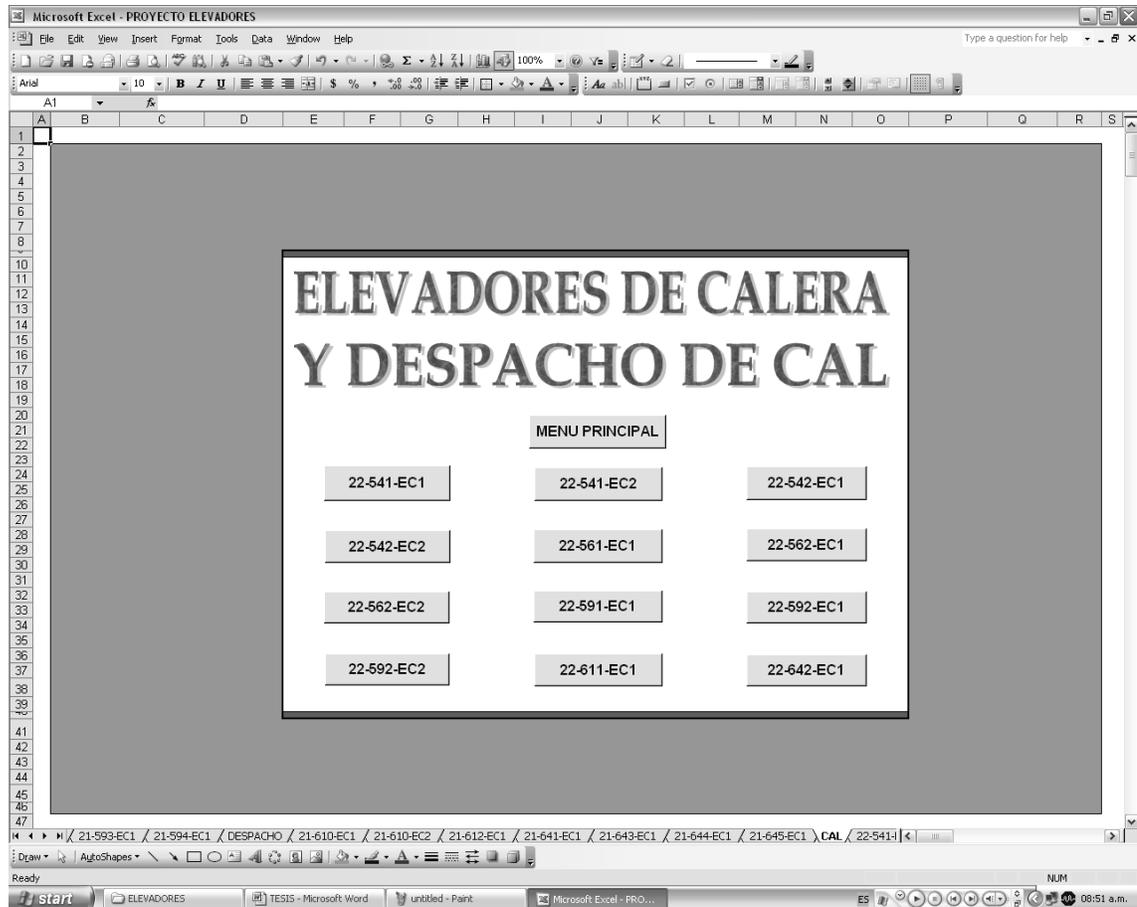
Figura 46. Ubicaciones despacho.



Cal y despacho de cal cuentan con doce elevadores

22-541-EC1	22-562-EC2
22-541-EC2	22-591-EC1
22-542-EC1	22-592-EC1
22-542-EC2	22-592-EC2
22-561-EC1	22-611-EC1
22-562-EC1	22-642-EC1

Figura 47. Ubicaciones cal y despacho de cal.



3.4.4 Especificaciones técnicas de las partes complementarias del elevador

Ya con la información de campo depurada y comparada con la información de los manuales y los datos en el sistema, se ingresa a la base de datos, junto con fotografías tomadas a cada uno de los equipos para ubicarlos más rápidamente.

Las partes complementarias de los elevadores, que se indican en la base de datos son:

- a. Ficha de control
- b. Motor principal
- c. Reductor principal
- d. Acople
- e. Chumaceras
- f. Motor auxiliar
- g. Reductor auxiliar

Entre otros los datos que se encuentran por cada una de las partes complementarias son:

- a. Serie del equipo
- b. Modelo
- c. Marca
- d. Rpm (en el caso de los motores y reductores)
- e. Marca y diámetro de eje (en el caso de las chumaceras)
- f. Marca y tipo de acoplamiento, etc.

A continuación aparece la estructura de la información que se ve al ingresar a cada uno de los macros, se colocará la información de un elevador por área, únicamente para ejemplificar la información de cada elevador, son cincuenta elevadores en total, lo mismo se realizó con cada uno de los elevadores.

Figura 48. Área harina cruda, elevador de cangilones 21-323-EC1.

Microsoft Excel - PROYECTO ELEVADORES

HAC: 21-323-EC1		DESCRIPCION: ELEVADOR HARINA CRUDA	
AREA: HARINA CRUDA		MARCA: REXNORD	
MODELO: 2124M		SERIE: G35463-1	

CADENA
 REX 998
 LARGO DE CADENA: 190 PDS
 TOTAL DE CUMBOS: 196
 PITCHES: 372

número de cadena	número de eslabones	Longitud			
		Sin desgaste		Desgaste	
		plg	mm	plg	mm
SMU o ER 950	20	120	3048	123	3124.2

Número de cadena	Diámetro exterior del pasador		Diámetro interior del buje	
	Sin desgaste	Desgaste máximo	Sin desgaste	Desgaste máximo
	plg	mm	plg	mm
SJM o ER 994	1.375	34.92	1.21	30.86

TIPO DE ACOPLE
 MAGNETICO
 MFI US PATENT NO. 5473289 5477593 5677094
 MARCA: REXNORD MAGNELINK
 B20184-002

CHUMACERA
 NO. 7297
 PAS 4951-05P2
 DIAMETRO DE EJE: 6.7/16"

DATOS MOTOR:

MARCA: U.S. Electrical Motors	HP: 40
PH: 3	INSUL CLAS: F
Hz: 60	FRAME: 324T

Figura 49. Área harina cruda, elevador de cangilones 21-323-EC1.

Microsoft Excel - PROYECTO ELEVADORES

HAC: 21-323-EC1		DESCRIPCION: ELEVADOR HARINA CRUDA	
AREA: HARINA CRUDA		MARCA: REXNORD	
MODELO: 2124M		SERIE: G35463-1	

CÓDIGO: 450
SHAFTEND BEARING: 6311-2ZAC3
OPPEND BEARING: 6211-2ZIC3
ID #: F208-Z10ZZX0R12A
NÚMERO: 91.7

DATOS MOTOR AUXILIAR:

MARCA: U.S. ELECTRICAL MOTORS	ID #: DD063740-1
VOLTS: 30/60	AMPS: 13.5/6.75
INSUL CLASS: F	Hz: 60
CODE: H	FRAME: 184 TC
TYPE: B2VCL	RPM: 1740
DESIGN: B	SHAFT END BEARING: 6204ZZ
OPPEND BEARING: 6205ZZ	NEMA NOM: 86.5

DATOS REDUCTOR: 21-323-AP3

MARCA: Link-belt	SERIE NO.: H96X19009-01
SIZE: LC280	LC280-12HS-CE-1-100
SERVICE FACT: 1	HP RATING: 29
OUTPUT RPM: 17.5	INPUT RPM: 1750
ACEITE: 14.6 gals.	RATIO: 100.5
AGMA LUBRICANT NO. 5EP	

DATOS REDUCTOR AUXILIAR:

MODEL: MW	TYPE: H	SIZE: 100	MOTOR FRAME: 184T	RATIO: 25
INPUT RPM: 1750	INPUT HP RATING: 7.04	OUTPUT TORQUE LB-IN: 625	SERVICE FACT: 1	
SERIE NO.: H96-19009-A1				

Figura 50. Área harina cruda, elevador de cangilones 21-323-EC1.

DATOS SAP:

ELEVADOR DE CANGILONES		21-323-EC1	
87	NOMBRE DEL REPUESTO	PNS	Unidades
88	CUMBO 21" x 11 3/4" x 10 3/4"	6791-0012	82
89	CUMBO PREPARADO 24 X 11-3/4 X 10-3/4	6791-0014	40
90	CADENA REX 98 F/ELEVADOR	6791-0168	372
91	EMPAQUE PARA POTEZUELA 5/16" X 2"	6813-0504	270000
92	TORNILLO HEXAGONAL 1/2" X 2-1/2" G-5 NC	5914-0032	6
93	ROLDANA PLANA 1/2"	5626-0013	6
94	ROLDANA FRECCON 1/2"	5626-0004	6
95	ROLDANA FRECCON 5/8"	5626-0005	1
96	TORNILLO HEXAGONAL 5/8" X 2" G-5 NC	5914-0003	2
97	RETENEDOR ACRILO 45x28 x 17708	5122-0418	2
98	ACOPLE MAGNETICO 324T MAGNELENK	6104-0008	1
99	TORNILLO HEXAGONAL 1/2" X 2" G-8 NC	5908-0069	10
100	BEARINGS 6 44 INCH DIA G35463-1-28-100	6791-0081	2
101	CHUMACERA COMPLETA #PEL66103FR 6-7/16	6791-0172	2
102	CHUMACERA 6 7/16 PEL66103FR	5409-0115	1
103	COJINETE 22254LBR / V329 / CS IBE 6-7/16	5914-0188	2
104	SPEKT 20T-PCLY 1/4 MP-2196CHADN-14MM GT2	6791-0105	2
105	MP-2196 BUSH-TAPERLOCK-2517 2 1/8	6791-0106	2
106	MP-2196 SPEKT-200T-PCLY CHAIN 14MM GT2	6791-0107	2
107	MP-2197 BUSH-TAPERLOCK-4030 3/4	6791-0108	2
108	MP-2197 BELT-PCLY CHAIN GT2-14MM	6791-0109	2
109	SCR CAP HEX SOC FLTPT 0.75X1.00" 29740-0	6791-0085	2
110	HIDRAULICO ADITIVO ANTIDEGASTE VG32	4701-0048	0.200 GAL.
111	RIM TRACTION REF98X90" 635 20518 87 (RUE)	6791-0085	1
112	RIM TRACT WHEEL DIA SED 30" G33463-1	6791-0107	1
113	NI-HARD SLEEVES (FOOT SHAFT) G33463-1-20	6791-0108	2
114	NI-HARD BEARINGS (FOOT SHAFT) G33463-1-2	6791-0109	2

MOTORREDUCTOR ELEVADOR 21-323-JK6

NOMBRE DEL REPUESTO	PNS	Unidades
AGMA 7 COMPUESTO ISO VG 460 EP	4701-0050	1.900 GAL.
COJINETE 6206-2RS-C3	5919-0049	1
COJINETE 6205-2RS-C3	5919-0048	1
HIDRAULICO ADITIVO ANTIDEGASTE VG32	4701-0048	1.000 GAL.

REDUCTOR ELEVADOR 21-323-AP3

NOMBRE DEL REPUESTO	PNS	Unidades
ACRILO 45x28 x 17708	4701-0017	20.000 GAL.
RETENEDOR 190.220-15-341.080 5109	6796-0124	2

REDUCTOR AUXILIAR DEL ELEVADOR 21-323-AP5

NOMBRE DEL REPUESTO	PNS	Unidades
AGMA 7 COMPUESTO ISO VG 460 EP	4701-0050	1.000 GAL.
HIDRAULICO ADITIVO ANTIDEGASTE VG32	4701-0048	0.250 GAL.

MOTOR ELEVADOR 21-323-EC1-M01

NOMBRE DEL REPUESTO	PNS	Unidades
COJINETE 6311-2RS-C3	5919-1255	1
COJINETE 6211-2RS-C3	5919-1224	1

Figura 51. Área hornos, elevador de cangilones 21-490-EC1.

DATOS SAP:

ELEVADOR DE CANGILONES		21-490-EC1	
87	NOMBRE DEL REPUESTO	PNS	Unidades
88	CUMBO 21" x 11 3/4" x 10 3/4"	6791-0012	82
89	CUMBO PREPARADO 24 X 11-3/4 X 10-3/4	6791-0014	40
90	CADENA REX 98 F/ELEVADOR	6791-0168	372
91	EMPAQUE PARA POTEZUELA 5/16" X 2"	6813-0504	270000
92	TORNILLO HEXAGONAL 1/2" X 2-1/2" G-5 NC	5914-0032	6
93	ROLDANA PLANA 1/2"	5626-0013	6
94	ROLDANA FRECCON 1/2"	5626-0004	6
95	ROLDANA FRECCON 5/8"	5626-0005	1
96	TORNILLO HEXAGONAL 5/8" X 2" G-5 NC	5914-0003	2
97	RETENEDOR ACRILO 45x28 x 17708	5122-0418	2
98	ACOPLE MAGNETICO 324T MAGNELENK	6104-0008	1
99	TORNILLO HEXAGONAL 1/2" X 2" G-8 NC	5908-0069	10
100	BEARINGS 6 44 INCH DIA G35463-1-28-100	6791-0081	2
101	CHUMACERA COMPLETA #PEL66103FR 6-7/16	6791-0172	2
102	CHUMACERA 6 7/16 PEL66103FR	5409-0115	1
103	COJINETE 22254LBR / V329 / CS IBE 6-7/16	5914-0188	2
104	SPEKT 20T-PCLY 1/4 MP-2196CHADN-14MM GT2	6791-0105	2
105	MP-2196 BUSH-TAPERLOCK-2517 2 1/8	6791-0106	2
106	MP-2196 SPEKT-200T-PCLY CHAIN 14MM GT2	6791-0107	2
107	MP-2197 BUSH-TAPERLOCK-4030 3/4	6791-0108	2
108	MP-2197 BELT-PCLY CHAIN GT2-14MM	6791-0109	2
109	SCR CAP HEX SOC FLTPT 0.75X1.00" 29740-0	6791-0085	2
110	HIDRAULICO ADITIVO ANTIDEGASTE VG32	4701-0048	0.200 GAL.
111	RIM TRACTION REF98X90" 635 20518 87 (RUE)	6791-0085	1
112	RIM TRACT WHEEL DIA SED 30" G33463-1	6791-0107	1
113	NI-HARD SLEEVES (FOOT SHAFT) G33463-1-20	6791-0108	2
114	NI-HARD BEARINGS (FOOT SHAFT) G33463-1-2	6791-0109	2

MOTORREDUCTOR ELEVADOR 21-490-EC1-M01

NOMBRE DEL REPUESTO	PNS	Unidades
AGMA 7 COMPUESTO ISO VG 460 EP	4701-0050	1.900 GAL.
COJINETE 6206-2RS-C3	5919-0049	1
COJINETE 6205-2RS-C3	5919-0048	1
HIDRAULICO ADITIVO ANTIDEGASTE VG32	4701-0048	1.000 GAL.

REDUCTOR ELEVADOR 21-490-AP3

NOMBRE DEL REPUESTO	PNS	Unidades
ACRILO 45x28 x 17708	4701-0017	20.000 GAL.
RETENEDOR 190.220-15-341.080 5109	6796-0124	2

REDUCTOR AUXILIAR DEL ELEVADOR 21-490-AP5

NOMBRE DEL REPUESTO	PNS	Unidades
AGMA 7 COMPUESTO ISO VG 460 EP	4701-0050	1.000 GAL.
HIDRAULICO ADITIVO ANTIDEGASTE VG32	4701-0048	0.250 GAL.

MOTOR ELEVADOR 21-490-EC1-M01

NOMBRE DEL REPUESTO	PNS	Unidades
COJINETE 6311-2RS-C3	5919-1255	1
COJINETE 6211-2RS-C3	5919-1224	1

Figura 52. Área hornos, elevador de cangilones 21-490-EC1.

