



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

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE
GRADAS ELÉCTRICAS MARCA MITSUBISHI SERIE J**

Gilberto Corado Juárez

Asesorado por el Ing. Norverth Enrique Solórzano Arriaga

Guatemala, noviembre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE
GRADAS ELÉCTRICAS MARCA MITSUBISHI SERIE J**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

GILBERTO CORADO JUÁREZ

ASESORADO POR EL ING. NORVERTH ENRIQUE SOLÓRZANO ARRIAGA
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno (a.i.)
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Enrique Chicol Cabrera
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE GRADAS ELÉCTRICAS MARCA MITSUBISHI SERIE J

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 27 de febrero de 2017.



Gilberto Corado Juárez

Guatemala, Septiembre 2017

Ingeniero:

Roberto Guzmán Ortiz
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Guzmán:

Respetuosamente me dirijo a usted con el propósito de informarle que luego de haber revisado el trabajo de graduación titulado **Programa de mantenimiento preventivo y correctivo de gradas eléctricas marca Mitsubishi serie J**, el cual fue presentado por el estudiante Gilberto Corado Juárez, y después de haber realizado las correcciones pertinentes, considero que cumple con los objetivos que le dieron origen.

Por lo tanto, hago de su conocimiento que, en mi opinión, dicho trabajo llena los requisitos necesarios para ser sometido a discusión en su examen General Público y recomiendo su aprobación para el efecto.

Atentamente




Ing. Norverth Enrique Solórzano Arriaga
Ingeniero Mecánico
Colegiado No. 6884

Norverth E. Solorzano Arriaga
Ingeniero Mecánico
Colegiado 6884

Ref.E.I.M.263.2017

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE GRADAS ELÉCTRICAS MARCA MITSUBISHI SERIE J**, desarrollado por el estudiante **Gilberto Corado Juárez**, CUI **2657146560101**, Registro Académico **200320906** recomienda su aprobación.

"Id y Enseñad a Todos"


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




Guatemala, septiembre 2017

/aej

Ref.E.I.M.307.2017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE GRADAS ELÉCTRICAS MARCA MITSUBISHI SERIE J**, del estudiante **Gilberto Corado Juárez**, CUI 2657146560101, Reg. Académico No. **200320906** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Roberto Guzmán Ortiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, octubre de 2017

Ref. DTG.543.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE GRADAS ELÉCTRICAS MARCA MITSUBISHI SERIE J**, presentado por el estudiante universitario **Gilberto Corado Juárez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Guilera
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, noviembre de 2017

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser la luz de mi camino, por darme la vida y darme las fuerzas cada día.
Mis padres	Mario Corado y Brenda Juárez, por darme la oportunidad y su apoyo incondicional en toda mi vida.
Mi esposa	Pamela Veras, por ser la motivación de mi existir y por su inagotable amor.
Mis hermanos	Mario, Ana y Paula, por apoyarme en toda mi vida.
Amigos	Por su valiosa amistad y su cariño hacia mi persona.
Familia	Por siempre apoyarme y estar a mi lado.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala Por ser mi casa durante mis años de estudio.

Facultad de Ingeniería Por todos los conocimientos adquiridos y por haberme formado como profesional.

Ing. Norverth Solórzano Por la dedicación y tiempo en la revisión de mi trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ASPECTOS GENERALES	1
1.1. Antecedentes de los sistemas de escaleras eléctricas.....	1
1.2. Sistema de escaleras	3
1.2.1. Funcionamiento de las escaleras eléctricas	3
1.2.2. Tipos de escaleras eléctricas.....	3
1.2.3. Partes de una escalera eléctrica.....	5
1.3. Mantenimientos	8
1.3.1. Preventivo.....	8
1.3.2. Correctivo	9
2. PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO	11
2.1. Procedimientos para mantenimientos preventivo	11
2.1.1. Dispositivos de seguridad.....	11
2.1.2. Peines y demarcaciones de escalón.....	21
2.1.3. Freno principal	22
2.1.4. Panel de control.....	23
2.1.5. Cadenas transmisoras de movimiento.....	24
2.1.6. Resortes de cadenas de paso	25

2.1.7.	Sistema de arrastre de pasamanos.....	25
2.1.8.	Revisión de rodos de tracción	26
2.1.9.	Revisión de rodos de presión	27
2.1.10.	Revisión de rodos de escalón	27
2.1.11.	Revisión de caja reductora.....	28
2.1.12.	Revisión de fajas de transmisión tipo “V”	28
2.1.13.	Revisión de poleas de transmisión.....	29
2.1.14.	Revisión de funcionamiento de motor eléctrico	29
2.1.15.	Revisión de alineación de eje de catarina	30
2.1.16.	Revisión de cojinetes de rodos de presión	30
2.1.17.	Revisión de cojinetes de rodos de tracción	31
2.1.18.	Revisión de abrazaderas de escalón.....	31
2.1.19.	Índice de deslizamiento del pasamanos	32
2.2.	Procedimientos para mantenimientos correctivos	32
2.2.1.	Ajuste de deslizamiento de frenado.....	32
2.2.2.	Calibración del tensor de resorte.....	34
2.2.3.	Ajuste de guantera de seguridad.....	35
2.2.4.	Ajuste de seguridad de soclo.....	36
2.2.5.	Calibración del gobernador principal.	36
2.2.6.	Ajuste de rodos laterales.....	38
2.2.7.	Ajuste de seguridad de rompimiento de cadena de motor.	39
2.2.8.	Ajuste de tensión de fajas de transmisión	40
2.2.9.	Ajuste de cadena de motor de tracción	41
2.2.10.	Ajuste de cadena de tracción de pasamanos	42
2.2.11.	Ajuste del movimiento del pasamanos.	43
2.2.12.	Ajuste de distancia entre el rodo y la guía de pasamanos.....	44
2.2.13.	Ajuste de distancia entre peine de seguridad y la huella del escalón	45

2.2.14.	Centrado del peine del escalón.....	47
3.	IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	
	MENSUAL	49
3.1.	Diseño de hoja de control de mantenimiento mensual tipo 1 ..	49
3.2.	Diseño de hoja de control de mantenimiento mensual tipo 2 ..	50
3.3.	Diseño de hoja de control de mantenimiento mensual tipo 3 ..	51
3.4.	Diseño de hoja de registro para mantenimientos correctivos ..	52
3.5.	Control de herramientas requeridas para el mantenimiento preventivo y correctivo.....	52
3.6.	Implementación de base de datos y manejo de indicadores. ..	53
3.7.	Prevención en la ejecución de un mantenimiento.....	54
3.7.1.	Seguridad industrial en el trabajo.....	54
3.7.2.	Señalización industrial	60
3.7.3.	Equipo de protección personal.	61
4.	CONTROL Y SEGUIMIENTO	65
4.1.	Evaluación del rendimiento de la máquina	65
4.2.	Evaluación y diagnóstico de capacidades del técnico.	65
4.3.	Programa de capacitaciones.	66
4.4.	Retroalimentación del cliente.....	68
4.5.	Hoja de control de investigación de accidentes y mejoras continuas.	70
4.6.	Presupuesto del mantenimiento	72
4.6.1.	Presupuesto del mantenimiento preventivo	72
4.6.2.	Presupuesto del mantenimiento correctivo	72

4.6.3.	Presupuesto de bodega de repuestos y suministros	85
CONCLUSIONES.....		87
RECOMENDACIONES		89
BIBLIOGRAFÍA.....		91

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Prototipo de escaleras eléctricas.....	2
2.	Escalera eléctrica a 30 grados	4
3.	Escalera eléctrica en espiral.....	5
4.	Escalera eléctrica de andenes	5
5.	Partes de una escalera eléctrica	8
6.	Dispositivo de seguridad de cadena de escalones.....	12
7.	Dispositivo de protección de entrada de pasamanos	13
8.	Dispositivo de seguridad de hundimiento inferior	13
9.	Dispositivo de seguridad de hundimiento superior	14
10.	Embolo de rodillo.....	15
11.	Placa del peine.....	15
12.	Dispositivo de seguridad de la cadena de transmisión.....	17
13.	Varilla de dispositivo de seguridad de la cadena de transmisión.....	17
14.	Limitador de velocidad	21
15.	Cadenas transmisoras de movimiento	25
16.	Fisuras en rodos de tracción y rodos de presión	27
17.	Faja tipo "V".....	29
18.	Alineación de eje de catarina	30
19.	Cojinetes de rodos de tracción y rodos de presión.....	31
20.	Tensor de resorte	34
21.	Guantera de seguridad.....	36
22.	Seguridad de soclo.....	36
23.	Gobernador principal.....	37

24.	Rodos laterales.....	39
25.	Tensión de fajas de transmisión	41
26.	Cadena de motor de tracción.....	41
27.	Cadena de tracción de pasamanos	43
28.	Eslabón de cadena de tracción de pasamanos	43
29.	Polea de pasamanos	44
30.	Polea de pasamanos (vista lateral).....	45
31.	Peine de seguridad y superficie de escalón.....	46
32.	Peines y demarcaciones de escalón.....	47
33.	Base de peines	47
34.	Soporte de interruptor	47
35.	Centrado del peine de escalón	48
36.	Mantenimiento mensual tipo 1	49
37.	Mantenimiento mensual tipo 2	50
38.	Mantenimiento mensual tipo 3	51
39.	Mantenimiento correctivo	52
40.	Vallas de señalización	60
41.	Etiquetado y candado	60
42.	Caso de seguridad tipo 2	61
43.	Tapones auditivos.....	61
44.	Guantes anticorte.....	62
45.	Calzado de seguridad con punta de acero.....	62
46.	Lentes de seguridad	63
47.	Cinturón de fuerza	63
48.	Protección de las vías respiratorias	63
49.	Retroalimentación al cliente 1	69
50.	Retroalimentación al cliente 2	70
51.	Control de investigación de accidentes.....	71

TABLAS

I.	Espesor de revestimiento de fricción.....	33
II.	Base de datos	54
III.	Operaciones de mando	56
IV.	Calendario Anual.....	67
V.	Capacitación de enero	67
VI.	Capacitación de febrero	67
VII.	Capacitación de marzo.....	67
VIII.	Capacitación de abril.....	68
IX.	Capacitación de mayo.....	68
X.	Capacitación de junio	68
XI.	Presupuesto de mantenimiento preventivo	72
XII.	Presupuesto para motor eléctrico.....	72
XIII.	Presupuesto cambio aceite caja reductora	73
XIV.	Presupuesto para cambio de fajas de transmisión.....	73
XV.	Presupuesto para cambio de rodos de tracción	74
XVI.	Presupuesto para cambio de rodos de presión.....	74
XVII.	Presupuesto para cambio de cadena paso 40	75
XVIII.	Presupuesto de cambio de cadena paso 50	75
XIX.	Presupuesto de cambio de gobernador	76
XX.	Presupuesto para cambio de peines de seguridad.....	76
XXI.	Presupuesto para cambio de demarcaciones de escalón	77
XXII.	Presupuesto para cambio de freno principal	77
XXIII.	Presupuesto para cambio de guías de pasamanos	78
XXIV.	Presupuesto para cambio de pasamanos	78
XXV.	Presupuesto para cambio de rodos de escalón	79
XXVI.	Presupuesto para cambio de poleas de transmisión.....	79

XXVII.	Presupuesto para cambio de cojinetes de rodos de tracción.....	80
XXVIII.	Presupuesto para cambio de cojinetes de rodos de presión.....	80
XXIX.	Presupuesto para cambio de abrazaderas de escalón	81
XXX.	Presupuesto para cambio de rodos laterales.....	81
XXXI.	Presupuesto para cambio de cojinete tensor de cadena (paso 40)	82
XXXII.	Presupuesto para cambio de cojinete tensor de cadena (paso 50)	82
XXXIII.	Presupuesto para cambio de piñón de 30 dientes (paso 40)	83
XXXIV.	Presupuesto para cambio de piñón de 37 dientes (paso 40)	83
XXXV.	Presupuesto para cambio de piñón de 21 dientes (paso 50)	84
XXXVI.	Presupuesto para cambio de piñón de 21 dientes (paso 40)	84
XXXVII.	Presupuesto de suministros.....	85
XXXVIII.	Presupuesto de repuestos de bodega	86

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H	Altura de cadena de pasamanos
P1	Cadena de paso 1
P2	Cadena de paso 2
P3	Cadena de paso 3
CR	Cambio de repuestos
P	Dirección de fuerza aplicada
C2	Distancia derecha del gobernador
D	Distancia del eslabón de la cadena de pasamanos
C1	Distancia izquierda del gobernador
HCR	Horas de cambio de repuestos
HMC	Horas de mantenimientos correctivos
HD	Horas disponibilidad de equipos
KW	Kilowatts
HGD	Limitador de velocidad
L	Longitud del pasamanos
MC	Mantenimiento correctivo
MP	Mantenimiento preventivo
m	Metros
m/s	Metros sobres segundo
mm	Milímetros
N	Newton
#	Numeral
N1	Número de escalones

%	Porcentaje
%CR	Porcentaje de cambio de repuestos
%D	Porcentaje de disponibilidad de equipos
%MC	Porcentaje de mantenimiento correctivo
%MP	Porcentaje de mantenimiento preventivo
%R	Porcentaje de reclamos
HGS	Protección de entrada de pasamanos
Q	Quetzales
R	Reclamos
K80	Relé eléctrico de seguridad
SCS	Seguridad de cadena de escalones
DCS	Seguridad de cadena de transmisión
SRS	Seguridad de hundimiento
BLP	Sensor de temperatura
GOV	Sensor de velocidad y dirección
t	Tiempo de 3 revoluciones del pasamanos
T	Tiempo de 3 revoluciones de un escalón
M10X30	Tornillo de 10 milímetros de diámetro y 30 de largo
M8X35	Tornillo de 8 milímetros de diámetro y 35 de largo
M12X50	Tornillo de 12 milímetros de diámetro y 50 de largo
M10X60	Tornillo de 10 milímetros de diámetro y 60 de largo
M10X80	Tornillo de 10 milímetros de diámetro y 80 de largo
M12X80	Tornillo de 12 milímetros de diámetro y 80 de largo

GLOSARIO

Cadena	Mecanismo de transmisión de potencia .
Contactor	Componente electromagnético.
EE. UU.	Estados Unidos de América.
<i>Elevator</i>	Elevador.
Relé	Interruptor compuesto por una bobina y un electroimán.
<i>Scala</i>	Peldaños en idioma latín.
<i>Stop</i>	Botón de paro de emergencias.

RESUMEN

En este trabajo se presenta la realización del programa de mantenimiento preventivo y correctivo de gradas eléctricas para la marca Mitsubishi serie J. El trabajo consta de 4 capítulos, que se desarrollan para fundamentar la necesidad de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo. Cada uno de los capítulos proyecta las directrices necesarias para que este programa se lleve a cabo.

El primer capítulo está enfocado en conocer todos los antecedentes sobre los sistemas de gradas eléctricas, su historia y cómo estas máquinas han ido evolucionando a través del tiempo. Se exponen y se explican las partes que conforman una escalera eléctrica, los tipos de escaleras eléctricas que existen y su funcionamiento.

En el segundo capítulo se describen los procedimientos para realizar el mantenimiento preventivo a cada una de las diferentes partes que componen una escalera eléctrica. Las revisiones se realizan a los dispositivos de seguridad, a los componentes del control principal y a los mecanismos que conforman la transmisión del movimiento en los pasamanos y escalones. En el mismo capítulo se describen los procedimientos a realizar para mantenimientos correctivos. Los procedimientos correctivos están enfocados en realizar calibraciones y ajustes para corregir los desperfectos que cualquier componente puede tener debido al uso excesivo.

En el tercer capítulo se presentan los controles que se deben implementar para verificar el buen funcionamiento de cada uno de los equipos a los que se

ha realizado los mantenimientos preventivos y correctivos. Estos controles están expresados en una base de datos y los resultados se manifiestan en los indicadores como, por ejemplo: porcentaje de mantenimientos preventivos, porcentaje de mantenimiento correctivos o disponibilidad de los equipos. Se realiza un control de la herramienta que utilizan los técnicos de mantenimiento y un seguimiento de la seguridad industrial dentro del área de trabajo, en la que se abarcan los temas de señalización industrial y equipo de protección personal.

En el cuarto y último capítulo se realiza la evaluación y diagnóstico de las capacidades de los técnicos de mantenimiento. También la programación de capacitaciones para mejorar las capacidades de cada técnico y un seguimiento de la percepción que tiene cada uno de los clientes sobre el servicio prestado a cada una de las escaleras eléctricas. Se realiza una hoja de control para la investigación de accidentes y se presentan los datos económicos para los presupuestos de mantenimientos preventivos y correctivos para cada escalera eléctrica.

OBJETIVOS

General

Realizar los programas de mantenimiento preventivo y correctivo de gradas eléctricas marca Mitsubishi serie J.

