

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental

Proyecto de graduación para optar por el título de Bachiller en Ingeniería en  
Seguridad Laboral e Higiene Ambiental

Propuesta de un programa de control de energías peligrosas en las máquinas y  
sistemas, a cargo del Departamento de Mantenimiento de Aeris Holding Costa  
Rica, basado en la norma OSHA 29 CFR 1910.147

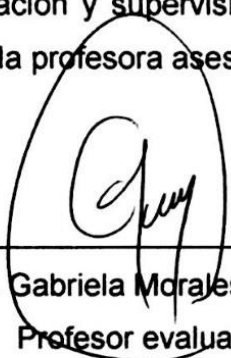
Estudiante Angie Escobar Obregón

Noviembre, 2017

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DEL  
PROYECTO DE GRADUACIÓN.

Proyecto de graduación defendido públicamente ante el tribunal examinador integrado por los profesores MGP. Gabriela Morales Martínez y MSc. Esteban Arias Monge. Como requisito para optar al grado de Bachiller en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

La orientación y supervisión del trabajo desarrollado por el estudiante, estuvo a cargo de la profesora asesora Lic. Adriana Acuña Lacayo.



MGP. Gabriela Morales Martínez  
Profesor evaluador



MSc. Esteban Arias Monge  
Profesor evaluador

Adriana Acuña Lacayo  
Lic. Adriana Acuña Lacayo  
Profesora asesora



Angie Maigret Escobar Obregón  
Estudiante

Cartago, 4 de diciembre de 2017.

## **Agradecimientos**

A Dios por ser el eje de mi vida y quien me da fortaleza. A mi mamá y mi tía por estar siempre a mi lado y darme aliento en los momentos difíciles. Mi agradecimiento a toda mi familia por creer en mí.

Le agradezco a Aeris Holding Costa Rica S.A por abrir sus puertas y a los Departamentos de Aseguramiento y Mantenimiento por el apoyo brindado.

A Adriana Acuña Lacayo, profesora asesora, mi agradecimiento por sus consejos y orientación durante todo el proceso.

## **Dedicatoria**

A Dios por enseñarme lo valioso de la vida y a mi hermano Gerald Obregón Vega, testimonio de la grandeza de nuestro Padre.

## Resumen

El presente documento desarrolla la propuesta de un programa de control de energías peligrosas para prevenir accidentes laborales por el contacto con los puntos de operación de las máquinas y sistemas durante los mantenimientos, bajo la responsabilidad del Departamento de Mantenimiento de Aeris Holding Costa Rica en el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría (AIJS).

Mediante el diagnóstico, se determinó que ocho de las agrupaciones de los equipos utilizan más de una energía en su funcionamiento, clasificándolos como máquinas complejas. Respecto a los factores influyentes en la posible liberación de energías peligrosas, se identificaron las causas principales: dimensiones de los activos, ubicación y complejidad de las máquinas. Por último, se evidenció la ausencia de procedimientos de bloqueo y etiquetado.

De tal manera, la alternativa de solución incluye procedimientos simples y complejos, dichos procedimientos se concentran en una aplicación computacional; asimismo, establece las capacitaciones focalizadas en la importancia de la terminología, los procedimientos, tipos de dispositivos y sus usos, además cada sesión de capacitación posee evaluaciones. Por último, se planteó las herramientas para el análisis de incidentes y accidentes, la evaluación, mejora y control del programa.

Palabras claves: energía peligrosa, labores de mantenimiento, AIJS, programa, bloqueo y/o etiquetado.

## Índice

I. Introducción .....	1
A. Identificación de la empresa .....	1
1. Misión.....	1
2. Visión .....	1
3. Antecedentes.....	1
4. Ubicación .....	2
5. Estructura organizacional.....	2
6. Número de empleados .....	3
7. Tipo de proceso.....	4
8. Proceso productivo.....	4
B. Planteamiento del problema .....	6
C. Justificación.....	6
D. Objetivos .....	9
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos.....	9
E. Alcances y limitaciones .....	10
1. Alcance .....	10
2. Limitaciones.....	11
II Marco teórico .....	13
Bloqueo y etiquetado.....	14
Programa de salud en el trabajo .....	15
III Metodología .....	17
A. Tipo de investigación .....	17
B. Fuentes de información .....	17
Fuentes primarias .....	17

Fuentes secundarias .....	17
Fuentes terciarias .....	18
C. Población y muestra.....	18
D. Operacionalización de variables.....	19
E. Descripción de instrumentos de investigación .....	23
Diagrama de afinidad.....	23
Diagrama de Pareto.....	23
Diagrama de relaciones.....	23
Gráfico de columnas.....	24
Listas de verificación .....	24
Matriz de recolección de datos.....	25
F. Plan de análisis.....	25
IV. Análisis de la situación actual .....	29
1. Identificación de los sistemas, máquinas y condiciones que favorecen la liberación de energías .....	29
1.1 Sistemas y equipos.....	29
1.2 Tipos de energías en los equipos .....	30
1.3 Condiciones influyentes.....	33
2. Verificación del cumplimiento de los procesos de trabajo, basado en OSHA 29 CFR 1910.147, control de energías peligrosas (bloqueo/etiquetado) .....	38
2.1 Evaluación de los procesos.....	39
2.2 Requerimientos especiales y energía almacenada .....	44
2.3 Determinación de las labores de mantenimientos y de la cantidad de personas por actividad.....	46
Conclusiones .....	49
Recomendaciones .....	50
V. Alternativa de solución .....	51

Apéndices .....	135
Anexo .....	151



## Índice de cuadros

Cuadro 1. Jornadas de trabajo .....	3
Cuadro 2. Operacionalización de variables del primer objetivo específico .....	19
Cuadro 3. Operacionalización de variables del segundo objetivo específico .....	21
Cuadro 4. Operacionalización de variables del tercer objetivo específico .....	22
Cuadro 5. Agrupación de máquinas y sistemas .....	29
Cuadro 6. Magnitudes de las energías en los equipos que emplean energía eléctrica e hidráulica .....	32
Cuadro 7. Diagrama de afinidad, exposición a energías peligrosas .....	35
Cuadro 8. Resultados del diagrama de relaciones .....	37
Cuadro 9. Resultados de las evaluaciones de los procesos de trabajo, basada en la norma OSHA 29 CFR 1910.147 .....	41
Cuadro 10. Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en el Departamento de Mantenimiento durante los trabajos de mantenimiento en los equipos y sistemas instalados en el AIJS .....	48

## Índice de figuras

Figura 1. Estructura organizacional del Departamento de Mantenimiento .....	3
Figura 2. Proceso productivo.....	5
Figura 3. Plan de análisis .....	28
Figura 4. Tipos de energías presentes en los equipos y sistemas.....	31
Figura 5. Partes mecánicas en los puentes de abordaje y en las bandas transportadoras ...	33
Figura 6. Diagrama de flujo del proceso general de mantenimiento de los equipos y sistemas del AIJS.....	34
Figura 7. Diagrama de relaciones, exposición a energías peligrosas.....	36
Figura 8. Trabajos de mantenimiento.....	46

Índice de gráficos

Gráfico 1. Porcentajes de trabajos atendidos por grupo de equipos .....	38
Gráfico 2. Porcentajes de cumplimiento de los aspectos generales del bloqueo y etiquetado .....	42

## I. Introducción

### A. Identificación de la empresa

Aeris Holding Costa Rica S.A (Aeris) es la empresa responsable de la operación aeroportuaria y eficiencia del servicio. La base de la compañía se refleja en su misión y visión, las cuales son mencionadas a continuación:

#### 1. Misión

Proporcionar a Costa Rica un aeropuerto moderno que contribuya a mejorar la competitividad del país, superando los estándares establecidos en el Contrato de Gestión Interesada para el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría (AIJS), a través de sólidas y sanas decisiones financieras y gerenciales (Aeris Holding Costa Rica S.A., 2017).

#### 2. Visión

Ser reconocido como un aeropuerto líder en América Latina, conocido como un gran lugar donde trabajar y por una práctica de negocios de altos estándares, en la administración de un aeropuerto seguro y financieramente sólido, que crea valor a los accionistas (Aeris Holding Costa Rica S.A., 2017).

#### 3. Antecedentes

En el 2001 el Estado costarricense delega la prestación de servicios del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría (AIJS) a Alterra Partners Costa Rica S.A., mediante el Contrato de Gestión Integrada [CGI] (Pensis, 2015). En el 2009, ADC & HAS y AGC Holding S.A. (actualmente es CCR Costa Rica Emprendimientos Sociedad Anónima) adquirieron el 100% de las acciones de las empresas Desarrollos de Aeropuertos AAH S.R.L., Grupo de Aeropuertos AAH S.R.L. y Terminal Aérea General AAH S.R.L., las empresas compradas equivalían al 97,5% del total de las acciones, el

2,5% restante pertenece a Edica Ltda. e Integración Aduanera S.A. (Aeris Holding Costa Rica S.A., 2017).

La razón social del gestor cambió a Aeris Holding Costa Rica S.A., quien en la actualidad se encarga de la operación, administración, mantenimiento, rehabilitación, financiamiento, construcción y promoción del AIJS; además, es responsable de cubrir los gastos operativos y cumplir con las obligaciones financieras establecidas en el CGI. Asimismo, está comprometida a mejorar la operación aeroportuaria y eficiencia del servicio, mediante el desarrollo de infraestructura y la coordinación con entidades estatales y privadas (Aeris Holding Costa Rica S.A., 2017). Durante los años de contrato Aeris debe llevar a cabo el programa de inversiones, ya sea con financiamiento privado proveniente de instituciones financieras o del capital de sus accionistas (Pensis, 2015).

#### 4. Ubicación

Las oficinas centrales de Aeris se encuentran en la provincia de Alajuela, 600 metros oeste de la Terminal del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría, el terreno del Aeropuerto limita al norte con la Ruta 1 (Carretera Panamericana), al sur y al este con la calle la Candela, al oeste con la Ruta 122, y al noroeste con la Ruta 124 (Bejarano, 2012).

#### 5. Estructura organizacional

La siguiente estructura organizacional representa únicamente al Departamento de Mantenimiento de Aeris (figura 1), se aclara que el área de Seguridad y Salud Ocupacional no tiene una dependencia asociada con el departamento en cuestión.

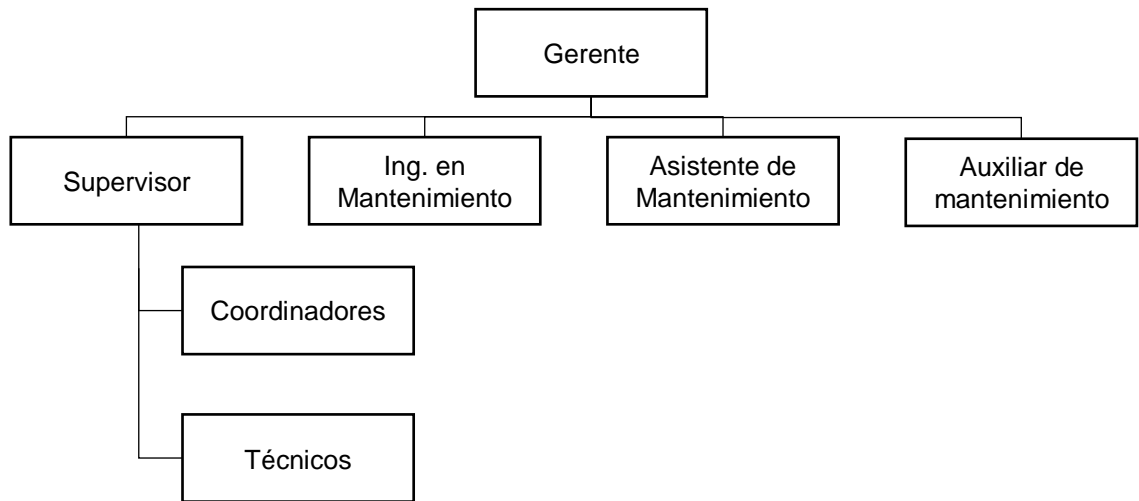


Figura 1. Estructura organizacional del Departamento de Mantenimiento

Fuente: Aeris Holding Costa Rica S.A, 2017a.

## 6. Número de empleados

El Departamento de Mantenimiento está conformado por 21 personas (personal administrativo y operativo), entre estas se encuentra el gerente de mantenimiento, asistente de mantenimiento, encargado de control de procesos, asistente de mantenimiento, supervisor de mantenimiento, 3 coordinadores y 13 técnicos en mantenimiento. Aeris posee tres turnos de trabajo (ver cuadro 1), cada turno está conformado por 3 o 4 técnicos y el coordinador, formando la cuadrilla de trabajo.

Cuadro 1. Jornadas de trabajo

Jornadas de trabajo		
Jornadas	Inicia	Finaliza
A	6:00	14:00
B	14:00	22:00
C	22:00	6:00

Fuente: Aeris Holding Costa Rica S.A, 2017b.

## 7. Tipo de proceso

El Departamento de Mantenimiento es el encargado de definir las directrices para los trabajos, contratar servicios especiales, coordinar con los subcontratistas, monitorear las actividades realizadas por los subcontratistas, supervisar el cumplimiento de los contratos y dar mantenimiento preventivo como correctivo de las instalaciones y las máquinas del AIJS (Robert, 2015).

## 8. Proceso productivo

El Departamento de Mantenimiento tiene definida las rutinas de inspección (mediante formularios) para las tareas de mantenimiento de las instalaciones y los equipos. Estas se llevan a cabo con una frecuencia diaria, semanal, mensual y anual, realizándose tanto de noche como de día. Cuando se presentan eventos naturales (sismos, fuertes lluvias, lluvia con granizo o ráfagas fuertes de vientos), se realizan inspecciones adicionales (Aeris Holding Costa Rica S.A., 2016). A cada trabajador se le asignan tareas específicas por cada jornada y según la especialidad del técnico. De igual forma, cuando es pertinente realizar un mantenimiento complejo, el supervisor asigna a los técnicos necesarios para realizar el trabajo.

El proceso general consta de 3 partes: la localización de la incidencia, hacer el reporte y realizar el trabajo para solucionar el problema o la condición encontrada. Las situaciones son documentadas por medio de rondas de inspección, las que sirven como base para definir el trabajo que se deberá seguir o corregir, procurando que el equipo necesario funcione de manera adecuada; además, este proceso permite cumplir con lo indicado en la Regulación Aeronáutica Civil (RAC) 139 (Aeris Holding Costa Rica S.A, 2016). Es importante aclarar que, debido a la variedad de las tareas de mantenimiento, el proceso específico de cada actividad depende de la naturaleza de esta; por tal razón, se presenta el proceso general que posee la organización, ver figura 2.