Microsoft Excel - PROYECTO ELEVADORES

ÁREA HORNOS

HAC	21-490-EC1	ÁREA HORNOS
DESCRIPCION	ELEVADOR DE CANGILONES HACIA DOMO	MARCA BEUMER
VELOCIDAD DE TRANSPORTE	1.4 m/s	CAPACIDAD DE TRANS. 225 t/h
TIME	TEFC	MODO DE CONS. B3

DATOS REDUCTOR PRINCIPAL: 21-490-AP4

MARCA	FLENDER	NO.	4233867-0040-001
TYP	B3 SH 09	n1	1800
n2	28.85	POTENCIA	58.30 Kw
LUBRICANTE	CEL	Lda.	
PTO	1	VG 320	25
	2	VG 320	42

Cantidad	Descripción	DN (ISO)	ISO / NLOI	Cantidad de refre. no	Primer cambio
1	Reductor Flender	CLP (CG)	VG 320	44.501	400 h
1	Motoreductor Flender	CLP PG	VG 220	3.501	4 años
1	Acoplamiento Voith	HLP	VG 32	7.801	15000 h
2	Copriete recto (tambor de accionamiento)	KP2N-30		2200 g	15000 h
2	Copriete tensor	SAE 90		0.80 t	15000 h

DATOS SAP

NOMBRE DEL REPUESTO	PN3	Unidades
COJINETE 21136 CC/1768	5814-0196	2
MANCILLITO (BUSHING) H 9136	5403-0088	2
ACEITE MOBIL SHC 492	4701-0025	0.500 GAL
COJINETE 2205 IRS	5919-1626	2
TORNILLO HEXAGONAL M6x50 G-8.8	5514-0350	2
TACO ELASTICO 290494 FLENDER # 260	6752-0174	10
COJINETE 22216 E	5814-0036	2

REDUCTOR ELEVADOR

NOMBRE DEL REPUESTO	PN3	Unidades
Fuelle plug 160", dia. 18mm, diam 260	6703-0085	2
PUNILE PLUG MERO 5 140 POSMO 10M2110	6703-0008	2
MULK M-200 ACOPLE VOITH VTK 422	6103-0017	8
ACOPLAMIENTO VOITH 422 TV + PES 200M	6791-0134	

Figura 53. Área cemento, elevador de cangilones 21-513-EC2.

Microsoft Excel - PROYECTO ELEVADORES

ÁREA CEMENTO

HAC	21-513-EC2	MARCA AUMUND
DESCRIPCION	ELEVADOR DE CANGILONES HACIA 513-TP4	ÁREA CEMENTO
ORDEN NUMERO	97254	TIPO DE CINTA TRANS. BW-2.500/285/4
POTENCIA DE ACCIONAMIENTO	62.8KW	RENDIMIENTO DE TRANS. 280 T/H
VELOCIDAD DE TRANSPORTE	1.32 M/s	

TIPO DE CADENA

AU 04.1	
LARGO DE LA CADENA	248 PIES

Chain type	Chain pitch mm	ø Bolt mm	Xmax mm	x50 mm
AU 04.1	177.8	52	238.8	234.3

ACOPLE

MAGNA DRIVE	
FIXED GAP COUPLING	
12.5	

CHUMACERAS CAJA

HFB 3430K	
DIAMETRO DE EJE	150 mm

DATOS MOTOR

MARCA	G.E. ELECTRICAL MOTORS	MODELO	5K336652212D20F2
SERIE	UDG 294220	HP	75
RPM	1750	Hz	60
PHASE	3	MAX KWAR	26.6
VOLTS	460	AMPS.	91.7
FRAME	360T2	TYPE	B3
NEMA DESIGN	B	CODE	G
INSUL CLASS	F	SHAFT END BEARING	39 AM2

DATOS REDUCTOR: 21-513-APS

MARCA	FLENDER	NO.	K194-005-822-010-001
TIPO	B3 D31 07B	n1	2764
n2	31.66	P2	38.90 Kw
PN	69.0 Kw / m³	7in	1800 / 32 rpm
ACEITE	AGMA 0 EP 150 VG 320		

Figura 54. Área cemento, elevador de cangilones 21-513-EC2.

MENU CEMENTO

HACIA	MARCA
21-513-EC2	ALUMINO
DESCRIPCION:	AREA:
ELEVADOR DE CANGILONES	CEMENTO
HACIA 513-TP4	TIPO DE CINTA TRANS.
ORDEN NUMERO	BW-2.500/285/4
37214	RENDIMIENTO DE TRANS.
POTENCIA DE ACCIONAMIENTO	280 T/H
52 KW	

DATOS MOTOR AUX.

ID #	MODELO
21GP18089001G	P18G28890C
FRAME	TYPE
184TC	P
DESIGN	HP
	5
VOLTS	AMPS.
230/460	13.0/6.5
Hz	PHASE
60	3
CODE	INSUL CLASS
H	F
MAX KVAR	GUARANTEED EFFICIENCY
1.5	85.5
DRIVE END BEARING	OPP DE BEARING
30BC0230X	28BC0230X

DATOS SAP

ELEVADOR HACIA 513-TP4	21-513-EC2	
NOMBRE DEL REPUESTO	PNS	Unidades
PRINGEPANIN GAMBH 3679 085 822 0-0 57 65	6791-0075	1
MOTORREDUCTOR	21-513-AK9	
NOMBRE DEL REPUESTO	PNS	Unidades
ACEITE AGMA 5 EP ISO VG 220	4701-0017	1.600 GAL

Figura 55. Área despacho, elevador de cangilones 21-644-EC1.

MENU DESPACHO

HACIA	DESCRIPCION
21-644-EC1	ELEVADOR ENV. S
AREA:	MARCA
DESPACHO	REXNORD

CANGIJA

REX 958
LARGO DE CADENA
120 PITCH
CUMBOS
120
PITCHES
240

TIPO DE ACOUPLE

MARCA	LINK-BELT
DIAMETRO DE EJE	ø 7/16"
TIPO DE ACOUPLE	HIIDRAULICO
966T VE	QR 104816
MARCA	VALTH TURBO

DATOS MOTOR

MARCA	CATALOG
U.S. Electrical Motors	18082E
MODEL	SHAFT END BRG
B086A	6311-223C3
OPR END BRG	FR
6211-223C3	326T
TYPE	ENCL
ACT	TE
INSUL CLASS	DUFFY
FCT	COAT.
Hz	HP

DATOS MOTOR AUXILIAR:

MARCA	SERIE
Link-Belt	H00-12192-A1
SIZE	LC225-12545-CE-150
LC225	HP
IMPULS RPM	71
1795	OUTPUT RPM
RATIO	33
50.41	
ACEITE	
AGMA 5 EP VG 220	

Figura 56. Área despacho, elevador de cangilones 21-644-EC1.

HAC		DESCRIPCION	
21-644-EC1		ELEVADOR ENV. 5	
AREA:		MARCA	
DESAPACHO		REXNORD	

60	50
RPM	SF
1775	1.15
DESIGN	CODE
B	0
GUARANTEED EFFICIENCY	MAX. KVAR
91.7	10
NEMA NOM EFFICIENCY	NOM PF
90	88.2
VOLTS	AMPS
230/460	116/88

DATOS REDUCTOR AUXILIAR:		SERIAL NO.	
MARCA Lin&Belt		U00-64491-A1	
MODEL	TYPE	SIZE	Mtu. Mfg. ASSEM.
MV	H	120	XC 2B
MOTOR FRAME RATIO		MOTOR FRAME RATIO	
168T		037	
INPUT RPM		INPUT HP RATING	
1750		9.5	
SERVICE FACT		OUTPUT TORQUE LB-IN	
1		10371	
LUBRICANTE			
AGMA VG 460			

DATOS SAP:		21-644-EC1	
ELEVADOR EN PALETIZADORA 2		PHS	
NOMBRE DEL REPUESTO		Unidades	
HIDRAULICO ADITIVO ANTIDEGASTE VG32		4701-0048 1,000-GAL	

Figura 57. Área de cal, elevador de cangilones 22-561-EC1.

HAC:		MARCA	
22-561-EC1		MILANO ITALIA	
DESCRIPCION:		AREA:	
ELEVADOR DE CAL HIDRATADORA		CALDERA	
ARCH NO.		AÑO	
3682 A2		1989	
LARGO DE LA CADENA			
94 PIES			

DATOS DE MOTOR:	
MARCA FIMET	
760/440v	
4.9/8.5 A.	
COS ϕ 0.79	
SERVICIO SC	
NO. 1275658	
43W	
1150 RPM	
CONEXION, $\frac{1}{2}$ "	
60 Hz.	
Clas. E	

DATOS REDUCTOR: 22-561-AP1	
MARCA C. R.L.I. B.1.dutton-Galtes	
S.N. 80-06-099/1	
Tipo Rom-213	
LUBRICANTE	
Lubricante ESSO SPARTAN EP 150 relvo 1/20	

DATOS SAP:		22-561-EC1	
ELEVADOR		PHS	
NOMBRE DEL REPUESTO		Unidades	
BOLT HOOK GRAPA		5815-0025 70	
CADENA ELEVADOR 13 ELABONES		4113-0059 76	
FAJA "Y" B-4		6120-0012 4	
CUMBO GRANDE P/CANGILON		6769-0025 85	
EMPAQUE ASBESTO GRAFITADO 1/4" ESTOPA		6813-0022 36	
ROLDANA PRESSION 5/8"		5625-0005 100	
COJINETE 22216 EK (PET BORRADO)		8319-1576 2	
BUSHING H316		6507-0047 2	
RETENEDOR 70x90x10-790224Z=27799-27741		5122-0369 2	

Figura 58. Área de cal, elevador de cangilones 22-561-EC1.

HAC:	MARCA:
22-561-EC1	MILANO-ITALIA
DESCRIPCION:	AREA:
ELEVADOR DE CAL-HIDRATADORA	CALERA
ARCH NO.	AÑO
8688 A2	1989

DATOS SAP:			
ELEVADOR	22-561-EC1		
NOMBRE DEL REPUESTO	PNS	Unidades	
BOLT HOOK GRAPA	5815-0025	70	
CADENA ELEVADOR 19 ELABONES	6113-0099	79	
FAJA 1/2" B-61	6120-0012	4	
CUMBO GRANDE P/CANGILON	6769-0025	35	
EMPAQUE ASBESTO GRAFITADO 1/4" ESTOPA	6813-0822	36	
ROLLANIA PRESSION 5/8"	5625-0005	100	
COJINETE 2216 BK (FET BOPRADO)	5219-1576	2	
BUSHING H316	6807-0047	2	
RETENEDOR 70x90x10=730224Z-27799-27741	5122-0869	2	

MOTOR ELEVADOR CAL HIDRATADA 22-561-EC1 M01			
NOMBRE DEL REPUESTO	PNS	Unidades	
MOTOR SHP 220 / 460V 1745RPM	6409-0139	1	
COJINETE 6208-2RS	5319-0344	2	
COJINETE 6205-2RS = 750070Z	5319-0312	2	

REDUCTOR ELEVADOR DE CAL HIDRATADA 22-561-AP1			
NOMBRE DEL REPUESTO	PNS	Unidades	
REDUCTOR (RM)	6618-0014	1	
ACEITE MOBIL SHC 632	4701-0025	22,000 GAL	
PETEN RADIAL 190X160X15 B2SL W5710 72RNR	6754-0262	1	
PETEN RADIAL 190X160X15 C W5710 72RNR 9	6754-0284	1	
RETENEDOR 85x110x12	5122-0416	2	
ELEMENTO ACCOUPLE FLEXIBLE SIZE 520 N-EUPE	6109-0020	10	
ACRITE AGMA 4 EP ISO VG 150	4701-0159	1,000 GAL	
FAJA 1/2" B-61	6120-0012	2	

3.4.4.1 Ficha de control

La ficha de control contiene la información general de cada uno de los equipos, es la identificación que se le dio a cada elevador dentro de la base de datos, en ella se encuentra información como, el número de ut, la marca del equipo, la descripción de la función del equipo, el área a la cual pertenece, año de construcción, etc., la información en la ficha varía según la marca y tipo de equipo.

Figura 59. Ficha de control por equipo.

HAC: 21-645-EC1	DESCRIPCION: ELEVADOR ENVASADORA 5
AREA: DESPACHO	MARCA AUMUND
ORDEN NO. 42423	AÑO 2005

Fuente: Base de datos propuesta.

3.4.4.2 Motor principal

El motor principal es el elemento encargado de proporcionar la potencia de trabajo que demanda el elevador para su correcto funcionamiento.

El tamaño del motor a usar, dependerá, del material el cual transporta el equipo, la distancia o altura a la cual transportará el material, tipo de elevador, entre otros factores.

Figura 60. Datos técnicos motor principal.

DATOS MOTOR	
MARCA G E. ELECTRIC	MODELO 5KG2965L222
POTENCIA 30 HP	REGIMEN DE TIEMPO CONTINUO
INPUT RPM 1770	AMP. 36
VOLTS 460	HERTZ 60
FASE 3	CLASE DE AISLAMIENTO F
AMBIENTE MAXIMO 40°C	CARCASA 286 TS
CLASIFICACION NEMA C	CÓDIGO G
TIPO KS	COGINETES LADO OP. AFBM 35BC02XP
COGINETES LADO TRANSMISION AFBM 50BC03JP	



3.4.4.3 Reductor principal

El engranaje se suministra como reductor de engranajes cilíndricos y cónicos de tres etapas, con el accionamiento auxiliar montado. Está diseñado

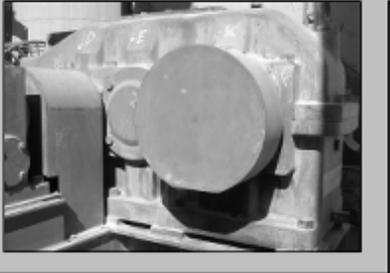
para ser montado en posición horizontal. Bajo demanda se puede suministrar también para otra posición de montaje.

Debido al montaje de un mecanismo anti retroceso y del acoplamiento auto desembragable, el engranaje sólo puede ser utilizado en un sentido de giro determinado.

El reductor de velocidad se encarga de brindar al equipo la velocidad de trabajo optima para su correcto funcionamiento, esta reducción de velocidad se logra mediante un juego de engranajes alojados en la parte interna del mismo, los cuales reducen la velocidad y a la vez ganan una potencia considerable que permite el movimiento de la cadena junto con los cangilones para el transporte del material.

Figura 61. Datos técnicos reductor principal.

DATOS REDUCTOR:	
MARCA Link-belt	SERIE NO. H96X-19009-B1
SIZE LC280	LC280-12HS-CE-1-100
SERVICE FACT 1	HP RATING 59
OUTPUT RPM 17.5	INPUT RPM 1750
ACEITE 14.5 gals. AGMA LUBRICANT NO. 5EP	RATIO 100.5



Cada reductor de velocidad se suministra con un aceite preventivo de óxidos que protege las partes contra los óxidos por un espacio de 12 meses cuando se almacena en un edificio seco, después del despacho de la fábrica.

En caso que la unidad sea almacenada o estará inactiva por un período más extenso que el indicado anteriormente, se debe vaciar el aceite y rociar todas las partes internas con un preservativo contra óxidos que sea soluble en aceite lubricante, también se puede agregar vapores retardantes de óxidos.

Antes de poner en servicio unidades que han estado en bodega o inactivas, deben ser llenadas al nivel apropiado con aceite nuevo que cumpla con las especificaciones de cada unidad individual y las instrucciones del manual de servicio.

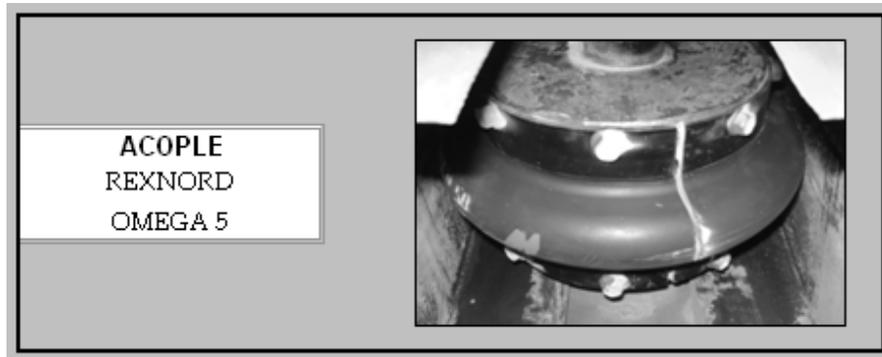
En base a una vez al mes, se debe inspeccionar unidades almacenadas o inactivas, se debe hacer girar manualmente los ejes, rociar o agregar retardantes de óxidos, si fuera necesario.

3.4.4.4 Acople

El acople es el elemento encargado de unir la parte motriz con la parte reductora del equipo, es decir, entre el motor y reductor de potencia, protege el equipo conectado amortiguando contra golpes, reduciendo la vibración torsional, y absorbiendo el efecto inevitable del desalineamiento.

El resultado es menos vibración de la instalación, intervalos de servicio de equipo más prolongados, y reducción de costos de mantenimiento.

Figura 62. Tipo de acople.



Acoplamiento de elastómero omega

El acoplamiento omega está diseñado para fácil mantenimiento consistiendo únicamente de cuatro componentes; dos cubos y un elemento bipartido longitudinalmente. El elemento flexible puede ser fácilmente reemplazado sin alterar los cubos ni mover el equipo conectado. El diseño del elemento bi-partido y el uso de tornillos radiales hacen rápidas y eficientes el montaje y desmontaje.