Específicos

1. Conocer las partes que componen una grada eléctrica.
2. Realizar un diagnóstico del funcionamiento de gradas eléctricas.
3. Elaborar procedimientos que estandaricen las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.
4. Facilitar controles que permitan evaluar el rendimiento del programa de los mantenimientos.
5. Realizar formatos de control para el mantenimiento preventivo y correctivo.
6. Implementar una base de datos para registrar las actividades y los recursos necesarios del mantenimiento de las gradas eléctricas marca Mitsubishi tipo J.

7. Elaborar un plan de capacitación para el personal técnico y de operaciones sobre los aspectos importantes y procedimientos que deben realizarse para el cuidado de gradas eléctricas, así como los procedimientos necesarios para la realización de cualquier actividad.

INTRODUCCIÓN

Habitualmente, se define mantenimiento como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento. El mantenimiento ha sufrido transformaciones con el desarrollo tecnológico; en los inicios era visto como una serie de actividades correctivas para solucionar fallas. Las actividades de mantenimiento eran realizadas por los mismos operarios de las máquinas. Con el desarrollo de las máquinas se organizan los departamentos de mantenimiento, no solo con el fin de solucionar fallas sino de prevenirlas, es decir de actuar antes que se produzca la falla. En esta etapa se tiene ya personal dedicado a estudiar el período en que se producen las fallas, con el fin de prevenirlas y garantizar eficiencia para evitar los cortes por averías.

Actualmente el mantenimiento busca aumentar el rendimiento de maquinaria y de los equipos. Aparece el mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo, el mantenimiento correctivo, la gestión de mantenimiento asistido por computador y el mantenimiento en la confiabilidad.

La misión del mantenimiento es implementar y mejorar en forma continua la estrategia de mantenimiento para asegurar el máximo beneficio a los clientes, mediante prácticas innovadoras, económicas y seguras. Los planes de mantenimiento preventivo son necesarios para responder a la creciente búsqueda por aumentar la disponibilidad del equipo, minimizando el tiempo perdido y reduciendo los costos de reparación de las unidades. Dichos planes incluyen operaciones de visita, lubricación, engrase, limpieza, ajustes periódicos

y evaluaciones, necesarias para asegurar el funcionamiento eficiente de las unidades.

La presente investigación se elaboró con el propósito de brindar una propuesta para la realización de un plan de mantenimiento para gradas eléctricas, con el fin de capacitar al personal técnico sobre el cuidado y procedimientos que deben brindarse a cada equipo, así como los procedimientos necesarios para la realización de un correcto mantenimiento preventivo y correctivo.

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. Antecedentes de los sistemas de escaleras eléctricas

El primer antecedente de la escalera eléctrica apareció a mediados del siglo XIX, dos años después que el primer ascensor de pasajeros. En 1859, en el estado de Michigan, en Estados Unidos, Nathan Ames inventó lo que llamó “escalera giratoria”, la cual es reconocida generalmente como la primera escalera eléctrica del mundo. Ames no pudo llevar a la práctica su invento; murió en 1860 y la escalera nunca se construyó. El diseño de la instalación formaba un triángulo equilátero que requería que los pasajeros saltasen para subir a la escalera en la base y volvieran a hacerlo para descender de ella en el extremo superior.

El primer tipo operativo de escalera eléctrica fue patentado en 1892 por Jesse W. Reno, y presentado en 1896 como un novedoso medio de desplazamiento en Coney Island, un parque temático de New York. También durante esa década, George H. Wheeler patentó una escalera móvil con unos pasamanos móviles y peldaños planos, a la que se accedía y de la cual se descendía desde la parte lateral. En 1898, Charles Seeberger compró la patente de Wheeler y se fue a trabajar a Otis Elevator Company en el desarrollo de la primera escalera móvil con peldaños. Fue Seeberger quien inventó la palabra *escalator*, a partir de la palabra *scala* y la palabra *elevator*, en esa época ya de uso generalizado en EE.UU., y la registró como una marca comercial para escalera móvil.

Alrededor de la misma época hicieron su aparición los andenes móviles, especialmente en demostraciones especiales en la Exposición de Chicago de 1893 y en la Exposición de París de 1900. Reno y Otis serían las dos fuerzas

impulsoras del desarrollo de la escalera eléctrica. En 1900, Reno planteó la problemática cuestión de la superficie de rodadura inclinada y tuvo éxito en la instalación práctica de la escalera eléctrica con resalte en una estación elevada en la ciudad de New York. En ese mismo año, la Otis Company expuso una escalera móvil con peldaños en la Exposición de París, y más tarde volvió a presentarla en EE.UU. y la instaló en unos grandes almacenes de la ciudad de Filadelfia. En 1911, Otis absorbió a Reno, con lo cual se convirtió en el único fabricante. La empresa vendía escaleras eléctricas de los dos tipos, con peldaños y resaltes, y entre 1900 y 1920 instaló unas 350 unidades, principalmente en grandes almacenes e instituciones de transporte público. En la década de 1930, Mitsubishi Electric Corporation entró en el sector de los ascensores y comenzó a instalar los aparatos en grandes almacenes y otras importantes instalaciones en Japón. Hacia finales del milenio la empresa se situó en la vanguardia del diseño y la innovación de las escaleras eléctricas.

Figura 1. Prototipo de escaleras eléctricas



Fuente: <https://2.bp.blogspot.com/-1MZ3ryccao0/UXrW8DRg-jl/AAAAAAAAAJ9c/N3jyg7Zhf4k/s1600/ruyzU8.jpg>. Consulta: marzo de 2017.

1.2. Sistema de escaleras

1.2.1. Funcionamiento de las escaleras eléctricas

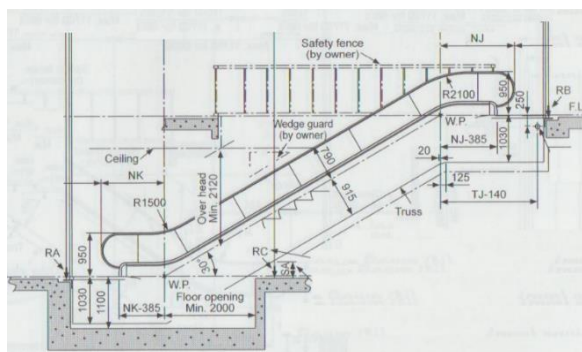
Funcionan mediante un motor eléctrico de 5.5 KW, acoplado a una caja reductora que hace mover una rueda de transmisión acoplada a dos sistemas transportadores de correa y un sistema transportador de cadena. El transportador de correa está diseñado para manejar el sistema de pasamanos, mientras que el transportador de cadena está diseñado para manejar los escalones. Las escaleras eléctricas no sólo tienen estructuras compactas y diseños ergonómicos, sino que su operación es suave, con poco ruido y se les puede hacer mantenimiento fácilmente. El inversor de potencia ofrece una manera exclusiva de controlar la velocidad de las mismas en funcionamiento automático y a velocidad variable. Es posible añadir a la escalera eléctrica dos velocidades más, sin superar la velocidad nominal, para permitir el funcionamiento a tres velocidades diferentes. Las velocidades se seleccionan usando una llave de contacto, fijada en baja o media para las velocidades añadidas, y en alta para la velocidad nominal. De este modo se puede seleccionar la velocidad más adecuada para cada configuración de condiciones de tránsito. Generalmente, en el funcionamiento de una escalera eléctrica se incluyen unos descansos para que sean útiles a la manera de una guía al momento de subir o descender de la escalera. En la mayoría de los casos se incluye una plancha metálica para ocultar los escalones y que solo sea visible la plataforma móvil que va en cadena.

1.2.2. Tipos de escaleras eléctricas

Según el tipo de inclinación, es posible encontrar dos tipos de escaleras: a 30 grados y 35 grados de inclinación. La selección de este tipo de escalera se

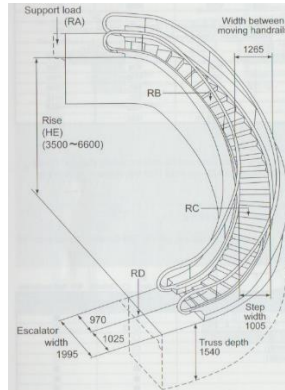
debe a las características específicas del lugar donde serán instaladas. Según el tipo de funcionamiento se pueden encontrar las escaleras eléctricas de andenes planos, escaleras eléctricas de andenes inclinados (rampas) y escaleras eléctricas en espiral. Todas las escaleras eléctricas utilizan el mismo sistema mecánico para su funcionamiento, la diferencia del funcionamiento en las escaleras de andenes planos e inclinados se debe a que la escalera de andenes inclinados no utiliza escalones individuales. Los escalones son sustituidos por una banda metálica, la cual, según su función, puede ser magnetizada para el transporte de carretillas o equipaje (de uso práctico en centros comerciales y aeropuertos). En las escaleras eléctricas en espiral las pistas por donde se mueven los escalones son de forma curva.

Figura 2. **Escalera eléctrica a 30 grados**



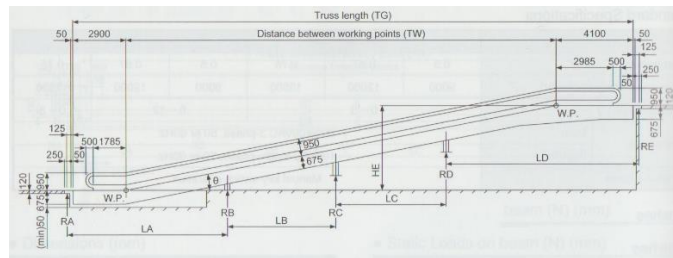
Fuente: *Elevator & escalator desing*. Guideline. 2014.

Figura 3. **Escalera eléctrica en espiral**



Fuente: *Elevator & escalator desing. Guideline. 2014.*

Figura 4. **Escalera eléctrica de andenes**



Fuente: *Elevator & escalator desing. Guideline. 2014.*

1.2.3. Partes de una escalera eléctrica

La caja es un conjunto de acero estructural que soporta el peso y la carga de una escalera eléctrica. (En el interior de la estructura se alojan el panel de control, las unidades motrices para los peldaños y los pasamanos móviles y otros componentes). Posee dos guías: la guía principal, que contiene el riel para guiar a los rodos de presión, y la guía de arrastre, que contiene el riel para guiar a los rodos de tracción. La unidad motriz del pasamanos es el dispositivo que impulsa indirectamente al pasamanos móvil a la misma velocidad que los escalones a través de la cadena de transmisión del pasamanos móvil.

La sala de máquina contiene el panel de control, donde se encuentran todas las tarjetas electrónicas que poseen la programación del funcionamiento de la escalera eléctrica, y que controla la operación de paro y arranque. También suministra alimentación eléctrica a la unidad motriz. Esta es la encargada de impulsar la escalera eléctrica y está compuesta por el motor eléctrico, el freno electromagnético, las fajas tipo “V” de transmisión de potencia y la rueda dentada.

La cadena de transmisión transmite la energía de la unidad motriz a la rueda motriz (rueda dentada). Las ruedas dentadas están instaladas en la parte superior e inferior para impulsar los peldaños. La rueda dentada de la parte superior impulsa el movimiento de los escalones, mientras que la rueda dentada de la parte inferior permite que los escalones cambien de dirección. El escalón es el dispositivo que impulsa indirectamente a los pasamanos móviles a la misma velocidad que los escalones a través de la cadena de transmisión de los pasamanos móviles.

La huella del escalón es la parte del escalón donde se paran los pasajeros. La contrahuella es la parte vertical de un escalón. La línea de demarcación del escalón es la línea amarilla a lo largo de ambos lados de un escalón para demarcar la zona de posición correcta, a fin de evitar que los pasajeros entren en contacto con la protección del faldón y tropiecen. Los rodos de accionamiento y los rodos de arrastre están ubicados en cada escalón, unidos a las cadenas de los escalones a través del eje y las ruedas. La rueda delantera se denomina rodo de accionamiento y la rueda trasera rodo de posicionamiento.

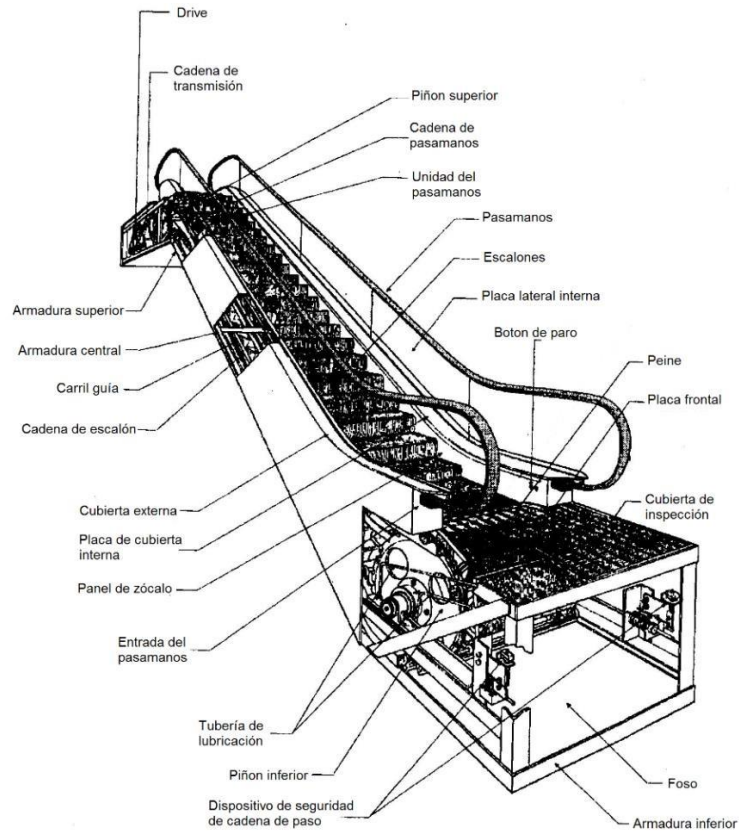
La cadena de escalón, situada en ambos lados de una escalera eléctrica, conecta los escalones y es impulsada por la rueda dentada de la cadena de los

escalones. La placa de apoyo de acero está acabada con dibujos antideslizantes, y normalmente está situada encima de la caja de la escalera eléctrica en las zonas de acceso y salida. Por otro lado, la placa de peine es la parte de la placa de apoyo sobre la que están montados los segmentos de los dientes del peine, el cual es la parte o placa de acero con dientes que engranan en los resaltes de los peldaños en las zonas de acceso y salida, para impedir que los dedos de las manos, los pies u objetos extraños queden atrapados entre los escalones móviles y la placa de apoyo.

La barandilla es la parte lateral de una escalera eléctrica, se extiende sobre los escalones e incluye la protección del faldón, el panel interior, la placa del andén y los pasamanos móviles. Los pasamanos móviles se desplazan a lo largo de la parte superior de la barandilla en sincronización con los escalones.

El panel interior es la parte principal del panel de la barandilla, está situada inmediatamente debajo de los pasamanos móviles; generalmente está hecha de vidrio. La placa del andén es el elemento decorativo que tapa la barandilla de una escalera eléctrica y continúa en la dirección de desplazamiento. La protección del faldón es el panel inferior dentro de la barandilla, situado inmediatamente debajo del andén interior y adyacente a los escalones a escasa distancia de los mismos.

Figura 5. Partes de una escalera eléctrica



Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

1.3. Mantenimientos

1.3.1. Preventivo

Es el mantenimiento destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo puede entenderse como un sistema ordenado por operaciones, que permite trabajar en una industria con el máximo de eficiencia, disminuyendo los costos de reparación al mínimo.

En el mantenimiento preventivo se desea conservar las máquinas trabajando en las condiciones de operación, evitando paros inesperados por reparación. Los beneficios que se obtienen aplicando el mantenimiento preventivo en la industria son los siguientes:

- Minimiza el tiempo ocasionado por paros inesperados.
- Minimiza el costo por tiempo extra de mano de obra por reparaciones de daños imprevistos.
- Reduce el número de reparaciones no programadas.
- Aumenta la vida útil de los equipos.
- Minimiza los costos de mantenimiento, mano de obra y materiales.
- Mejora el control de la existencia de repuestos en bodega.

1.3.2. Correctivo

El mantenimiento correctivo es el conjunto de operaciones que permiten que una máquina vuelva a trabajar en las condiciones óptimas, después de un tiempo de paro por alguna falla o avería en alguno de sus componentes, debido al desgaste o fatiga de los mismos. Las consecuencias que se obtienen por poseer un alto porcentaje de mantenimiento correctivo son los siguientes:

- Aumenta el tiempo de reparación por paros inesperados.
- Aumenta el costo de mano de obra por el empleo de tiempo extra ordinario.
- Aumenta el número de reparaciones no programadas.
- Aumenta los costos de mantenimiento, mano de obra y materiales.
- Aumenta el descontrol en la existencia de repuestos en bodega.

2. PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

2.1. Procedimientos para mantenimiento preventivo

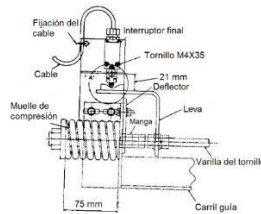
2.1.1. Dispositivos de seguridad

Para garantizar la seguridad de los pasajeros y el equipo, las escaleras eléctricas marca Mitsubishi tipo J están equipadas con una serie de dispositivos de seguridad para una operación segura. Algunas de estas medidas de seguridad son configuraciones estándar y otras son configuraciones opcionales para que el propietario las seleccione:

- Dispositivo de seguridad de cadena de escalones (SCS):

Los dispositivos de seguridad de cadenas (SCS) de escalones se instalan en el foso inferior, a cada uno a los lados izquierdo y derecho, al final del dispositivo de tensión de la carretilla inferior, como se muestra en la figura 6. El interruptor de estos dispositivos de seguridad se fija en la armadura. La placa del interruptor está fijada en la barra del tornillo de la carretilla inferior. Cuando el carro inferior se mueve hacia delante o hacia atrás, fuera del rango ajustado debido a la cadena de escalones rota, el alargamiento excesivo de la cadena de escalones, o el alargamiento y acortamiento involuntario de la distancia entre el accionamiento y el dispositivo de inversión, actúan y, por lo tanto, cortan el circuito de control y detienen la escalera eléctrica.

Figura 6. **Dispositivo de seguridad de cadena de escalones**



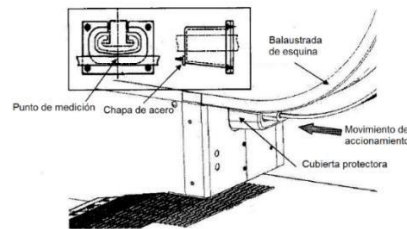
Fuente: *Series J. Escalator ilustration. 2005.*

Para realizar la prueba del dispositivo de seguridad de cadena de escalones se debe tener la escalera eléctrica encendida pero detenida, para confirmar el funcionamiento del relé del circuito de seguridad K80. Luego se gira manualmente el interruptor de seguridad y se confirma el funcionamiento del relé K80 para que esté desconectado y la escalera eléctrica no se pueda arrancar.

- Dispositivo de protección de entrada de pasamanos (HGS)

Los dispositivos de protección de entrada de los pasamanos (HGS) se instalan en las entradas de los pasamanos de cada una de las esquinas, 4 dispositivos, colocados en las partes superior, inferior, izquierda y derecha. Cuando algo está incrustado entre el pasamanos y la cubierta protectora (guantera), la cubierta protectora de la entrada del pasamanos se mueve en la dirección indicada por la flecha de la figura 7. Esto dispara el interruptor de seguridad detrás de la cubierta de protección de la entrada de la barandilla para detener la escalera eléctrica. El método para comprobar los dispositivos de seguridad de la entrada de los pasamanos HGS se pone en práctica cuando la escalera eléctrica está en funcionamiento.

Figura 7. **Dispositivo de protección de entrada de pasamanos**



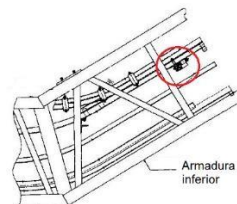
Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

Como se muestra en la figura 7, se debe de sostener el borde de la cubierta protectora (guantero) y empujarla de 5 a 10 mm en el punto de medición, con una fuerza de 50 N en dirección hacia dentro de los pasamanos. En este momento el interruptor HGS debe actuar y provocar la parada inmediata de la escalera eléctrica.

- Dispositivo de seguridad de hundimiento (SRS)

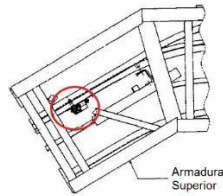
El dispositivo de seguridad de hundimiento (SRS) se instala en los carriles guía cerca de la armadura en la parte superior e inferior del sistema de escalones. Si la malla entre el escalón y la placa del peine no se pueden asegurar debido al hundimiento del escalón, el dispositivo de seguridad de hundimiento (SRS) girará la barra de impacto o el perno de detección. Esto hará que el interruptor de límite actúe y, por lo tanto, detenga la escalera eléctrica.

Figura 8. **Dispositivo de seguridad de hundimiento inferior**



Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

Figura 9. **Dispositivo de seguridad de hundimiento superior**

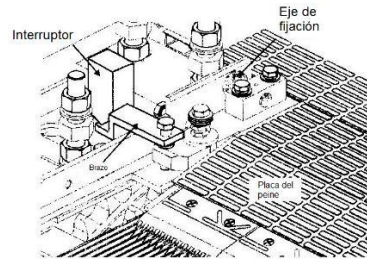


Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

Para comprobar que el dispositivo de seguridad de hundimiento escalonado SRS funciona correctamente, se debe remover 1 o 2 escalones y se debe hacer girar los escalones hasta alcanzar la posición del SRS. Con la escalera eléctrica encendida pero detenida se debe confirmar el relé del circuito de seguridad K80. Luego se debe girar la varilla de golpeo debajo de la cadena de pasos o el perno de detección debajo del paso para hacer que el SRS actúe. El relé de circuito seguro K80 debe desconectarse y la escalera eléctrica no debe arrancar.

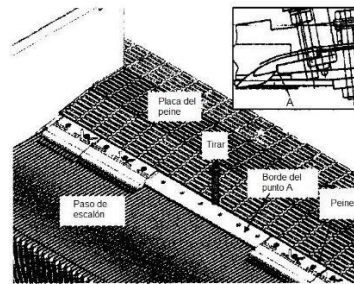
Para la inspección y el ajuste del dispositivo de seguridad de paso SRS, se debe realizar de manera que el émbolo del rodillo del interruptor de límite haga contacto con la leva (ver figura 10); se ajusta la separación entre la varilla de golpeo y la cadena de escalones a 4 mm y se fija el soporte del interruptor (ver la figura 11). Se confirma que el interruptor límite actúa cuando la varilla de golpeo gira, luego se comprueba que el soporte, el carenado y los cables están firmemente fijos y no interfieren con los componentes móviles.

Figura 10. **Émbolo de rodillo**



Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

Figura 11. **Placa del peine**



Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

- Dispositivo de seguridad para peines (CSS)

El dispositivo de seguridad para peines (CSS) se instala en los puntos de intersección superior izquierdo e inferior derecho de la placa de peine y del paso. Este dispositivo de seguridad se encuentra en la parte superior derecha e inferior izquierda. Cuando algún objeto está incrustado entre el peine y el escalón se eleva la parte de la cabeza de la placa de peine. Esto hace que la placa del peine gire alrededor del eje de fijación, lo cual acciona la varilla del interruptor para activar la seguridad y, por lo tanto, permite detener la escalera eléctrica (ver figura 10).

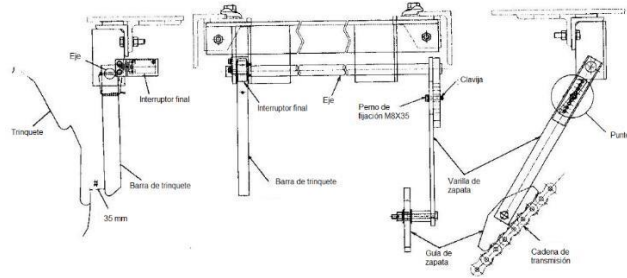
Para comprobar el funcionamiento de los dispositivos de seguridad para peines (CSS) se debe tener la escalera eléctrica encendida pero detenida y confirmar el funcionamiento del relé del circuito de seguridad K80. Luego se deben retirar dos peines en la sección central, se debe tirar verticalmente de la placa del peine con una fuerza de 250 N en la posición y la dirección mostrada en la figura 11. Luego se confirma que el interruptor de límite actúa cuando la placa de peine se levanta por encima de 1,5 mm en el punto "A". El relé k80 debe desconectarse y la escalera eléctrica no debe arrancar.

Para la inspección y ajuste de los dispositivos de seguridad para peines (CSS) se debe confirmar que el interruptor de límite actúa cuando la placa de peine se levanta 1,5 mm en la posición "A". Luego se comprueba que el soporte, el interruptor y los cables están fijos y no interfieren con los componentes móviles. Después se comprueba que los topes están atornillados firmemente junto con los interruptores y cables, para evitar fallas de filtración de agua causadas por un aflojamiento.

- Dispositivo de seguridad de la cadena de transmisión (DCS)

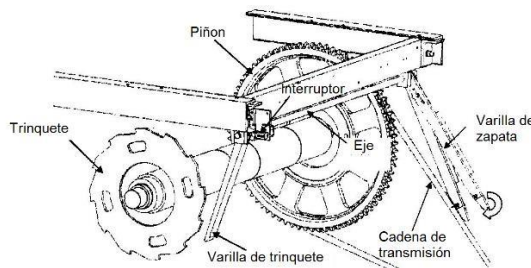
El dispositivo de seguridad de la cadena de transmisión (DCS) se instala en la cadena de transmisión dentro de la armadura superior. Cuando la cadena de transmisión se rompe, la varilla cae bajo el peso muerto y hace que el eje gire. Esto hace que el interruptor ubicado en el final de carrera en la cabeza de la barra de trinquete actúe para cortar la alimentación eléctrica dentro del circuito del control. Al cortar la alimentación eléctrica, la varilla de trinquete penetra en el freno, accionándolo simultáneamente (ver figura 12 y figura 13).

Figura 12. **Dispositivo de seguridad de la cadena de transmisión**



Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

Figura 13. **Varilla de dispositivo de seguridad de la cadena de transmisión**



Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

Para comprobar el funcionamiento de los dispositivos de seguridad de la cadena de transmisión (DCS) se debe tener la escalera eléctrica apagada. Luego se confirma que la varilla de la guía del dispositivo de seguridad gira y cae libremente, la varilla de trinquete y la varilla de la guía deben girar de forma sincronizada. Con la escalera eléctrica encendida pero detenida, se debe confirmar el funcionamiento del relé del circuito de seguridad K80. La varilla del trinquete debe girar manualmente el interruptor de seguridad DCS, para que este actúe y así confirmar que el relé K80 esté desconectado e impida arrancar la escalera eléctrica. Cuando se equipa con un freno auxiliar, este se aplicará simultáneamente.

Para la inspección y el ajuste de los dispositivos de seguridad de la cadena de transmisión (DCS) se debe ajustar la tensión de la cadena de transmisión al rango estándar y confirmar que la guía está en el centro de la cadena de transmisión. Como muestra el tamaño # en la figura 12, se comprueba el espacio libre entre la varilla de trinquete y el borde exterior del trinquete. La distancia libre debe ser de 35 mm. Si la distancia no está dentro del rango, se debe cambiar la posición del perno de fijación del enlace en la fila de agujeros de tornillo, como se muestra en la parte A, para ajustarlo dentro del rango requerido.

Se retiran los pernos de fijación de la barra (M8X35) para permitir que la varilla del trinquete gire libremente. Se confirma que el interruptor final actuará cuando el tamaño de separación # entre la varilla de trinquete y el borde exterior del trinquete sea entre 10mm-20 mm. Luego se debe volver a fijar la varilla de la guía en su posición original con los pernos de fijación de la barra de la zapata. Después de la inspección y el ajuste, se levanta y se suelta la varilla de la guía para confirmar que esta pueda caer suavemente sobre la cadena de transmisión. Se comprueba y se confirma que el soporte, el interruptor y los cables están fijos y no interfieren con los componentes móviles y que la guía está libre de daños. También se comprueba que los topes están atornillados firmemente junto con los interruptores y los cables, para evitar filtraciones de agua provocadas por el aflojamiento. Por último, se retiran las cubiertas de guía y se comprueba que no haya desgaste en las guías, y también se confirma que no existen vibraciones anormales en la guía del dispositivo de seguridad de la cadena de transmisión durante el funcionamiento de la escalera eléctrica en modo automático.

- Dispositivo limitador de velocidad (HGD)

El dispositivo limitador de velocidad (HGD) y el sensor de velocidad y dirección (GOV) son los dispositivos limitadores de velocidad máxima, y los sensores de velocidad de marcha y sentido de marcha contraria, que están instalados en el lado de la polea de correa de la caja reductora del accionamiento. Los dispositivos limitadores de velocidad máxima se utilizan para la protección contra la velocidad excesiva. La velocidad de marcha y el sensor de dirección se utilizan para la detección de velocidad excesiva, protección anti-inversión y protección contra sobrevoltaje en la escalera eléctrica. Después de que la velocidad de funcionamiento de la escalera eléctrica supere la velocidad nominal, y antes de que alcance el 120 % de la misma, bajo la fuerza centrífuga, el bloque lanzado en la placa de detección golpea la varilla de golpeo para hacer que el interruptor de la escalera eléctrica se detenga.

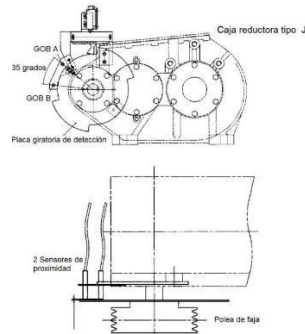
El limitador de velocidad está equipado en las escaleras eléctricas con un freno auxiliar. Después de que la velocidad de funcionamiento de la escalera eléctrica supera el 120 % de la velocidad nominal, y antes de alcanzar el 140 % de la misma, la fuerza centrífuga acciona el bloque de seguridad sobre la placa giratoria de detección, la cual hace que la varilla de golpeo de la escalera eléctrica aplique el freno auxiliar.

Los dos detectores de proximidad de la velocidad de marcha y el sensor de dirección envían señales al control principal. El control juzga las condiciones de operación relacionadas de la escalera eléctrica de acuerdo con el cambio de señales. En el caso de velocidad inferior, velocidad excesiva, inversión involuntaria de la dirección de desplazamiento u otras situaciones anormales, el controlador actuará para detener la escalera eléctrica.

En el método de prueba del dispositivo limitador de velocidad (HGD), se debe poseer la escalera eléctrica encendida pero parada, luego se confirma que el relé de circuito seguro K80 funciona correctamente. Se hace que el limitador de velocidad actúe manualmente para que el relé K80 deba desconectarse y la escalera eléctrica no pueda arrancar en la operación normal. El freno auxiliar debe accionarse inmediatamente y el relé K80 debe desconectarse.

Para la comprobación del sensor de velocidad, con la escalera eléctrica encendida pero parada, se gira el volante con una mano para confirmar que los indicadores de los 2 detectores de proximidad se encienden sucesivamente cuando sean bloqueados por las dos partes sobresalientes de la placa giratoria de detección y se distinguen sucesivamente, mientras las placas giratorias de detección están siendo accionadas. En la caja de detección de velocidad se debe intercambiar los impulsos de los 2 detectores de proximidad en las terminales de entrada y accionar la escalera eléctrica hacia arriba o hacia abajo. En este momento se mostrará un error, el freno de operación y el freno auxiliar deben frenar, y la escalera eléctrica debe detenerse inmediatamente. Se debe revisar las conexiones para que la escalera eléctrica funcione correctamente.

Figura 14. **Limitador de velocidad**



Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

2.1.2. Peines y demarcaciones de escalón

Se debe comprobar que la placa frontal y la placa del peine estén intactas, libres de deformaciones, daños, perforación o protuberancia. Se comprueba que la soldadura de la pieza de moldeo y la placa base de la placa frontal se encuentra en buen estado. Se comprueba que las costuras de la placa frontal están planas y lisas. Las holguras entre la placa de cubierta adyacente y placa frontal, entre la placa frontal y el bisel, deben ser inferiores a 1mm.

Los patrones entre las placas frontales deberán estar alineados y la marca registrada grabada debe estar intacta. Luego se comprueba que los tornillos decorativos en las placas delanteras estén completos y carezcan de daños. Si presentan algún tipo de daño se deben reemplazar. Las capuchas de goma debajo de la placa frontal deben estar intactas. Si algunos de estos están dañados o tienen algún signo de deterioro, es necesario su reemplazo. Se comprueba si el peine está en buen estado. Si hay algún daño, también se debe reemplazar inmediatamente. Por último, se comprueba que no existan objetos extraños incrustados en el peine.

2.1.3. Freno principal

La escalera eléctrica de tipo J utiliza frenos de disco electromecánico, de tamaño pequeño, que ayudan a disipar de forma rápida el calor por el frenado constante. Para realizar la inspección de la apariencia de los frenos primero se debe desconectar la fuente de alimentación principal de la escalera eléctrica y se asegura que la escalera eléctrica no se pueda poner en funcionamiento. Se comprueba si el freno produce un calor anormal. Se desmonta la cubierta protectora del freno, se remueve el exceso de polvo, se limpian las manchas de aceite y otras materias extrañas que puedan interferir en el funcionamiento correcto del freno, y se asegura que los cables de conexión estén bien conectados.