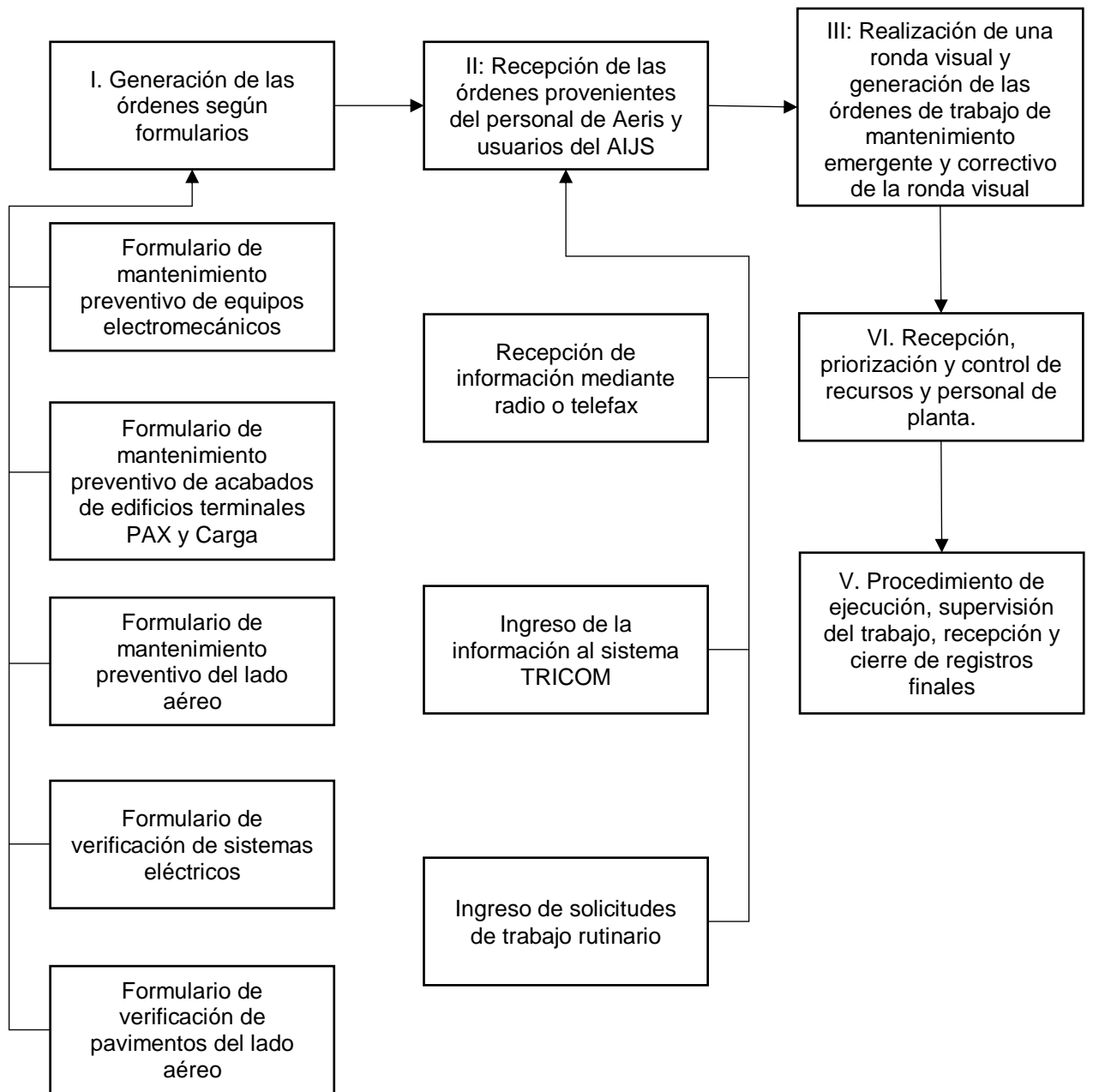


Figura 2. Proceso productivo

Fuente: Aeris Holding Costa Rica S.A., 2016.



## B. Planteamiento del problema

El área de mantenimiento de Aeris manipula sistemas que, por su funcionamiento, tienen el potencial de liberar energías de manera inesperada, propiciando la exposición del personal a posibles lesiones. Mediante la lista de control de actividades ejecutadas por el Departamento de Mantenimiento, en el período previo a la realización de este proyecto, se determinó que el 34% de las labores involucran un contacto inevitable con los puntos de operación de máquinas y sistemas, ya sea de forma directa como indirecta.

Aunado a esto, las características de las máquinas y de los procesos de trabajo presentan condiciones con facilidades para que trabajadores del mismo departamento, pero no involucrados en las labores, se encuentren durante el cierre de una orden de mantenimiento y tengan acceso a manipular los interruptores de fuentes de energía. De tal forma, se dificulta el control total del equipo o sistema por parte del técnico(s) involucrado(s) en la labor. Dadas estas condiciones, la ausencia de procedimientos para aplicar controles de energía puede causar lesiones y pérdidas tanto humanas como materiales.

## C. Justificación

Las tareas de mantenimiento en máquinas, aparatos o instalaciones se encuentran ligadas a accidentes producto de la liberación inesperada de energía, donde las reparaciones en circuitos eléctricos, arreglos, limpieza y engrase de máquinas, liberación de mecanismos atascados, reparaciones en tuberías con líquidos o gases son las labores principales que ocasionan estos tipos de accidentes (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2009). Como efecto, los trabajadores sufren electrocuciones, quemaduras, atrapamientos, fracturas, amputaciones, golpes, desmembramientos e inclusive la muerte (Bulzacchelli, Vernick, Sorock, Webster, & Lees, 2008; NIOSH, 2011; García, 2013).

Debido a que las estadísticas de Salud Ocupacional de Costa Rica, realizadas por el Consejo de Salud Ocupacional en el 2015, no indican cuáles accidentes fueron ocasionados por energías peligrosas, se hará referencia a las estadísticas de Colombia, lo que permite obtener información tropicalizada. Para el 2016, en este país suramericano, se registraron 59 638 accidentes mortales, donde en el 10% de los fallecimientos se determinó como causa principal el atrapamiento por máquinas en movimiento en industrias que no habían implementado procesos para el control de energías peligrosas al momento de realizar intervenciones programadas o atenciones de fallos inesperados en los equipos (Forero, 2016).

Ahora bien, en Estados Unidos, el Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH por sus siglas en inglés) estudió, desde 1982 hasta el 2006, 185 muertes relacionadas con trabajos de mantenimiento; 142 de estos accidentes fueron causados por el manejo incorrecto de las energías de las máquinas, mientras que 31 accidentes se debieron a la falta de bloqueo y etiquetado de los aparatos de control de la energía y los puntos de aislamiento luego de la desenergización (NIOSH, 2011). En este mismo país, la *United Automobile Workers* (UAW por sus siglas en inglés) reportó que en los últimos 30 meses seis de sus miembros perdieron la vida por el incumplimiento de los procedimientos de bloqueo, etiquetado y fallas en las máquinas (UAW, 2017).

En cuanto a las condiciones durante la ejecución de mantenimientos en el AIJS se debe tomar en cuenta que la magnitud de las energías, el no tener el control total de la máquina, las características de las máquinas, la cantidad de equipos, la frecuencia y el tipo de mantenimiento requerido (preventivo o correctivo) son aspectos que facilitan una probable liberación de energías, aumentando la posibilidad de materialización de un accidente laboral y de alguna de las lesiones mencionadas anteriormente.

Dependiendo de la ubicación y gravedad del evento por causa de la energía no controlada, se podría ver afectada la operación en el aeropuerto; por ende, la satisfacción de los usuarios respecto a la calidad del servicio. El Departamento de Calidad de Aeris indica que el AIJS tiene una calificación de 4.09 de 5, obteniendo la posición 186 de 303 aeropuertos pertenecientes a Airport Council International [ACI] (Aeris Holging Costa Rica S.A, 2017c). Esta mide el nivel de satisfacción que tienen los pasajeros al hacer uso del aeropuerto, dicha calificación tiene valor de peso para mantener la certificación ISO 9001:2000 o sus actualizaciones, siendo una obligación contractual. Dado que el personal de mantenimiento influye de manera directa o indirecta en las operaciones, y según la gravedad y prioridad en la cadena de operación del mantenimiento, se puede ver afectada la calificación y la certificación; por ende, faltar al Contrato de la Gestión Interesa (Aeris Holging Costa Rica S.A, 2017c).

Ahora bien, desde el punto de vista de la legislación nacional, se encuentra el Reglamento General de Seguridad e Higiene de Trabajo, donde resaltan los siguientes tres artículos: el artículo 1 establece que obligatoriamente las condiciones de los centros de trabajo deben proteger la vida, la salud, la integridad corporal y la moralidad de los trabajadores, en lo relativo a las protecciones en las máquinas, operaciones y procesos de trabajo.

El artículo 3 (d) establece que todo patrono debe adoptar y poner en práctica medidas de seguridad para proteger a los empleados en lo referente a operaciones y procesos de trabajo; por último, el artículo 4 (b) indica el deber del patrono respecto a la promoción de capacitaciones referentes a temas de seguridad laboral (Decreto 11429, 1980).

Como parte de esta justificación, resulta oportuno rescatar que Aeris, como medida de prevención, quiso implementar en las labores de mantenimiento dispositivos de bloqueo, razón por la cual se realizó una inversión de capital por un monto aproximado de ₡1 258 033 en dispositivos mecánicos para el bloqueo de interruptores y fuentes de poder. Este equipo se encuentra en desuso, debido a la falta de claridad en la forma correcta de su aplicación y funcionamiento.

Por todas las razones expuestas, el presente proyecto vendría a sumar en la mejora continua del Sistema Integrado de Gestión de Ambiente, seguridad y salud en el trabajo de Aeris. Asimismo, previene accidentes relacionados con el tema, mejora el servicio brindado; por ende, contribuye a mantener la certificación ISO 9001:2000 (o sus actualizaciones), cumple con lo estipulado en los artículos 1, 3 (d) y 4 (b) del Reglamento General de Seguridad e Higiene de Trabajo y permite aprovechar los dispositivos de bloqueo que se encuentran en bodega.

## D. Objetivos

### Objetivo general

- Proponer un programa de control de energías peligrosas para prevenir accidentes laborales por el contacto con los puntos de operación de las máquinas y sistemas durante los mantenimientos, bajo la responsabilidad del Departamento de Mantenimiento de Aeris Holding Costa Rica en el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría.

### Objetivos específicos

- Identificar las magnitudes y tipos de energías en los sistemas y las máquinas, así como las condiciones que favorecen la liberación inesperada de las energías durante las labores de mantenimiento realizadas por el Departamento de Mantenimiento de Aeris Holding Costa Rica S.A.

- Evaluar el proceso de bloqueo y/o etiquetado en los sistemas y en las máquinas que involucran la presencia de energías durante las labores de mantenimiento realizadas por el Departamento de Mantenimiento de Aeris Holding Costa Rica S.A, bajo la norma OSHA 29 CFR 1910.147.
- Desarrollar la propuesta del programa de control de energías peligrosas para prevenir accidentes labores por el contacto con los puntos de operación.

## E. Alcances y limitaciones

### 1. Alcance

En la presente propuesta se desarrollaran procedimiento de bloqueo y/o etiquetados acorde a las necesidades de la empresa y considerando la cantidad de personas involucradas en las tareas de mantenimiento, cambio de turno o retiro especial y abarcando la energía eléctrica, mecánica e hidráulica, ya sea para los mantenimientos preventivos o correctivos realizado por el Departamento de Mantenimiento de Aeris en el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría.

A su vez, incluirá los temas y las actividades para las capacitaciones, permitiendo que los empleados se formen en la materia de control de energías peligrosas. Asimismo, se incorporará la frecuencia y las herramientas de las inspecciones que permitan verificar la aplicación correcta de los procesos de bloqueo y/o etiquetado durante las labores de mantenimiento.

Dichas herramientas y procedimientos se concentrarán en la propuesta del programa para el control de energías peligrosas, este programa se enfoca en la prevención de accidentes por la liberación inesperada de energía, basado en la norma OSHA CFR 1940.147 y estará estructurado según lo establecido en la norma INTE 31-

09-09:2016 *“Requisitos para la elaboración de programa de salud y seguridad en el trabajo”*.

Por último, se hace la siguiente aclaración basada en la norma OSHA 29 CFR 1910.147 *“Control de energías peligrosas bloqueo/etiquetado”*. Conforme al apartado 1910.174 (a) (2), la aplicación de esta norma es para toda industria que requiera llevar a cabo labores de mantenimiento en máquinas con el potencial de liberar energías de forma repentina y causar heridas o lesiones al personal, por lo tanto, todos los riesgos tienen el mismo nivel importancia y no es necesario hacer una priorización de riesgos. Sin embargo, sí se verificará que las labores sean de mantenimiento y deberán cumplir por lo menos con una de las siguientes características:

- Retiro de partes de la máquina que resulten en la exposición con el punto de operación.
- El empleado requiere introducir cualquier parte del cuerpo en contacto con el punto de operación o en la máquina.
- El trabajador requiere introducir cualquier parte del cuerpo en una zona de peligro relacionada con el ciclo de operación de la máquina.

## 2. Limitaciones

Se tomaron en cuenta aquellas actividades realizadas en el período del análisis actual de la empresa, la programación de tareas específicas o labores realizadas con poca frecuencia como lo son el mantenimiento de pasarelas de abordaje y escaleras eléctricas. Las luces de pista quedaron por fuera de la evaluación; sin embargo, se llevaron a cabo simulaciones, lo que representa posibles omisiones o adiciones en la recreación de los escenarios.

Por factores externos al Departamento de Mantenimiento, como lo fueron las construcciones del Bloque V y de la Terminal Doméstica, las labores programadas para el mes de setiembre se tuvieron que reprogramar para el mes de octubre, impidiendo realizar las evaluaciones para estas tareas. Además, el Departamento de Ingeniería tiene a cargo el mantenimiento de equipos específicos, los cuales involucran energías peligrosas, pero al no estar dentro del alcance del Departamento de Mantenimiento, estas no fueron evaluadas.