Los acoplamientos omega son de material flexible no lubricado formulado especialmente para optimizar durabilidad, fuerza, resistencia a la fatiga y compatibilidad ambiental.

El acoplamiento omega es ideal para uso en aplicaciones industriales como bombas, compresores de tornillo, ventiladores, mezcladoras, trituradoras y otros equipos rotativos.

Características

- a. Diseño de elemento flexible bi-partido.

- b. Cohesión poliuretano a metal.
- c. Uso de tornillos radiales.
- d. Alta capacidad de desalineamiento.
- e. Inspección visual.
- f. Cubos universales.
- g. Espaciador ajustable.

Beneficios

- a. Fácil reemplazo sin tener que mover cubos o equipo conectado.
- b. Elimina los problemas de montaje y frote asociados con diseños de prensa mecánica.
- c. Fácil accesibilidad.
- d. No lubricación, excelente resistencia química.
- e. Protege la instalación amortiguando los contragolpes y la vibración torsional.
- f. Acomoda el desalineamiento inevitable y tiene bajas fuerzas de reacción.
- g. No hay necesidad de desarmar el acoplamiento para su inspección.
- h. Los cubos del acoplamiento estándar y espaciador son idénticos (menos inventario).
- i. Un tamaño de acoplamiento espaciador puede acomodar diferentes separaciones de ejes.

Acoplamiento de discos flexibles

Son acoplamientos no lubricados de flexión metálica, los cuales utilizan piezas sin roce y no desgastadas para la transmisión de torque y para el acomodamiento del desalineamiento inevitable.

El elemento flexible es una serie de discos de precisión estampados con secciones transversales de diseño especial los cuales flexionan sin causar los problemas de desgaste de metal a metal asociados con los acoplamientos lubricados.

Los paquetes de discos flexibles han sido diseñados para tener vida infinita cuando los usados dentro de las clasificaciones y pautas ambientales publicadas. Dicho estándar de diseño conservador, combinado con más experiencia en aplicación que cualquier otro fabricante de acoplamientos de disco garantiza una máxima confiabilidad en los sistemas de transmisión más críticos.

Características

- a. Pieza central bi-partida.
- b. Diseñado para vida infinita.
- c. Paquete de discos metálicos flexibles.
- d. Inspección visual.
- e. Diseño de disco múltiple.
- f. Torsionalmente rígido.
- g. Se acomoda al desalineamiento.
- h. Elasticidad axial no lineal.
- i. Componentes de precisión maquinados.

Beneficio

- a. Fácil reemplazo del paquete de discos sin tener que mover los cubos o el equipo conectado.
- b. Gran confiabilidad.
- c. No lubricación ni desgaste de metal a metal.
- d. No hay necesidad de desarmar el acoplamiento para inspeccionarlo.

- e. Detección/inspección temprana de fallos.
- f. Sin contragolpes, velocidad de rotación constante.
- g. Absorbe el inevitable desalineamiento de los ejes con fuerzas de reacción bajas.
- h. No hay necesidad de modificaciones para aplicaciones en motor de cojinete deslizante.
- i. Excelente balance para aplicaciones de alta velocidad.

Acoplamiento N-eupex

Los acoplamientos N-eupex son acoplamientos de garras elásticas a la torsión. Son aptos para la conexión de máquinas y capaces de compensar desalineaciones de eje reducidas, causadas, por ejemplo, por imprecisiones en la fabricación, dilatación térmica, etc.

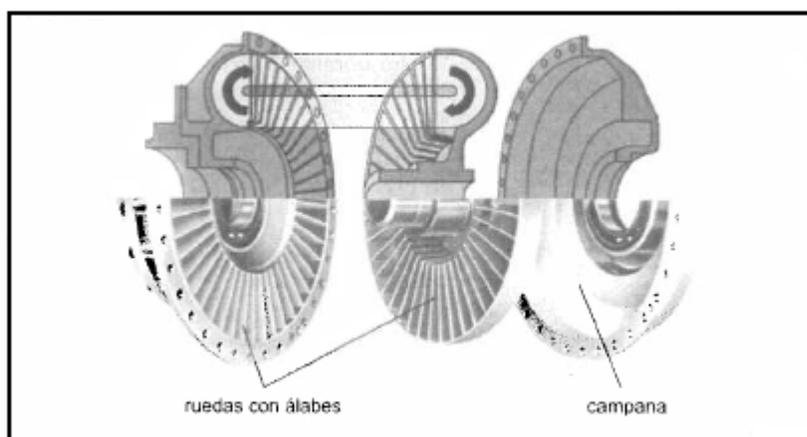
Turbo acoplador Hidráulico

El turbo acoplador hidráulico es un acoplador hidrodinámico que trabaja según el principio de Föttinger. Consta, como componentes principales, de dos ruedas con álabes del rodete-bomba y de la rueda-turbina así como de una campana encerrando. Ambas ruedas tienen rodamientos relativos.

La transmisión de fuerza se efectúa con muy poco desgaste; no hay ningún contacto mecánico de las partes que transmiten la fuerza. En el acoplador, hay una cantidad constante del líquido de servicio.

La energía mecánica transmitida por el motor de accionamiento se convierte en energía del líquido de servicio en el rodete-bomba conectado con este motor. En la rueda-turbina, esta energía se reconvierte en energía mecánica.

Figura 63. Acople hidráulico.

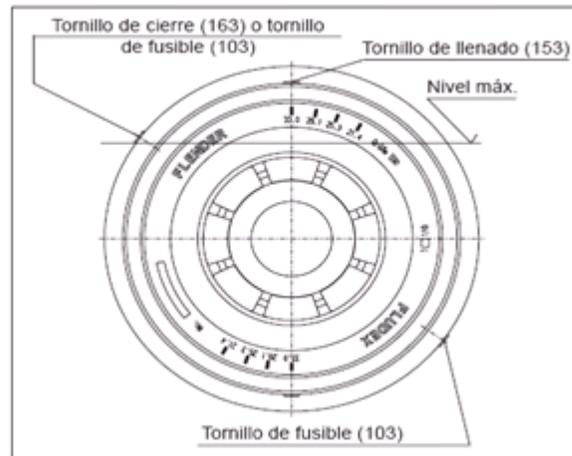


Fuente: Manual de acopladores hidráulicos. 4ta. Edición.

Como medio auxiliar para el llenado del acoplamiento y el control del nivel de llenado se encuentran en la carcasa del acoplamiento unas marcas de graduación coladas en relieve con indicaciones de litros.

En el llenado o control del nivel de carga, la marca con el nivel de carga deseado se tiene que girar a la posición más alta (12 horas).

Figura 64. Llenado de acople hidráulico.



Fuente: Manual de acopladores hidráulicos. 4ta. Edición.

En caso llenado a través del tornillo de llenado, (153) el acoplamiento está llenado con la cantidad deseada cuando el nivel alcanza el borde del taladro para el tornillo de cierre (163).

Después de llenado, apretar firmemente el tornillo de llenado (153) y el tornillo de cierre (163)/tornillo de fusible (103) y comprobar la estanquidad del acoplamiento en una breve prueba de marcha. Esta comprobación se puede realizar con la ayuda de un papel limpio que se coloca paralelamente al eje de giro en la proximidad de la envoltura exterior rotatoria del acoplamiento. La proyección de líquido de servicio se puede ver en el papel.

3.4.4.5 Chumaceras

El eje cabezal del elevador está soportado sobre los soportes bipartidos de los rodamientos cilíndricos. Los rodamientos son de rodillos cilíndricos con agujero cónico.

Los sellos exteriores de laberinto con cámaras engrasadas proporcionan el sello apropiado para una protección completa del rodamiento cuando se encuentra trabajando bajo condiciones extremas.

Las chumaceras se encuentran en la parte superior del elevador (cabeza), es acá donde va alojado el eje en el que va montada la rueda motriz del elevador, se indica la marca de la chumacera y el diámetro del eje.

Figura 65. Tipo de chumacera y diámetro de eje.



3.4.4.6 Motor auxiliar

Equipo utilizado solamente cuando el elevador se encuentra en mantenimiento, es el encargado de proporcionar la velocidad al reductor auxiliar para el movimiento de la cadena, de una forma lenta y segura, que permite revisar si existe desgaste o daños mayores en la cadena y cangilones del elevador.

Figura 66. Datos técnicos motor auxiliar.

	DATOS REDUCTOR AUXILIAR:				
	MODEL	TYPE	SIZE	MOTOR FRAME	RATIO
	MVV	H	100	184T	25
	INPUT RPM		INPUT HP RATING		
	1750		7.04		
	OUTPUT TORQUE LB-IN			SERVICE FACT	
5525			1		
SERIE NO.					
H86-19009-A1					

3.4.4.7 Reductor auxiliar

Directamente conectado al reductor de engranaje principal mediante un embrague mecánico y su propio motor, este motor-reductor auxiliar opera a aproximadamente al 10% de la velocidad de operación normal para permitir y facilitar la inspección visual de cadenas, cangilones y otros componentes de los elevadores.

Figura 67. Datos técnicos reductor auxiliar.

DATOS REDUCTOR AUX.		
MARCA	VO7	
FLENDER	0454971/01	
TYPE	OIL PGLP	
KF80-K5TC	VG220 6 LTS.	
BAUF		
B5-02-B		

3.4.4.8 Cadena

Debido a que los elevadores alcanzan grandes alturas, todos están diseñados por secciones para un mejor montaje y seguridad.

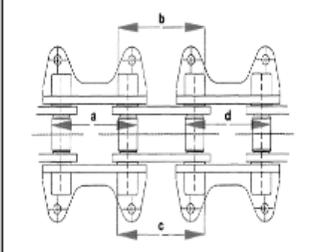
Para ejemplificar la toma del largo de la cadena tomaremos los datos del elevador 21-490-EC1, que pertenece al área de hornos.

24.6 tramos x 6 pies c/tramo = 147 pies x 2 = 294 + 6 = 300 pies.

24.6 tramos, es la cantidad de tramos que tiene el elevador a todo lo largo y se multiplico por 6 pies que es el largo de cada tramo, este resultado se multiplico por 2 ya que el largo total de la cadena va de ida y vuelta al elevador y al resultado obtenido se le suman 6 pies para compensar la vuelta de la rueda dentada y la rueda de tracción.

De esta misma forma se calculó el largo total de cadena para todos los elevadores.

Figura 68. Datos técnicos cadena del elevador

<p>LARGO DE CADENA 370 PIES</p> <p>TIPO DE CADENA BZK 1200V</p> <p>PROCEDIMIENTO PARA ACORTAR CADENA ..TESIS\PROCEDIMIENTO BEUMER.doc</p>				
				
CADENA CENTRAL	DIMENSIONES NOMINALES (mm)		MEDIDAS LIMITE (mm)	
CADENA CENTRAL	a,d +0.3/-0.25	b,c +0.3/-0.25	a, d	b, c
BZK 800	230	234	240	244
BZK 1200	235	240	245	250
BZK 1500	240	245	250	255
BZK 1600	260	265	270	275
BZK 2000	265	270	275	280

3.5 Inventario ABC

La aplicación del sistema de costos ABC en una empresa para el control de inventarios se empieza por la clasificación en grupos de artículos así:

Los artículos "A" que son aquellos en los que la empresa tiene la mayor inversión, estos representan aproximadamente el 20% de los artículos del inventario que absorben el 90% de la inversión.

Estos son los más costosos o los que rotan más lentamente en el inventario.

Los artículos "B" son aquellos que les corresponde la inversión siguiente en términos de costo. Consisten en el 30% de los artículos que requieren el 8% de la inversión.

Los artículos "C" son aquellos que normalmente en un gran número de artículos correspondientes a la inversión más pequeña.

Consiste aproximadamente el 50% de todos los artículos del inventario pero solo el 2% de la inversión de la empresa en inventario.

Aunque el sistema de costeo ABC tiene algunas deficiencias estructurales, es un método excelente para determinar el grado de intensidad de control que se debe dedicar a cada artículo del inventario.

El diferenciar el inventario en artículos "A", "B" y "C" permite que la empresa determine el nivel y los tipos de procedimientos de control de inventario necesarios.

El control de los artículos "A" del inventario debe ser muy intensivo por razón de la inversión considerable que se hace.

A este tipo de artículos se les debe implementar las técnicas más sofisticadas de control de inventario.

En los artículos "B" se pueden controlar utilizando técnicas menos sofisticadas pero eficientes en sus resultados.

En los artículos "C" el control que se realiza es mínimo.

3.5.1 Conteo cíclico

Inventario físico, es aquel proceso en el cual una organización procede al conteo, por observación directa, de las cantidades en existencia de todos y cada uno de los productos en un almacén determinado. Este proceso suele efectuarse una vez al año, para todos los almacenes de una empresa.

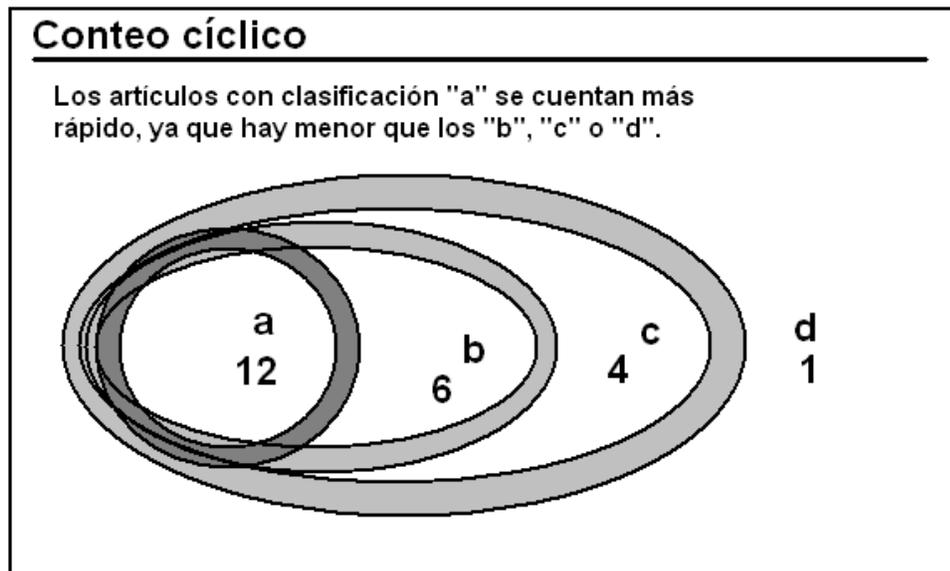
El conteo cíclico, es muy parecido al inventario físico, con la diferencia que sólo se procede al conteo de un grupo determinado de renglones. Adicionalmente, el conteo se realiza de forma periódica, generalmente, cada día procediéndose, entonces, a contar un día un grupo de ítems, al día siguiente otro grupo y así sucesivamente, hasta que se cuenten a todos los productos que previamente se determinaron formarían parte del conteo cíclico.

El conteo cíclico se hará con la finalidad de controlar los insumos del almacén.

En el conteo cíclico, los artículos "A" se contarán un mínimo de doce veces al año, los artículos "B" se contarán seis veces, los artículos "C" se contarán 4 veces y un cuarto artículo que es el de mayor movimiento y el que menos representación tiene en cuanto a costos sería el artículo "D", el cual se contará solamente una vez durante el año.

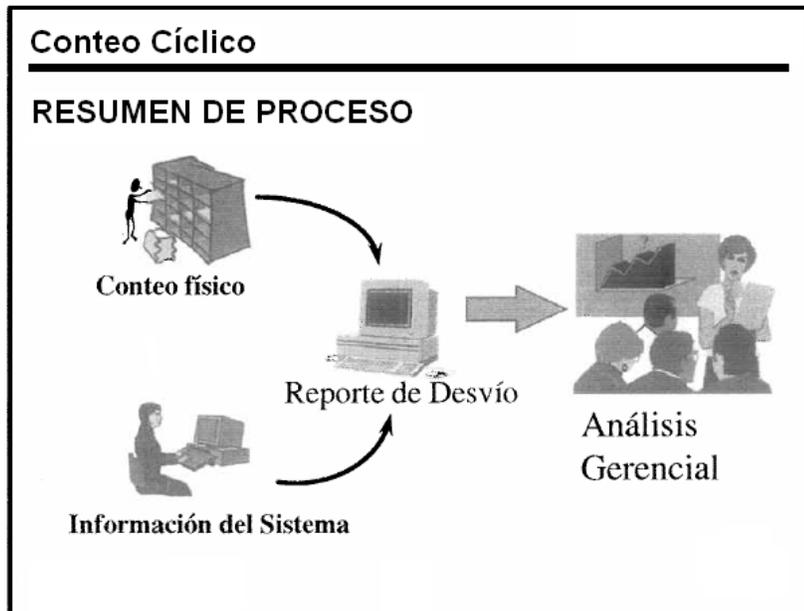
Si bien es cierto que los artículos "A" son los que se cuentan más durante un año son los que cuentan con menos artículos que los de "B", "C" o "D".