Por otro lado, se comprueba si el sensor de temperatura del freno se ha soltado o se ha caído de su base. Se comprueba si el sensor de temperatura funciona normalmente. Se desconecta la señal del sensor de temperatura y se confirma que este no permite que la escalera eléctrica se encienda o funcione de forma automática. Se realiza la reconexión del cableado del sensor de temperatura después de confirmar que no hay ningún problema.

Para la inspección de la acción de los frenos, la escalera eléctrica debe estar funcionando normal y de forma automática. Con la escalera en movimiento ascendente y luego descendente, se acciona el botón de paro emergente y se realiza esta prueba tres veces, luego se comprueba si la armadura del freno está funcionando normalmente.

Con las pruebas realizadas se determina si la detección de acción de freno operacional es normal y efectiva. Se asegura que los frenos no produzcan ruido de fricción u otros ruidos en el funcionamiento normal. Se debe asegurar que no hay sonido anormal o vibración, particularmente un sonido agudo

cuando las fricciones están realizando el frenado de la escalera eléctrica. Se asegura que los contactores en los circuitos eléctricos de los frenos están funcionando normalmente y, finalmente, se comprueba si el freno mantiene su temperatura de funcionamiento normal.

Los frenos deben ser reemplazados cuando estén permanentemente dañados. También deben ser reemplazados bajo una de las siguientes circunstancias: se encuentra normal en las inspecciones anteriores, pero la distancia de frenado no cumple con el requisito (movimientos superiores a 1 metro), o si producen un sonido anormal o la temperatura se mantiene elevada después de su ajuste. El grosor del revestimiento de fricción del freno es menor a 8mm. El revestimiento de fricción del freno tiene un desgaste irregular.

2.1.4. Panel de control

Es necesario limpiar los desechos y el aceite en el cuarto inferior de la máquina. Se comprueba si hay agua acumulada en el cuarto inferior de la máquina y, de haberla, se debe drenar inmediatamente. Se comprueba si las cubas de agua de las placas delanteras y las tuberías de agua están bloqueadas o poseen alguna fuga que impida desplazar el agua de forma continua. Si la escalera incluye un separador de aceite-agua, este debe limpiarse del exceso de aceite; quitando el aceite de la suciedad se debe asegurar que el interior del separador del aceite-agua sea liso y libre del atascamiento. Si es necesario, ajuste el ciclo de limpieza según la situación real en el lugar.

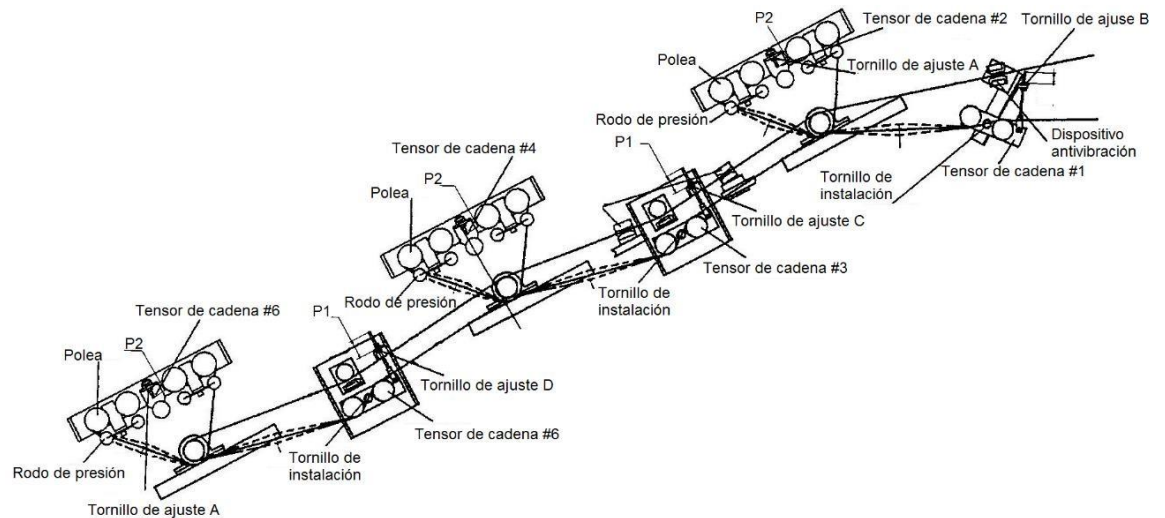
En el control del panel es necesario limpiar la basura y el polvo en la caja de conexiones inferior. Se comprueba y confirma que las señales de la tarjeta principal de control están funcionando normalmente. Se comprueba que todas las terminales están bien sujetas, especialmente los cables de protección. Se

comprueba si el interruptor de parada está funcionando de manera confiable. También se comprueba y asegura que los topes están atornillados firmemente junto con los interruptores y cables, para evitar fallas de filtración de agua causadas por aflojamiento excesivo. Por último, se comprueba que ninguno está dañado y que todos están firmemente fijos.

2.1.5. Cadenas transmisoras de movimiento

Se comprueba la longitud del resorte tensor en la cadena de pasos en el piñón inferior. Se mide el juego entre el eje de la rueda dentada inferior y los carriles de guía de reversión izquierda y derecha, respectivamente, si exceden su longitud estos deben ser recortados para controlar el alargamiento de la cadena de pasos. Se debe comprobar si la cadena de pasos está suficientemente lubricada y libre de óxido. Se comprueba si el casquillo de la cadena de pasos está lubricado de forma adecuada. La pulcritud de la superficie para la cadena de escalones debe ser inspeccionada y se elimina la suciedad adherida en la cadena de escalones. Se comprueba la elongación de la cadena de pasos y, de ser necesario, debe ser reemplazada. Para determinar si la cadena de los pasamanos debe reemplazarse, se debe considerar la longitud del tornillo de ajuste sobre la base. La cadena de pasamanos se reemplazará en los siguientes casos: P1 es mayor que 135mm, p3 es mayor que 130mm, y P2 es menor a 15mm (ver figura 15).

Figura 15. **Cadenas transmisoras de movimiento**



Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

2.1.6. Resortes de cadenas de paso

Para las escaleras mecánicas de tipo J, las dimensiones del muelle tensor de la cadena escalonada se ajustan a 110mm.

2.1.7. Sistema de arrastre de pasamanos

En el funcionamiento normal de la escalera eléctrica, se comprueba el funcionamiento de los pasamanos y la superficie de estos, para comprobar algún tipo de rotura. Se debe comprobar la sincronización de los pasamanos y los escalones. Se debe limpiar la superficie y comprobar el ajuste de la tensión.

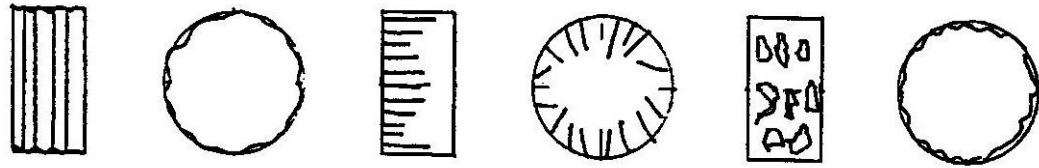
Se comprueba el lado interno de los pasamanos y la abrazadera de la guía de los mismos. Los pasamanos no deben producir ningún tipo de ruido en la parte interior o en la abrazadera guía. Se comprueba que el cable calefactor y el calentador funcionen correctamente.

Los criterios de reemplazo para los pasamanos son: si el tamaño de la abertura es mayor de 45mm, el agarre de la barandilla es más de 69N / 7mm, la vida de la barandilla ha excedido los 10 años, existe algún tipo de fisura, falta de luminosidad, decoloración u otros defectos que se encuentren en el caucho frontal. Así mismo, los pasamanos deben ser reemplazados si en su parte interior hay grietas aparentes, desgaste de la capa deslizante, separación de capas y otros defectos que afectan seriamente los funcionamientos para que no puedan ser utilizados.

2.1.8. Revisión de rodos de tracción

Como se muestra en la figura 16, se comprueba si existe desgaste o deformación en la superficie del rodo de accionamiento de los pasamanos. Si están dañados se debe reemplazar inmediatamente el rodo de tracción de accionamiento. Cuando se encuentra una protuberancia parcial en la superficie, se deben encontrar las razones de la causa de estas protuberancias lo más pronto posible para corregir el error. Algunos ejemplos de las causas pueden ser que la tensión de los pasamanos está ajustada inadecuadamente, el pasamanos se encuentra mojado y causa deslizamiento, el lado interno se frota con la polea de accionamiento, o los rieles guía en los dos extremos de la unidad están ajustados incorrectamente. También influye si la superficie de la polea de accionamiento de los pasamanos tiene adheridos grasa, polvo, escombros u otros contaminantes; en ese caso, estos deben ser retirados inmediatamente.

Figura 16. **Fisuras en rodos de tracción y rodos de presión**



Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

2.1.9. Revisión de rodos de presión

Se comprueba la superficie del rodo de presión para visualizar cualquier tipo de desgaste, deformación o signos de fisura. Si se encuentra dañado, como los mostrados en la figura 16, debe ser reemplazado. Se debe comprobar que el resorte de la lámina no sufra deformación excesiva en el frenado o arranque de la escalera eléctrica, este debe ser sustituido si sufre o si su deformación es excesiva. Se comprueba que las diferentes partes del conjunto del rodo de presión deben estar intactas y fijadas firmemente. Si se encuentra alguna anomalía, se debe realizar un reajuste. Se presiona la tuerca de fijación completamente hacia abajo cuando se instala el rodo de presión. El resorte de lámina se apoyará estrechamente sobre la base del rodo de presión y no debe existir holgura entre ellos. Es necesario apretar el perno si existe holgura.

2.1.10. Revisión de rodos de escalón

El rodo de escalón debe ser reemplazado cuando su espesor se ha desgastado por 1 mm o más; el espesor inicial es de 35,3mm. El rodo de escalón debe ser reemplazado cuando se encuentren en su superficie grietas, cortes, defectos o desgaste anormal. El rodo de escalón debe ser reemplazado cuando

su rotación no sea suave o produzca un sonido anormal cuando está girando con la escalera eléctrica en funcionamiento automático.

2.1.11. Revisión de caja reductora

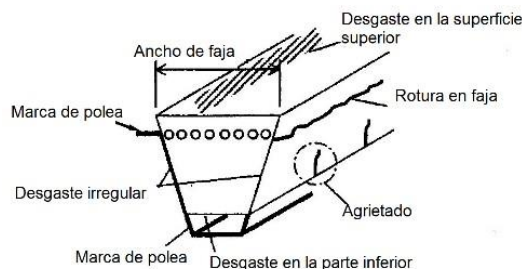
Se comprueba el nivel de aceite del engranaje en el nivelador de aceite en la caja reductora. Se debe recargar cuando el nivel de aceite es cercano o inferior al límite mínimo. Se comprueba que los orificios de ventilación estén desbloqueados y se debe retirar inmediatamente el polvo acumulado. Se verifica que no haya fugas de aceite en los extremos del eje de entrada y de salida de la caja reductora y del nivelador de aceite. Se comprueba si alguna suciedad de aceite salpica en el protector de aceite de la faja tipo “V”. Se debe reemplazar el aceite de la caja reductora cada 2 años de uso.

2.1.12. Revisión de fajas de transmisión tipo “V”

Se debe realizar la medición de la tensión de la faja tipo “V” con un tensiómetro de tipo pluma en el centro de cada faja. La tensión de las fajas tipo “V” debe ser uniforme. Luego se aplica una fuerza P de 20N a 25N y el desplazamiento debe ser de 8mm. Si no están dentro del rango requerido, se requiere ajustar la tensión de las fajas.

La faja tipo “V” debe ser reemplazada si se usa por debajo de los bordes de la polea de la correa. El ancho de la superficie superior de la faja tipo “V” es menor de 9mm. Una o más fajas tipo “V” poseen grietas o se rompieron. Hay desgaste desigual en su parte inferior. Después de ser ajustada la tensión media de las fajas tipo “V” es aún más baja o cercana a 20N / 8mm.

Figura 17. Faja tipo "V"



Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

2.1.13. Revisión de poleas de transmisión

Inspeccionar que las ranuras de la polea no tienen residuos de oxidación. Realizar la medición de la profundidad de las gargantas de las ranuras de la polea y visualizar si las fajas tipo "V" se incrustan por debajo del borde de la polea. La medida máxima de desgaste para la polea de transmisión en las escaleras tipo J es de 8mm. De ser necesario, reemplazar la polea de transmisión cuando se encuentre fuera del rango establecido por desgaste.

2.1.14. Revisión de funcionamiento de motor eléctrico

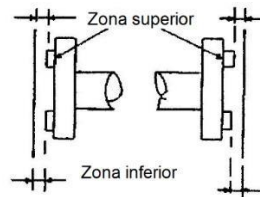
Se debe hacer funcionar la escalera eléctrica de forma normal y en modo automático. Con la ayuda de un multímetro, verificar los amperajes nominales y de arranque, para ser comparados con los datos descritos en la placa del motor. Estos no deben tener una variación mayor o menor al 5 %. También es importante inspeccionar las condiciones físicas y mecánicas del funcionamiento del motor y revisar que los deflectores del ventilador estén en su posición y asegurados. Por último, comprobar que el motor está alineado con el eje de transmisión y que no existe ningún tipo de vibración que genere desgaste prematuro de sus componentes internos, así como comprobar si existen

sonidos u olores extraños, y verificar los circuitos detectores de temperatura para que estén funcionando correctamente.

2.1.15. Revisión de alineación de eje de catarina

Comprobar el paralelismo del piñón inferior en el reductor con el piñón superior. Inspeccionar colocando un nivel de agua sobre la superficie del eje. En la zona superior puede ser menos de 0,15mm de desviación y en la zona inferior menos de 0,1mm.

Figura 18. **Alineación de eje de catarina**

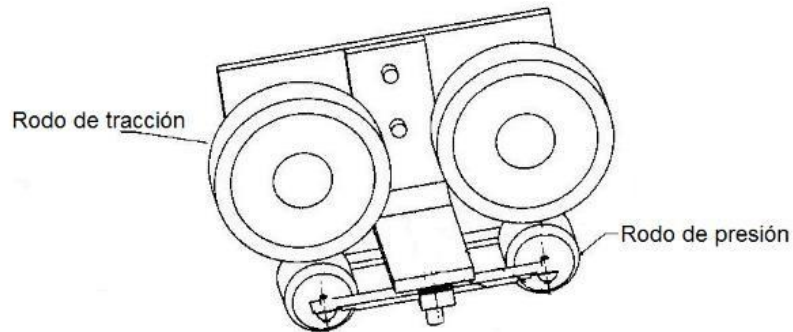


Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

2.1.16. Revisión de cojinetes de rodos de presión

Es importante: poner en funcionamiento la escalera eléctrica en busca de ruidos inusuales en el área de los rodos de presión. Desmontar las bases de los rodos de presión en busca del deterioro en los sellos de los cojinetes. Inspeccionar si existe un desgaste excesivo o alguna señal que indique un deterioro prematuro del cojinete. Verificar que la lubricación interna del cojinete sea la adecuada. De ser necesario, realizar el reemplazo de los cojinetes.

Figura 19. **Cojinetes de rodos de tracción y rodos de presión**



Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

2.1.17. Revisión de cojinetes de rodos de tracción

Se necesita poner en funcionamiento la escalera eléctrica en busca de ruidos inusuales en el área de los rodos de tracción. También desmontar los rodos de tracción en busca del deterioro en los sellos de los cojinetes. Inspeccionar si existe un desgaste excesivo o señas que indiquen un deterioro del cojinete. Verificar que la lubricación interna del cojinete sea la adecuada. De ser necesario, realizar el reemplazo de los cojinetes (ver figura 19).

2.1.18. Revisión de abrazaderas de escalón

Para verificar el estado de las abrazaderas es necesario retirar cada uno de los escalones y en cada eje de escalón revisar que las abrazaderas del lado izquierdo y derecho estén en buen estado, limpias y sin una elongación que permita que jueguen en el eje. De ser necesario, y verificando su deterioro, realizar su reemplazo de forma inmediata.

2.1.19. Índice de deslizamiento de pasamanos

Identificar la cantidad de escalones (N) y la longitud de los pasamanos móviles en la placa de información en el control principal. Medir el tiempo en el cual los escalones y los pasamanos, tanto izquierdo como derecho, tardan en realizar 3 revoluciones con la escalera en funcionamiento en operación automática y a su máxima velocidad. El índice de deslizamiento debe ser menor al 1 %, determinado con la siguiente ecuación, donde N es la cantidad de escalones, L la longitud de los pasamanos móviles, T el tiempo que dura un escalón en dar 3 revoluciones, t el tiempo que duran los pasamanos en dar 3 revoluciones:

$$S = \frac{2.44.57 * T * L}{t * N}$$

2.2. Procedimientos para mantenimientos correctivos

2.2.1. Ajuste de deslizamiento de frenado

Para la inspección de la distancia de frenado, se marca el borde del faldón y el costado de escalón. Se pone en funcionamiento la escalera eléctrica para que se desplace hacia arriba y hacia abajo sin carga. Cuando los dos marcadores coincidan, se presiona el interruptor de paro de emergencia para detener la escalera eléctrica y se realiza la medición de la distancia entre los dos marcadores. Se deben realizar tres pruebas efectivas de ascenso y descenso, respectivamente, para comprobar si la distancia de frenado cumple los siguientes requisitos:

- 0,2-0,5m cuando la velocidad es 0,5 m / s

- 0,2-0,65 m cuando la velocidad es 0,6 m / s

Para la inspección de la holgura del freno, se comprueba si el revestimiento de la fricción está desgastado debido a las paradas frecuentes; el juego entre el núcleo del freno y el inducido será mayor a causa de este desgaste. Si el juego es demasiado grande, el freno no debe abrirse. La holgura desigual del freno debe ser cuidadosamente inspeccionada y ajustada.