## II Marco teórico

La energía es la capacidad que tiene la materia de producir trabajo, tiene la característica de manifestarse en diferentes maneras y transformarse de una forma de energía en otra, dentro de un mismo sistema -por ejemplo, de energía eléctrica a energía mecánica- (Zandanel, 2016). Las fuentes de energía que alimentan la potencia de la máquina se denominan fuentes de energía primarias (eléctrica, hidráulica y mecánica), mientras que las energías que pueden permanecer almacenadas se denominan energías secundarias o residuales (Westcott Company, 1995); en general, estas energías tienen el potencial de lesionar a las personas y/o dañar las instalaciones (Henaó, 2014).

Se definen a las energías peligrosas como la energización inesperada o puesta en marcha de las máquinas y equipos, o bien, la liberación de energía almacenada, causantes de accidentes durante las operaciones de servicio y/o mantenimiento (NIOSH, 2011; OSHA, 2006). Bulzacchelli, Vernick, Sorock, Webster, & Lees (2008) señalan que los atrapamientos, electrocución y golpes (por o contra objetos) son las razones más comunes de lesiones por la liberación imprevista de energía, en donde al menos 58.8% de los accidentes, relacionados con el tema, se pudieron haber prevenido si el procedimiento de bloqueo y etiquetado se hubiera realizado.

Según la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA por sus siglas en inglés), citado por Rutherford County Government (2014), los procedimientos de bloqueo y etiquetado protegen 3.3 millones de trabajadores por año; el adecuado control de energías peligrosas previene cada año 120 muertes y 50 000 lesiones, además de disminuir los días de incapacidad, ya que gracias a una lesión provocada por la liberación de estas energías se pierden en promedio 24 días laborales dedicados únicamente a la recuperación (OSHA, 2002).



## Bloqueo y etiquetado

El bloqueo y etiquetado busca el control de las fuentes de energía para minimizar la exposición de los empleados a los diferentes peligros (NFPA, 2015). El control de energía peligrosa 29 CFR 1940.147 es aplicable en los trabajos de mantenimiento que requieran remover una parte del equipo que deje expuesto puntos de operación. O bien, cuando la persona necesite introducir cualquier parte del cuerpo dentro de la máquina y se ponga en contacto con los puntos de operación, o cuando sea necesario estar dentro de las zonas de peligro, ya que puede terminar en la liberación de energía o puesta en marcha del equipo (J.J. Keller & Associates, Inc, 2013). No obstante, dependiendo de la tarea por realizar, desenergizar el equipo no es factible.

Los trabajos energizados se pueden realizar siempre y cuando se verifique que los conductores eléctricos y parte de los de circuitos energizados operen a menos de 50 volts, y cuando el empleador demuestre la inviabilidad del trabajo de manera desenergizada debido al diseño del equipo o por limitaciones operativas, así lo establece la NFPA 70E (2015). En cuanto a los tipos de controles, estos dependen de la cantidad de personal involucrado en la actividad de mantenimiento.

Las tareas de servicios menores u operación regular no son cubiertas por la norma 29 CFR 1940.147; por ejemplo, los cambios de herramientas o ajustes antes de desechar la aplicabilidad de esta norma, para esto se debe verificar que las actividades sean de mantenimiento. Se define por operación normal a aquella que cumple con ser repetitiva, rutinaria e integral de manera simultánea. Si estos tres factores se cumplen, la empresa necesita una medida de seguridad laboral diferente al bloqueo y etiquetado que aseguren la protección efectiva del personal (J.J. Keller & Associates, Inc, 2013).

El procedimiento de bloqueo y etiquetado deberá estar compuesto por la documentación con la información específica para que el empleado autorizado conozca bien el proceso (alcance, propósito, normas y técnicas), la realización de inspecciones periódicas para asegurar el cumplimiento y la formación de los colaboradores que garantice el propósito y la función del programa de control de la energía, además de su comprensión(OSHA, 2006).

Asimismo, las formas de control se dividen en procedimientos simples -solo una persona se involucra en el trabajo- y complejos -dos o más trabajadores participan en la labor- (J.J. Keller & Associates, Inc, 2013). Esta norma posee la versatilidad que permite desarrollar un programa adecuado a las necesidades de cada empresa, siempre y cuando se cumpla con los aspectos técnicos (J.J. Keller & Associates, Inc, 2013).

### Programa de salud en el trabajo

Un programa es una herramienta para las organizaciones que les permite implementar un plan, que articula las diferentes estrategias, procedimientos, tácticas y proyectos, así lo define el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) (2016) Al ser un conjunto de actividades deben estar coordinadas en tiempo, cuyo objetivo es disminuir los riesgos laborales que puedan afectar la salud o a la propiedad (Arellano, Correa, & Doria, 2008).

La Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (2008) señala que los programas son parte fundamental de una organización porque mejoran la imagen y el prestigio de la empresa, su cumplimiento de compromisos de responsabilidad social corporativa, el aumento de la productividad de los trabajadores, la reducción de la posible exposición a procedimientos civiles o penales y los niveles de cooperación y estado de ánimo de los trabajadores.

Las etapas que engloban un programa de salud y seguridad en el trabajo, según la INTE 31-09-09:2016, poseen ciertos requisitos:

- Participación de las personas trabajadoras.
- Prevención y control de riesgos.
- Capacitación y formación.
- Programa de evaluación y mejora.
- Control de cambios.

Por lo tanto, las medidas que se proponen en el programa para el control de energías peligrosas se podrán integrar en un programa de salud y seguridad en el trabajo.

### III Metodología

#### A. Tipo de investigación

El presente proyecto corresponde a una investigación de tipo aplicada, ya que tiene el propósito de mejorar una situación específica en la empresa (Cordero, 2009). Además, el tipo de estudio es descriptivo, debido a que busca especificar las características de los eventos mediante la evaluación y recolección de datos sobre las diferentes variables (Hernández, Fernández , & Baptista, 2006)

#### B. Fuentes de información

La información utilizada para el desarrollo del proyecto consideró las fuentes primarias, secundarias y terciarias, las cuales se mencionan a continuación:

##### Fuentes primarias

- Decreto  
Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Manual de la empresa  
Manual de Operaciones de Aeropuerto, vol. 12. Programa de Mantenimiento.
- Norma internacional  
OSHA 29 CFR 1910.147. Control de energías peligrosas (bloqueo/etiquetado).
- Norma nacional  
INTE 31-09-09:2016. Requisitos para la elaboración de programa de salud y seguridad en el trabajo.

##### Fuentes secundarias

- Repositorio del Instituto Tecnológico de Costa Rica.  
Proyectos de graduación de la Escuela de Ingeniería de Seguridad Laboral e Higiene Ambiental y de la Escuela de Ingeniería en Mantenimiento Industrial.

## Fuentes terciarias

- Páginas web, sitios oficiales de:
  - Aeris Holding Costa Rica S.A.
  - NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health.
  - OSHA: Occupational Safety and Health Administration.
  - Rutherford County Tennessee
  - United Automobile Workers

## C. Población y muestra

La población es representada por la totalidad de tareas contabilizadas en el período previo a la realización del proyecto, las cuales se relacionaron con tareas de mantenimiento en las máquinas y sistemas que forman parte del presente documento. Estas representan un 34%, es decir 199 labores ejecutadas por el Departamento de Mantenimiento, mismo dato mencionado en la en el planteamiento del problema. El tamaño de la muestra para la evaluación de los procesos de bloqueo y/o etiquetado se tomó a conveniencia, esto para llevar a cabo el análisis y evitar la obtención de información repetitiva, por lo que la muestra equivale al 21% (42 evaluaciones) de la población contabilizada.

#### D. Operacionalización de variables

- Objetivo 1. Identificar las magnitudes y tipos de energía en los sistemas y las máquinas, así como las condiciones que favorecen la liberación inesperada de las energías durante las labores de mantenimiento realizadas por el Departamento de Mantenimiento de Aeris Holding Costa Rica S.A.

Cuadro 2. Operacionalización de variables del primer objetivo específico

Variable	Concepto	Indicadores	Herramientas/instrumentos
Magnitud	Valor asociado a una propiedad física medible y se le asigna una unidad de medida correspondiente al tipo de energía.	-Magnitudes de los equipos eléctricos. -Magnitudes de los equipos hidráulicos.	- Lista de identificación de la fuente de energía basada en OSHA 29 CFR 1910.147 de la NFFS.
Energías	Capacidad de la materia de producir trabajo en distintas formas (eléctrica, mecánica, hidráulica, entre otras). Sin embargo, para este proyecto se entiende por energía a la liberación inesperada de la misma y posee la capacidad de lesionar o herir al personal.	-Cantidad de agrupaciones de máquinas que utilizan un mismo tipo de energía.	
Sistemas	Conjunto de tuberías concatenadas, con diseño ingenieril que permiten la movilidad de fluidos desde un punto a otro.	-Cantidad de sistemas.	- Matriz de recolección de datos de los sistemas y máquinas.

Variable	Concepto	Indicadores	Herramientas/instrumentos
Máquinas	Conjunto de partes combinadas para recibir cierta forma de energía y transformarla en otra requerida, o bien, para producir un efecto específico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cantidad de bandas.</li> <li>-Cantidad de elevadores.</li> <li>-Cantidad de torres de enfriamiento.</li> <li>-Cantidad de chillers.</li> <li>-Cantidad de unidades de aire acondicionado.</li> <li>-Cantidad de rótulos de pista.</li> <li>-Cantidad de escaleras eléctricas.</li> <li>- Cantidad de torres de aproximación.</li> <li>- Cantidad de luces de pista.</li> <li>-Cantidad de reguladores eléctricos.</li> <li>Cantidad de tableros eléctricos.</li> </ul>	
Condiciones	Circunstancias existentes en las instalaciones, las cuales pueden ser favorables o contrarias, relacionadas entre sí y también posibilitan los trabajos en las diferentes máquinas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cantidad de factores influyentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagrama de afinidad.</li> <li>- Diagrama de relaciones.</li> </ul>

Fuente: Escobar, A. 2017.

- Objetivo 2. Evaluar el proceso de bloqueo y/o etiquetado en los sistemas y en las máquinas que involucran la presencia de energías durante las labores de mantenimiento realizadas por el Departamento de Mantenimiento de Aeris Holding Costa Rica S.A bajo la norma OSHA 29 CFR 1910.147.

Cuadro 3. Operacionalización de variables del segundo objetivo específico

Variable	Concepto	Indicadores	Herramientas/instrumentos
Proceso de bloqueo y etiquetado	Método de prevención, compuesto por una serie de pasos diseñados para evitar lesiones en los trabajadores. Estas pueden ser ocasionadas por la activación accidental o la liberación acumulada de energía en máquinas o en sistemas.	-Porcentaje de cumplimiento.	- Lista de verificación basada en el procedimiento de bloqueo y etiquetado de la norma OSHA (29 CFR 1910.147.)  - Gráfico de barras.
Labores de mantenimiento	Conjunto de fases consecutivas que buscan maximizar las funciones de los sistemas y máquinas, con el objetivo de asegurar el funcionamiento continuo de los servicios y operaciones en la empresa.	- Cantidad de tareas realizadas por agrupaciones de máquinas.	- Diagrama de Pareto.

Fuente: Escobar, A. 2017.



- Objetivo 3. Desarrollar la propuesta del programa de control de energías peligrosas para prevenir accidentes laborales por el contacto con los puntos de operación.

Cuadro 4. Operacionalización de variables del tercer objetivo específico

Variable	Concepto	Indicadores	Herramientas/instrumentos
Programa	Herramienta que incorpora estrategias y procedimientos coordinados entre sí que permite prevenir los accidentes laborales.	-Cantidad de objetivos. -Cantidad de metas. -Cantidad de responsables. -Número de los registros y evidencias para la verificación del procedimiento.	-INTE 31-09-09:2016. Requisitos para la elaboración de programa de salud y seguridad en el trabajo.
		- Cantidad de componentes de la norma OSHA incorporados en el proyecto. -Número de etiquetas e implementos de bloqueo. -Número de medidas de control. -Cantidad de temas para las capacitaciones.	- OSHA 29 CFR 1910.147. Control de energías peligrosas (bloqueo/etiquetado)

Fuente: Escobar, A. 2017.

## E. Descripción de instrumentos de investigación

### Diagrama de afinidad

Herramienta utilizada cuando se dispone de información desorganizada y proveniente de distintas fuentes, pero que forman parte de un mismo problema, siendo útil en situaciones complejas y difíciles de entender (Maldonado, 2011). La facilidad de usar esta herramienta radica en la permisión de clasificar los diferentes factores en grupos que sintetizan en pocos rubros el número de aspectos identificados y que resaltan la afinidad existente entre ellos (Lopez, 2016; Fleitman, 2007).

### Diagrama de Pareto

Método de análisis que permite visualizar y discriminar entre las causas más importantes y las menos significativas (Lopez, 2016), aun así se debe analizar si la causa mayor es la más importante ( Marcelino & Ramírez, 2014). El diagrama de Pareto muestra con claridad el impacto que tienen las causas sobre el problema y su interpretación se basa en la regla 80-20; es decir, al concentrar los esfuerzos en la resolución del 20% de las causas que generan el problema, este se resuelve en un 80% ( Marcelino & Ramírez, 2014).

### Diagrama de relaciones

Usualmente es utilizado después del diagrama de afinidad porque tiene como objetivo establecer las relaciones existentes en los aspectos identificados, lo que permite una visión en conjunto del problema, una estructura más robusta y da lógica al análisis; además, ayuda a comprender cuáles son los factores que dan origen al problema (Lopez, 2016). Miranda, Chamorro, & Rubio (2007) establecen en el libro "*Introducción a la gestión de la calidad*" que esta herramienta explora e identifica las relaciones causales en:

- Efectos principales: factores donde predominan las flechas entrantes.
- Conductores claves: elementos con igual número de flechas entrantes que salientes.
- Causas claves: factores con mayor cantidad de flechas salientes que flechas entrantes.

### Gráfico de columnas

El gráfico de columnas es un conjunto de barras verticales agrupadas por categorías. Se utilizan para mostrar los cambios que se producen en los datos y facilita distinguir las comparaciones entre los grupos (Microsoft, 2008), donde la altura de cada columna es proporcional al tamaño de esa variable (TIBCO Software Inc, 2014).

### Listas de verificación

Son documentos que incluyen anotaciones claves para llevar a cabo una inspección, valoración, evaluación o auditoría. La generación de una lista de verificación puede elaborarse como un cuestionario o como un formulario; el uso de esta herramienta debe de ser fácil, objetiva y simple (Organización Panamericana de la Salud, 2016).

La primera lista de verificación permitió identificar los tipos de energías existentes en los equipos, la cual fue tomada del NFFS de la página oficial de OSHA ver anexo 1 (guía de identificación de energías de NFFS). La segunda lista de verificación se realizó con base en la norma OSHA 29 CFR 1910.147 (apéndice1, lista de verificación basado en OSHA 29 CFR 1910.147), permitiendo obtener el porcentaje de cumplimiento de la norma en función de los pasos realizados durante las labores de mantenimiento.