Figura 69. Conteo cíclico.



El resumen del proceso queda de la siguiente forma:

Figura 70. Resumen de proceso.



Fuente: Proporcionado por la empresa.

Con el conteo cíclico se busca encontrar si existen diferencias entre lo que registra como existencia el sistema de información y la cantidad real en el almacén, con la finalidad de determinar la naturaleza de error cometido y buscar correctivos para que estas situaciones no se repitan.

En otras palabras, más allá de hallar las diferencias y corregir el valor que presenta el sistema, se busca determinar porque se producen estos errores, de forma de tal de afinar normas, procedimientos y métodos para evitar su nueva ocurrencia.

3.5.2 ¿Qué y cuánto almacenar y cada cuánto pedir?

¿Qué almacenar?

Es necesario determinar el material y las partes de maquinaria que requieren los equipos para efectos de mantenimiento. Para ello, deben consultarse las recomendaciones de los fabricantes del equipo referentes a los requerimientos de repuestos, al tiempo que se consulta la experiencia de los técnicos y operarios involucrados en el manejo y mantenimiento de equipos similares o afines.

Una vez realizado lo anterior, se tendrá una lista que contiene todos los elementos necesarios para realizar un buen mantenimiento; se tomará ahora una decisión acerca de cuáles de estos se almacenarán y cuáles se comprarán sólo en el momento de presentarse la falla. Como es obvio, para esto debe hacerse un estudio de los costos que involucra cada posibilidad.

A continuación se describen los costos que se presentan al tener un inventario:

Costo de obtener (Co)

Son los involucrados en la tarea de adquirir cualquier material con fines de mantenimiento. El total deberá ser la suma de los siguientes costos:

- a. Costos de solicitar, procesar y expedir la orden de compra requerida.
- b. Costos de recibir, identificar y manipular el material entrante.
- c. Costos contables y administrativos al hacer pagos, preparar registros y manejar copias de las órdenes de compra.

Costo de almacenar (Ca)

Estos, como su nombre lo indica, son la suma de todos los costos asociados con mantener en el almacén un artículo determinado, a saber.

- a. Aumento de depreciación, debido a la cantidad extra que se mantiene en existencia.
- b. Aumento de los riesgos de obsolescencia.
- c. Seguros e impuestos.
- d. Costo del espacio, facilidades y servicios.
- e. Costos de mano de obra por manejo del almacén.

Costo del elemento (Ce)

Este es el costo real de una pieza y se puede determinar sumando.

- a. Precio de compra.
- b. Costos del flete.
- c. Descuentos.

Basándose en los costos descritos anteriormente, se puede decir que el costo total de un inventario es la suma de:

Los costos de obtener, el costo de almacenar y el costo real de cada elemento.

$$C_{ti} = C_o + C_a + C_e$$

Donde Cti: costo total de un inventario.

Ahora bien, los costos asociados con la compra de una pieza sólo en el momento de necesitarla (por haberse presentado una falla), son:

La suma de los costos de obtenerla, el costo real del elemento, el lucro cesante que involucra la parada del equipo y los incrementos de los dos primeros costos como consecuencia de la situación irregular presentada.

$$Cna = Co + ^Co + Lc + Ce + ^Ce$$

Donde

Cna: costos por no almacenar.

Lc: Lucro cesante.

Co y Ce : Incrementos de sus respectivos costos fijos por la situación anormal existente.

Como se mencionó anteriormente, la decisión de no mantener en existencia una pieza se justifica sólo cuando los costos que esto genera (Cna) no sean mayores que los costos totales del inventario (Cti).

Dicho de otra manera, existen dos clases de artículos según su trascendencia:

Importantes: $Cna > Cti$

No importantes: $Cna < Cti$

Cuando un artículo es catalogado de esta manera, generalmente se toma la decisión de no almacenarlo o bien mantenerlo en una existencia mínima.

¿Cuánto almacenar?

Si se tomó la decisión de almacenar un artículo, será necesario establecer la cantidad del elemento que se almacenará, teniendo en cuenta que los costos de mantener un inventario son directamente proporcionales a su tamaño.

Por lo tanto, para lograr un menor costo debe pedirse solamente la cantidad que logre equilibrar los costos de obtener un artículo con los asociados a su almacenaje y costo unitario.

Se definen a continuación las variables que serán citadas durante el planteamiento matemático para obtener el pedido que logre el propósito descrito:

- a. C_a : Costo de almacenar un elemento.
- b. C_o : Costo de obtener dicho elemento.
- c. C_e : Costo real del elemento.
- d. K_e : Cantidad de cada elemento consumida durante un año.
- e. K_p : Cantidad de pedido (unidades de cada artículo).
- f. K_i : Cantidad máxima de un mismo elemento instalada en una máquina.
- g. T_a : Tiempo que se demora el aprovisionamiento.
- h. N_p : Número de pedidos hechos en un año.
- i. P_p : Periodicidad de pedido ($1/N_p$).

- j. Ri: Rata de interés anual por costos de almacenamiento. Esta involucra: el interés comercial perdido por el almacenamiento y el interés por gastos de almacenamiento (arriendos, seguros, depreciación, deterioro, administración, control, etc.). para fines prácticos, se puede estimar esta rata en el orden del 10%.
- k. Pped: Punto de pedido.
- l. KEP: Cantidad económica de pedido.
- m. Ep: Existencia de protección.

Se describen primero las tres clases de elementos que existen, en cuanto a consumo se refiere.

A) De consumo continuo

Se consumen más de una vez la cantidad máxima instalada en una misma máquina durante un año.

Cumplen que: $Ke * Ta/Ki > 1$

B) De consumo programable

Dentro de este grupo quedan enmarcados todos los elementos que sean utilizados en períodos muy definidos y programados.

Cumple que: $0.25 < Ke * Ta/Ki < 1$

C) De consumo fortuito

Son los repuestos de consumo eventual y aleatorio y que no alcanzan un consumo superior al 25% de la cantidad máxima instalada en un mismo equipo.

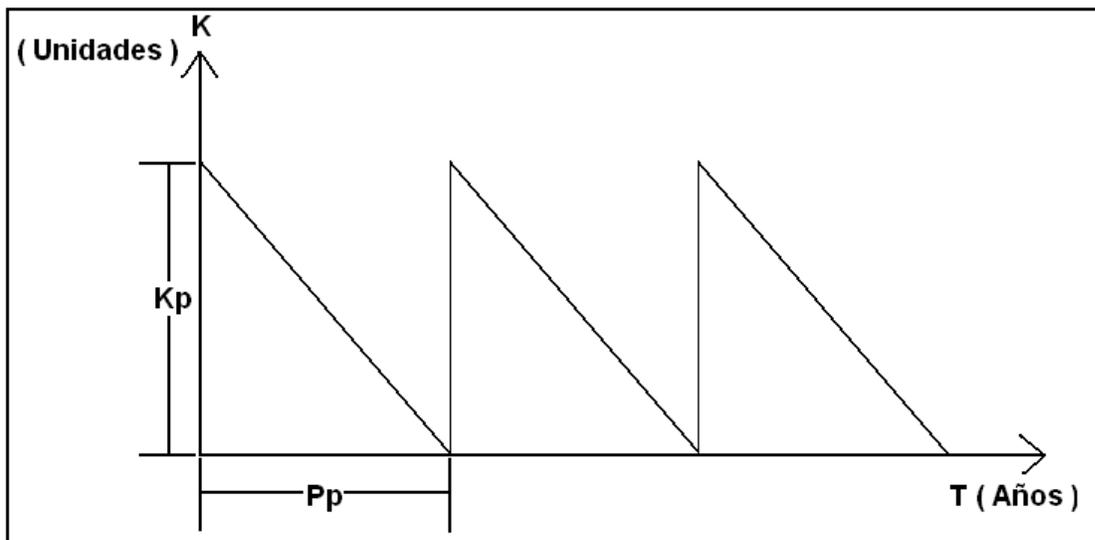
Cumple que: $Ke * Ta/Ki < 0.25$

A continuación se describen modelos matemáticos para cada una de las clases de existencias antes mencionadas, que permitirán establecer una cantidad de pedido capaz de lograr el equilibrio de costos antes mencionado.

A) Existencia de consumo continuo

El comportamiento de éstas teóricamente se puede graficar como se muestra, es decir, la periodicidad de pedido es directamente proporcional a la cantidad de pedido:

Figura 71. K Vs. T (consumo continuo).



Fuente: Manual industrial de cemento. Edición 1998.

Si se dice que la cantidad promedio almacenada durante un año es el área bajo la curva k vs. T, se tiene que el costo de almacenar y tener un inventario durante un año es:

$$C1 = (Pp/2 * Kp * Np) * Ce * Ri$$

Sí: $1/Pp = Np = ke/Kp$, entonces:

$$C1 = (ke * Ce * Ri) * Pp/2 \text{ o } C1 = Ce * Ri * Kp/2$$

Por su parte, los costos anuales de adquirir un artículo será:

$$C2 = Co * Ke/Kp = Co * Np$$

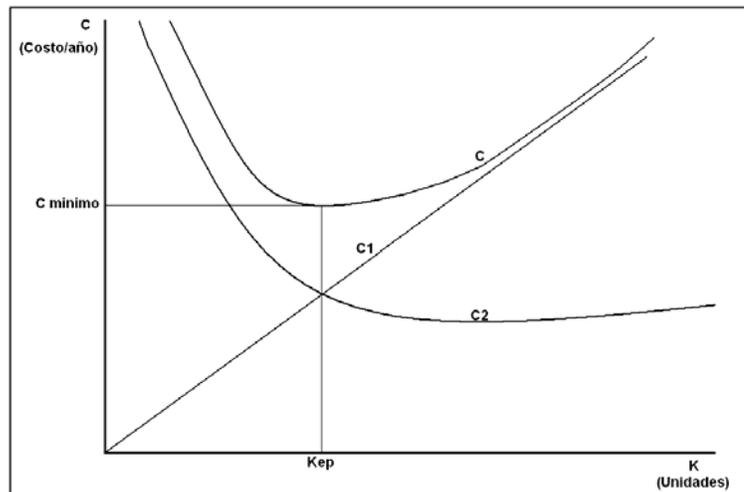
Si se suman los costos anteriores, se tendrá el costo total.

$$C = C1 + C2, \text{ entonces:}$$

$$C = Co * Ke/Kp + Ce * Ri * Kp/2$$

Se puede obtener la cantidad óptima o económica de pedido (KOP o KPE), bien sea graficando los costos anteriores y encontrando el mínimo del costo total o derivando la ecuación obtenida para C respecto de kp y encontrando el punto que minimiza C.

Figura 72. Costos vs. Cantidad de pedido.



Fuente: Manual industria de cemento. Edición 1998.

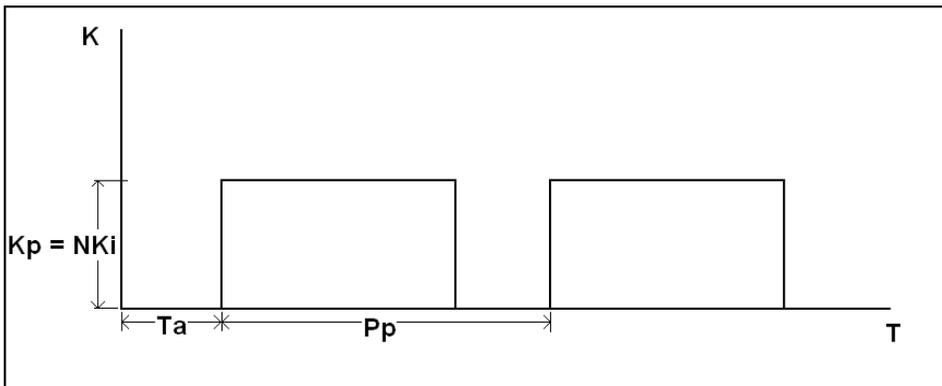
$$Kp = Kep = \frac{2 * Ke * Co}{Ce * Ri}$$

B) Existencia de consumo programable

El comportamiento de estas existencias depende de la cantidad máxima instalada de un repuesto en un equipo (Ki) y de si se mantiene o no en un mínimo estas existencias.

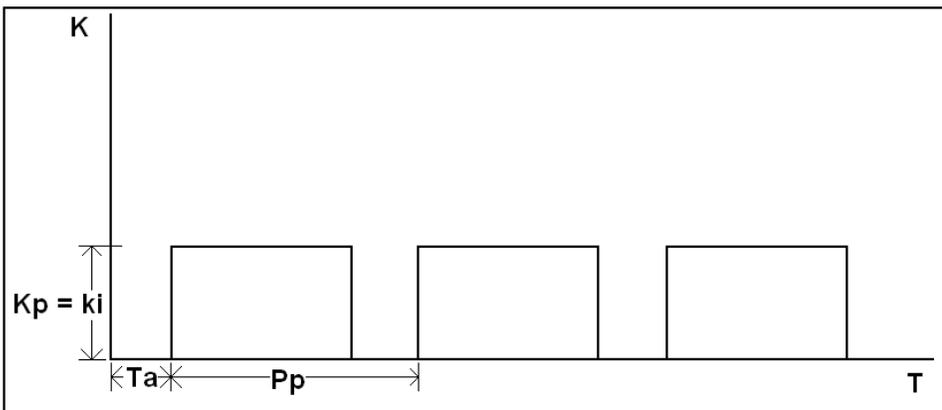
Hay dos situaciones extremas, una en la cual la cantidad de pedido satisface las necesidades de todas las máquinas y otra en la cual la cantidad de pedido equivale únicamente al consumo máximo K_i .

Figura 73. La cantidad de pedido satisface la necesidad de todas las máquinas.



Fuente: Manual industria de cemento. Edición 1998.

Figura 74. La cantidad de pedido equivale únicamente al consumo máximo K_i .



Fuente: Manual industria de cemento. Edición 1998.

Si se dice de nuevo que la cantidad promedio anual almacenada es el área bajo la curva K vs. T , entonces se puede concluir que para esta clase de existencias resulta más económico comprar únicamente la cantidad máxima instalada en el equipo.

Entonces: $KEP = K_i$

Esta decisión dará buenos resultados siempre y cuando las reposiciones de un mismo repuesto en los diversos equipos, no sean simultáneas sino ubicadas de una manera racional en el tiempo, lo cual se logra con una programación adecuada de dichas actividades.

C) Existencias de consumo fortuito

Como lo indica su nombre, el consumo de éstas es aleatorio y la cantidad de elementos que se almacenan para mantenimiento, cumple sólo la tarea de ser una existencia de protección.

Es recomendable pedir como máximo una cantidad igual a K_i o en su defecto la cantidad que haga falta para alcanzar este número.

$KEP = K_i$, si la cantidad de elementos en el almacén es cero

$KEP = K_i - \text{cantidad existente}$, si todavía existen elementos en el almacén.

¿Cuándo pedir?

Esto se determina por medio de una cantidad numérica mínima de existencias que se establece mediante un estudio estadístico y de probabilidad a cargo de la organización de mantenimiento.

Lo anterior causa que en un principio, al montar el almacén de mantenimiento, se tomen valores para cada artículo que no corresponden exactamente a la realidad, pero con el transcurso del tiempo y por medio de los informes periódicos de consumo, así como por la experiencia adquirida por parte de los almacenistas, estas cantidades alcanzarán sus valores óptimos.

Deben tenerse muy en cuenta los cambios de requerimiento en los equipos y la adquisición de nuevos para reajustar estas cantidades.

Cuando se llegue a dicha cantidad en el registro de inventario, será necesario hacer un nuevo pedido; por tal razón, a esta cantidad se le llama generalmente “punto de pedido” (Pped).

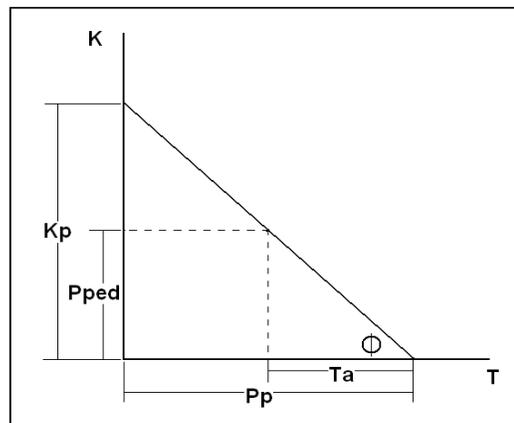
Por contar con dos clases de existencias en cuanto al nivel de importancia, se recomienda fijar un punto superior al punto de pedido cuando de existencias importantes se trate, sumando a la cantidad de pedido un monto que cumple la función de una existencia de protección (Ep). Las existencias no importantes serán adquiridas únicamente con base en el punto de pedido.