Para realizar el ajuste de la holgura se debe insertar una lámina de calibración entre el inducido y el núcleo del freno, y luego se procede a hacer girar el freno con un rodillo para medir la holgura del mismo. El juego de la holgura del freno debe ser de 0,4 mm a 0,7 mm. Si la holgura es mayor a 0,7 mm, se debe ajustar hasta alcanzar la medida deseada de 0,4mm. La inspección de los revestimientos de las fricciones de los frenos debe medirse en varios puntos repartidos uniformemente alrededor de los frenos. En circunstancias normales, el revestimiento de fricción no debe presentar un desgaste desigual y debe ser reemplazado si su grosor es menor que el valor correspondiente en la tabla siguiente debido al desgaste.

Tabla I. **Espesor de revestimiento de fricción**

	Frenos 120 Nm a 140 Nm	Frenos de 200 Nm a 240 Nm
Espesor original del revestimiento de fricción	12 mm	19 mm
Espesor que necesita reemplazo debido al desgaste	10 mm	16,5 mm

Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

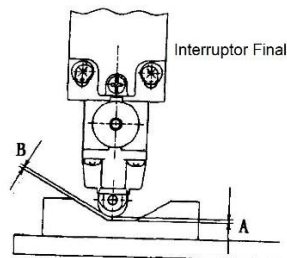
2.2.2. Calibración del tensor de resorte

Se debe ajustar el tamaño del resorte de compresión después de instalar los escalones. Con la escalera eléctrica apagada, se comprueba la separación en los lados del rodillo del carro de la rueda dentada inferior y la cola de la guía del carro y se mueve la rueda dentada inferior para confirmar si el piñón inferior puede moverse hacia adelante y hacia atrás libremente. Después se confirma que exista espacio libre entre el agujero deflector y el mango. Si este no es el caso, se debe ajustar, ya que, al no poseer el espacio libre necesario, el contacto entre ambos puede producir ruido anormal.

Se debe confirmar que la leva del interruptor está en posición vertical; se ajusta si la leva se encuentra en posición inclinada. Se procede a ajustar los espacios A y B entre el rodillo del interruptor de límite. Se determina que el límite actúa después de que el piñón y el resorte se muevan a las distancias mostradas en la tabla.

A = 0,5 a 1,5mm y B = 0,5 a 1,5mm si el aumento de distancia es menor que 9,5mm.

Figura 20. **Tensor de resorte**



Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

Se confirma que el interruptor al final de la carrera está en su posición. Parte del cable del interruptor se doblará a una curva y se fijará con los componentes cerca de la armadura. Se debe prestar atención para evitar la interferencia con los componentes móviles. Se comprueba que los topes están atornillados firmemente junto con los interruptores y cables, para evitar fallas de filtración de agua causadas por el aflojamiento de los mismos.

2.2.3. Ajuste de guantera de seguridad

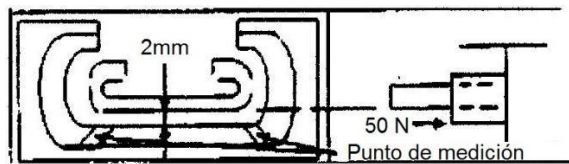
Se debe comprobar que la guantera de seguridad está firmemente asegurada y no interfiere con otros componentes, y que el interruptor de límite no se encuentra suelto. La base debe deslizarse suavemente y asegurar que el interruptor puede actuar eficazmente cuando se presiona con fuerza.

Se debe comprobar y asegurarse que los topes estén atornillados firmemente junto con los interruptores y cables, para evitar fallas de filtración de agua causadas por el aflojamiento de los mismos. Se inspecciona la cubierta protectora de los pasamanos para ver si hay deformación o daño. Si la cubierta está contaminada con grasa, escombros o polvo, esta debe ser limpiada inmediatamente.

El juego entre la cubierta protectora y los pasamanos debe ser uniforme en todos los lados y debe tener una distancia no menos de 2mm. Si es necesario se deben ajustar los 3 pernos de ajuste y luego se deben asegurar con las tuercas de bloqueo. Se debe golpear ligeramente el fondo de la cubierta protectora de los pasamanos con una placa de hierro o una regla de acero con un grosor de más de 1 mm y aplicar una fuerza de 50 N en la posición de medición. Para que el interruptor de guantera de seguridad entre en funcionamiento; de lo contrario es necesario reajustarlo.

Se revisa la presión de 50 N y la operación debe ser de forma suave. Se ajusta la distancia de 2 mm entre la guantera y el movimiento de los pasamanos. Se colocan las placas de identificación que se usarán como partes fijas del zoclo final de la guantera.

Figura 21. **Guantera de seguridad**

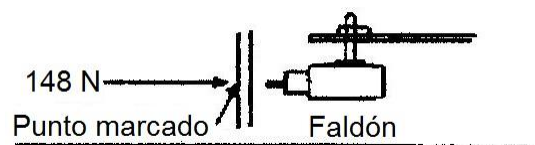


Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

2.2.4. Ajuste de seguridad de soclo

Es útil realizar las mediciones de la fuerza de operación del interruptor ubicado dentro de la guantera. El interruptor se debe accionar con una fuerza de 148N desde el punto marcado sobre la superficie del panel.

Figura 22. **Seguridad de soclo**



Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

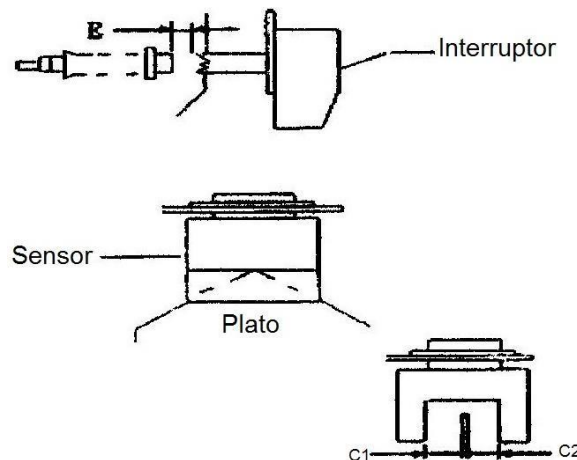
2.2.5. Calibración del gobernador principal

Comprobar que los pernos y los tornillos de la base del gobernador principal están debidamente asegurados y si la placa giratoria tiene algún tipo de deformación. Se confirma que el interruptor de límite solo tenga contacto con el soporte y que este actuará cuando la varilla de golpeo accione alguna parada

de emergencia. Se comprueba y se confirma que todos los cables están debidamente conectados. Se confirma que no haya suciedad, manchas de aceite u otra marca en la cara final de detección en los dos detectores de proximidad.

También se confirma que los dos interruptores de proximidad del gobernador están en la línea central de la cara de detección del plato giratorio. Se ajustan los interruptores de proximidad de manera que sus sondas de detección estén a 2 mm de la circunferencia exterior del plato giratorio y aprieten los pernos de fijación en los extremos de remolque de los interruptores de proximidad. Es importante revisar que la apertura E posea una distancia de 7mm. C1 debe coincidir con la línea marcada, C2 no debe tener algún tipo de contacto. Se debe tener cuidado de no pisar el área donde se encuentra el sensor, debido a que la doble placa puede deformarse y producir un contacto.

Figura 23. **Gobernador principal**



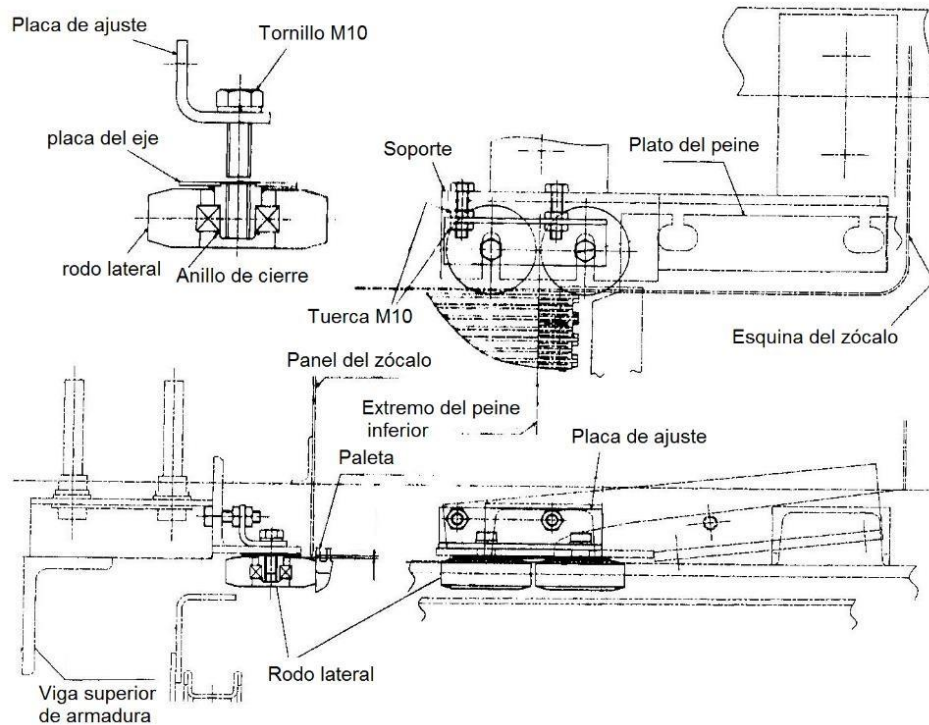
Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

2.2.6. Ajuste de rodos laterales

El rodo lateral está instalado debajo del panel de zócalo en la parte delantera del peine inferior. Este rodo guía el paso de las demarcaciones para entrar en el peine y evitar que este sea rozado por el escalón. El rodo lateral deberá estar intacto, fijado firmemente, y debe ser limpiado regularmente. Después de la instalación de los pasos, se instala el peine inferior y se procede a arrancar la escalera eléctrica para que se desplace hacia arriba y hacia abajo respectivamente, para comprobar que el juego entre la ranura de paso y el peine cumplen con la apertura necesaria y no se rozan uno contra el otro. A continuación, se ajusta el rodo lateral de manera que no se separe de la ranura de paso manteniendo un juego no mayor de 1mm.

Si el juego entre la ranura de paso y el peine es menor de 1mm, o estos tienden a rozarse entre sí, es necesario ajustar la posición del rodo lateral, por medio de los pernos M10X30, hasta que el espacio entre la ranura de la plataforma y el peine cumplan los requisitos.

Figura 24. Rodos laterales



Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

2.2.7. Ajuste de seguridad de rompimiento de cadena de motor

Se ajusta la tensión de la cadena de transmisión al rango estándar y se confirma que la zapata guía está en el centro de la cadena de transmisión. Se comprueba el juego entre la varilla de trinquete y el borde exterior del trinquete, el juego debe estar en el rango de 35-40mm. Si el juego no está dentro del rango, se cambia la posición del perno de fijación del enlace en la fila de agujeros de tornillo, como se muestra en la parte A, hasta ajustarlo a la distancia requerida.

Se retiran los pernos de fijación de la barra de la zapata (M8X35) para permitir que la varilla del trinquete gire libremente. Se confirma que el interruptor

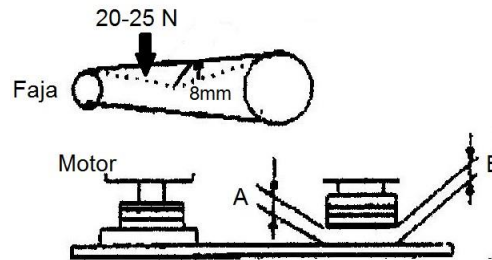
de límite actúa cuando la distancia de separación entre la barra de trinquete y el borde exterior del trinquete están entre 10-20mm. Se vuelve a fijar la varilla del carrete en su posición original con los pernos de fijación de la barra del carrete.

Después de la inspección y el ajuste, se levanta y suelta la varilla del carrete para confirmar que el carrete de guía se acciona suavemente sobre la cadena de transmisión. Se comprueba que el soporte, el interruptor y los cables están firmemente fijos y que no interfieren con los componentes móviles, y que el carrete guía está libre de daños. Además, se verifica que el desgaste no sea anormal. Por otro lado, se comprueba y se asegura que los topes están atornillados firmemente junto con los interruptores y cables, para evitar fallas de filtración causadas por un aflojamiento excesivo. Se retiran los residuos de suciedad del carrete guía y se verifica que no haya desgaste en este. Por último, se verifica que no haya vibraciones anormales en el carrete guía del dispositivo de seguridad de la cadena de transmisión durante el funcionamiento de la escalera eléctrica en modo automático (ver figura 12).

2.2.8. Ajuste de tensión de fajas de transmisión

Confirmar que las fajas tipo “V” de transmisión no están dañadas, ya que pueden tener fisuras o golpes. Se revisa la alineación de la polea del motor y la polea del reductor. Es necesario aplicar una fuerza de entre 20-25N al centro de cada una de las fajas tipo “V” y comprobar que su deflexión no es mayor a 8mm. Medir que la distancia del punto A y B no sobrepase de 1mm. Ajustar la distancia para mantener la tensión requerida. Ya ajustadas las fajas tipo “V”, es necesario realizar una nueva medición de la tensión. Si alguna de las fajas aún tiene una deflexión mayor a 8mm es necesario su reemplazo. Las fajas tipo “V” deben reemplazarse en grupo y nunca individualmente. Verificar en la placa del control la fecha del último cambio de fajas tipo “V”.

Figura 25. **Tensión de fajas de transmisión**

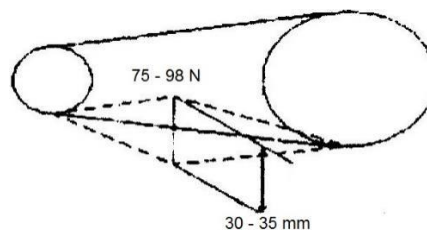


Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

2.2.9. Ajuste de cadena de motor de tracción

Confirmar visualmente que la cadena conductora está lo suficientemente lubricada. Verificar la tensión del centro de la cadena después de haber puesto en funcionamiento la escalera eléctrica en dirección de subida en modo automático. Se debe aplicar una fuerza de 75-98N sobre la cadena tractora, y se debe confirmar que su elongación es entre 30-35mm. Si la tensión está por debajo de lo requerido es necesario ajustar la distancia del piñón. Luego de ajustar y verificar que la tensión de la cadena no alcanza las especificaciones mínimas, se debe reemplazar.

Figura 26. **Cadena de motor de tracción**



Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

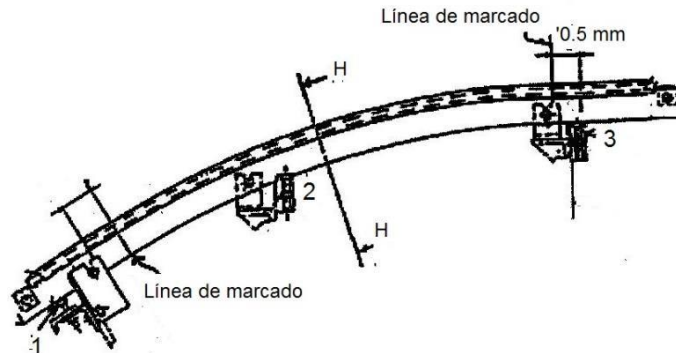
2.2.10. Ajuste de cadena de tracción de pasamanos

Para ajustar el soporte de la cadena, como se muestra en la figura 30, se deben ajustar los pernos en las posiciones 1, 2, 3. Se requiere que en la posición central (H) del soporte de la cadena, el juego entre el rodillo y la superficie del riel guía sea de más de 2,5 mm en ambos extremos. Se requiere que entre el rodillo del eje escalonado y la superficie de trabajo del riel haya un ligero contacto.

Se debe ajustar la posición del soporte de la cadena y la cadena de pasos, con el requisito de que las holguras del lado izquierdo y derecho entre el soporte de la cadena y la cadena del escalón sean superiores a 0,5mm. Es necesario revisar que el soporte de la cadena esté intacto y no tenga ningún tipo de deformación.