## Matriz de recolección de datos

Son herramientas de trabajo que buscan sintetizar la información, facilitando la observación de los datos (Chávez, 2008). Permite censar todos los datos y se pueden acomodar según las necesidades del investigador; además, poseen la ventaja de que permiten concretar la búsqueda con temas precisos (Beaudoux, Douxchamps, de Crombrughe, Gueneau, & Nieuwreerk, 1992).

### F. Plan de análisis

Objetivo 1. Identificar los sistemas, las máquinas y las condiciones que favorecen la liberación inesperada de las energías durante las labores de mantenimiento realizadas por el Departamento de Mantenimiento de Aeris Holding Costa Rica S.A.

El desarrollo del presente objetivo se inició con la lectura de los manuales de los diferentes equipos, dando pie al inicio del levantamiento de los datos de equipos. Con los documentos de la empresa, se logró identificar la clasificación de cada subgrupo asignado por el Departamento de Mantenimiento y la cantidad de los equipos existen en el AIJS.

La aplicación en campo de la lista de verificación de identificación de energías proporcionó información acerca de las diferentes energías utilizadas por los equipos. Además, la observación del funcionamiento de las mismas permitió verificar los datos obtenidos de los manuales. Mediante las visitas de campo, se identificaron los factores que facilitan la exposición del personal a la liberación de energía inesperada.

Una vez con los datos recolectados, se procedió a identificar las energías presentes en las máquinas y en los sistemas; además, se agruparon los factores afines. Posteriormente, se realizó el análisis aplicando el diagrama de relaciones, lo que permitió establecer y aclarar cuáles son los aspectos que favorecen una posible liberación de energía durante los mantenimientos.

Objetivo 2. Evaluar el proceso de bloqueo y/o etiquetado en los sistemas y en las máquinas que involucran la presencia de energías durante las labores de mantenimiento realizadas por el Departamento de Mantenimiento de Aeris Holding Costa Rica S.A.

Con el documento oficial de los trabajos de mantenimiento llevados a cabo en los equipos y sistemas (bajo la responsabilidad del Departamento Mantenimiento), se pudo obtener la frecuencia de las labores realizadas por clasificación de equipos, dando paso al desarrollo del diagrama de Pareto.

Como parte del desarrollo del segundo objetivo, se aplicó en cada actividad la lista de verificación basada en OSHA 29 CFR 1910.147, que contiene los aspectos generales de todo procedimiento de bloqueo y etiquetado, lo que proporcionó el nivel de cumplimiento en cada una de las etapas (antes, durante, después). Esto con el fin de detectar los factores presentes durante los trabajos los que requieren ser reforzados, para favorecer la observación de estos resultados, se procedió a graficarlos.

Se mantuvo el método de análisis de los porcentajes de cumplimiento para las tareas, a las cuales se les aplicaron los apartados de los requerimientos especiales y la liberación de energías acumuladas (dichas secciones forman parte de la lista de verificación basada en OSHA 29 CFR 1910.147). Bajo lo establecido en la norma mencionada, se documentaron aspectos de suma importancia como lo son la cantidad de personas en cada actividad, si las tareas realizadas poseen simultáneamente repetitividad y si la labor es rutinaria e integral porque, como se mencionó en el marco teórico, si se cumple con estos factores, se debe aplicar otras medidas preventivas.

Objetivo 3. Desarrollar la propuesta del programa de control de energías peligrosas para prevenir accidentes laborales por el contacto con los puntos de operación.

De la revisión de la norma de OSHA del control de energías peligrosas se obtendrán los requisitos para capacitaciones, recapitaciones, frecuencias de inspección, procedimientos para trabajos simples y complejos. La norma INTE 31-09-09:2016 proporcionará los elementos que llevará la propuesta. Por último, la finalidad de la revisión de las normas es proponer un programa que sea integral. La relación de las herramientas se aprecia en la figura 3.

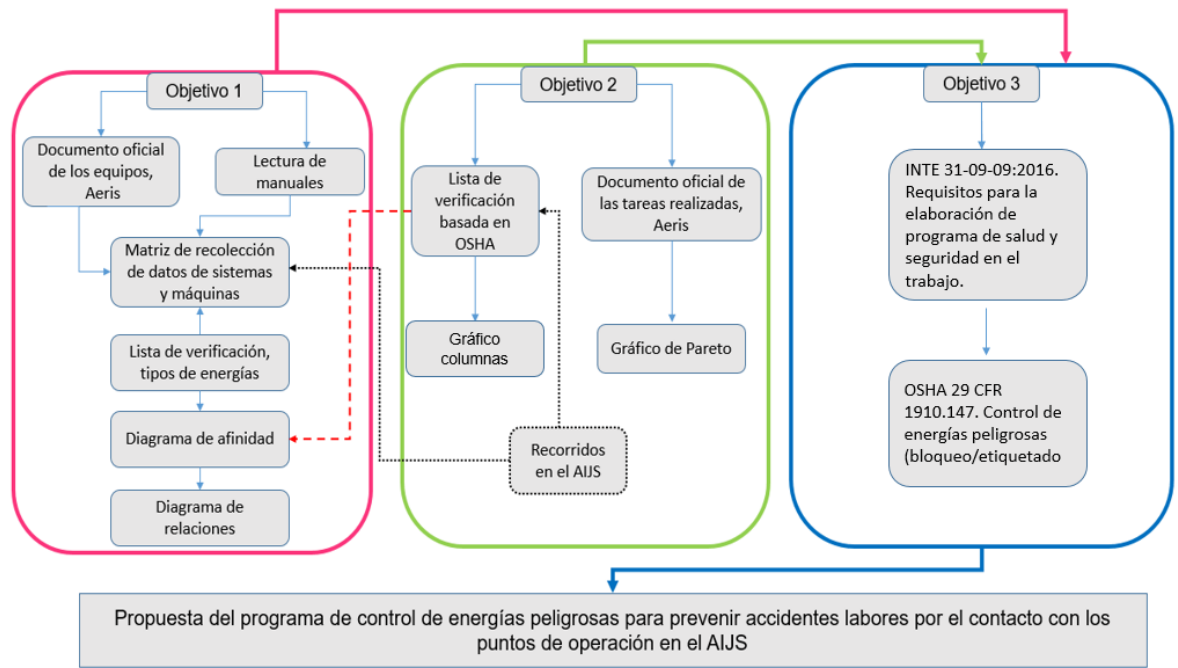


Figura 3. Plan de análisis

Fuente: Escobar, A. 2017.

#### IV. Análisis de la situación actual

##### 1. Identificación de los sistemas, máquinas y condiciones que favorecen la liberación de energías

###### 1.1 Sistemas y equipos

Durante el tiempo destinado al análisis de la empresa, se llevaron a cabo recorridos en el AIJS y el acceso al listado de equipos del AIJS permitió realizar la agrupación de las máquinas y sistemas en 7 grupos (cuadro 5).

Cuadro 5. Agrupación de máquinas y sistemas

Nombre de la agrupación	Nombre de las máquinas
Iluminación del lado aéreo	Luces de pista Rótulos de pista Torres ALS
Unidades de aire acondicionado	Manejadoras Paquetes Splits
Sistemas hidráulicos	Sistema de agua potable Sistema contra incendios
Traslados de pasajeros	Escaleras eléctricas Ascensores Bandas transportadoras Puentes de abordajes
Eléctricos	Reguladores eléctricos Generadores Tableros eléctricos
Torres de enfriamiento	Torres de enfriamiento
Chillers	Chillers

Fuente: Escobar, A. 2017.



Para una mejor observación de cantidad de máquinas pertenecientes a este proyecto, se presenta el apéndice 2, para un total de 351 máquinas más 200 tableros eléctricos. Respecto a los sistemas hidráulicos, el apéndice 2 muestra las bombas que permiten el funcionamiento de estos sistemas, pero se hace la aclaración que son 2 sistemas (agua potable y contra incendio) los que forman parte de la propuesta.

Debido a la variedad de equipos instalados en el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría y a que algunos de ellos son de uso exclusivos para aeropuertos, se mostrará en el apéndice 3 las fotografías de las máquinas, con la finalidad de orientar al lector y facilitar la comprensión del proyecto.

## 1.2 Tipos de energías en los equipos

Teniendo en cuenta que las funciones y características de los equipos son diferentes, resulta propicio realizar la identificación de las energías presentes en cada agrupación (figura 4). Tanto la lectura de los manuales como la observación de la máquina en marcha y durante la realización de los mantenimientos, fueron primordiales para llevar a cabo este punto.

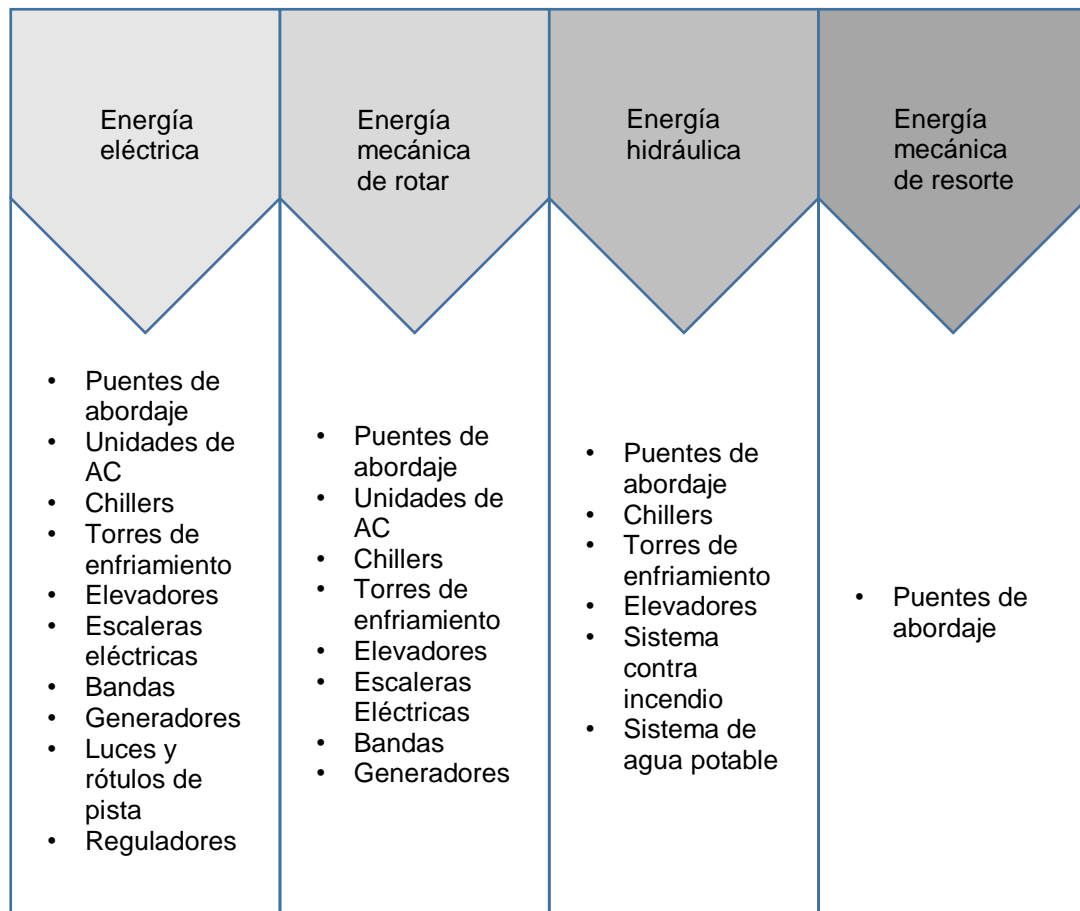


Figura 4. Tipos de energías presentes en los equipos y sistemas

Fuente: Escobar, A. 2017.

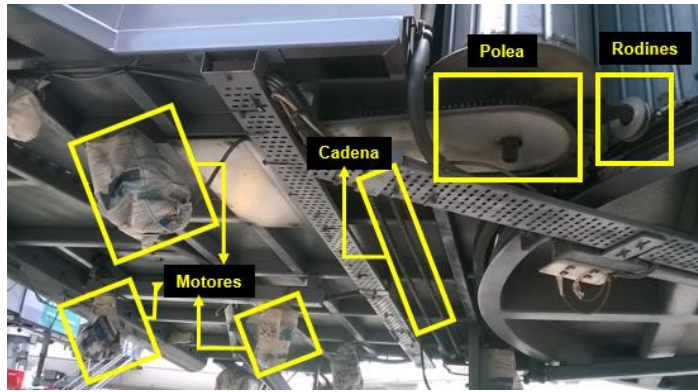
Con los grupos de los equipos y sistemas definidos, es necesario especificar los voltajes y presiones de las máquinas y sistemas, así como los componentes que trabajan con energía mecánica. Dichos datos son parte primordial para compararlos con los máximos permitidos por la norma e identificar si es necesario bloquear y/o etiquetar durante las tareas. En primera instancia, se encuentran las magnitudes de la energía eléctrica y de la energía hidráulica utilizadas en los equipos y sistemas, ver cuadro 6. Se debe agregar que ningún equipo eléctrico posee capacitores.

Cuadro 6. Magnitudes de las energías en los equipos que emplean energía eléctrica e hidráulica

Nombre del grupo	Magnitudes	
	Energía eléctrica	Energía hidráulica
Puentes	480 V	(72-290) psi
Torres de ALS	2400V y 208V	-
Luces de pista	2400V	-
Rótulos de pista	38V	
Unidades de AC	480 V	-
Chillers	480 V	25 psi
Torres de enfriamiento	480 V	70psi
Elevadores	480 V	(522-652) psi
Escaleras	480 V	-
Bandas	480 V	-
Generadores	(75-1562.5) kVA.	-
Reguladores	Eleva la potencia hasta 20kW	-
Tableros eléctricos	480/277V	-
Sist. contra incendio	-	210 psi
Sist. Agua potable	-	55-65 psi
Límite de presión 30 psi	Norma Osha 29 CFR 1910.242	
Límite de trabajos energizados menor a 50 V	Norma NFPA 70E	

Fuente: Escobar, A. 2017.

La energía mecánica presente en ocho de las agrupaciones (ver figura 4) está compuesta por piezas tales como poleas, cadenas, rodillos, rodines, ventiladores, paletas, ruedas dentadas, piñones de barril, motores, correas, compresores, plataformas y bombas para una mejor ejemplificación se presenta la figura 5. En el caso particular de las pasarelas de abordaje se debe de tener presente que cada puente cuenta con un resorte dentro de la estructura.