Existencia importantes $E_p > 0$

Existencias no importantes $E_p = 0$

Pped debe ser tal que cuando se llegue a él, exista tiempo suficiente para que el nuevo pedido llegue antes de que k alcance el valor de cero.

Figura 75. K vs. T, existencia de consumo continuo e importante.



Fuente: Manual industria de cemento. Edición 1998.

Donde T_a es el tiempo que se demora en llegar un pedido (tiempo de adquisición).

Tenemos: $K_e = K_p/P_p = \tan \Phi$

También: $P_p/T_a = \tan \Phi$

Entonces: $P_{ped} = K_e * T_a + E_p$

Donde: $E_p - K_e * T_a/4$ (existencias importantes).

$E_p = 0$ (existencias no importantes).

Otra manera de calcular E_p es tener en cuenta las desviaciones o incrementos que se puedan causar por no usar el punto de pedido como $P_{ped} = K_e * T_a$.

Debe entenderse también que estas desviaciones varían como función de la posición geográfica, de la organización de mantenimiento, de las exigencias del pedido y de los detalles de adquisición de cada elemento.

De lo anterior, resulta más simplificado tomar:

$E_p = K_e * T_a/4$

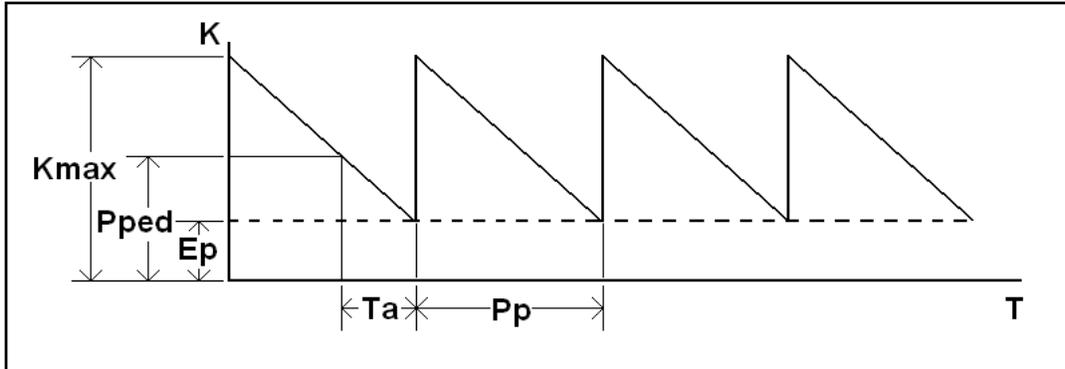
Esta existencia de protección debe tener muy en cuenta la cantidad máxima instalada en un equipo (K_i), ya que si se llega al final de un período y sólo se cuenta con la existencia de protección, ésta debe ser capaz de suplir las exigencias de las fallas. Entonces:

$E_p = K_e * T_a/4$ Cuando $E_p > K_i$

$E_p = K_i$ Cuando $E_p < K_i$

El gráfico K vs. T , para una existencia de consumo continuo e importante, queda ahora así:

Figura 76. Gráfico K vs. T, existencia de consumo continuo.



Fuente: Manual industria de cemento. Edición 1998.

Como ya fue determinada la existencia óptima de esta clase de elementos es igual a la cantidad máxima instalada en un equipo (K_i). Entonces, el punto de pedido se podrá determinar por el punto de quiebre de esta cantidad.

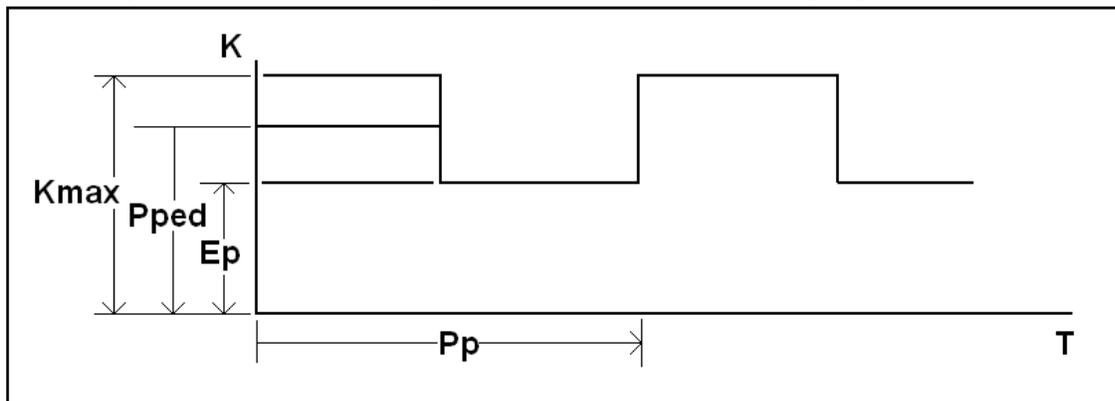
$$P_{ped} = (K_i - 1) + E_p$$

Donde $E_p = K_i$

Para existencias importantes, ya que se deben cubrir las posibles necesidades de los equipos, como se menciono anteriormente.

$E_p = 0$ para existencia no importantes.

Figura 77. Gráfico K vs. T, para existencias de consumo programado.



Fuente: Manual industria de cemento. Edición 1998.

De consumo fortuito

Debido al comportamiento esporádico de estas existencias, cualquier cantidad que se mantenga almacenada se comportará como una existencia de protección, pero si continuamos tomando a K_i como la cantidad mínima aceptable para garantizar una protección confiable, tendremos que.

$E_p = K_i$ para repuestos importantes, siendo el punto de pedido P_{ped} el punto de quiebre de esta cantidad.

Entonces: $P_{ped} = K_i - 1$

Para repuestos no importantes, el punto de pedido se puede establecer por inspección.

3.6 Cadena total en planta

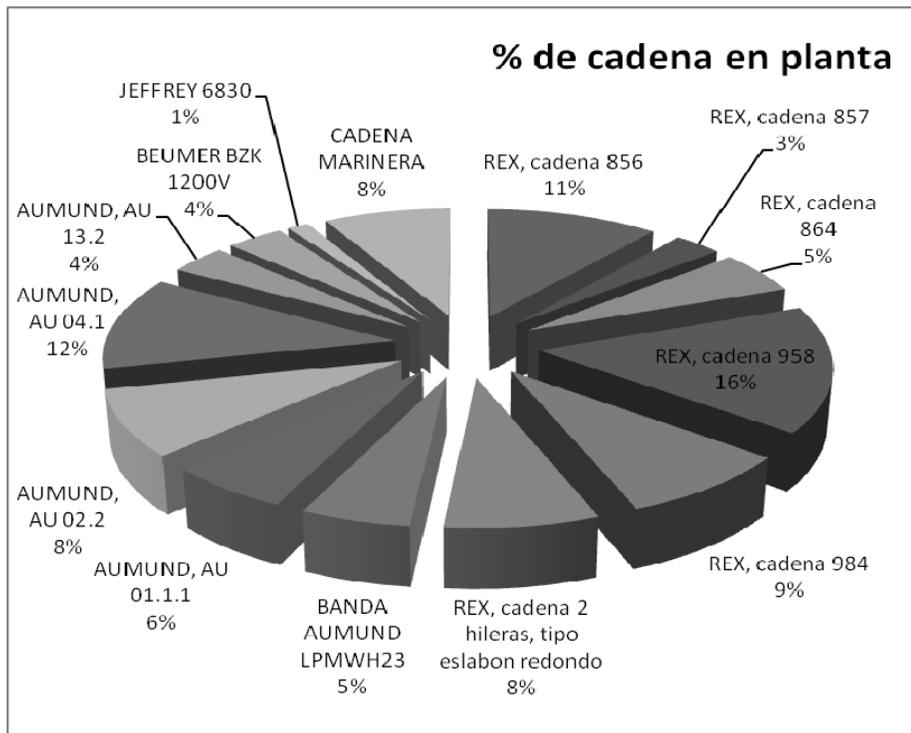
Actualmente en planta se cuenta con cincuenta elevadores de cangilones a lo largo de las líneas de producción de cemento y la línea de cal, de los cuales el 52% son marca Rexnord, el 32% marca Aumund, el 10% Milano Italia y otro 6% le corresponde a Beumer, FLSmithd y Jeffrey.

A continuación aparecen listadas las cadenas por marca y tipo, así como el porcentaje que hay actualmente utilizada en planta de cada una de ellas divididas en los elevadores de la planta.

Tabla V. Porcentaje de cadenas por marca y tipo.

Tipo de cadena	Porcentaje
REX, cadena 856	10.87
REX, cadena 857	3.04
REX, cadena 864	5.45
REX, cadena 958	16.09
REX, cadena 984	8.68
REX, cadena 2 hileras, tipo eslabón redondo	7.48
banda aumund LPMWH23	5.35
aumund, AU 01.1.1	6.08
aumund, AU 02.2	8.48
aumund, AU 04.1	11.8
aumund, AU 13.2	3.68
beumer BZK 1200V	3.63
jeffrey 6830	1.34
cadena marinera	8.03

Figura78. Porcentaje de cadena actualmente en planta.



3.7 Cadena en inventario

Para realizar la propuesta de cadena en inventario se reviso el historial de las órdenes de trabajo de cada equipo para identificar las fechas de cambio de cadena de cada uno de los elevadores y en base a ello dar un análisis y proponer el stock mínimo de cadena en almacén para no dejar descubierto ningún equipo elevador.

Teóricamente el fabricante recomienda cambiar la cadena de los elevadores cumplidas 60,000 horas de uso continuo (aproximadamente 6 a 7 años), pero esto es solamente en condiciones ideales, además hay que revisar periódicamente la elongación de la cadena y llevar el record de desgaste comparado con la elongación máxima de la cadena indicada por el fabricante.

Además hay que tomar en cuenta distintos factores, como el descarrilamiento repentino de la cadena y el desgaste que sufre esta al momento del percance, también el tipo de material que transporte, si esta trabajando las 24 horas y la velocidad a la cual trabaja, entre otros.

Análisis

Cadena REX ER 856

En base al historial de las órdenes de trabajo se identificaron las siguientes fechas en las cuales fueron cambiadas las cadenas en los respectivos equipos:

Tabla VI. Cadena REX ER 859.

<u>ut</u>	<u>Descripción</u>	<u>Historial cambio de cadena</u>
21-411-EC1	ut elevador de mezcla # 1	Nov-06
21-411-EC2	ut elevador de mezcla # 2	No tiene registrada fecha
21-490-EC2	ut elevador descarga 490-cs1	No tiene registrada fecha
21-491-EC1	ut elevador de clinker #1	Sep-03
21-491-EC2	ut elevador de clinker #2	Oct-06
21-641-EC1	ut elevador de cemento hacia ensacadora	05/1998 - 11/2003

Se observa que los elevadores más próximos a cambio de cadena son el 21-491-EC1 y el 21-641-EC1, ya que la última fecha en la cual se les cambio fue en el año 2003, por lo que se recomienda revisar el historial de la elongación de la cadena y en base a ello verificar si requiere cambio o no la cadena y aproximadamente en que fecha, para poder solicitar la cadena al proveedor con anticipación, tomando en cuenta el tiempo que le toma a la cadena llegar hasta la planta, por el momento se recomienda contar con un stock de repuesto de 230 pies de cadena por cualquier eventualidad, ya que actualmente no hay registrada este tipo de cadena en almacén. De esta forma se garantiza la cobertura de la longitud total de todos los elevadores que utilizan esta cadena.

Cadena REX ER 857

No existen datos registrados del cambio de cadena en las órdenes de trabajo.

Tabla VII. Cadena REX ER 857.

<u>ut</u>	<u>Descripción</u>	<u>Historial cambio de cadena</u>
21-412-EC1	ut elevador #1	No tiene registrada fecha
21-412-EC2	ut elevador #2	No tiene registrada fecha

Revisando la inspección de elongación de cadena que realiza el departamento de predictivos se observa que las cadenas de estos equipos esta llegando a su mitad de vida útil, por lo que por el momento no es necesario contar con la cantidad requerida para cambio total de cadena, únicamente bastará con un 10% o 20% del total para cambios de pines, bujes o secciones de cadena que se crea conveniente cambiar.

Al momento de que la cadena vaya llegando a su vida útil es conveniente solicitar el largo total de cadena al proveedor para contar ya con el stock de repuesto para el cambio respectivo y evitar llegar al cambio sin contar con la cadena en almacén.

Cadena REX 864

Fecha en las cuales fueron cambiadas las cadenas en los respectivos equipos, los dos primeros se identificaron en base a la gráfica del registro de elongación de cadena hecha por predictivos:

Tabla VIII. Cadena REX 864.

<u>ut</u>	<u>Descripción</u>	<u>Historial cambio de cadena</u>
21-371-EC1	ut elevador cangilones#1 (mol. crudo#1)	Ene-02
21-372-EC1	ut elevador de cangilones (molino #2)	Ene-03
21-571-EC1	ut elevador de cangilón hacia separador	Mar-06
21-572-EC1	ut elevador de cangilones hacia separado	Mar-06

En base al historial de cambio y el registro de la elongación de cadena es recomendable contar con cadena equivalente al doble del largo del elevador mas alto para contar con suficiente stock, cubriendo de esta manera los elevadores, en este caso sería aproximadamente 180 pies de cadena. Actualmente en almacén hay 9 unidades.

Cadena REX 958

Tabla IX. Cadena REX 958.

<u>ut</u>	<u>Descripción</u>	<u>Historial cambio de cadena</u>
21-323-EC1	ut elevador de cangilones	Jul-05
21-423-EC1	ut elevador descarga filtro principal horno 3	No tiene registrada fecha
21-510-EC1	ut elevador hacia faja 510-cs3	Oct-02
21-593-EC1	ut elevador de cangilones #1	Sep-03
21-610-EC1	ut elevador de cangilones paletizadora	Jul-08
21-610-EC2	ut elevador cangilón salida silos:4,5,7	May-08
21-612-EC1	ut elevador salida silo#4 hacia granel 2	Mar-08
21-643-EC1	ut elevador de cangilones	Feb-08
21-644-EC1	ut elevador en paletizadora 2	Jun-08

Los más próximos al cambio de cadena son los equipos 21-510-EC1 y 21-593-EC1, ya que están por llegar a su máximo de elongación, por lo que se recomienda contar con 260 pies de cadena, que corresponde al largo del total de cadena del equipo más largo de los elevadores que utilizan este tipo de cadena para lograr tener cubiertos los equipos.

Actualmente almacén cuenta con 590 unidades de este tipo de cadena, por lo que los equipos están cubiertos.

Cadena REX 984

Tabla X. Cadena REX 984.

<u>ut</u>	<u>Descripción</u>	<u>Historial cambio de cadena</u>
21-393-EC1	ut elevador hacia silo de mezcla cruda	Feb-08
21-513-EC1	ut elevador cangilones#1 a tolva clinker	Ene-07
21-533-EC1	ut elevador de cangilones #1	Oct-07

Según el historial de cambio de cadena, indica que se cambiaron en fechas recientes, pero particularmente el elevador 21-533-EC1, según predictivos, los pasadores de la cadena están por llegar a su límite de desgaste, más no así la cadena, lo recomendable es cambiar la cadena y la que se quite quede como repuesto para aprovechar lo que le queda de vida útil. Actualmente en almacén hay 492 unidades, por lo que estos equipos están cubiertos.

Cadena doble hilera, eslabón redondo

Tabla XI. Cadena doble hilera, eslabón redondo.

<u>Ut</u>	<u>Descripción</u>	<u>Historial cambio de cadena</u>
21-591-EC1	ut elevador hacia silos cemento	Dic-02
21-592-EC1	ut elevador hacia silos de cemento	Sep-01

Cadena Beumer BZK 1200V

Este elevador es nuevo, por lo que es primera vez que se pide esta cadena al proveedor, a partir de acá tomar las medidas correspondientes para llevar el historial de la cadena en base al desgaste máximo de la misma descrita por el fabricante.

Cadena Aumund, AU 01.1.1

Tabla XII. Cadena AU 01.1.1.

ut	Descripción	<u>Historial cambio de cadena</u>
21-534-EC1	ut elevador de cangilones #1	Sep-08
22-542-EC1	ut elevador no.1 cal viva	Sep-02
22-542-EC2	ut elevador no.2 cal viva	No tiene registrada fecha

Al elevador 22-542-EC1 se empezó a registrar el desgaste de la cadena en la fecha indicada en la tabla, se recomienda contar con 220 pies de esta cadena en stock de repuestos, ya que es el largo que utilizan estos 3 elevadores, pero el que presenta mas variabilidad en el desgaste y cambio de cadena es el elevador 21-534-EC1. Actualmente no hay de este tipo de cadena en almacén.