Para la inspección de la cadena de los pasamanos, se debe comprobar y ajustar la tensión. Se comprueba que las cadenas estén bien lubricadas y si las posiciones de las boquillas cumplen los requisitos, buscando que el suministro de aceite sea el adecuado. Si la cadena está oxidada debe ser reemplazada. Se comprueba y se ajusta el dispositivo antivibración de la cadena de los pasamanos.

Figura 27. **Cadena de tracción de pasamanos**

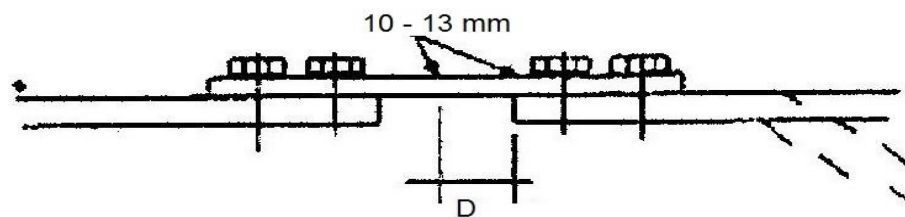


Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

2.2.11. Ajuste del movimiento de pasamanos

Verificar si existe algún daño o torcimiento en el recorrido total de los pasamanos. Se debe verificar la tensión de ajuste del punto D. Las verificaciones de la tensión se deben realizar con la escalera eléctrica en posición de subida. La medida D debe tener un valor de entre 10-13mm. Si esta medida excede o es menor, es necesario ajustar la distancia a la requerida y apretar con firmeza para que no se suelte por el constante movimiento y vibración. Comprobar nuevamente la distancia después de hacer funcionar la escalera eléctrica en modo automático en dirección de subida y bajada, para asegurarse de que la medida D se mantiene dentro del rango aceptado.

Figura 28. **Eslabón de cadena de tracción de pasamanos**

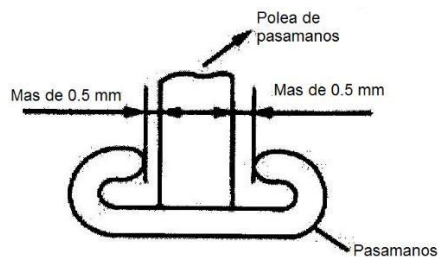


Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

2.2.12. Ajuste de distancia entre el rodo y la guía de pasamanos

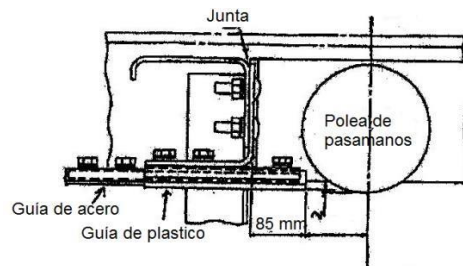
Se debe poner en funcionamiento la escalera eléctrica en movimiento hacia arriba y hacia abajo, respectivamente, y se comprueba si el juego entre el rodo de tracción de accionamiento de cada etapa de los pasamanos y los espacios dentro son mayores que 0,5 mm. Si la holgura transversal en el recorrido ascendente es inferior a 0,5 mm, se ajusta la posición transversal del carrete guía de los pasamanos en la parte superior de esa etapa. Si la holgura transversal en carrera descendente es inferior a 0,5 mm, se ajusta la posición transversal del carrete guía para cumplir con los requisitos de holgura entre el rodo de tracción de accionamiento y la zona interior. Es muy importante comprobar y ajustar el juego entre la polea de accionamiento y la región dentro de los pasamanos, debido a que, si la holgura no está entre los valores permitidos, la fricción entre la polea de accionamiento de la barandilla y la región dentro de la barandilla llegará rápidamente a temperaturas extremas, reduciendo considerablemente la vida útil de las guías de los pasamanos.

Figura 29. **Polea de pasamanos**



Fuente: *Series J. Escalator ilustration. 2005.*

Figura 30. **Polea de pasamanos (vista lateral)**



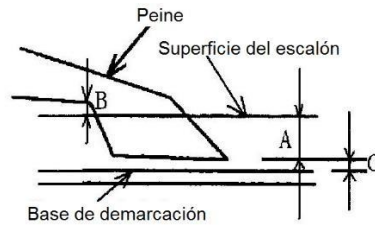
Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

2.2.13. Ajuste de distancia entre peine de seguridad y la huella del escalón

Los peines y las demarcaciones que han sido instaladas se pueden chequear y ajustar de acuerdo a la situación actual de la escalera eléctrica. Se comprueba si la demarcación delantera y la placa del peine están intactas, sin deformaciones evidentes, daños, perforaciones o protuberancias. Se comprueba que la soldadura de la pieza de moldeo y la placa frontal de las demarcaciones están en buen estado. Los patrones entre las placas delanteras deberán estar alineados y la marca grabada deberá estar intacta. Las rejillas debajo de la placa frontal deben estar intactas. Si algunas están ausentes o dañadas, deben ser reemplazadas inmediatamente.

Se comprueba si el peine está intacto y sin ningún daño. Si hay algún daño, este debe ser reemplazado inmediatamente. Se comprueba el espacio libre entre el peine y los escalones. La profundidad A del peine y la ranura de la plataforma de paso serán de entre 4 mm a 8 mm, como se muestra en la figura. El espacio libre B entre la raíz del surco del peine y la superficie de la plataforma del escalón no deberá ser superior a 4 mm, como se muestra en la figura 34.

Figura 31. **Peine de seguridad y superficie de escalón**

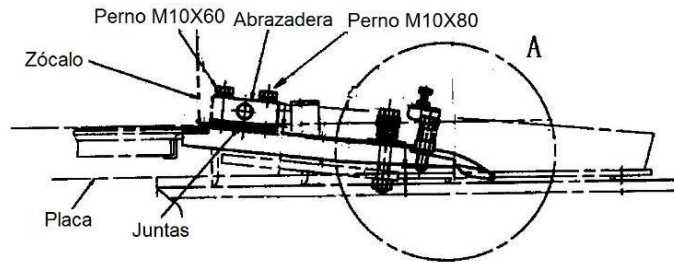


Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

Se debe accionar la escalera eléctrica para comprobar si la paleta, la placa del peine y el peine se rozan entre sí. Después se ajusta la placa de peine de acuerdo con la condición de la separación entre el peine y el escalón. Los elementos esenciales del ajuste del peine son los siguientes: como se muestra en las figuras 20 y 21, el perno M10X80 se utiliza para fijar la placa de peine; el perno M10X60 se utiliza para ajustar la altura trasera de la placa de peine; el perno M12X50 se utiliza para ajustar la posición izquierda-derecha de la placa de peine. Por su parte, el perno M12X80 de la figura 22 se utiliza para ajustar la altura de la parte delantera de la placa de peine.

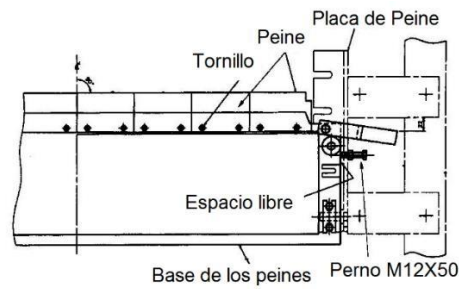
Se debe ajustar el perno M12X50 para que coincida con el centro de la escalera mecánica. Después del ajuste, se aprieta la tuerca de bloqueo y, finalmente, se fija la placa de peine con pernos M10X80. Después se vuelve a poner en marcha la escalera eléctrica en movimiento para comprobar si el escalón, la placa de peine y el peine todavía se frotan entre sí y si existe espacio libre entre el peine y el escalón.

Figura 32. **Peines y demarcaciones de escalón**



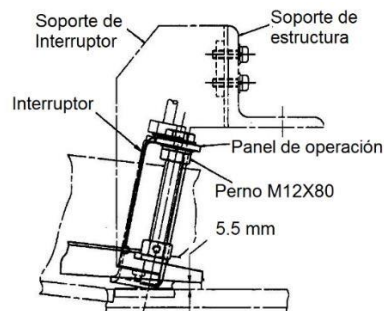
Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

Figura 33. **Base de peines**



Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

Figura 34. **Soporte de interruptor**



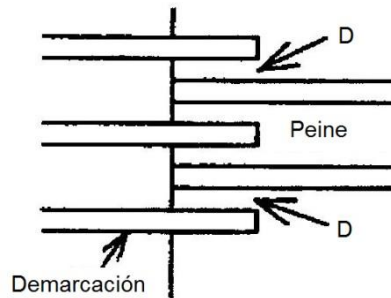
Fuente: *Series J. Escalator illustration. 2005.*

2.2.14. Centrado del peine del escalón

El espacio libre transversal D entre el peine y la demarcación de paso no será de más de 0,5 mm, como se muestra en la figura. En el segmento

horizontal se comprueba el juego longitudinal A y el juego transversal B entre el escalón anterior y la tira amarilla de límite de seguridad del escalón siguiente. A debe ser inferior a 6 mm, y B mayor de 0,5 mm.

Figura 35. **Centrado del peine de escalón**



Fuente: *Series J. Escalator illustration*. 2005.

3. IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MENSUAL

3.1. Diseño de hoja de control de mantenimiento mensual tipo 1

Figura 36. Mantenimiento mensual tipo 1

REPORTE DE MANTENIMIENTO DE ESCALERAS No. 1
No. 0001

EDIFICIO: _____ ESCALERA: _____
 FECHA: _____ DE: _____ DE: _____ CIUDAD: _____

No.	DESCRIPCION	1	2	3	4	5	6	OBSERVACIONES
G1	Funcionamiento de los dispositivos de seguridad.							
1	Interruptores de llave Up-Down (Top).							
2	Interruptores para alarma de precaución (Buzzer -Top).							
3	Botón de paro (Top y Bottom Truss).							
4	Switch de pasamanos (HGS - Top y Bottom Trusa).							
5	Micro Switch de cadenas (SCS).							
6	Sensor del gobernador							
G2	Revisión de peines y listones de seguridad							
1	Revisión de tensión de resortes de cadena de pasos.							
E1	Limpieza, lubricación y ajuste de freno							
1	Confirmación de distancia de freno							
2	Mantenimiento general del panel de control							
E2	Lubricación de cadenas							
1	Principales en engranajes y reductor							
2	De arrastre de pasamanos							

CAMBIO DE REPUESTOS

CANTIDAD	DESCRIPCION	UBICACION

_____ f. TECNICO DE MANTENIMIENTO
 _____ f. TECNICO DE MANTENIMIENTO
 _____ f. SUPERVISOR
 _____ f. JEFE DE MANTENIMIENTO

Señor Administrador:
 Sirvase anotar a continuación cualquier observación que pudiera tener a nuestro servicio de mantenimiento y certificar la hora de ingreso y salida de nuestro personal a su edificio.

HORA DE ENTRADA: _____ HORA DE SALIDA: _____
 _____ n. ADMINISTRADOR _____ f. ADMINISTRADOR

Fuente: elaboración propia.

3.2. Diseño de hoja de control de mantenimiento mensual tipo 2

Figura 37. Mantenimiento mensual tipo 2

**REPORTE DE MANTENIMIENTO
DE ESCALERAS No. 2**

No. 0001

EDIFICIO: _____ ESCALERA: _____

FECHA: _____ DE: _____ DE: _____ CIUDAD: _____

No.	DESCRIPCION	1	2	3	4	5	6	OBSERVACIONES
G1	Funcionamiento de los dispositivos de seguridad.							
1	Interruptores de llave Up-Down (Top y Bottom Truss).							
2	Interruptores para alarma de precaución (Buzzer -Top y Bottom Truss).							
3	Botón de paro (Top y Bottom Truss).							
4	Switch de pasamanos (HGS - Top y Bottom Truss).							
5	Micro Switch de cadenas (SCS).							
6	Sensor del gobernador							
G2	Revisión de peines y listones de seguridad							
1	Revisión de tensión de resortes de cadena de pasos.							
E1	Revisión y limpieza del sistema de arrastre de pasamanos							
1	Revisión de balineras de roletes de pasamanos							
2	Limpieza, lubricación y tensión de pasamanos (Lado Derecho)							
E2	Lubricación de cadenas transmisoras de movimiento							
1	Principales en engranajes y reductor							
2	De arrastre de pasamanos							

CAMBIO DE REPUESTOS

CANTIDAD	DESCRIPCION	UBICACION

f. TECNICO DE MANTENIMIENTO

f. TECNICO DE MANTENIMIENTO

f. SUPERVISOR

f. JEFE DE MANTENIMIENTO

Señor Administrador:
Sírvase anotar a continuación cualquier observación que pudiera tener a nuestro servicio de mantenimiento y certificar la hora de ingreso y salida de nuestro personal a su edificio.

HORA DE ENTRADA: _____

HORA DE SALIDA: _____

n. ADMINISTRADOR

f. ADMINISTRADOR

Fuente: elaboración propia.

3.3. Diseño de hoja de control de mantenimiento mensual tipo 3

Figura 38. Mantenimiento mensual tipo 3

**REPORTE DE MANTENIMIENTO
DE ESCALERAS No. 3**
No. 0001

EDIFICIO: _____ ESCALERA: _____
 FECHA: _____ DE: _____ DE: _____ CIUDAD: _____

No.	DESCRIPCION	1	2	3	4	5	6	OBSERVACIONES
G1	Funcionamiento de los dispositivos de seguridad.							
1	Interruptores de llave Up-Down (Top y Bottom Truss).							
2	Interruptores para alarma de precaución (Buzzer -Top y Bottom Truss).							
3	Bolón de paro (Top y Bottom Truss).							
4	Switch de pasamanos (HGS - Top y Bottom Truss).							
5	Micro Switch de cadenas (SCS).							
6	Sensor del gobernador							
G2	Revisión de peines y listones de seguridad							
1	Revisión de tensión de resortes de cadena de pasos.							
E1	Revisión y limpieza del sistema de arrastre de pasamanos							
1	Revisión de balineras de roletes de pasamanos							
2	Limpieza, lubricación y tensión de pasamanos (Lado Izquierdo)							
E2	Lubricación de cadenas transmisoras de movimiento							
1	Principales en engranajes y reductor							
2	De arrastre de escalones							
3	De arrastre de pasamanos							

CAMBIO DE REPUESTOS

CANTIDAD	DESCRIPCION	UBICACION

f. TECNICO DE MANTENIMIENTO

f. TECNICO DE MANTENIMIENTO

f. SUPERVISOR

f. JEFE DE MANTENIMIENTO

Señor Administrador:
 Sirvase anotar a continuación cualquier observación que pudiera tener a nuestro servicio de mantenimiento y certificar la hora de ingreso y salida de nuestro personal a su edificio.

HORA DE ENTRADA: _____

HORA DE SALIDA: _____

n. ADMINISTRADOR _____
f. ADMINISTRADOR _____

Fuente: elaboración propia.

3.4. Diseño de hoja de registro para mantenimiento correctivo

Figura 39. **Mantenimiento correctivo**

Reporte Mant. Correctivo No. 0001

CLIENTE _____	FECHA _____
EQUIPO _____	LLAMADA POR _____

CONDICIONES ENCONTRADAS O COMENTARIOS DEL ADMINISTRADOR DEL EDIFICIO

CAUSAS DEL DAÑO Y COMO SE CORRIGIO

REPUESTOS UTILIZADOS	CON COBRO	SIN COBRO

Señor Administrador:
Sirvase anotar a continuación cualquier observación que pudiera tener de la forma como fue atendido por nuestro técnico o al estado en que queda el ascensor una vez finalizado el trabajo. Adicionalmente, por favor certifique la hora en que realizó la llamada de emergencia así como la hora de ingreso y salida de nuestro personal a su edificio.

HORA DE LLAMADA Y ATENCION DE LA EMERGENCIA	NOMBRE DEL TECNICO
LLAMADA _____ ARRIBO AL EDIFICIO _____ FINALIZACION _____	NOMBRE DEL ADMINISTRADOR

Fuente: elaboración propia.

3.5. Control de herramientas requeridas para los mantenimientos preventivo y correctivo

Las herramientas que utilizará el técnico de mantenimiento de escaleras eléctricas para efectuar mantenimientos preventivos y correctivos son las siguientes:

- Corta-alambre.
- Llaves de apriete combinadas de 24mm, 17mm, 14mm, 8mm, 16mm, 18mm.
- Extensión para maneral de raíz de media pulgada.
- Copa de 17mm, 13mm, 10mm, 24mm, 16mm, 18mm de raíz de media pulgada.

- Destornillador de estrella.
- Destornillador plano.
- Destornillador con punta de gabinete delgada.
- Llave ajustable de 12 pulgadas.
- Escuadra ajustable.
- Escala plana.
- Alicates de 6 pulgadas.
- Juego de llaves hexagonales.
- Linterna.
- Multímetro digital.
- Nivel magnético tipo torpedo.
- Navaja electricista.
- Sargento de 6 pulgadas.
- Cinta metálica de 5 metros.
- Cautín para soldar.