Puente de abordaje



Banda transportadora

Figura 5. Partes mecánicas en los puentes de abordaje y en las bandas transportadoras

Fuente: Escobar, A. 2017.

### 1.3 Condiciones influyentes

Dado que la exposición a las energías se liga y depende tanto de la máquina o sistema en mantenimiento como del proceso de trabajo, fue necesario definir el procedimiento general para estas tareas. En los recorridos mencionados al inicio de esta sección, se logró diagramar los pasos principales para ejecutar labores de mantenimiento (ver la figura 6).

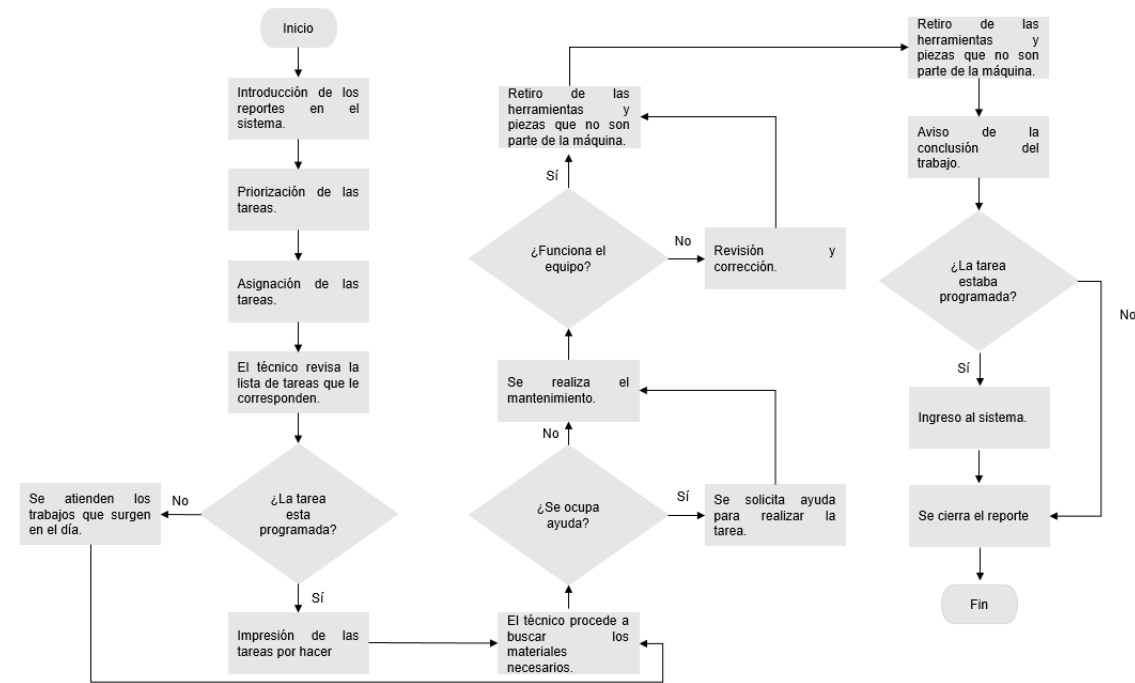


Figura 6. Diagrama de flujo del proceso general de mantenimiento de los equipos y sistemas del AIJS

Fuente: Escobar, A. 2017.

Como se pudo observar, la figura 6 deja en evidencia que no hay procedimientos para bloqueos/etiquetados. Sin embargo, una vez con el proceso general definido, se facilita la identificación y organización de los factores contribuyentes a la liberación inesperada de energía.

Dada la presencia de múltiples elementos facilitadores de una liberación inesperada de energía, que se pueden percibir como aislados; sin embargo, son condiciones que se relacionan entre sí, aunque pertenezcan a diferentes categorías. Para lograr la visualización de estos componentes en un mismo problema, en primera instancia, se elaboró un diagrama de afinidad (ver cuadro 7) permitiendo clasificar las causas según la similitud con alguno de los grupos.

Cuadro 7. Diagrama de afinidad de los factores influyentes en una posible liberación de energía

Nombre del grupo	Factores	Cantidad de factores
Máquinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones de las máquinas.</li> <li>• Máquinas complejas.</li> <li>• Ubicación de los equipos.</li> <li>• Ubicación de los paneles de control de los equipos.</li> </ul>	4
Usuarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mal uso de los equipos.</li> </ul>	1
Labores de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento correctivo.</li> <li>• Mantenimiento preventivo.</li> <li>• Cantidad de personas en la misma actividad.</li> <li>• Se necesita mantener el equipo con energía para verificar el funcionamiento.</li> <li>• Realización de mantenimientos en espacios restringidos.</li> <li>• Falso control sobre las máquinas.</li> </ul>	6
Comunicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación radial.</li> <li>• Descarga de la batería del radio.</li> <li>• La no comunicación entre el usuario del equipo y el técnico.</li> </ul>	3

Fuente: Escobar, A. 2017.

Seguidamente y mediante el diagrama de relaciones (figura 7) se entrelazan los factores identificados en el cuadro 7, con el problema de este proyecto.

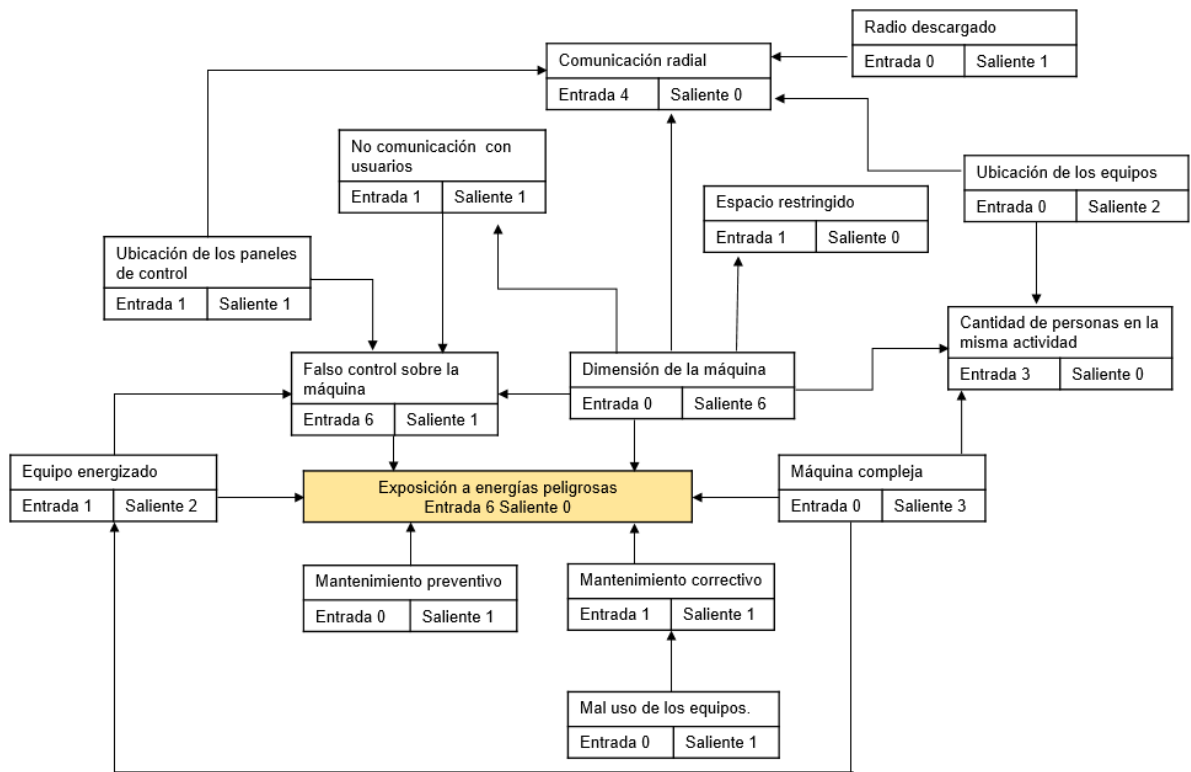


Figura 7. Diagrama de relaciones de los factores influyentes en una posible liberación de energía

Fuente: Escobar, A. 2017.

Los resultados del diagrama de relaciones se sintetizan en el cuadro 8, pero en el resumen se afirma que las causas primordiales del problema se presentan por la complejidad de las máquinas, las dimensiones y ubicaciones de los equipos (ver apéndice 4 y el apéndice 5) que a su vez se reflejan en los efectos principales:

- La cantidad de personas involucradas en una misma tarea.
- Los técnicos no poseen el control absoluto de las botoneras o paneles de control.
- La comunicación entre compañeros mediante radios.

Cuadro 8. Resultados del diagrama de relaciones

Factor	Cantidad de entradas	Cantidad de salidas	Causa/efecto
Dimensiones de la máquina	0	6	Causa principal
Máquinas complejas	0	3	Causa principal
Ubicación de los equipos	0	3	Causa principal
Ubicación de los paneles de control de los equipos	1	1	Elemento clave
Mal uso de los equipos	0	1	Causa
Mantenimiento correctivo	1	1	Elemento clave
Mantenimiento preventivo	0	1	Causa
Cantidad de personas en la misma actividad	3	0	Efecto final
Se necesita mantener el equipo con energía para verificar el funcionamiento	1	2	Causa
Realización de mantenimientos en espacios restringidos	1	0	Efecto
Falso control sobre las máquinas	6	1	Efecto final
Comunicación radial	4	0	Efecto final
Descarga de la batería del radio	0	1	Causa
La no comunicación entre el usuario del equipo y el técnico	1	1	Elemento clave

Fuente: Escobar. A. 2017.



## 2. Verificación del cumplimiento de los procesos de trabajo, basado en OSHA 29 CFR 1910.147, control de energías peligrosas (bloqueo/etiquetado)

Las frecuencias de los trabajos de mantenimiento en los equipos y sistemas (anteriormente agrupados) dependen de motivos como el uso de los operadores, cantidad de operaciones (temporada alta o baja), condiciones climáticas, trabajos programados y no programados, así lo demuestra el registro de actividades del Departamento de Mantenimiento, donde la cantidad de reportes atendidos por cada grupo se presentan en el diagrama del Pareto (gráfico 1), considerando que la mayoría de los trabajos pertenecen a mantenimientos de tipo correctivo.

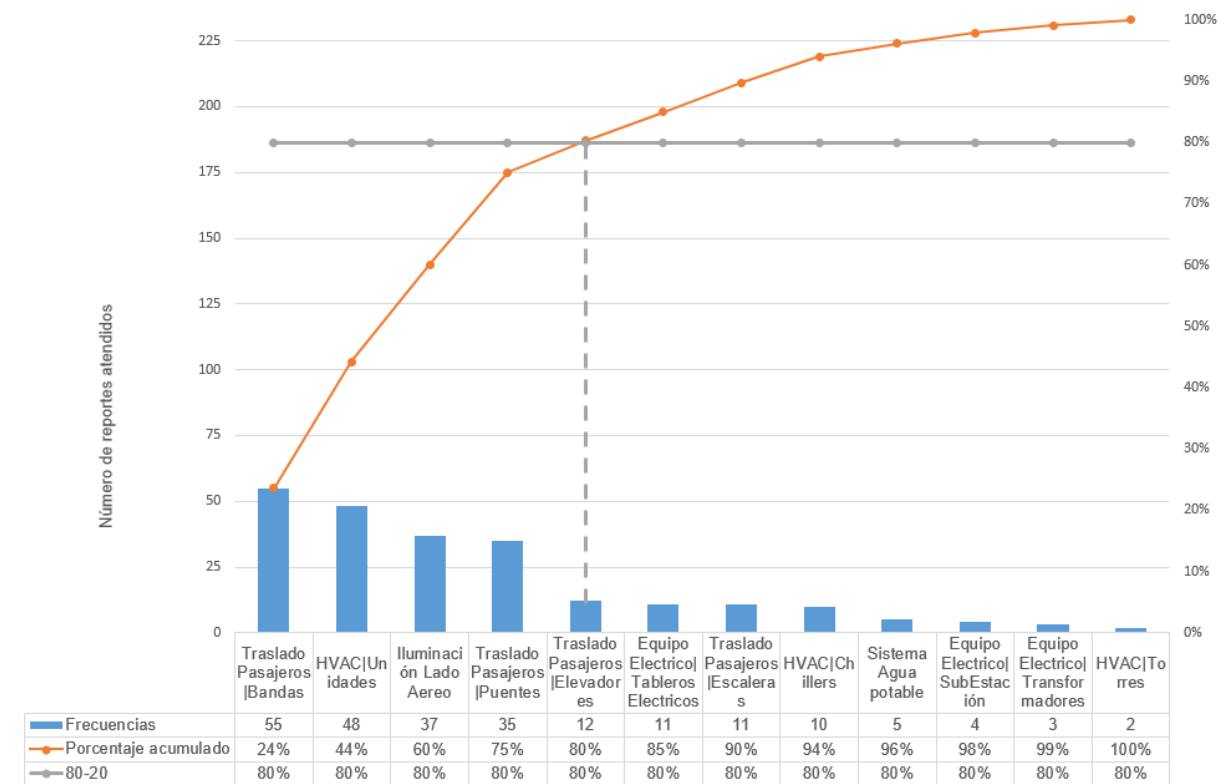


Gráfico 1. Porcentajes de trabajos atendidos por grupo de equipos

Fuente: Escobar, A. 2017.

El gráfico anterior muestra que si se atienden los grupos de las bandas transportadoras, las unidades de aire acondicionado, iluminación del lado aéreo, pasarelas de abordaje y los ascensores, que son los conjuntos con mayores reportes de averías, se reduciría en un 80% las exposiciones a posibles liberaciones de energía de forma inesperada.

Las frecuencias de los reportes se ligan directamente con las tareas de mantenimiento, situación puesta de manifiesto al relacionar los resultados de las condiciones influyentes con las frecuencias de los trabajos; por ejemplo, las bandas transportadoras de maletas y los puentes de abordaje (máquinas que se presentan dentro del 20% de las máquinas con mayores reportes de averías) son operados por personal de diferentes empresas y al momento de la realización del reporte se debe especificar el tipo de avería, permitiendo verificar que la mayoría de reportes en estos dos equipos se debe al mal uso de las máquinas.