Cadena Aumund, AU 02.2

Tabla XIII. Cadena AU 02.2

<u>ut</u>	<u>descripción</u>
22-562-EC1	ut elevador carga separador 1
22-562-EC2	ut elevador descarga de molino
22-592-EC1	ut elevador alimenta a silo 1
22-592-EC2	ut elevador alimenta a silo 2

Estos equipos no presentan historial de cambio de cadena por lo que únicamente se recomienda contar con un 10 o 20% del largo total de la cadena mas larga de estos elevadores en almacén, que corresponde a aproximadamente a 30 pies de cadena, los cuales hay disponibles en almacén, el único elevador que presenta desgaste por parte de predictivos es el 22-642-EC1, el cual ya pasó la mitad de su vida útil.

Cadena Aumund, AU 04.1

Tabla XIV. Cadena AU 04.1.

<u>ut</u>	<u>Descripción</u>	<u>Historial cambio de cadena</u>
21-510-EC2	ut elevador de cangilones hacia silos cl	Ago-07
21-513-EC2	ut elevador de cangilones hacia 513-tp4	Nov-08
21-533-EC2	ut elevador cangilones transporta aditivos	Oct-08
21-534-EC2	ut elevador de cangilones #2	May-07
21-594-EC1	ut elevador de cangilones transporte	Oct-07
21-645-EC1	ut elevador de cangilones envasadora 5	No tiene registrada fecha

Ya que estos son equipos relativamente nuevos y otros se les cambio hace 2 ó 3 años la cadena, esta lleva un buen record, por lo que se recomienda

contar con 45 pies de cadena que corresponde al 15% del total del elevador 21-513-EC2. Actualmente no hay en almacén.

Cadena Aumund, AU 13.2

Tabla XV. Cadena AU 13.2.

<u>ut</u>	<u>Descripción</u>	<u>Historial cambio de cadena</u>
21-493-EC1	ut elevador hacia silo 493-351	Nov-06

Según el historial de las órdenes, en esta cadena se empieza con anticipación a armarla por tramos para el momento de requerirla, se recomienda contar con 1 ó 2 tramos para contar con stock en almacén a la hora de empezar a necesitarla nuevamente. Actualmente hay 10 unidades en almacén.

Tabla XVI. Resumen de cadenas.

Resumen de cadenas

tipo de cadena	descripción
REX ER 856	Contar con un stock de repuesto de 230 pies.
REX ER 857	Por el momento esta cadena se encuentra a la mitad de su vida útil en los equipos que la utilizan, se recomienda contar con un 20% del total en uso para cambios de pines, bujes o secciones de cadena que se crea conveniente cambiar.
REX 864	Es recomendable contar con cadena equivalente al doble del largo del elevador más alto para contar con suficiente stock, en este caso sería aproximadamente de 180 pies de cadena.
REX 958	Se recomienda contar con 260 pies de cadena, que corresponde al largo del total de cadena del equipo más largo de los elevadores.

REX 984	Actualmente el almacén hay 4932 unidades de cadena, por lo que los equipos que utilizan esta cadena están cubiertos.
BEUMER BZK 1200V	Como es primera vez que se pide esta cadena al proveedor, es recomendable empezar a llevar el historial del desgaste de la cadena para determinar el nivel de re orden y el stock mínimo en almacén.
AU 01.1.1	Se recomienda contar con 220 pies de esta cadena en almacén, actualmente no hay de este tipo de cadena en almacén.
AU 02.2	Se recomienda contar con un 20% del largo total de la cadena del elevador más largo, que corresponde a aproximadamente 30 pies de cadena.
AU 04.1	Como estos equipos son relativamente nuevos, se recomienda únicamente contar con 45 pies de cadena que corresponde al 15% del total del elevador 21-513-EC2
AU 13.2	Se recomienda contar con 1 ó 2 tramos para contar con stock en almacén a la hora de empezar a armarla.

4 LINEAMIENTOS A SEGUIR PARA LA ACTUALIZACIÓN CONTINUA DE LOS REPUESTOS

4.1 Actualización de repuestos existentes en la base de datos

El listado de repuestos existentes en la base de datos creada fueron extraídos del software, utilizado en la planta, ya que acá se encuentran los listados de repuestos de todos los equipos que se encuentran en la planta.

Esto es un punto crítico y de mucha importancia ya que por la falta de algún repuesto puede ocasionar que el equipo no pueda funcionar correctamente o dañar otras partes del mismo por trabajar con partes dañadas, afectando de esta forma el equipo y dañarlo seriamente.

Para la actualización de los repuestos se debe tener en cuenta principalmente los mantenimientos, paros programados y no programados de los elevadores, ya que muchas de las veces es necesario cambiar alguna parte del equipo para su correcto funcionamiento, teniendo el especial cuidado de actualizar de forma inmediata el listado de repuestos del elevador en cuestión para no tener el inconveniente de contar con partes en el listado que ya fueron utilizadas y reemplazadas por otras nuevas.

Esto se debe realizar por varias razones, como por ejemplo, para contar con un inventario lo mas exacto posible en almacén, además, muchos de los equipos utilizan partes idénticas, ya sea por que son de la misma marca y modelo o por partes complementarias.

Estos repuestos utilizan un solo código registrado en el sistema, que llevan todos los equipos que utilizan este mismo repuesto, por lo mismo de debe contar con un inventario real para no contar con partes que ya fueron utilizadas en otros equipos.

También para contar con un stock mínimo y óptimo de repuestos para no aumentar el costo de almacenaje más de lo necesario y así evitar también el riesgo de falta de repuestos en almacén.

4.2 Creación de nuevos códigos para los repuestos en el sistema

El mayor inconveniente que se encontró fue que muchos de los equipos no cuentan con el listado de repuestos completo o en el peor de los casos no tienen ningún código creado para los repuestos, es decir, no tienen listado de repuestos.

Se identificaron los equipos que contaban con esta anomalía y se procedió a la creación de los códigos de los repuestos, para la creación de los mismos se debe pasar por un proceso de verificación y aprobación de los códigos, propio de la empresa.

Tabla XVII. Listado de repuestos a los cuales se les creó código en el sistema.

Mat. No.	Descripción	No. de parte del proveedor	Unidad base	Código ut
	bucket 323667 C 400x300X6/10	323667	U	21-490-EC1
	central chain 46263 p=180, GL=12	46263	U	21-490-EC1
	set of treands 40406 Tk=1000, p=180	40406	U	21-490-EC1
	set of girth gears 40413	40413	U	21-490-EC1

	p=290,000, Z=17			
	Screw 36 M16x50 DIN 933 8.8	36	U	21-490-EC1
	hexagon nut 552 M16	552	U	21-490-EC1

Con base a los listados de repuestos con los cuales cuentan los equipos en el sistema se determinó cuáles repuestos no estaban en los listados, los cuales son básicos para los equipos, se identificaron estas partes y se agregaron a los equipos que les hacia falta en la base de datos.

Tabla XVIII. PNS agregados a los equipos.

NO.	EQUIPO	TpP	COMPONENTE	DENOMINACIÓN DE COMP.	CANTIDAD	UNIDAD
1	21-490-EC2	L	6115-0061	LINK RS-856 REX STEEL	210	PIES
2	21-490-EC2	L	6731-0174	NI-HARD BEARINGS B&S 3-7/16	2	U
3	21-490-EC2	L	6731-0052	CUMBO 16"x8"x8-1/2"AC 535-20164-8	105	U
4	21-490-EC2	L	6521-0229	SEGMENTAL RIN SPROCK RS856-13T	2	U
5	21-490-EC2	L	6731-0004	Ni hard brg sleeves, ca-4321-101- (2 pcs	2	U
6	21-490-EC2	L	5319-0105	BEARING BLOCK 23787A	2	U
7	21-490-EC2	L	6521-0008	SPROCKET 120B14	1	U
8	21-510-EC1	L	6731-0168	CADENA REX 958 P/ELEVADOR	160	PIES
9	21-510-EC2	L	6719-0075	RAMAL CADENA ORDER 37218 ARTICLE 3001184	290	PIES
10	21-513-EC2	L	6719-0075	RAMAL CADENA ORDER 37218 ARTICLE 3001184	255	PIES
11	21-533-EC2	L	6719-0075	RAMAL CADENA ORDER 37218 ARTICLE 3001184	195	PIES
12	21-534-EC2	L	6719-0075	RAMAL CADENA ORDER 37218 ARTICLE 3001184	180	PIES
13	21-610-EC1	L	6731-0168	CADENA REX 958 P/ELEV.	106	PIES
14	21-610-EC1	L	6731-0115	NI-HARD SLEEVES (FOOT SHAFT) G33463-2-20	2	U
15	21-610-EC1	L	6731-0116	NI-HARD BEARINGS (FOOT SHAFT) G33463-2-2	2	U
16	21-610-EC2	L	6731-0168	CADENA REX 958 P/ELEVADOR	235	PIES
17	21-610-EC2	L	6731-0115	NI-HARD SLEEVES (FOOT SHAFT) G33463-2-20	2	U
18	21-610-EC2	L	6731-0115	NI-HARD SLEEVES (FOOT SHAFT) G33463-2-20	2	U
19	21-612-EC1	L	6731-0168	CADENA REX 958 P/ELEVADOR	150	PIES
20	21-644-EC1	L	6731-0168	CADENA REX 958 P/ELEVADOR	130	PIES
21	21-644-EC1	L	6731-0115	NI-HARD SLEEVES (FOOT SHAFT) G33463-2-20	2	U
22	21-644-EC1	L	6731-0116	NI-HARD BEARINGS (FOOT SHAFT) G33463-2-2	2	U
23	21-645-EC1	L	6719-0075	RAMAL CADENA ORDER 37218 ARTICLE 3001184	160	PIES
24	21-645-EC1	L	6719-0093	PILLOW BLOCK ORDER 37239 ARTICLE 3000043	1	U
25	21-645-EC1	L	6782-0022	BUSHING #H3128X125MM = SNW28X125MM	2	U
26	21-645-EC1	L	6719-0099	FRICTION BEARING BUSH 37214 ARTICLE 3000	2	U
27	21-645-EC1	L	5319-0384	COJINETE 22228EK	2	U
28	22-542-EC1	L	6719-0079	DOUBLE LINK CHAIN, TYPE AU01.1	220	PIES
29	22-542-EC2	L	6719-0079	DOUBLE LINK CHAIN, TYPE AU01.1	220	PIES
30	22-642-EC1	L	6113-0022	DOUBLE CHAIN LINK FOR CHAIN BUCKET ELEVA	1	U
31	22-642-EC1	L	6782-0018	BUSHING H3124 (110MM) = SNW24 X 110MM	2	U

4.3 Implementar la base de datos creada en el sistema (intranet)

Ya con la base de datos creada en su totalidad, se debe implementar a la intranet, para que todo el personal que tenga acceso a la misma pueda ver sin restricción alguna la información de la base de datos.

Esto ayudará a todos los ingenieros y supervisores de las áreas, ya que podrán ver la información de cada uno de los elevadores de sus respectivas áreas y de las otras áreas.

Esta información será de gran ayuda para identificar de forma rápida y detallada cada una de las partes críticas de cada uno de los equipos, ya que aparte de toda la información técnica, la base de datos también cuenta con fotografías de cada uno de los componentes de los elevadores.

5. PROPUESTA DE SEGUIMIENTO PARA UN CONTINUO CONTROL DE LA METODOLOGÍA A IMPLANTARSE

5.1 Personal permanente en los equipos

Para un efectivo control sobre los equipos, es importante contar con trabajadores dedicados a la revisión periódica de los elevadores únicamente, ya que por la cantidad de equipos que hay en la planta se hace necesario contar con el personal.

5.1.1 Cuadrillas de trabajadores divididas por áreas

En planta son cinco áreas que cuentan con elevadores de cangilones, siendo el área de hornos, cemento y cal las que cuentan con más elevadores, con 13, 14 y 12 respectivamente, el área de harina cruda cuenta con 3 elevadores y el área de despacho con 7.

Como el fin primordial de los trabajadores dedicados a los elevadores será de solamente la revisión periódica de los mismos, no es necesario que las cuadrillas de trabajadores sea grande, cada cuadrilla estará compuesta por 2 trabajadores y cada cuadrilla tendrá a su cargo 2 áreas, las áreas de harina cruda y despacho serán supervisadas por una misma cuadrilla, convirtiéndolas en una sola área para efectos de supervisión únicamente.

Como son 3 jornadas las que se trabajan en la planta, debido al tipo de producción y equipo utilizado, cada jornada tendrá 4 trabajadores para

supervisión, dando un total de 12 trabajadores que cubrirán las 3 jornadas diarias.

El personal tendrá a su cargo la supervisión de los reductores principal y auxiliar, motor principal y auxiliar, así como las chumaceras en la parte superior del elevador, controlarán ruidos extraños en el elevador, fugas de material en la carcasa, bota y cabeza y reportarán inmediatamente cualquier desperfecto o fuga en los elevadores al encargado de turno.

Verificarán además que no haya pernos flojos o sueltos, fisuras en las uniones soldadas de las plataformas de la cabeza y escaleras del elevador que puedan provocar algún tipo de accidente.

Verificarán también por medio de análisis vibratorio, exceso de vibración en los equipos, también por medio de termografía analizaran los equipos para detectar calentamiento excesivo en los elementos rodantes, así como también en los motores y reductores.

5.2 Capacitación

La planta brinda un proceso de inducción, mediante el cual brindan información general al personal, normas de seguridad y salud ocupacional, así como la reglamentación de la permanencia de los trabajadores en planta.

Como parte de la capacitación, sería conveniente también brindar información a los encargados de estos equipos sobre el funcionamiento correcto de las partes del elevador para que ellos cuenten con la información

que les servirá para determinar si el equipo esta fallando o no a la hora de la revisión del mismo.

5.2.1 Capacitación periódica al personal sobre las partes críticas de los equipos

La capacitación periódica del personal es otro factor importante a la hora de la supervisión, ya que el equipo utilizado en planta es de alta tecnología, cada vez que se solicita repuestos a los diferentes proveedores se solicita que sean los últimos modelos que están en el mercado, razón por la cual se hace necesaria la capacitación periódica o regular del personal que tendrá a su cargo dichos equipos.

5.3 Automatización del stock de repuestos

La automatización del stock de repuestos es un método muy eficiente para lograr tener en el almacén un stock exacto, evitando la falta o exceso de inventario ficticio, por falta de actualización del stock por parte del personal.

5.3.1 Código de barra en partes principales

Una solución muy viable seria el colocar un dispositivo o código de barras en las partes principales de cada uno de los elevadores, que contenga la información del equipo y que automáticamente al momento de escanearlo la información queda guardada en la base de datos.

Existen diferentes técnicas de entrada de datos, como son la captura manual, el reconocimiento óptico, la cinta magnética y el código de barras.

El código de barras es un arreglo en paralelo de barras y espacios que contiene información codificada en las barras y espacios del símbolo.

Esta información puede ser leída por dispositivos ópticos, los cuales envían la información leída hacia una computadora como si la información se hubiera tecleado.

A. Ventajas:

Algunas de sus ventajas sobre otros procedimientos de colección de datos son:

- a. Se imprime a bajos costos
- b. Permite porcentajes muy bajos de error
- c. Los equipos de lectura e impresión de código de barras son flexibles y fáciles de conectar e instalar.

B. Beneficios:

Es la mejor tecnología para implementar un sistema de recolección de datos mediante identificación automática, y presenta muchos beneficios, entre otros.

- a. Virtualmente no hay retrasos desde que se lee la información hasta que puede ser usada
- b. Se mejora la exactitud de los datos
- c. Se tienen costos fijos de labor más bajos
- d. Se puede tener un mejor control de calidad
- e. Se pueden contar con nuevas categorías de información.

f. Se mejora la competitividad.

C. Simbología:

Un símbolo de código de barras es la impresión física de un código de barras.

Una Simbología es la forma en que se codifica la información en las barras y espacios del símbolo de código de barras.

Existen diferentes simbologías para diferentes aplicaciones, cada una de ellas con diferentes características. Las principales características que definen una simbología de código de barras son las siguientes:

- a. Numéricas o alfanuméricas
- b. De longitud fija o de longitud variable
- c. Discretas o continuas
- d. Número de anchos de elementos
- e. Auto verificación.

La simbología más usada en la industria es como el que se muestra en la figura 79.

Figura 79. Código 39, industrial, alfanumérico, 44 caracteres.



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_de_barras, 7/06/2009, 14:15 horas.

D. Características de un código de barras:

Un símbolo de código de barras puede tener, a su vez, varias características, entre las cuales podemos nombrar:

Densidad

Es la anchura del elemento (barra o espacio) más angosto dentro del símbolo de código de barras. Está dado en mils (milésimas de pulgada). Un código de barras no se mide por su longitud física sino por su densidad.