3.6. Implementación de base de datos y manejo de indicadores

Para que el programa de mantenimiento se considere efectivo, este debe incrementar la confiabilidad y el desempeño operacional de las escaleras eléctricas, al mismo tiempo que se reducen los costos de mantenimiento. Los indicadores del mantenimiento que se utilizarán son:

- Porcentaje del mantenimiento preventivo (%MP):

$$\%MP = \frac{MP}{MP + MC + CR}$$

- Porcentaje del mantenimiento correctivo (%MC):

$$\%MC = \left(\frac{MC}{MP + MC + CR} \right) * 100$$

- Porcentaje de cambio de repuestos (%CR):

$$\%CR = \left(\frac{CR}{MP + MC + CR} \right) * 100$$

- Disponibilidad de los equipos (%D):

$$\%D = \left(\frac{HD - (HMC + HCR)}{HD} \right) * 100$$

- Porcentaje de reclamos:

$$\%R = \left(\frac{R}{MP} \right) * 100$$

Base de datos donde se obtendrán los datos para los indicadores:

Tabla II. **Base de datos**

Fecha	Proyecto	Equipo	Técnico	Tipo de Reporte de Mantenimiento	Otros	R. de Mantenimiento	R. de Emergencia	Correcciones	Status

Fuente: elaboración propia.

3.7. Prevención en la ejecución de un mantenimiento

3.7.1. Seguridad industrial en el trabajo

Para mantener la escalera eléctrica se llevarán a cabo una serie de tareas, tales como examinar, ajustar, limpiar, lubricar, solucionar problemas y reemplazar piezas. Estas tareas serán realizadas por el personal de

mantenimiento competente. En el siguiente contenido se encuentran instrucciones básicas para el personal de mantenimiento y su seguridad en el trabajo.

Las precauciones de seguridad durante el mantenimiento no solo son necesarias para garantizar la seguridad absoluta de los operadores, sino que también buscan la necesidad de identificar estrictamente los peligros implicados para el personal de mantenimiento y las personas no relacionadas con estas tareas. Existen seis áreas de mantenimiento en las escaleras eléctricas:

- Espacio de máquinas
- Escalones de transporte
- Área entre el portador y los lados de retorno de los escalones
- Placas superiores e inferiores frontales
- Gabinete de control
- Cuarto de máquinas

En el mantenimiento de una escalera eléctrica, los técnicos deben operar en los cuartos de máquinas superior e inferior y en las brechas de paso. En casos generales, puede haber personas transitando por la ubicación de los cuartos de máquinas superior e inferior. Por lo tanto, los técnicos que están realizando dicho mantenimiento deben siempre tomar medidas de aislamiento del área antes de iniciar el mantenimiento de la escalera eléctrica. En el proceso del mantenimiento se deben asegurar y cumplir los procedimientos operacionales, junto con las normas de seguridad ocupacional siguientes:

- Antes de ingresar al lugar de mantenimiento, el personal de mantenimiento debe usar equipo de protección personal.

- El sitio de mantenimiento debe tener iluminación suficiente. De lo contrario, puede afectar en la calidad de los trabajos y también causar lesiones al personal de mantenimiento.
- Identificar peligros ocultos antes de iniciar el mantenimiento de la escalera eléctrica. Si durante la ejecución del mantenimiento se presenta un peligro no identificado que pueda causar una lesión grave, es necesario detener los trabajos y realizar un nuevo análisis de riesgos.
- Cuando se realizan operaciones con un potencial de peligro alto, el personal de mantenimiento debe adoptar el método de operación del mando. Antes de la operación, el técnico debe hacer una inspección visual, apuntar al objeto con un dedo y decir en voz alta los diferentes comandos, para luego confirmar que la acción del comando se ha llevado a cabo. La siguiente tabla muestra los diferentes tipos de comandos a utilizar:

Tabla III. Operaciones de mando

Número	Contenido de la operación	Direccionamiento del dedo	Comando de seguridad
1	Apagar el interruptor de alimentación (o de seguridad): 1. Antes de apagar 2. Después de apagar	Interruptor de alimentación (o de seguridad)	1. Apagado de interruptor de alimentación 2. Confirmación de apagado
2	Encender el interruptor de alimentación (o de seguridad): 1. Antes de encender el interruptor 2. Después de encender el interruptor	1. Ambiente alrededor 2. Interruptor de alimentación (o de seguridad)	1. Encendido del interruptor 2. Confirmación de encendido
3	Operar escalera eléctrica en dirección de subida		Arriba
4	Operar escalera eléctrica en dirección de bajada		Abajo
5	Parar funcionamiento de la escalera eléctrica		Parar
6	Mover escalera eléctrica 5 cm en dirección de subida		Cuarto arriba
7	Mover escalera eléctrica 5 cm en dirección de bajada		Cuarto abajo
8	Mover escalera eléctrica 50 cm en dirección de subida		Media arriba
9	Mover escalera eléctrica 50 cm en dirección de bajada		Media abajo

Fuente: elaboración propia.

- Se debe contar con un extintor al momento de realizar el mantenimiento para evitar incendios. Se deberá dar un buen uso y manejo a todo material inflamable que se utilice en el sitio de mantenimiento.
- El personal de mantenimiento deberá prestar especial atención a las intersecciones entre la escalera eléctrica y el piso del edificio, así como las intersecciones entre los entrecruzamientos para evitar atrapamientos y lesiones.
- El personal de mantenimiento debe tener cuidado sobre los filos de los escalones para evitar caídas y deslizamientos.
- Durante el funcionamiento de la escalera eléctrica, el personal de mantenimiento no se debe colocar sobre las partes inestables, como el eje del escalón. Si es necesario, puede apoyarse sobre piezas estables y de apoyo tales como vigas en la armadura.
- El personal de mantenimiento debe utilizar correctamente las herramientas e instrumentos, como lo describen sus propios manuales de procedimientos y seguridad provistos por el fabricante.
- El personal de mantenimiento debe asegurar adecuadamente sus herramientas y debe portarlas llevando un estuche articulado en el cuerpo, para evitar que estas caigan durante la operación de mantenimiento.
- Se deben seguir estrictamente las normas de funcionamiento de seguridad pertinentes al mover o levantar objetos pesados.
- Se debe prestar especial atención a la manipulación de productos químicos, tales como desengrasantes y lubricantes, basados en las hojas de seguridad del proveedor.
- Los artículos en el área de mantenimiento se apilarán de forma ordenada para evitar accidentes en el área de trabajo.
- No se permite saltar los circuitos eléctricos de los dispositivos de seguridad. Si es necesario, debe hacerse con puentes especiales de

acuerdo con las regulaciones pertinentes. Al mismo tiempo, una persona debe ser asignada para supervisar la fuente de alimentación. El suministro de energía se debe bloquear inmediatamente cuando sea necesario. El puente debe ser removido y el circuito relacionado debe ser recuperado a su estado original después de que el trabajo esté hecho.

- Si se debe trabajar en la armadura de la escalera eléctrica, se debe bloquear el suministro eléctrico y asignar a una persona como vigía, para supervisar que la fuente de energía no se active y la escalera eléctrica se ponga en funcionamiento.
- Al realizar el mantenimiento en el panel de control y componentes eléctricos similares, los interruptores de las líneas de entrada de energía deben bloquearse, incluyendo, pero no limitando, al interruptor de alimentación principal y la luz del interruptor de iluminación.
- Cuando se realice la inspección en el panel de control y en algún equipo eléctrico similar, el interruptor de alimentación principal debe estar apagado antes de abrir la puerta del panel de control y las cubiertas del equipo eléctrico. Una vez finalizado el trabajo, se deben cerrar las puertas y las carcasas y se deben recuperar las medidas protectoras de los equipos eléctricos.
- Cuando no sea necesario realizar la inspección en el panel de control y equipos eléctricos similares, no se debe abrir la puerta del panel de control y las cubiertas del equipo eléctrico, para evitar el contacto directo con componentes que contengan corrientes vivas de voltaje.
- Antes de operar la escalera eléctrica, se debe verificar que no haya nadie o nada en esta o en la armadura. Se debe encender y poner en marcha solo después de una notificación mutua de que el funcionamiento de la escalera eléctrica puede iniciarse.
- Si es necesario hacer funcionar la escalera eléctrica durante el mantenimiento, se debe utilizar la caja de botones móvil (interruptor de

inspección) en todos los casos, y se debe esperar que el interruptor de llave tenga que utilizarse para iniciar el funcionamiento de la escalera eléctrica. El botón de parada en la caja del botón móvil debe ser presionado hacia abajo cuando se para la escalera eléctrica para evitar un arranque accidental.

- Durante el funcionamiento de la escalera eléctrica, se evitará el contacto con el equipo mecánico en movimiento para las acciones de inspección necesarias. Se debe tener cuidado para evitar el aplastamiento del cuerpo u objetos entre los escalones y el panel del zócalo.
- Si se encuentra alguna anomalía de falla durante el funcionamiento de la escalera eléctrica, se debe detener su funcionamiento inmediatamente, se debe revisar cuidadosamente la escalera eléctrica para determinar las causas y tomar medidas para solucionarlas, luego se debe iniciar de nuevo su funcionamiento. Para los fallos que requieren un reseteo manual, antes de reiniciar y encender nuevamente, se debe comprobar que las anomalías han sido eliminadas de acuerdo con los requisitos necesarios.
- Al operar la escalera eléctrica con un escalón libre para la inspección, el personal de mantenimiento tiene que prestar más atención a su propia seguridad y recordar dar aviso a los demás técnicos de mantenimiento involucrados en el área de trabajo.
- Los residuos producidos durante el mantenimiento se eliminarán de acuerdo con los requisitos de cada proyecto y no deberán desecharse de los mismos en el almacén.
- Cada vez que se complete el trabajo de mantenimiento, se examinará detenidamente el sitio. La escalera eléctrica debe ser observada durante al menos un ciclo completo y se debe confirmar que no existen problemas ocultos antes de ser puesta en uso para el público.

3.7.2. Señalización industrial

Se delimitará el área según la actividad a realizar y la ubicación del trabajo. Se fijarán las vallas de "Equipo en mantenimiento y operación suspendida" en los accesos superior e inferior de la escalera eléctrica. Las personas que no sean del personal de mantenimiento no pueden entrar al sitio de trabajo.

Figura 40. **Vallas de señalización**



Fuente: elaboración propia.

Cuando no se requiera la operación de la escalera eléctrica, excepto en el caso de la inspección con la escalera eléctrica en funcionamiento, en todos los demás casos el interruptor de alimentación principal debe estar apagado, identificado con el letrero de "Mantenimiento" y bloqueado con candado, para evitar el funcionamiento accidental. Se debe presionar los botones STOP rojos en las salas de máquinas superiores e inferiores, o en el control principal, para evitar el funcionamiento accidental de la escalera eléctrica.

Figura 41. **Etiquetado y candado**



Fuente: <https://www.seguridadencarteles.com.ar/detalle.php?a=tarjetas-de-seguridad-y-bloqueo&t=6&d=24>. Consulta: mayo de 2017.

3.7.3. Equipo de protección personal

El técnico deberá utilizar el equipo de seguridad personal en las distintas tareas del mantenimiento para que lo proteja de los riesgos que puedan amenazar su integridad.

- Protección para la cabeza: casco de seguridad tipo 2.

Figura 42. **Casco de seguridad tipo 2**



Fuente: <http://www.wermax.com.uy/seguridad/cascos-seguridad/>
Consulta: agosto de 2017.

- Protección auditiva: tapones auditivos.

Figura 43. **Tapones auditivos**



Fuente: <https://jyrsa.com/productos/tapon-auditivo-delator>. Consulta:
agosto de 2017.

- Protección de las manos: guantes anticorte.

Figura 44. **Guantes anticorte**



Fuente: <https://naisa.es/guantes-anticorte/3123-guante-de-fibra-anticorte-valor-5-con-recubrimiento-de-poliuretano.html>. Consulta: agosto de 2017.

- Protección de los pies: calzado de seguridad con punta de acero.

Figura 45. **Calzado de seguridad con punta de acero**



Fuente: <https://www.safetyoutlet.cl/products/calzado-seguridad-quebec-350#.WZLyVFXyjIU>. Consulta: agosto de 2017.

- Protección de los ojos: lentes de seguridad.

Figura 46. **Lentes de seguridad**



Fuente: http://www.lagranmontana.com/tienda/product_info.php?products_id=726&osCsid=85080d6d38649113c139c9f23a56ded2. Consulta: agosto de 2017.

- Protección de la espalda: cinturón de fuerza.

Figura 47. **Cinturón de fuerza**



Fuente: <https://www.novex.com.gt/producto/09889/CINTUR%C3%93N-DE-SEGURIDAD-PARA-FUERZA>. Consulta: agosto de 2017.

- Protección de las vías respiratorias.

Figura 48. **Protección de las vías respiratorias**



Fuente: <http://www.conproprofesional.com/productos/proteccion-vias-respiratorias-12/>. Consulta: agosto de 2017.

4. CONTROL Y SEGUIMIENTO

4.1. Evaluación del rendimiento de la máquina

Para obtener la perspectiva correcta en la que se encuentran las escaleras eléctricas es necesario realizar el seguimiento del rendimiento de cada una de ellas. Para poder medir la confiabilidad de las escaleras eléctricas es importante la implementación de una base de datos que permita realizar el ordenamiento y seguimiento de los mantenimientos preventivos y correctivos que se realizan a cada equipo. El objetivo es reflejar la medición de la gestión del mantenimiento utilizando los indicadores del mantenimiento que proporcionarán los parámetros reales y el estatus de cada equipo. Los resultados obtenidos de cada indicador se utilizarán para la toma de decisiones y para dar continuidad a la gestión de los mantenimientos preventivo y correctivo.

4.2. Evaluación y diagnóstico de capacidades del técnico

Para poder realizar los mantenimientos preventivos y correctivos el técnico deberá cumplir con una serie de competencias:

- Ser graduado de escolaridad media en las carreras de bachiller mecánico industrial o bachiller mecánico eléctrico.
- Tener habilidades técnicas.
- Trabajo en equipo.
- Tener capacidad de solución de problemas.
- Cumplimiento de tareas.
- Tener comunicación.

- Ser proactivo.

Después del tiempo de entrenamiento, que constará de 2 meses de capacitación teórica y 4 meses de capacitación práctica, se realizará una evaluación. El técnico deberá aprobar con una puntuación superior o igual al 75 % de la nota total. Esta evaluación consiste en 3 fases, en cada una de las cuales el técnico debe realizar cada uno de los tipos de mantenimiento preventivo. En la fase 1 se debe realizar el mantenimiento preventivo tipo 1, en la fase 2 se realizará el mantenimiento tipo 2 y en la fase 3 se realizará el mantenimiento tipo 3. La ponderación de cada fase será de 30 puntos, haciendo un total de 90. Los 10 puntos restantes serán evaluados sobre la atención que el técnico brinde al cliente antes y después de realizar el mantenimiento.

En busca de la mejora continua, se realizará una evaluación de rendimiento cada 6 meses. La ponderación que el técnico debe obtener para aprobar será incrementada en función del tiempo que lleve dentro de la empresa:

- De 1 a 2 años, nota requerida para aprobar: 75 %.
- De 3 a 5 años, nota requerida para aprobar: 85 %.
- De 6 años en adelante, nota requerida para aprobar: 90 %.

Los resultados de las evaluaciones se tomarán en cuenta en la programación específica de las futuras capacitaciones para los técnicos.

4.3. Programa de capacitaciones

Se realizará la capacitación de los técnicos de acuerdo al siguiente calendario que abarca todo el año, distribuyendo un tema por mes, repitiéndose

en el calendario para el segundo semestre del año, incluyendo un mes para capacitación sobre la seguridad industrial en el trabajo.

Tabla IV. **Calendario Anual**

Semana	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	A		C		E		A		C		E	
2		B		D		F		B		D		F
3												
4												

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Capacitación de enero**

A	Prevención en la ejecución del mantenimiento Seguridad industrial en el mantenimiento Equipo de protección personal
----------	---

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Capacitación de febrero**

B	Dispositivos de seguridad Freno principal Panel de control Cadenas de transmisión Resortes de cadena de paso Sistema de arrastre de pasamanos Rodos de tracción
----------	---

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Capacitación de marzo**

C	Rodos de presión Rodos de escalón Caja reductora Fajas de transmisión
----------	--

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Capacitación de abril**

D	Motor eléctrico Eje de catarina Cojinetes de rodos Abrazaderas de escalón Deslizamiento de pasamanos
----------	--

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Capacitación de mayo**

E	Encoder principal Rodos laterales Movimiento de pasamanos Guías de pasamanos Peines de seguridad
----------	--

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Capacitación de junio**

F	Atención al cliente. Uso de hojas de control. Resultados de las evaluaciones.
----------	---

Fuente: elaboración propia.