## 2.1 Evaluación de los procesos

Como se mencionó, actualmente la empresa no cuenta con procesos de bloqueo y/o etiquetado; sin embargo, la evaluación del proceso se realizó con la finalidad de conocer cuál es el nivel de cumplimiento e identificar los temas que requieren ser mayormente reforzados. Antes de iniciar con la evaluación de los procesos, vale la pena rescatar que la lista de verificación considera los aspectos generales de todo procedimiento de bloqueo y etiquetado que incluye:

- Preparación para el apagado.
- El apagado de la máquina.
- Aislamiento del equipo.
- Colocación del dispositivo de bloqueo o etiquetado.
- Energía almacenada.
- Retiro de los dispositivos de bloqueo o etiquetado.
- Requerimientos especiales cuando es necesario realizar pruebas con el equipo.

Se hace la aclaración que los puntos de energía almacenada y los requerimientos especiales de la lista de verificación no eran aplicables en todas las tareas evaluadas, pero conforme se desarrolle esta sección se hará hincapié en las actividades en las que sí aplicaron estos apartados. Además, se consideraron aspectos como la cantidad de personas por tareas y la verificación de que las tareas realizadas tuvieron características de labores de mantenimiento.

Los resultados de la aplicación de las evaluaciones se plasman en el cuadro 9, donde la mayoría de incumplimientos se encuentran en la sección de la colocación de bloqueo y/o etiquetado, reafirmando la ausencia de procedimientos de control de energías peligrosas.

Cuadro 9. Resultados de las evaluaciones de los procesos de trabajo, basada en la norma OSHA 29 CFR 1910.147

Número del apartado de la norma OSHA 29 CFR 1910.147 aplicado en la evaluación	Nombre de la máquina o sistema evaluado mediante la lista de verificación								
	Sist. agua potable	Luces de pista	Unidades de A/C	Rótulos de pista	Tableros eléctricos	Puentes Abordaje	Torres ALS	Bandas	Ascensor
Preparación para el apagado									
1910.147(d)(1)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓
Apagado de la máquina									
1910.147(d)(2)	✓	✓	✓	X	✓	✓	X	X	X
Aislamiento del equipo									
1910.147(d)(3)	✓	X	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
Colocación de bloqueo y etiquetado									
1910.147(d)(4)(i)	X	X	X	X	✓	X	X	X	X
1910.147(d)(4)(ii)	X	X	X	X	✓	X	X	X	X
1910.147(d)(4)(iii)	X	X	X	X	✓	X	X	X	✓
Retiro de bloqueo y etiquetado									
1910.147(e)(1)	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	X
1910.147(e)(2)(i)	✓	✓	✓	✓	X	✓	X	✓	✓
1910.147(e)(2)(ii)	X	✓	X	✓	X	X	X	X	X
Simbología									
Cumple	✓			No cumple			X		

Fuente: Escobar, A. 2017.

El gráfico 2 muestra las máquinas donde se efectuaron las evaluaciones, así como los porcentajes de cumplimiento obtenidos. Posteriormente, se explicará por equipo o sistema en cuáles apartados de la lista de verificación aplicada se presentaron las deficiencias (se recomienda volver a ver el apéndice 3).

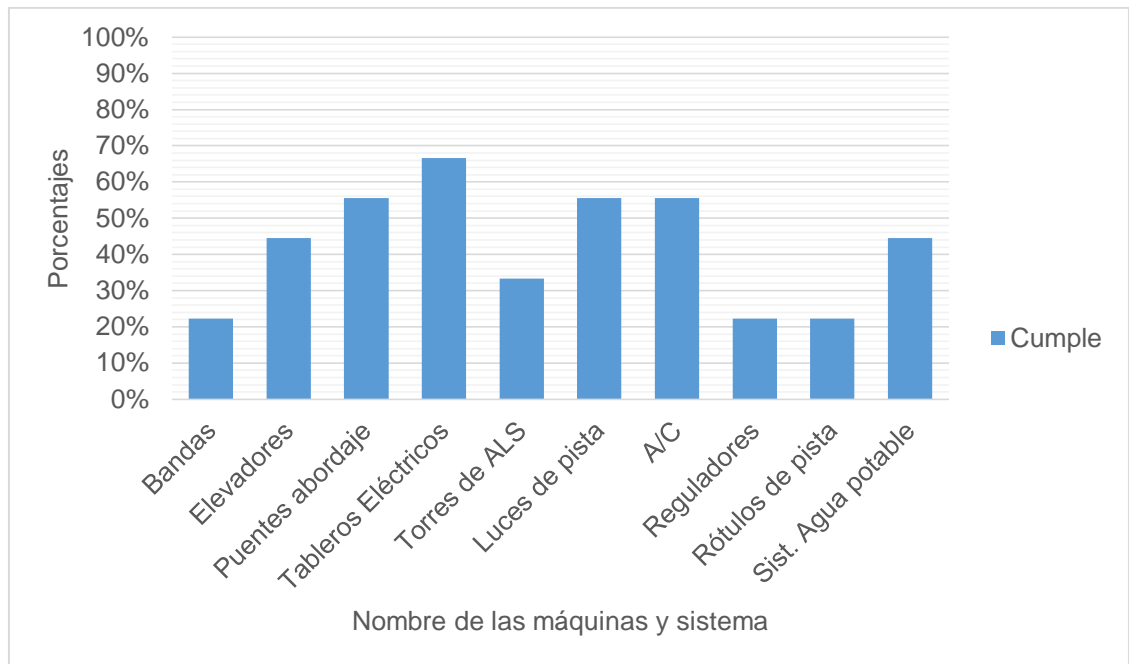


Gráfico 2. Porcentajes de cumplimiento de los aspectos generales del bloqueo y etiquetado

Fuente: Escobar, A. 2017.

Tanto los trabajos en las bandas, en rótulos de pista como en los reguladores de energía eléctrica obtuvieron un 22,2% de cumplimiento para cada actividad. Las bandas transportadoras de equipaje únicamente cumplen con que el centro de control de energía posee el mecanismo para ser bloqueado y/o etiquetado y que los empleados al final de su labor retiran las herramientas usadas.

El porcentaje de cumplimiento obtenido en los rótulos de pista fue de un 22%, este resultado se debió a que los técnicos conocen la magnitud de la energía de estos equipos y porque al finalizar el trabajo las herramientas y piezas que no formaban parte del rótulo se retiraron. En el caso de los reguladores, los empleados conocen la magnitud energía eléctrica a la que se encuentra expuestos (con la energía eléctrica saliendo con una potencia de 20kW) y están al tanto de que físicamente se puede

aislar el equipo de la energía, siendo los únicos pasos que se respetaron de la lista de verificación.

Respecto a los trabajos en las torres de aproximación, los técnicos tienen el conocimiento de la magnitud de la energía con la que operan las torres. También es posible retirar la energía que alimenta a los bulbos desde la caja eléctrica ubicada en cada torre (ver apéndice 6) y al finalizar el mantenimiento, se retiran los elementos no esenciales de la torre, gracias a los aspectos mencionados las evaluaciones de estas tareas obtuvieron un 44% de cumplimiento.

Los trabajos en los ascensores y en el sistema de agua potable satisficieron en un 44% la lista de verificación, los requerimientos cumplidos para la primera actividad fueron el conocimiento de la magnitud de la energía, la capacidad de aislar la máquina de la fuente de energía, el etiquetado colocado antes de iniciar las labores y asegurar que las personas involucradas estuvieran fuera de la zona de peligro. La segunda actividad (mantenimiento dado en la tubería del agua potable) incumplió los siguientes aspectos: conocimiento del personal acerca de la magnitud de la energía, colocación del bloqueo/etiquetado y en la comunicación con el personal afectado cuando se culminó el trabajo.

Tanto los trabajos en los puentes de abordaje como en las manejadoras obtuvieron 56% de cumplimiento. En ambas labores se incumple por completo la sección de la colocación de bloqueo y/o etiquetado y con la notificación a los empleados afectados del estado con que queda el equipo una vez realizado el mantenimiento.

Los trabajos de las luces de pista son un proceso muy delicado, puesto que en cada punto de trabajo el amperaje es de 6,6 Amp y los dispositivos aisladores se encuentran fuera del área de trabajo (ver apéndice 7), por lo que se debe asignar a un técnico para que esté en la subestación eléctrica para energizar y desenergizar las veces que sea necesario mientras se lleva a cabo la labor.

Por las características mencionadas, en la evaluación del trabajo en las luces de pista se incumplieron los requerimientos de la colocación de los dispositivos de bloqueo y/o etiquetado. Además, por la distancia entre el punto de trabajo y los reguladores eléctricos no es posible cumplir con el aislamiento de la energía establecido en la norma, por lo que se obtuvo un 56% de cumplimiento.

Por último, los trabajos en los tableros eléctricos cumplen en su mayoría con el procedimiento general en un 77,7%. Se faltó a la sección del retiro del bloqueo y/o etiquetado en los requerimientos de verificación de los elementos retirados no esenciales del equipo y la no notificación directa a los empleados afectados.

## 2.2 Requerimientos especiales y energía almacenada

Anteriormente, se indicó que se analizarían las actividades que por su tipo de mantenimiento y/o características del sistema o del equipo requieren de la evaluación de aspectos específicos. Los trabajos en elevadores, pasarelas y luces de pista ocupan comprobar que el trabajo realizado funcione correctamente, por lo que se les aplicó la sección de requerimientos especiales de la lista de verificación.

Los técnicos encargados del mantenimiento de puentes de abordajes y de elevadores (cuando el mantenimiento no involucra energía eléctrica) señalan que no les es posible desenergizar el equipo porque requieren del uso constante de la máquina para comprobar el funcionamiento. Al no cortar la energía, se incumple por completo la sección de requerimientos adicionales.

Como se mencionó, el trabajo de luces de pista posee características particulares. Durante el mantenimiento se requiere de la conexión de los reguladores para identificar los bulbos en mal estado y la desconexión de los mismos para proceder con los trabajos. Es de gran valor resaltar que los trabajadores están conscientes de la magnitud de la energía y de los daños que pueden sufrir si llegaran a tener contacto con la energía. Sin embargo, se incumple únicamente con el punto del retiro de los dispositivos de bloqueo/etiquetado y es debido a que la distancia entre el punto de trabajo y los reguladores puede alcanzar más de los tres kilómetros, característica evidenciada en el apéndice 7.

La sección de la energía almacenada aplicó para los puentes de abordaje en el mantenimiento de la cabina giratoria y en el sistema de agua potable. Si bien es cierto, no se llevó a cabo ninguna tarea en la cabina giratoria de los puentes de abordaje, se debe tener presente la liberación de la tensión del resorte antes de iniciar el mantenimiento. El manual de las pasarelas de abordaje indica que, si este paso se excluye, la persona podrá sufrir lesiones graves y el equipo sufrirá daños importantes en su estructura.



Respecto a la evaluación aplicada durante el mantenimiento de la tubería del agua potable, se liberó el líquido residual (con presión de 55 psi) y se verificó que el aislamiento en la válvula funcionara adecuadamente, ya que el punto de apertura del flujo es de acceso restringido y se informó a la comunidad aeroportuaria del trabajo, solo se incumplió con la sección de la colocación del dispositivo de bloqueo y/o etiquetado.

### 2.3 Determinación de las labores de mantenimientos y de la cantidad de personas por actividad

En la introducción de esta sección (verificación del cumplimiento de los procedimientos) se hizo mención acerca de la importancia de registrar que las actividades realizadas por los técnicos sean labores de mantenimiento. Mediante el apéndice 8 es posible observar que para la totalidad de los trabajos evaluados en diferentes máquinas fue necesario introducir alguna parte del cuerpo dentro del equipo, además la figura 8 ilustra la introducción de las extremidades superiores e inferiores de los trabajadores en los equipos.



Mantenimiento en una unidad de aire acondicionado



Mantenimiento en regulador eléctrico

Figura 8. Trabajos de mantenimiento

Fuente: Escobar, A. 2017.

En las unidades de aire acondicionado, elevadores, las bandas y luces de pista los técnicos introdujeron el cuerpo por completo; estas actividades representan un 56% de las labores. Mientras que un 44% de las labores requirieron que se trabajara con las extremidades superiores dentro de las máquinas o en los puntos energizados, ver el apéndice 9.

Al referirse a la cantidad de personas involucradas en una actividad, se obtuvo que el 22% de las actividades fueron realizadas por una persona, lo que quiere decir que el 78% de las tareas restantes se realizaron con más de una persona, ver el apéndice 10.

Para el cierre de esta sección se presenta un FODA, el cual permite contemplar aspectos administrativos y del análisis actual de la empresa. Estos aspectos son claves para facilitar la implementación del programa, ya que nos permite resumir las fortalezas, oportunidades, debilidades y las amenazas a las que se enfrentan las áreas involucradas en el futuro proceso de implementación. Otra cualidad importante de esta herramienta es que termina de ligar elementos de esta sección y también la compresión del tema en cuestión (ver cuadro 10).

Cuadro 10. Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en el Departamento de Mantenimiento durante los trabajos de mantenimiento en los equipos y sistemas instalados en el AIJS

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad de presupuesto y dispositivos para implementar procedimientos de bloqueo y etiquetado.</li> <li>• Equipos con posibilidad de bloqueo.</li> <li>• Apoyo por parte del Departamento de Aseguramiento hacia el Departamento de Mantenimiento.</li> <li>• Existencia de un manual de ambiente, salud y seguridad en el trabajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Homogeneizar los conocimientos en los técnicos pertenecientes al Departamento de Mantenimiento acerca de la liberación inesperada de energías.</li> <li>• Capacitar al personal en el uso correcto de los dispositivos de bloqueo y etiquetado.</li> <li>• Mejorar la comunicación entre el personal del Departamento de Mantenimiento y operadores del AIJS, en los casos que esto se pueda llevar a cabo.</li> </ul>
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconocimiento por parte de los técnicos de Mantenimiento de las magnitudes que poseen las máquinas y las lesiones que estas pueden provocar.</li> <li>• Percepción de pérdida de tiempo en el procedimiento de bloqueo y etiquetado significa pérdida de tiempo.</li> <li>• Exceso de confianza por la experiencia adquirida durante sus años laborales.</li> <li>• Exceso de confianza al ser la autoridad competente en la manipulación de equipos y sistemas.</li> <li>• Posible descarga de la batería del radio durante el turno, lo que significa incomunicación.</li> <li>• Agotamiento físico y mental por el desgaste que significa dar mantenimiento a diferentes equipos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permanencia de personal ajeno a Aeris cerca de los puntos de control de los equipos.</li> <li>• Aumento de equipos, por las nuevas edificaciones.</li> </ul>

Fuente: Escobar, A. 2017.