WNR (Wide to Narrow Ratio)

Es la razón del grosor del elemento más angosto contra el más ancho. Usualmente es 1:3 o 1:2.

Quiet Zone

Es el área blanca al principio y al final de un símbolo de código de barras. Esta área es necesaria para una lectura conveniente del símbolo.

Lectores de código de barras

La función de estos equipos es leer la información codificada en las barras y espacios del símbolo de código de barras y enviarla a un decodificador que a su vez la envía a una computadora o terminal como si la información hubiera sido tecleada.

Funcionamiento

Los lectores generan una señal digital pura de las barras y espacios. En el caso de los lápices ópticos ésta señal es de baja frecuencia, pues es

generada por el barrido de las barras y espacios que hace el operador al deslizar el lápiz sobre el símbolo de código de barras.

En el caso del láser, la señal es similar a la generada por el lápiz, sólo que a una frecuencia mucho mayor. Esta última señal es conocida como HHLC (Hand Held Laser Compatible).

Las señales HHLC y wand requieren ser decodificadas para poder ser usadas por la computadora, y para esto existen diferentes interfaces como:

- a. Decodificador de teclado
- b. Wand emulation

Cuando se requiere que el decodificador sea de teclado, se utiliza lo que se conoce como keyboard wedge, el cual se conecta a la entrada del teclado de la PC o terminal.

Existen diferentes tipos de Hedges. Pueden tener una o dos entradas para lectores de código de barras y/o lector de cinta magnética, que son los más comunes. Estos decodificadores comúnmente se conectan a una PC.

Con el decodificador Wand emulation la señal HHLC se convierte a una de menor frecuencia, idéntica a la generada por un lápiz óptico. Esta interfase es útil cuando el decodificador no permite utilizar la señal HHLC directamente, como es el caso de algunas terminales portátiles.

Tipos de lectores

Los cuatro principales tipos de lectores son:

- a. Lápiz óptico o wand
- b. Laser de pistola
- c. CCD (charge coupled device)
- d. Laser omnidireccional

Lápiz óptico o wand

Debe ser deslizado haciendo contacto a lo nacho del código, este envía una señal digital pura de las barras y espacios a una frecuencia igual a la velocidad con que se desliza el lápiz.

A pesar de ser un equipo económico, tiene el inconveniente de ser lento, requiere que el usuario tenga práctica-

Laser de pistola

Realiza un barrido mediante una luz láser y que genera una señal similar a la del lápiz óptico, pero a una mayor frecuencia.

Ventajas:

- a. Rápido
- b. Puede no requerir decodificador de teclado
- c. Puede leer a una distancia estándar de 5 a 30 cm.

Desventajas:

- a. Es relativamente caro
- b. Puede presentar problemas de durabilidad debido a sus partes móviles (espejos giratorios).
- c. Puede tener problemas para leer con demasiada luz ambiental.

CCD (charge coupled device)

Mediante un arreglo de fotodiodos toma una foto del símbolo de código de barras y la traduce a una señal, que puede ser similar a la enviada por el láser HHLC o la del lápiz óptico.

Ventajas:

- a. Es rápido
- b. Económico
- c. Durable por no tener partes móviles
- d. No necesita decodificador de teclado.

Desventajas:

- a. Requiere estar muy cerca del código
- b. No puede leer símbolos que rebasen el ancho de su ventana.

CONCLUSIONES

1. Se creó una base de datos eficiente, capaz de reducir significativamente el inconveniente que actualmente tenía la empresa con respecto a los elevadores de materiales, estableciendo un formato que permite la búsqueda de partes principales de un elevador en específico, así como también las listas de partes y su respectivo código para la solicitud de los repuestos.
2. Se agruparon los elevadores de toda la planta por áreas, para la búsqueda más rápida de la información de un equipo en específico, además los equipos se identifican más rápidamente, ya que están identificados cada uno de ellos por su respectivo ut dentro de la base de datos.
3. Se desarrollaron además códigos de los repuestos que no estaban registrados en el sistema para poder contar con estos repuestos para futuros mantenimientos.
4. También se calculó la cantidad total de cada uno de los tipos de cadena para contar con una referencia verídica en planta y así estimar cual es el stock mínimo que se debe tener en almacén, para los mantenimientos de los equipos y evitar la falta de algún tipo de cadena en específico.

RECOMENDACIONES

1. Es sumamente importante que a la hora de cambiar cualquiera de las partes de cualquiera de los elevadores se informe al encargado del área para que, cada uno de los encargados de sus respectivas áreas tenga el especial cuidado de actualizar la información del equipo en cuestión, en la base de datos, para evitar la obsolescencia de la misma.
2. De igual manera si se modifica la información de los equipos en el software utilizado por la empresa, cambiar también la información en la base de datos, ya que el listado de partes se verifico también en el software.
3. Con respecto a las cadenas de los equipos, lo que se recomienda mantener en inventario de almacén en planta es la cantidad necesaria para reemplazar la cadena completa del elevador más alto de cada tipo de cadena, más 10%.
4. Si es necesario cambiar la cadena de un elevador de menor altura, se tomará la cantidad necesaria del almacén y reordenarán lo que se utilice. Por otra parte, a largo plazo pueden considerar reducir el número de tipos de cadena en la planta bajo las siguientes condiciones:

A los elevadores con cadena ER857-K44 se les puede instalar cadena ER958-K44. La cadena 958 tiene mayor capacidad que la 857. El aditamento para sujeción del cangilón tiene las mismas dimensiones.

A los elevadores con cadena ER864-K443 se les puede instalar cadena ER984-K443. La cadena 984 tiene mayor capacidad que la 864. El aditamento para sujeción del cangilón tiene las mismas dimensiones.

IMPORTANTE:

No se deben combinar tipos de cadena en un mismo elevador. De hecho esto no es posible porque los diámetros de pasadores y bujes son distintos entre las cadenas de la serie 8 y las de serie 9. Por ello, si se cambia el modelo de cadena se deberá cambiar completa para el elevador.

BIBLIOGRAFÍA

1. Manual de mantenimiento, división sector industria y de la construcción, Santafé de Bogotá 1998.
2. Duda Walter H
Manual tecnológico del cemento
España, ETA, 1977, 332p.
3. Spotts M.F.
Elementos de máquinas, 7ª. edición; México,
Editorial Prentice-Hall, 1999, 829p.
4. Manuales Rexnord (Edición 2001).
5. Manuales Aumund (Edición 2004).

ANEXOS

Ejemplo de un manual de equipo elevador:

Índice



1	Notas importantes.....	144
2	Notas de seguridad.....	145



3	Estructura de la unidad.....	147
3.1	Estructura de los elevadores de cangilones...148	
3.2	Designación de modelo de los elevadores de cangilones.....	149



4	Instalación mecánica.....	149
4.1	Instalación del elevador de cangilones.....	149
4.2	Llenado de aceite.....	150



5	Instalación eléctrica.....	150
5.1	Control de velocidad.....	150
5.2	Regulador de velocidad /W.....	151

6	Puesta en marcha.....	152
6.1	Puesta en marcha de los elevadores de	



cangilones152

6.2 Puesta en marcha del regulador de velocidad
W.....154



7 Fallos de funcionamiento156

7.1 Qué hacer, en caso de 156

8 Inspección y Mantenimiento157

8.1 Mantenimiento de los elevadores de cangilones
..... 157



9 Cantidades de aceite158

1. Notas importantes

¡Tenga en cuenta las notas de seguridad y de advertencia de esta publicación!

	Peligro eléctrico Puede ocasionar: lesiones graves o fatales.	<i>Notas de seguridad y advertencia</i>
	Peligro inminente Puede ocasionar: lesiones graves o fatales.	
	Situación peligrosa Puede ocasionar: lesiones leves o de menor importancia	
	Situación perjudicial Puede ocasionar: daños en el aparato y en el entorno de trabajo.	
	Consejos e información útil.	

Atenerse a las indicaciones de las siguientes instrucciones de funcionamiento es un requisito previo para que no surjan problemas. No obedecer estas instrucciones anula los derechos de reclamación de la garantía:

Instrucciones de funcionamiento de los reductores de la serie MC y accesorios modulares.

- Instrucciones de funcionamiento de los reductores de las series R..7, F..7, K..7, S..7 y Spiroplan® W

- Instrucciones de funcionamiento de motores CA y servomotores

asíncronos

Lea atentamente estas instrucciones de funcionamiento antes de utilizar el aparato. Mantenga este manual cerca de la unidad ya que contiene información importante para su funcionamiento.

1. Notas de seguridad.

Las siguientes instrucciones de seguridad tratan sobre el uso de elevadores de cangilones. Consulte también las instrucciones de seguridad incluidas en las instrucciones de funcionamiento indicadas en el apartado 1.

Información general

Durante el funcionamiento, y después del mismo, los reductores y los motorreductores tienen piezas con tensión y movimiento y sus superficies pueden estar calientes.

Cualquier trabajo relacionado con el transporte, almacenamiento, ajuste, montaje, conexión, puesta en marcha, mantenimiento y reparación sólo debe ser realizado por especialistas cualificados teniendo en cuenta:

- Estas instrucciones y los diagramas de cableado
- Las señales de advertencia y de seguridad del reductor / motorreductor del elevador de cangilones.
- La normativa y los requisitos específicos del

sistema.

- La normativa nacional o regional de seguridad y prevención de accidentes.

Pueden ocasionarse lesiones graves o daños en las instalaciones por las siguientes causas:

- Uso incorrecto
- Instalación o manejo incorrecto
- Extracción de las tapas de protección o de la carcasa, cuando no está autorizado.

Uso indicado

Los elevadores de cangilones están destinados a sistemas industriales. Cumplen los estándares y las normativas aplicables.

En la placa de identificación y en las instrucciones de funcionamiento del apartado 1 se encuentra la información y los datos técnicos referentes a las condiciones de funcionamiento autorizadas.

Es fundamental tener en cuenta todos estos datos.

Transporte y almacenamiento

Inmediatamente después de la recepción, inspeccionar el envío en busca de daños derivados del transporte. Informar inmediatamente a la empresa transportista. Puede ser necesario cancelar la puesta en marcha.

Tenga en cuenta las indicaciones de las instrucciones de funcionamiento indicadas en el apartado 1.

Instalación y montaje

Tenga en cuenta las indicaciones de las instrucciones de funcionamiento indicadas en el apartado 1.

Puesta en marcha y funcionamiento

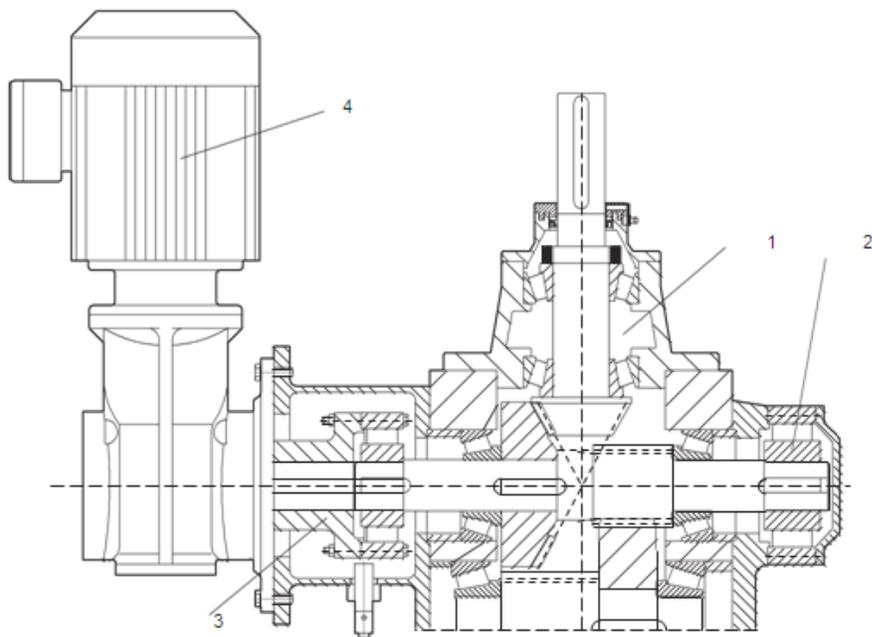
Tenga en cuenta las indicaciones del apartado "Puesta en marcha" así como las indicaciones de las instrucciones de funcionamiento indicadas en el apartado 1.

Inspección y mantenimiento

Tenga en cuenta las indicaciones del apartado "Inspección y mantenimiento" así como las indicaciones de las instrucciones de funcionamiento indicadas en el apartado 1

3. Estructura de la unidad.

3.1 Estructura de los elevadores de cangilones



- (1) Elevador de cangilones
- (2) Antirretorno
- (3) Embrague de patín
- (4) Accionamiento auxiliar

Los elevadores de cangilones (1) están compuestos por un reductor de par cónico de tres trenes (1) de la serie MC con antirretorno mecánico (2) y por un motor auxiliar (4) montado mediante un embrague de patín (3). Los elevadores de cangilones (1) se suministran sin aceite. Por el contrario, el accionamiento auxiliar (4) dispone de aceite.

Embrague de patín

Al realizar trabajos de mantenimiento, el embrague del patín (3) posibilita también a través del accionamiento auxiliar una transmisión de par en un sentido de giro. En caso de funcionamiento a través del motor principal, el embrague de patín trabaja en rueda libre. En el caso de trabajar a través del

motor auxiliar se produce un funcionamiento conjunto y el eje de entrada del reductor principal gira en solidario.

Accionamiento auxiliar

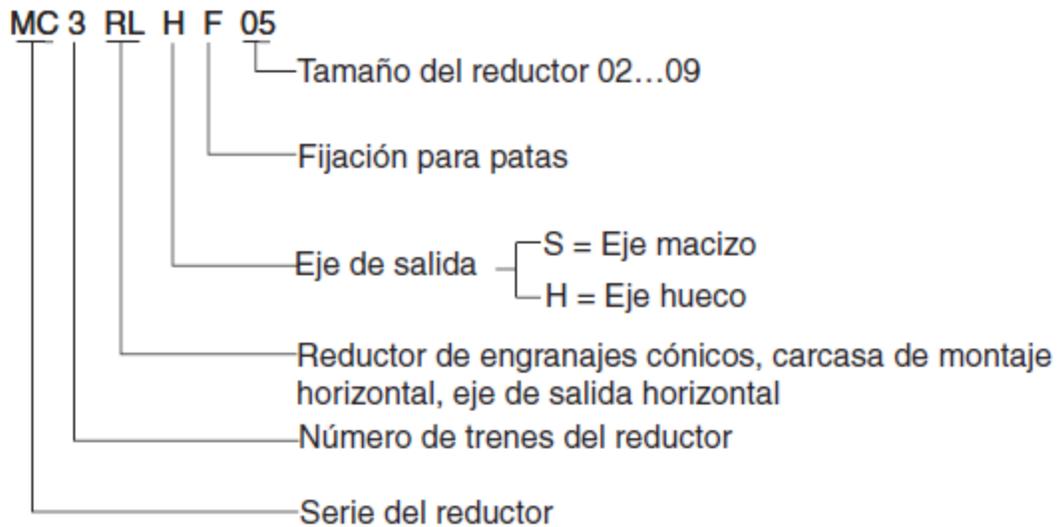
El accionamiento auxiliar montado (4) puede suministrarse en ejecución de "Carga parcial" (exclusivamente para fines de mantenimiento) o de "Carga total".

El accionamiento auxiliar está compuesto por un motorreductor equipado con una brida y un eje macizo y está unido al reductor principal a través de un embrague de patín (3) colocado en la brida de adaptación.

Consulte en el catálogo "Elevadores de cangilones" el par de salida exacto del reductor principal en el caso de funcionamiento a través del accionamiento principal.

Por motivos de seguridad, el accionamiento auxiliar en ejecución de "Carga completa" debe estar equipado con un motor freno. Al estar conectado el motor principal debe quedar garantizado que el motor auxiliar esté parado y el freno activado.

3.2 Designación de modelo de los elevadores de cangilones



4. Instalación del elevador de cangilones

4 Instalación mecánica

4.1 Instalación del elevador de cangilones

Los elevadores de cangilones están diseñados para su instalación en posición horizontal.

¡En el caso de que la posición de instalación difiriera de la prevista, póngase en contacto con el proveedor.