4.4. **Retroalimentación del cliente**

Se realizará encuesta vía correo electrónico para que cada uno de los clientes evalúe el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo que se le ha realizado.

Figura 49. Retroalimentación al cliente 1

ENCUESTA SERVICIO DE MANTENIMIENTO

1. ¿Qué tan informado estuvo a cerca de los trabajos de mantenimiento realizado a sus equipos?

- Muy informado
- Un poco informado
- Ligeramente informado
- Nada informado

2. ¿Cómo considera que es nuestro servicio de Mantenimiento?

- Excelente
- Bueno
- Ni bueno ni malo
- Malo

3. ¿Cómo considera nuestro servicio al momento de reportar una emergencia?

- Extremadamente rápido
- Muy rápido
- Moderadamente rápido
- Poco rápido
- Nada rápido

4. ¿Cuándo falla su equipo, a que causa considera se deba el problema?

- Mal mantenimiento
- No supervisan
- Daño o desgaste de repuestos

5. ¿Con qué frecuencia tiene problemas con nuestro servicio?

- Frecuentemente
- A veces
- Nunca

Fuente: elaboración propia.

Figura 50. **Retroalimentación al cliente 2**

6. ¿Nuestro servicio cumple con sus expectativas?

Si

A veces

No

7. ¿Le envían información acerca del estado de su Equipo?

Siempre

A veces

Nunca

8. ¿Con que frecuencia le visita el Supervisor de Mantenimiento?

Siempre

A veces

Nunca

9. Recomendaría usted nuestros servicios

Si

No

10. ¿Con qué prontitud recibe las cotizaciones de los repuestos sugeridos por el técnico en el reporte de mantenimiento?

Una semana

Dos semanas

Un mes

Fuente: elaboración propia.

4.5. **Hoja de control de investigación de accidentes y mejoras continuas**

El formato propuesto para la evaluación de accidentes identifica las posibles causas del mismo, a través de un análisis de causa raíz, permitiendo eliminar condiciones inseguras o actos que comprometan la integridad del técnico de mantenimiento.

4.6. Presupuesto de mantenimiento

4.6.1. Presupuesto del mantenimiento preventivo

Tabla XI. Presupuesto de mantenimiento preventivo

Cantidad	1
Cantidad de wipe/escalera	7
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de Deiso/escalera	0.5
Precio de Deiso (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite/escalera	0.5
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Emergencias	Q75.00
Transporte	Q5.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas/escalera	4
Precio Total	Q 308.88

Fuente: elaboración propia.

4.6.2. Presupuesto del mantenimiento correctivo

- Mantenimiento del motor eléctrico:

Tabla XII. Presupuesto para motor eléctrico

Cantidad de wipe	1
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	0.25
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Mantenimiento motor	Q4,500.00
Transporte	Q150.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	2
Precio Total	Q 4,716.94

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de aceite caja reductora:

Tabla XIII. **Presupuesto cambio aceite caja reductora**

Cantidad de wipe	2
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	0.5
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	3.5
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	2.5
Precio Total	Q 709.38

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de fajas de transmisión:

Tabla XIV. **Presupuesto para cambio de fajas de transmisión**

Cantidad de fajas	4
Cantidad de wipe	1
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	0.1
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio faja	Q750.00
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	1.5
Precio Total	Q 3,493.90

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de rodos de tracción:

Tabla XV. **Presupuesto para cambio de rodos de tracción**

Cantidad de rodos de tracción	6
Cantidad de wiper	3
Precio de wiper (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	0.5
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio de rodo de tracción	Q208.00
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	2.5
Precio Total	Q 2,270.25

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de rodos de presión:

Tabla XVI. **Presupuesto para cambio de rodos de presión**

Cantidad de rodos de presión	6
Cantidad de wiper	3
Precio de wiper (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	0.5
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio de Rodo de presión	Q12.25
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	2.5
Precio Total	Q 1,095.75

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de cadena paso 40:

Tabla XVII. **Presupuesto para cambio de cadena paso 40**

Cantidad piñon 37 dientes paso 40	2
Cantidad de wipe	4
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	2
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio piñon 37 dientes paso 40	Q550.00
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	6
Precio Total	Q 1,733.00

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de cadena paso 50:

Tabla XVIII. **Presupuesto de cambio de cadena paso 50**

Cantidad de cadenas paso 50	2
Cantidad de wipe	3
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	1
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0.5
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio de cadena paso 50	Q88.00
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	4
Precio Total	Q 785.50

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de gobernador:

Tabla XIX. **Presupuesto de cambio de gobernador**

Gobernador	1
Cantidad de wipe	1
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	0.1
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio de gobernador	Q725.00
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	2
Precio Total	Q 862.48

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de peines de seguridad:

Tabla XX. **Presupuesto para cambio de peines de seguridad**

Cantidad de peines	16
Cantidad de wipe	3
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	0.25
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio del peine	Q76.00
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	1
Precio Total	Q 3,151.00

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de demarcaciones de escalón:

Tabla XXI. **Presupuesto para cambio de demarcaciones de escalón**

Cantidad de demarcaciones	1
Cantidad de wipe	3
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	0.25
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio de la demarcación	Q85.00
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	1
Precio Total	Q 205.94

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de freno principal:

Tabla XXII. **Presupuesto para cambio de freno principal**

Cantidad de wipe	4
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	0.5
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Mantenimiento Freno	Q3,200.00
Transporte	Q150.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	3
Precio Total	Q 3,462.88

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de guías de pasamanos:

Tabla XXIII. **Presupuesto para cambio de guías de pasamanos**

Cantidad de guías	14
Cantidad de wipe	7
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	2
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio de guía	Q455.00
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	12
Precio Total	Q 13,300.00

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de pasamanos:

Tabla XXIV. **Presupuesto para cambio de pasamanos**

Cantidad de guías	2
Cantidad de wipe	7
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	2
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio de pasamanos	Q12,420.00
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	64
Precio Total	Q 28,742.00

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de rodos de escalón:

Tabla XXV. **Presupuesto para cambio de rodos de escalón**

Cantidad de rodos de escalón	4
Cantidad de wipe	2
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	0.25
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio de Rodo de escalón	Q33.60
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	1
Precio Total	Q 604.15

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de poleas de transmisión:

Tabla XXVI. **Presupuesto para cambio de poleas de transmisión**

Cantidad de poleas	2
Cantidad de wipe	10
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	3
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0.5
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio de Polea	Q10,550.00
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	48
Precio Total	Q 24,341.50

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de cojinetes de rodos de tracción:

Tabla XXVII. **Presupuesto para cambio de cojinetes de rodos de tracción**

Cantidad de cojinetes de tracción	12
Cantidad de wipe	4
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	2
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio de cojinetes de tracción	Q65.00
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	8
Precio Total	Q 5,250.00

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de cojinetes de rodos de presión:

Tabla XXVIII. **Presupuesto para cambio de cojinetes de rodos de presión**

Cantidad de cojinetes de presión	12
Cantidad de wipe	4
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	2
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio de cojinetes de presión	Q65.00
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	8
Precio Total	Q 5,250.00

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de abrazaderas de escalón:

Tabla XXIX. **Presupuesto para cambio de abrazaderas de escalón**

Cantidad de abrazaderas de escalón	2
Cantidad de wipe	1
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	0.1
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio de abrazaderas de escalón	Q24.00
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	0.5
Precio Total	Q 238.95

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de rodos laterales:

Tabla XXX. **Presupuesto para cambio de rodos laterales**

Cantidad de rodos laterales	2
Cantidad de wipe	4
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	0.5
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio de rodos laterales	Q22.00
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	4
Precio Total	Q 475.75

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de cojinete tensor de cadena (paso 40):

Tabla XXXI. **Presupuesto para cambio de cojinete tensor de cadena (paso 40)**

Cantidad de cojinetes tensor paso 40	12
Cantidad de wipe	4
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	2
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio de cojinetes tensor paso 40	Q65.00
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	8
Precio Total	Q 5,250.00

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de cojinete tensor de cadena (paso 50):

Tabla XXXII. **Presupuesto para cambio de cojinete tensor de cadena (paso 50)**

Cantidad de cojinetes tensor paso 40	12
Cantidad de wipe	4
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	2
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio de cojinetes tensor paso 40	Q65.00
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	8
Precio Total	Q 5,250.00

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de piñón de 30 dientes para cadena (paso 40):

Tabla XXXIII. **Presupuesto para cambio de piñón de 30 dientes (paso 40)**

Cantidad piñón 30 dientes paso 40	2
Cantidad de wipe	4
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	2
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio piñón 30 dientes paso 40	Q550.00
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	6
Precio Total	Q 1,733.00

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de piñón de 37 dientes para cadena (paso 40):

Tabla XXXIV. **Presupuesto para cambio de piñón de 37 dientes (paso 40)**

Cantidad piñón 37 dientes paso 40	2
Cantidad de wipe	4
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	2
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio piñón 37 dientes paso 40	Q550.00
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	6
Precio Total	Q 1,733.00

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de piñón de 21 dientes para cadena (paso 50):

Tabla XXXV. **Presupuesto para cambio de piñón de 21 dientes (paso 50)**

Cantidad piñón 21 dientes paso 40	2
Cantidad de wipe	4
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	2
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio piñón 21 dientes paso 40	Q550.00
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	6
Precio Total	Q 1,733.00

Fuente: elaboración propia.

- Cambio de piñón de 21 dientes para cadena (paso 40):

Tabla XXXVI. **Presupuesto para cambio de piñón de 21 dientes (paso 40)**

Cantidad piñón 21 dientes paso 40	6
Cantidad de wipe	4
Precio de wipe (bola)	Q3.50
Cantidad de desengrasante	2
Precio de desengrasante (galón)	Q29.75
Cantidad de aceite	0
Precio de aceite (galón)	Q155.00
Precio piñón 21 dientes paso 40	Q550.00
Transporte	Q75.00
Salario técnico/ hora	Q28.00
Cantidad de horas	6
Precio Total	Q 5,199.00

Fuente: elaboración propia.

4.6.3. Presupuesto de bodega de repuestos y suministros

Tabla XXXVII. Presupuesto de suministros

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
Consumibles	Precio Unitario	Cantidad mensual	Total	Al 30-06	
Cubeta de aceite 68	Q 620.00	6	Q 3,720.00	Q	22,320.00
Wipe de media libra	Q 2.75	536	Q 1,474.00	Q	8,844.00
Cubeta de Deiso	Q 595.00	4	Q 2,380.00	Q	14,280.00
Spray grase	Q 68.00	7	Q 476.00	Q	2,856.00
Bolsa	Q 0.50	100	Q 50.00	Q	300.00
Cinta de aislar	Q 28.52	7	Q 199.64	Q	1,197.84
Maskin tape	Q 7.00	7	Q 49.00	Q	294.00
Limpia acero	Q 150.00	2	Q 300.00	Q	1,887.60
Limpia pasamanos	Q 180.00	1	Q 180.00	Q	1,080.00
Grasa	Q 25.00	2	Q 50.00	Q	240.00
Cinchos de amarre(bolsa de 100)	Q 35.00	1	Q 35.00	Q	210.00
			Q 8,913.64	Q	53,509.44
Transporte de técnicos			Total Mensual	Al 30-06	
Pasajes			Q 350.00	Q	2,100.00
Vehículos			Mensual	Al 30-06	
Combustible camión			Q 1,300.00	Q	7,800.00
Combustible panel			Q 330.00	Q	1,980.00
			Q 1,630.00	Q	9,780.00
Consumible	Precio Unitario	Cada tres meses	Total	Al 30-06	
Galones para envío de aceite y deiso	Q 4.75	50	Q 237.50	Q	475.00
Equipo de seguridad	Precio Unitario	Cantidad	Total		
Guantes anticorte	Q 34.00	7	Q 238.00		
Lentes	Q 14.70	7	Q 88.20		
Botas punta de acero	Q 290.00	7	Q 1,740.00		
Playeras	Q 22.00	12	Q 264.00		
Brochas	Q 4.00	7	Q 24.00		
Linternas	Q 35.00	7	Q 210.00		
Tester	Q 145.00	7	Q 870.00		
			Q 3,434.20		
Total Mensual		Q 11,131.14	Salario Tecnicos + Supervisor		Q4,955.55
Total Semestral		Q 66,786.84	Salarios Mensual		Q49,555.50
Total Anual		Q 133,573.68	Salarios Anual		Q594,666.00
			Gran Total Mensual		Q 60,686.64
			Gran Total Semestral		Q 364,119.84
			Gran Total Anual		Q 728,239.68

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. Presupuesto de repuestos de bodega

Repuesto	Precio Unitario	Cantidad	Total
Piñon de 30 dientes paso 40	Q312.00	10	Q3,120.00
Piñon de 21 dientes paso 40	Q309.00	10	Q3,090.00
Piñon de 21 dientes paso 50	Q357.00	10	Q3,570.00
Cojinete 6205	Q36.00	25	Q900.00
Cojinete 6204	Q33.00	25	Q825.00
Cojinete 6202	Q24.00	25	Q600.00
Cadena paso 40	Q19.00	45	Q855.00
Cadena paso 50	Q19.00	45	Q855.00
Uniones de cadena	Q6.00	25	Q150.00
Fajas tipo "V"	Q28.00	12	Q336.00
Rodos de tracción	Q195.88	100	Q19,588.00
Rodos de presión	Q94.32	100	Q9,432.00
Rodos de escalón	Q32.34	50	Q1,617.00
Peines	Q19.25	100	Q1,925.00
		Total	Q46,863.00

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Con el trabajo realizado se identificó cada una de las partes que conforman una escalera eléctrica. La identificación de las partes determinó la influencia que estas tienen en el funcionamiento de una escalera eléctrica.
2. El buen funcionamiento de cada una de las partes que conforman una escalera eléctrica eleva la disponibilidad de la máquina, mejorando la seguridad de los usuarios.
3. La elaboración de los procedimientos de mantenimientos preventivo y correctivo ayuda a aumentar a lo largo del tiempo la vida útil de las escaleras eléctricas.
4. La implementación de los controles utilizando una base de datos actualizados, y la utilización de indicadores adecuados, ayudan a prever e identificar posibles paros no deseados.
5. Los formatos de control de mantenimientos preventivo y correctivo ayudan a estandarizar el trabajo realizado por cada técnico de mantenimiento, lo cual mejora la eficiencia y eficacia de cada trabajo realizado.
6. El manejo de una base de datos confiable y actualizada garantiza que la toma de decisiones a raíz de diferentes factores, se haga de forma

precisa. Esto mejora el rendimiento económico del departamento de mantenimiento.

7. En la actualidad, tener un programa de capacitaciones para el personal de mantenimiento dedicado a las escaleras eléctricas aumenta la capacidad laboral del departamento, logrando que cada uno de los técnicos se beneficie, a raíz de un incremento de sus competencias individuales y grupales.

RECOMENDACIONES

1. Implementar los programas de mantenimiento propuestos en este trabajo, pues aumenta la eficiencia del personal y mejora las condiciones de trabajo.
2. Presentar informes semestrales a la gerencia general, para justificar el costo que conlleva implementar los programas de mantenimientos preventivo y correctivo. Es importante que estos informes tengan relación con los presupuestos propuestos.
3. La mejora continua dentro del departamento de mantenimiento mejora la relación y la percepción que los clientes tienen sobre la empresa. Es necesario presentar informes semestrales del estado de las máquinas.
4. Revisar de forma periódica y exhaustiva los equipos de protección personal, para salvaguardar la integridad de cada uno de los técnicos que realiza los mantenimientos correspondientes a cada escalera eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

1. GARCÍA GARRIDO, Santiago. *La contratación del mantenimiento industrial*. Madrid: Díaz de Santos, 2011, 384 p. ISBN: 9788499690186.
2. GARZA, Fernando; et al. *Enciclopedia de mantenimiento industrial*. 10a ed. México: Editorial Continental, S.A. de C.V. Tomo 4, 1986, 572 p.
3. GONZÁLEZ FERNANDEZ, Javier. *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. [en línea]<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=OzwXOAKv_QAC&oi=fnd&pg=PA7&dq=mantenimiento+preventivo+industrial&ots=8Wu9MAT2kp&sig=ztrHnZF1h7BhU24VlePF4KjWG3l#v=onepage&q=mantenimiento%20preventivo%20industrial&f=false> [Consulta: 22 de mayo de 2017].
4. Shanghai Mitsubishi Elevator. *Elevator & escalator desing guideline*. 2014. 114 p.
5. —————. *Escalera serie J. Ilustraciones*. 2005, 299 p.
6. WIREMAN, Terry. *Desarrollos de indicadores para la administración del mantenimiento*. 2a ed. New York, EE.UU.: Industrial Press Inc. 2005, 246 p.

7. WIREMAN, Terry. *Mantenimiento productivo total*. 2a ed. New York,
EE.UU.: Industrial Press Inc. 2004, 195 p.