## Conclusiones

- Debido a que ocho de las máquinas utilizan más de un tipo de energía (combinación entre la energía eléctrica, mecánica e hidráulica) se consideran máquinas complejas.
- Los equipos eléctricos no poseen la capacidad de autorrecargarse ni de almacenar energía eléctrica porque no poseen capacitores, es por esto que solo los sistemas que utilizan agua y los puentes de abordaje (plataforma giratoria) tienen la capacidad de almacenar energía y es diferente a la energía eléctrica.
- Mediante las herramientas utilizadas en las condiciones influyentes, se concluye que la liberación inesperada de energía durante las actividades de mantenimiento en las máquinas y/o sistemas, se debe a un conjunto de factores pertenecientes a diferentes categorías que se relacionan entre sí, terminando en una posible liberación de energía; y por ende, convergiendo en un accidente laboral.
- Durante las labores de mantenimiento que tienen como fin conservar a los equipos energizados, no se presentan medidas alternativas para asegurar que únicamente los técnicos pueden manipular los controles de las máquinas en reparación.
- El 100% de las actividades evaluadas poseen características de tareas de mantenimiento, por lo que la norma "*Control de energías peligrosas (bloqueo/etiquetado)*" es aplicable.
- El 94% de las actividades evaluadas presentan deficiencias en aspectos de comunicación con los usuarios de los equipos, preparación, colocación y retiro de los dispositivos de bloqueo y/o etiquetado, haciendo evidente la falta de procedimientos para el control de energías peligrosas.

## Recomendaciones

- Reforzar los dispositivos de bloqueo existentes con más dispositivos y además que se adapten a las diferentes características y energías presentes tanto en los equipos complejos como en los equipos simples, buscando controlar la liberación inesperada de energía e incorporar las etiquetas.
- Generar procedimientos de bloque y/o etiquetado que consideren la liberación residual o almacenada antes de iniciar con las labores.
- Dado que las principales causas que facilitan una posible liberación de energía están relacionadas con infraestructura y diseños de las máquinas, se deben crear procedimientos que permitan disminuir los efectos finales durante las labores de mantenimiento.
- En las labores que requieren mantener el equipo energizado, se recomienda crear procedimientos de bloqueo y/o etiquetado que permita al técnico ser el único capaz de controlar la máquina.
- Capacitar la totalidad del Departamento de Mantenimiento, especialmente a los técnicos en el tema de energías peligrosas y la aplicación de los dispositivos de bloqueo y/o etiquetado, que incluya la parte teórica y la parte práctica. Esto con la finalidad de homogenizar el conocimiento en los colaboradores respecto a las energías peligrosas.

## V. Alternativa de solución



Propuesta de un programa de control de energías peligrosas en las máquinas y sistemas, a cargo del Departamento de Mantenimiento de Aeris Holding Costa Rica, basado en la norma OSHA 29 CFR 1910.147

Elaborado por Angie Escobar Obregón

2017



## Índice

Capítulo 1. Aspectos generales.....	56
1.1 Introducción .....	56
1.2 Propósito .....	57
1.3. Objetivos .....	57
1.3.1 Objetivo general.....	57
1.3.2 Objetivos específicos.....	58
1.4 Alcance .....	58
1.5 Metas .....	59
1.6 Planificación del programa .....	59
1.6.1 Actividades y asignación de los recursos .....	59
1.6.2 Dispositivos existentes .....	66
1.7 Propuesta de dispositivos de bloqueo y etiquetado por adquirir .....	67
1.8 Distribución de los dispositivos .....	69
1.9 Aspectos técnicos de la norma OSHA 29 CFR 1910.147 .....	73
1.9.1 Excepción del uso de bloqueos y etiquetados.....	74
1.9.2 Terminología.....	74
1.9.3 Requisitos de los dispositivos de bloqueo y/o etiquetado .....	76
1.9.4 Etapas para aplicar el bloqueo y/o etiquetado.....	77
Capítulo 2. Procedimientos de bloqueo y etiquetado, capacitaciones e inspecciones.....	78
2.1 Objetivo de los procedimientos .....	78
2.2 Propósito .....	78
2.3 Tipos de dispositivos .....	93
Capítulo 3. Aplicación para la generación de ayudas de colocación de dispositivos de bloqueo .....	100
3.1 Utilización de la aplicación computacional.....	100

Capítulo 4. Capacitación y formación.....	106
5. Investigación de accidentes e incidentes.....	115
Capítulo 6. Evaluación, mejora y control de cambios del programa .....	119
6.1 Evaluación del programa.....	119
6.2 Mejora para el programa .....	123
6.3 Control de cambios.....	126
Capítulo 7. Conclusiones y recomendaciones.....	128
7.1. Conclusiones .....	128
7.2. Recomendaciones.....	129




## Índice de cuadros

Cuadro 1. Estructura del desglose de trabajo del programa de control de energías peligrosas en las máquinas y sistemas, a cargo del Departamento de Mantenimiento de Aeris Holding Costa Rica, basado en la norma OSHA 29 CFR 1910.147.....	61
Cuadro 2. Personas involucradas.....	63
Cuadro 3. Asignación de responsabilidades.....	64
Cuadro 4. Dispositivos de bloqueos en desuso.....	67
Cuadro 5. Dispositivos de bloqueo y etiquetado faltantes.....	69
Cuadro 6. Distribución de los dispositivos.....	70
Cuadro 7. Códigos de identificaciones por puesto de trabajo.....	72
Cuadro 8. Límites para las energías eléctrica e hidráulica.....	75
Cuadro 9. Dispositivos de bloqueo.....	94
Cuadro 10. Temas para las capacitaciones.....	107
Cuadro 11. Nombre de los controles establecidos en el programa.....	127

## Índice de figuras

Figura 1. Propuesta de etiquetas para el control de energías peligrosas.....	73
Figura 2. Inicio de la aplicación computacional .....	101
Figura 3. Ventana para elegir el procedimiento de bloqueo y/o etiquetado.....	102
Figura 4. Recuadro para elegir el procedimiento de bloqueo y/o etiquetado....	103
Figura 5. Visualización del procedimiento.....	103
Figura 6. Procedimientos especiales.....	104
Figura 7. Visualización del procedimiento especial.....	104
Figura 8. Dispositivos de bloqueo.....	105
Figura 9. Visualización del dispositivo.....	105
Figura 10. Cierre de la aplicación computacional.....	106


	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 1 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

## Capítulo 1. Aspectos generales

### 1.1 Introducción

La liberación inesperada de energía se puede presentar durante la realización de los mantenimientos en las máquinas y sistemas. Dichas labores requieren que el personal del Departamento de Mantenimiento entre en contacto con los puntos de operación, ya sea de manera directa o indirecta, situación que puede provocar golpes, fracturas, amputaciones, cortes, choques eléctricos e inclusive la muerte. Asimismo, se debe considerar los factores que favorecen la posible liberación repentina de energía.

El presente documento muestra la propuesta del programa de control de energías peligrosas para prevenir accidentes laborales por el contacto con los puntos de operación durante el mantenimiento en los sistemas y máquinas realizados por los técnicos del Departamento de Mantenimiento de Aeris Holding Costa Rica S.A., basado en OSHA 29 CFR 1910.147. Esta propuesta permitirá que los técnicos posean el control total de la máquina al momento de realizar sus tareas.

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 2 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017


## 1.2 Propósito

Proporcionar procedimientos para prevenir accidentes laborales durante los mantenimientos en las máquinas o sistemas. La materialización de un accidente puede resultar en lesiones graves e inclusive la muerte de los colaboradores; esto ocurre por la puesta en marcha o liberación inesperada de energía. Dicha situación se puede agravar porque las tareas de mantenimiento realizadas necesitan que el personal entre en contacto con los puntos de operación de manera parcial o con todo el cuerpo.

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1 Objetivo general

Prevenir accidentes laborales por el contacto con los puntos de operación de las máquinas y sistemas relacionados con activación o liberación repentina de energía durante las labores de mantenimiento realizadas por el Departamento de Mantenimiento de Aeris Holding Costa Rica S.A.


	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 3 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Desarrollar procedimientos de bloqueo y etiquetado aplicables a las actividades de mantenimiento que involucren a uno o más técnicos.
- Desarrollar una aplicación computacional que permita la elección del procedimiento de bloqueo y etiquetado de acuerdo con las necesidades de la labor de mantenimiento.
- Diseñar una propuesta de capacitación para el entendimiento de la liberación de energías peligrosas y del uso de los dispositivos de bloqueo y de etiquetado.

### 1.4 Alcance

Prevenir accidentes que se puedan desarrollar durante los mantenimientos de las máquinas y sistemas que incluyan las acciones de montar, instalar, reparar, ajustar, inspeccionar, desatascar, configurar, probar y limpiar las máquinas. Esto se logra mediante la detención, liberación y aislamiento de las fuentes de energía, dándole al técnico encargado el control total del equipo o sistema en mantenimiento.

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 4 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017


## 1.5 Metas

- Capacitar al 100% al personal fijo encargado de realizar los mantenimientos de las máquinas y sistemas bajo la responsabilidad del Departamento de Mantenimiento.
- Determinar la cantidad y tipos de recursos de bloqueos existentes en la empresa.
- Determinar los tipos y cantidades de dispositivos de bloqueo y de etiquetas faltantes, necesarias para la ejecución de los procedimientos.
- Establecer los períodos de inspección para verificar la aplicación correcta tanto de los procedimientos durante las tareas de mantenimiento.

## 1.6 Planificación del programa


### 1.6.1 Actividades y asignación de los recursos

La planeación de las actividades para desarrollar el programa se presenta en la siguiente estructura (ver cuadro 1):

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 5 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

Cuadro 1. Estructura de desglose de trabajo del programa de control de energías peligrosas en las máquinas y sistemas, a cargo del Departamento de Mantenimiento de Aeris Holding Costa Rica, basado en la norma OSHA 29 CFR 1910.147

EDT	Programa de control de energías peligrosas en las máquinas y sistemas, a cargo del Departamento de Mantenimiento de Aeris Holding Costa Rica, basado en la norma OSHA 29 CFR 1910.147
1	Determinación de aspectos generales
1.1	Redactar introducción
1.2	Redactar el propósito
1.3	Establecer objetivos
1.4	Definir las metas
2	Planificación del programa
2.1	Elaborar la EDT
2.2	Determinar las personas involucradas
2.3	Matriz de asignación de responsables
2.4	Identificación de recursos
2.4.1	Determinar los dispositivos de bloqueos existentes
2.4.2	Identificar los bloqueos y etiquetas faltantes
2.4.3	Recurso económico
2.4.4	Diseño de las etiquetas
2.2.5	Determinar la distribución de los dispositivos
3	Determinación de los aspectos técnicos de la norma OSHA 29 CFR 1910.147
3.1	Especificar la terminología técnica
3.2	Especificar los requerimientos de los dispositivos de bloqueo y de las etiquetas
3.3	Definir las etapas del bloqueo y etiquetado
3.4	Definir los requerimientos específicos de la norma
4	Realización del control de energías peligrosas basado en OSHA 29 CFR 1910.147
4.1	Definir el objetivo de los procedimientos
4.2	Procedimientos de bloqueo y etiquetado
4.2.1	Definir la aplicación
4.2.2	Establecer los pasos


	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 6 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

EDT	Programa de control de energías peligrosas en las máquinas y sistemas, a cargo del Departamento de Mantenimiento de Aeris Holding Costa Rica, basado en la norma OSHA 29 CFR 1910.147
4.2.3	Formato del formulario para el retiro especial de bloqueos y/o etiquetas
4.2.4	Formato para el registro de uso de dispositivos de la estación de bloqueo
4.3	Tipos de dispositivos para bloquear
4.4	Programar la aplicación computacional
4.5	Desarrollar los temas de capacitación
4.5.1	Especificar la cantidad de capacitaciones
4.5.2	Definir el tiempo para cada capacitación
4.5.3	Identificar los recursos necesarios
4.5.4	Prueba de comprensión del tema
4.6	Definir las inspecciones del programa
4.6.1	Definir la frecuencia de las inspecciones
4.6.2	Desarrollar las herramientas de evaluación para las inspecciones, mejora y control de cambios
4.7	Revisión y aprobación de procedimientos
5	Implementación del programa
5.1	Dar a conocer el programa
5.1.2	Capacitar al personal
5.1.3	Entregar los dispositivos al personal
5.2	Ejecutar los procedimientos
5.3	Revisión de la aplicación de los procedimientos
5.4	Inspecciones de la aplicación del bloqueo y etiquetado
6	Evaluación de los incidentes
6.1	Desarrollar la herramienta de análisis
6.2	Revisión y aprobación de la herramienta
6.3	Aplicar la herramienta de análisis de incidentes y accidentes

Fuente: Escobar, A. 2017

Enseguida se muestran las personas involucradas en la propuesta del programa (ver cuadro 2, personas involucradas).




	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 7 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

Cuadro 2. Personas involucradas

Nombre de la persona	Código	Clasificación	Rol en el programa	Objetivo	Nivel de influencia	Nivel de interés
Angie Escobar Obregón	AEO	Interno	Creadora del programa	Elaborar la propuesta del programa	1	Alto
Andrea Simón Solano	ASS	Interno	Encargada de Seguridad y Salud Ocupacional	Aprobar el programa	1	Alto
Adriana Bejarano Carrillo	ABC	Interno	Jefa de Aseguramiento	Aprobación del programa y del presupuesto	1	Alto
Ariel Arias Ching	AAC	Interno	Gerente de Mantenimiento	Ejecutar el programa	1	Medio
Fabio Campos	FC	Interno	Supervisor de mantenimiento	Participar en el programa	2	Medio
Técnicos especializados	TE	Interno	Colaboradores	Participar en el programa	2	Bajo
Recursos Humanos	RH	Interno	Coordinación de capacitaciones	Coordinar con el Departamento de Mantenimiento	2	Bajo


Fuente: Escobar, A. 2017

Con la estructura de desglose de trabajo y la definición de las personas involucradas en el programa se procede a la asignación de las responsabilidades (ver el cuadro 3).