4.2 Llenado de aceite

El reductor principal MC. Debe llenarse con el tipo y la cantidad de aceite preindicados

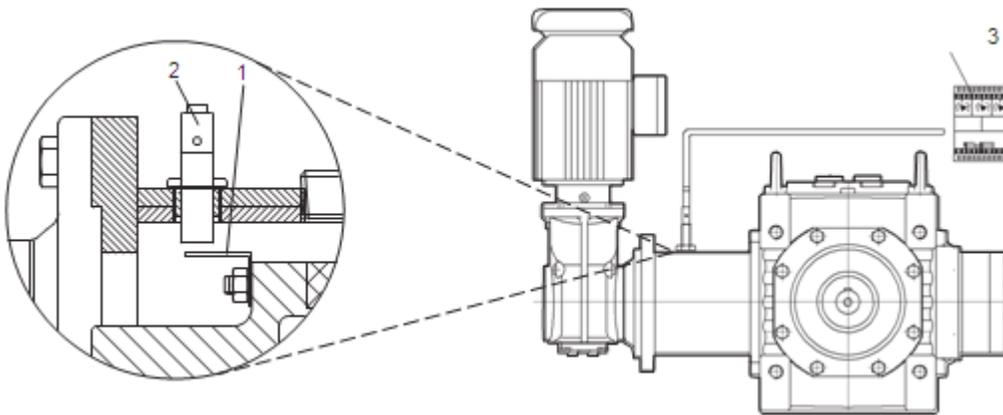
(→ Placa de características, apartado "Cantidades de aceite").

5 Instalación eléctrica

5.1 Control de velocidad

Por motivos de seguridad, los elevadores de cangilones deben estar equipados con un regulador de velocidad puesto que el accionamiento auxiliar puede resultar dañado debido a una velocidad excesiva en el caso de que el embrague de patín fallara.

Se emplearan componentes para el control de velocidad diferentes a los aquí indicados, le rogamos se ponga en contacto con el proveedor.

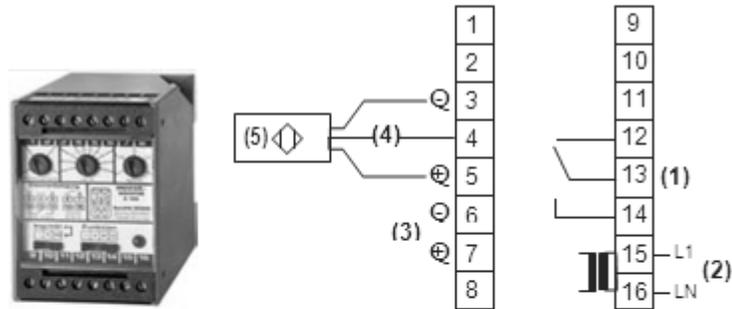


- (1) Leva de conmutación
- (2) Encoder inductivo
- (3) Regulador de velocidad

La velocidad del embrague de patín se registra sin contacto con una leva de conmutación (1) y con un encoder inductivo (2). El regulador de velocidad (3) compara los impulsos con una velocidad de referencia definida (→ tabla inferior). Si se excede la velocidad de referencia (p. ej. debido a un fallo en el funcionamiento del embrague de patín), el relé de salida (contacto cerrado o contacto de abierto opcional) desconecta el elevador de cangilones. De esta forma se evita la velocidad excesiva en el accionamiento auxiliar.

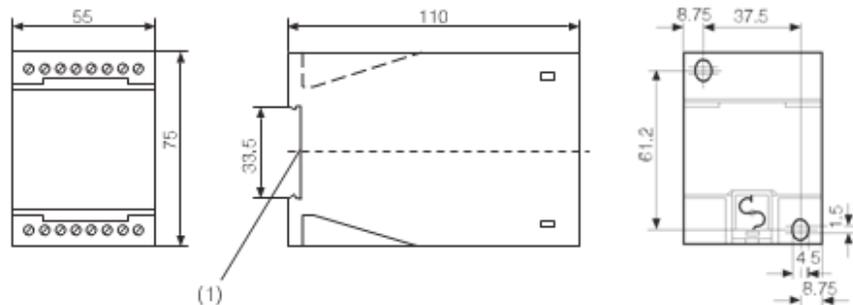
5.2 Regulador de velocidad /W

Conexión eléctrica



- (1) Relé de salida
- (2) Tensión de alimentación 110 V_{CA}, 230 V_{CA} (47...63Hz)
- (3) Tensión de conexión 24 V_{CC}
- (4) Señal
- (5) Encoder

Dimensiones



- Tensión de servicio: 220 V_{CA} o 24 V_{CC} (ref. de pieza 106 710 9)
- Tensión de servicio: 110 V_{CA} (ref. de pieza 106 781 8)
- Potencia máxima de conmutación del relé de salida: 1250 VA (máx. 8 A_{CA})
- Tanto la velocidad de referencia, como el puentado de arranque y la histéresis de conmutación pueden ajustarse en el regulador de velocidad (→

Apartado "Puesta en marcha del regulador de velocidad")

- Índice de protección: IP 40 (bornes IP 20)

6 Puesta en marcha

6.1 Puesta en marcha de los elevadores de cangilones

¡Tenga en cuenta en la puesta en marcha las indicaciones de seguridad del apartado 2 y de las instrucciones de funcionamiento del apartado 1!

Antes de la puesta en marcha asegúrese de que:

Introducir el tipo y la cantidad de aceite indicados en la placa de características del elevador de cangilones (→ apartado "Cantidades de aceite"). La cantidad de aceite indicada es tan sólo un valor orientativo.

- El **nivel de aceite correcto** se comprueba con la sonda de nivel o a través de la mirilla del aceite (→ apartado "Inspección y mantenimiento"). En ningún caso el nivel de aceite debe descender por debajo de la marca inferior de la sonda. Si fuera necesario, añada aceite conforme al tipo indicado en la placa de características hasta la marca superior de la sonda de nivel.

El antirretorno y el embrague de patín pueden girar sin aumento de fuerza en el sentido de giro de rueda libre. Tenga en cuenta la fecha de indicación de giro del elevador de cangilones. El antirretorno está

desembragado cuando el eje de entrada del elevador de cangilones gira en el sentido de funcionamiento. El efecto de bloqueo impide el giro en el otro sentido.

El **embrague de patín** resbala cuando el eje del accionamiento auxiliar gira en sentido contrario a la dirección de funcionamiento. Al girar en el sentido de funcionamiento, el efecto de bloqueo del embrague de patín se activa (funcionamiento conjunto) y el eje de salida del elevador de cangilones gira en el sentido de funcionamiento.

- Antes de conectar el motor principal y el motor auxiliar se ha de determinar el campo de giro de la red de corriente trifásica con un indicador de sentido del campo de giro y se ha de comprobar que los dos motores estén conectados conforme al sentido de giro.
- El motor principal no pueda girar en sentido contrario a la dirección de bloqueo del reductor principal. **Aténgase a la indicación de la etiqueta adhesiva del elevador de cangilones.**
- El motor principal y auxiliar estén bloqueados entre sí eléctricamente de tal forma que sólo uno de los dos motores pueda conectarse en cada momento.
- En los motores auxiliares con freno, éste esté conmutado de tal forma que impida una velocidad excesiva del accionamiento auxiliar en caso de llenado incorrecto del transportador.
- Se ha de comprobar la función de desconexión del regulador de velocidad.

Durante la puesta en marcha asegúrese de que el **accionamiento auxiliar no se sobrecargue**. El accionamiento auxiliar debe funcionar exclusivamente con los pares de salida de fuerza indicados en el catálogo "Elevadores de cangilones".

- En el funcionamiento a través del accionamiento auxiliar (p. ej. en caso de mantenimiento) no se impida el giro del eje de entrada del reductor principal. En caso de funcionamiento a través del accionamiento auxiliar, debe abrirse el freno colocado en el lado del eje de entrada del accionamiento principal.

Después de la puesta en marcha asegúrese de que cuando el motor principal y auxiliar estén desconectados, el freno del motor auxiliar permanezca abierto (medida de protección del embrague de patín en caso de sobrecarga en sentido contrario a la dirección de giro indicada).

6.2 Puesta en marcha del regulador de velocidad W

1. Ajuste el regulador de velocidad según la siguiente tabla
2. Comprobación en caso de funcionamiento a través del accionamiento auxiliar ajuste la velocidad de conmutación en el "punto de conmutación" (1) del regulador de velocidad:

Valor < velocidad de referencia (→ apartado "Control de velocidad")

- **Correcto:** El relé del regulador de velocidad se activa

3. **Después de la comprobación de funcionamiento:**

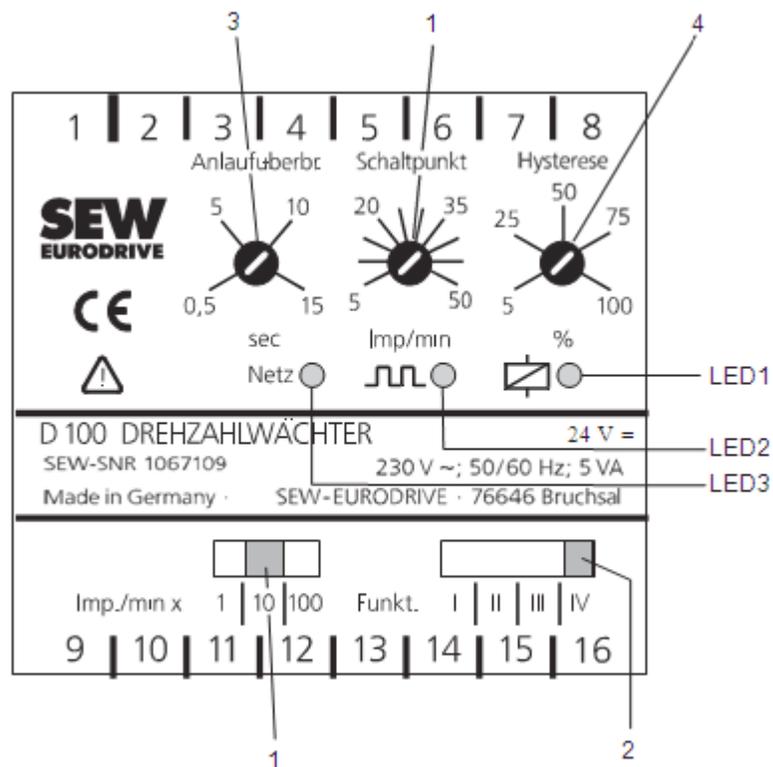
- Ajuste la velocidad de conmutación en el "Punto de conmutación" (1) aprox. un

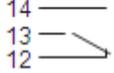
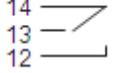
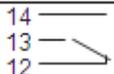
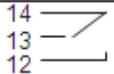
5 - 10 % superior a la velocidad de refer. (→ apartado "Control de velocidad")

4. Mensajes:

- El LED1 se ilumina cuando el relé se excita
- El LED 2 avisa sobre impulsos de entrada
- El LED 3 muestra la tensión de servicio correcta

Ajustes	Descripción	Medidas de ajuste / valores
Velocidad de conmutación (1)	Posibilita el ajuste exacto del valor deseado Indicación: Al bloquear el accionamiento, obtendrá tiempos de deslizamiento menores si ajusta una velocidad de conmutación ligeramente superior a la velocidad de referencia.	Ajuste aprox. con selector de niveles (1, 10, 100) Ajuste preciso con selector "Poti" (escala 5... 50) Ejemplo: Selector de niveles "10", ajuste con selector Poti "6": Vel. de conmutac. = 10 x 6 = 60 impulsos/min
Función de conmutación IV (2)	Define la propiedad de la función de control IV = velocidad excedida (LED 1 se ilumina cuando el relé se excita)	Según diagrama de cableado 08 776 002 Ajuste a la función IV
Retardo de arranque (3)	Es posible evitar los mensajes de fallo durante el arranque del motor ajustando un tiempo de retardo.	Ajustar al valor más bajo (= 0,5 s)
Histéresis (4)	Diferencia entre el punto de conexión y desconexión del relé. Control del exceso de velocidad: Ajuste del selector Poti "5 %"	Ajustar al valor más bajo (= 5 %)



Función	Posición del relé		
	Con velocidad		Con funcionamiento normal y puenteado de arranque
	excedida	no alcanzada	
I		 14 ——— 13 ——— 12 ———	 14 ——— 13 ——— 12 ———
II		 14 ——— 13 ——— 12 ———	 14 ——— 13 ——— 12 ———
III	 14 ——— 13 ——— 12 ———		 14 ——— 13 ——— 12 ———
IV	 14 ——— 13 ——— 12 ———		 14 ——— 13 ——— 12 ———

7 Fallos de funcionamiento

7.1 Qué hacer, en caso de...

Fallo	Causa posible	Solución
Temperatura excesiva en el antirretorno. Fallo de la función de bloqueo	Daños en el antirretorno	<ul style="list-style-type: none"> Comprobar el antirretorno y, en caso necesario, sustituirlo Contactar con el servicio al Cliente
	Nivel de aceite incorrecto	Comprobar el nivel de aceite
El motor del accionamiento principal no arranca	El motor del accionamiento principal está defectuoso	El motor debe repararse en un taller especializado
	El motor se ha conectado de manera incorrecta, el sentido de giro del motor es incorrecto	Invertir dos fases
	El anillo de apoyo del antirretorno se ha montado de forma incorrecta o está defectuoso.	<ul style="list-style-type: none"> Contactar con el servicio al Cliente. Girar el anillo de apoyo del antirretorno 180° o montar un anillo nuevo
	El embrague de patín está bloqueado	<ul style="list-style-type: none"> Contactar con el servicio al Cliente Montar un embrague de patín nuevo
	La caja del embrague de patín se ha montado incorrectamente o está defectuosa	Contactar con el servicio al Cliente Montar la caja del antirretorno girada 180° o montar una caja nueva
El motor del accionamiento auxiliar no arranca	Sobrecarga en el eje de salida	Reducir la carga
	El motor del accionamiento auxiliar está defectuoso	El motor debe repararse en un taller especializado
	El freno no desbloquea	Comprobar la conexión eléctrica del freno y, si fuera necesario, sustituir el freno
El motor del accionamiento auxiliar arranca pero el eje de salida del accionamiento principal no gira	Sentido de giro incorrecto del motor	Conectar correctamente el motor
	El anillo de apoyo del embrague de patín se ha montado incorrectamente	<ul style="list-style-type: none"> Girar el anillo de apoyo del embrague de patín 180° o montar un anillo nuevo Contactar con el servicio al Cliente
El motor del accionamiento principal arranca a pesar de que está en funcionamiento el accionamiento auxiliar con control de velocidad	El bloqueo eléctrico entre el motor principal y el motor auxiliar está defectuoso	Comprobar las conexiones y, si fuera necesario, sustituir los componentes defectuosos
	El regulador de velocidad está defectuoso	

8 Inspección y Mantenimiento

8.1 Mantenimiento de los elevadores de cangilones

Comprobación del nivel de aceite

1. Desconecte el motor y asegúrese de que no puede arrancar accidentalmente.

Espera a que el reductor se enfríe para evitar el riesgo de sufrir quemaduras.

2. Compruebe el nivel de aceite correcto:

- Extraiga la sonda de nivel de aceite,
- Compruebe el nivel de llenado (correcta = marca superior de la sonda, en caso de aceite caliente ligeramente por encima de ésta).

2. En ningún caso el nivel de aceite debe descender por debajo de la marca inferior de la sonda. Si fuera necesario, añada aceite conforme al tipo indicado en la placa de características hasta la marca superior de la sonda de nivel.

Cambio de aceite

Encontrará indicaciones al respecto en las instrucciones de funcionamiento incluidas en el apartado 1.

Tanto el anti retorno como el embrague de patín montado en la brida de adaptación están integrados en el volumen de aceite del reductor principal. El cambio de aceite y los trabajos de mantenimiento se llevan a cabo de manera simultánea con el reductor principal.

Para llenar más rápidamente el elevador de cangilones es posible introducir en la brida de adaptación las cantidades de aceite indicadas en el apartado

“Cantidades de aceite”, sección “Brida de adaptación”. En este caso el reductor principal recibirá únicamente la cantidad de aceite indicada en la placa de características exceptuando la cantidad de aceite introducida en la brida de adaptación.

9 Cantidades de aceite

Las cantidades de llenado indicadas son valores orientativos. Los valores exactos varían en función de la transmisión.

Reductor principal

Tipo de reductor	Cantidad de llenado en litros ¹⁾
MC3R L ₀₂	14
MC3R L ₀₃	18
MC3R L ₀₄	24
MC3R L ₀₅	31
MC3R L ₀₆	39
MC3R L ₀₇	45
MC3R L ₀₈	69
MC3R L ₀₉	93

1) En las cantidades de aceite indicadas está incluida la cantidad de aceite de la brida de adaptación

Brida de adaptación

Tipo de reductor	Cantidad de llenado en litros
MC3RL ₀₂	2,0
MC3RL ₀₃	
MC3RL ₀₄	
MC3RL ₀₅	3,0
MC3RL ₀₆	
MC3RL ₀₇	6,0
MC3RL ₀₈	
MC3RL ₀₉	