	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 8 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

Cuadro 3. Asignación de responsabilidades

Actividades	Involucrados						
	AEO	ASS	ABC	AAC	FC	TE	RH
Determinación de aspectos generales							
Redactar introducción	R	A	I				
Redactar el propósito	R	A	I				
Establecer objetivos	R	A	I				
Definir las metas	R	A	I				
Planificación del programa							
Elaborar la EDT	R	C					
Determinar las personas involucradas	R	C	I	I	I	I	
Matriz de asignación de responsables	R	C/I					
Determinar los dispositivos de bloqueos existentes	R	C					
Identificar los bloqueos y etiquetas faltantes	R	C	A				
Recurso económico	R	C	A				
Diseño de las etiquetas	R	A	C				
Determinar la distribución de los dispositivos	R	C	A	C			
Determinación de los aspectos técnicos de la norma OSHA 29 CFR 1910.147							
Especificar la terminología técnica	R	C					
Especificar los requerimientos de los dispositivos de bloqueo y de las etiquetas	R	A/C	C				
Definir las etapas del bloqueo y etiquetado	R	C	C				
Abreviaturas							
Aprueba: A	Responsable: R	Consulta: C	Informa: I				


	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 9 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

Actividades	Involucrados						
	AEO	ASS	ABC	AAC	FC	TE	RH
<b>Realización del control de energías peligrosas basado en OSHA 29 CFR 1910.147</b>							
Definir los requerimientos específicos de la norma	R	I					
Establecer los procedimientos de bloqueo y etiquetado	R	A/C					
Tipos de dispositivos para bloquear	R	C	A				
Programar la aplicación computacional	R	A	C/I				
Especificar la cantidad de capacitaciones	R	C/I	A				
Definir el tiempo para cada capacitación	R	A/C	C	C	I	I	
Identificar los recursos necesarios	R	C	C				
Hacer la prueba de comprensión del tema	R	A/C	C	I			
Definir las inspecciones del programa	R	A	C/I				
Desarrollar las herramientas de evaluación para las inspecciones	R	A	I				
Revisión y aprobación de procedimientos	R	A	C/I	I	I	I	
<b>Implementación del programa</b>							
Dar a conocer el programa		R	A/C	C/I	I	I	
Capacitar al personal		R	C	A	I	I	I/C
Entregar los dispositivos de bloqueo y etiquetado al personal		R	A	I	I	I	
<b>Abreviaturas</b>							
Aprueba: A	Responsable: R	Consulta: C	Informa: I				

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 10 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

Actividades	Involucrados						
	AEO	ASS	ABC	AAC	FC	TE	RH
Entregar los dispositivos de bloqueo y etiquetado al personal		R	A	I	I	I	
Ejecutar los procedimientos		A		I	I	R	
Revisión de la aplicación de los procedimientos		C	C		R	I	
Inspecciones de la aplicación del bloqueo y etiquetado		R					
Evaluación de los incidentes							
Desarrollar la herramienta de análisis	R	A	C				
Revisión y aprobación de la herramienta		A	C				
Aplicar la herramienta de análisis de incidentes y accidentes		R					
Abreviaturas							
Aprueba: A	Responsable: R	Consulta: C	Informa: I				




Fuente: Escobar, A. 2017.


	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 11 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017



### 1.6.2 Dispositivos existentes

Como parte de la planificación de los recursos, se inventarió los dispositivos de bloqueo existentes en desuso. Estos se presentan de la siguiente manera en el cuadro 4:

Cuadro 4. Dispositivos de bloqueos en desuso

Nombre del dispositivo	Cantidad	Imagen
Candados rojos	2	
Candados azules	6	
Dispositivos para bloquear disyuntores simples	37	


	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 12 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

Nombre del dispositivo	Cantidad	Imagen
Aldabas grupales	24	
Cajas de bloqueo múltiple	4	

Fuente: Escobar, A. 2017

### 1.7 Propuesta de dispositivos de bloqueo y etiquetado por adquirir


Se necesitan dispositivos que permitan bloquear otras fuentes de energías. La referencia para proponer las cantidades de dispositivos de bloqueo/etiquetado fue la cantidad de tareas realizadas por el Departamento de Mantenimiento en el período previo al inicio de la propuesta. El cuadro 5 muestra los dispositivos y etiquetas faltantes junto con su precio unitario y el total.

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 13 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

Cuadro 5. Dispositivos de bloqueo y etiquetado faltantes

Nombre del dispositivo	Cantidad	Precio unitario	Precio
Mini candados rojos	5 cajas con 6 unidades cada caja	¢57 543.21	¢345 259.26
Bloqueo para válvula redonda ajustable	3	¢30 888.70	¢92 666.10
Bloqueo para válvula universal	3	¢38 419.99	¢115 259.97
Brazo para el bloqueo de la válvula universal	3	¢25 306.75	¢75 920.25
Bases para cobertores de botón	6	¢21 720.42	¢130 322.52
Bloqueo de botón/hongo 22 MM	6	¢21 720.42	¢130 322.52
Bloqueo de botón/hongo 33 MM	6	¢21 720.42	¢130 322.52
Bloqueo para Breaker 3phs 480/600 V	6	¢12 095.18	¢72 571.08
Bloqueo para válvula de bola, tuberías de 2" a 8"	3	¢47 872.92	¢143 618.76
Bloqueo de válvula de bola pequeño diámetro ¼ a 1"	3	¢24 872.92	¢74 618.76
Bloqueo de válvula pequeña tipo mariposa	3	¢24 294.48	¢72 883.44
Bloqueo cable de acero para válvulas de compuerta grande	3	¢38 130.77	¢114 392.31
Estación de bloqueo	2	¢95 321.13	¢190 642.26
Tarjetas de bloqueo	3 paquetes con 25 unidades cada caja	¢17 989.49	¢53 968.47
		Total	¢1 742 768.22

Fuente: Escobar, A & Sondel S.A. 2017.

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 14 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

## 1.8 Distribución de los dispositivos


La distribución de los dispositivos de bloqueo y las etiquetas se hará de la siguiente manera (ver cuadro 6):

Cuadro 6. Distribución de los dispositivos

Puesto	Dispositivo	Cantidad	Color
Gerente	Candado	2	Azul
	Etiquetas	3	Ver diseño
	Bloqueo para disyuntores sencillos	2	Rojo
Supervisor	Candado	2	Azul
	Etiquetas	3	Ver diseño
	Bloqueo para disyuntores sencillos	2	Rojo
Encargado del control de procesos	Candado	2	Azul
	Etiquetas	3	Ver diseño
	Bloqueo para disyuntores sencillos	2	Rojo
Auxiliar de mantenimiento	Candado	1	Rojo
	Etiquetas	2	Ver diseño
Auxiliar de ingresos	Candado	1	Rojo
	Etiquetas	2	Ver diseño
Especialistas y técnicos en mantenimiento	Candado	2 (por persona)	Rojo
	Etiquetas	3 (por persona)	Ver diseño
	Bloqueo para disyuntores sencillos	2 (por persona)	Rojo


Fuente: Escobar, A. 2017.



	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 15 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

Los dispositivos que estarán en la estación de dispositivos de bloqueo y/o etiquetado son:

- Aldabas grupales
- Cajas de bloqueo múltiple
- Bloqueo para válvula redonda ajustable
- Bloqueo para válvula universal
- Brazo para el bloqueo de la válvula universal
- Bases para cobertores de botón
- Bloqueo de botón/hongo 22 mm
- Bloqueo de botón/hongo 33 mm
- Bloqueo para Breaker 3phs 480/600 V
- Bloqueo para válvula de bola, tuberías de 2" a 8"
- Bloqueo de válvula de bola (diámetro ¼ a 1")
- Bloqueo de válvula pequeña tipo mariposa
- Bloqueo cable de acero para válvulas de compuerta grande

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 16 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

Además, se agrega la propuesta del diseño de las etiquetas, específicamente para determinar el código de identificación, el cual está ligado con el alfabeto aeronáutico. En este caso por ser mantenimiento le corresponde el código “Mike”, ver el cuadro 7 y figura 1.

Cuadro 7. Códigos de identificaciones por puesto de trabajo

Puesto	Código de identificación
Gerente	Mike 1
Control de procesos	Mike india
Supervisor	Mike sierra
Asistente de mantenimiento	Mike bravo
Asistente de controles	Mike 19
Especialistas en Mantenimiento	Mike 3
	Mike 13
Técnicos especialistas	Mike 2
	Mike 4
	Mike 5
	Mike 7
	Mike 8
	Mike 9
	Mike 10
	Mike 12
	Mike 14
	Mike 15
Mike 17	
Mike 18	
Mike 21	

Fuente: Escobar, A. 2017.



	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Página: 17 de 74
		Fecha elaboración: oct-2017



Figura 1. Propuesta de etiquetas para el control de energías peligrosas

Fuente: Brady. 2014; Escobar, A. 2017.


	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 18 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

### 1.9 Aspectos técnicos de la norma OSHA 29 CFR 1910.147

En este capítulo se muestran los aspectos técnicos que indica la norma OSHA “Control de energías peligrosas (bloqueo/etiquetado)” y es necesario tener conocimientos de los mismos. El bloqueo y/o etiquetado se utiliza siempre y cuando se cumpla con labores de mantenimiento, estas tareas se identifican porque tiene al menos una de las siguientes características:

- Retiro de partes de la máquina que resulten en la exposición con el punto de operación.
- El empleado requiere introducir cualquier parte del cuerpo en contacto con el punto de operación o en la máquina.
- El trabajador requiere introducir cualquier parte del cuerpo en una zona de peligro relacionada con el ciclo de operación de la máquina.

Se aclara que las labores de mantenimiento y las de producción son diferentes. Se está frente a tareas de producción normal cuando se cumple simultáneamente con trabajos repetitivos, rutinarios e integrales y es necesario aplicar otros controles ingenieriles porque el bloqueo y etiquetado no aplica.

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 19 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

### 1.9.1 Excepción del uso de bloqueos y etiquetados

Cuando las magnitudes de las energías eléctricas e hidráulicas están por debajo de los límites, no se requiere usar bloqueo y/o etiquetado, por lo que es necesario conocer las magnitudes de las energías de las máquinas y sistemas. El cuadro 8 especifica los límites para las dos energías mencionadas anteriormente.


Cuadro 8. Límites para las energías eléctrica e hidráulica

Tipo de energía	Norma que lo establece	Límite
Eléctrica	NFPA 70E	50V
Hidráulica	Osha 29 CFR 1910.242	30 psi


Fuente: Escobar, A. 2017

### 1.9.2 Terminología

- Empleado afectado: persona que ocupa de la máquina o equipo para realizar sus labores.
- Empleado autorizado: empleado que bloquea y/o etiqueta las máquinas o equipos.
- Posible de ser bloqueado: dispositivo energizado que puede ser capaz de ser bloqueado (mecanismo de bloqueo con llave).
- Energizado: conectado a una fuente de energía o que contiene energía residual o almacenada.

	Departamento de Aseguramiento	Código P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 20 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017


- Dispositivo de aislamiento de energía: dispositivo mecánico que físicamente previene la transmisión o liberación de energía. Los interruptores de empujar, de selección y control no son dispositivos de aislamiento de energía.
- Fuentes de energía: cualquier fuente de energía eléctrica, mecánica, hidráulica, neumática, química, térmica o cualquier otro tipo de energía.
- Bloqueo: lugar donde se coloca el dispositivo de aislamiento de energía, de acuerdo con el procedimiento establecido. El equipo no podrá ser operado hasta que el dispositivo de seguridad sea removido.
- Dispositivo de seguridad: proporciona una forma de cierre, asegurando que el dispositivo de aislamiento de energía este en una posición segura y prevenga la iniciación de la fuente de energía.
- Dispositivo de etiquetado: dispositivo que resalta con una etiqueta unida al dispositivo de aislamiento para indicar que la máquina o equipo no debe ser operado hasta que el dispositivo de etiquetado sea removido.
- Protección total del trabajador: cuando se usa el dispositivo de cierre junto con la etiqueta (en el mismo lugar), se establece una protección total del empleado. Sin embargo, cuando solo se pueda emplear el bloqueo o solo la etiqueta, estos por separado tienen el mismo nivel de protección.

	Departamento de Aseguramiento	Código P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 21 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

### 1.9.3 Requisitos de los dispositivos de bloqueo y/o etiquetado

Tanto los dispositivos de bloqueo como las etiquetas deberán ser fáciles de identificar y serán usados únicamente para controlar las energías, además, deberán tener las siguientes características:

- Duraderos: deberán ser capaces de resistir las condiciones del medio ambiente del lugar y durante el tiempo que dure el trabajo de mantenimiento. En el caso de las etiquetas, estas soportaran situaciones climáticas o lugares con presencia de líquidos o humedad, químicos ácidos o alcalinos, los cuales pueden deteriorar el dispositivo y/o su leyenda.
- Estándar: los dispositivos de bloqueo y/o etiquetado estarán normalizados al menos en uno de los siguientes criterios: color, forma o tamaño. Respecto a las etiquetas, la impresión y formato deberán estar estandarizados.
- Sustancial: para los dispositivos de bloqueo deberán ser lo suficientemente sustanciales para evitar la extracción sin el uso de fuerza excesiva o técnicas inusuales. En los casos donde no se pueda aplicar la protección total y solo se utilice la rotulación (como sucede con las etiquetas y con los medios de sujeción no reutilizables; por ejemplo, gazas), estos soportarán fuerzas que puedan ocasionar su retiro de forma inadvertida o accidental. Los medios de fijación de la etiqueta serán no reutilizables, acoplable a mano, autobloqueo y soportar una fuerza de desbloqueo de no menos de 50 libras.

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 22 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

- Identificable: el uso del bloqueo y/o etiquetado deberá llevar la identidad de la persona autorizada que aplica el dispositivo. En las ocasiones donde el equipo se mantiene con energía la rotulación llevará alguna de estas leyendas:

→“No se inicia”

→“No abrir”

→“No cerrar”

→“No utilice la máquina”


#### 1.9.4 Etapas para aplicar el bloqueo y/o etiquetado

La aplicación de los procedimientos de bloqueo y/o etiquetado está conformado por las siguientes etapas principales:

- Preparación para el apagado
- El apagado de la máquina
- Aislamiento del equipo
- Colocación del dispositivo de bloqueo o etiquetado
- Liberar la energía almacenada \*
- Retiro de los dispositivos de bloqueo o etiquetado
- Requerimientos especiales cuando es necesario realizar pruebas con el equipo\*

Los aspectos marcados con un asterisco (\*) se emplearán en trabajos donde la máquina o sistema tiene la capacidad de almacenar energía y cuando se requiere realizar pruebas para verificar que los trabajos de mantenimiento se estén realizando de la manera correcta y dejar el equipo operativo.



	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 23 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

## Capítulo 2. Procedimientos de bloqueo y etiquetado, capacitaciones e inspecciones

En esta sección se determinan los procedimientos de bloqueo y etiquetado para ser aplicados en las diferentes situaciones identificadas durante el análisis actual de la empresa:


- Procedimiento simple (involucra una persona).
- Procedimiento complejo (involucra más de una persona).
- Liberación de energías.
- Realización de pruebas durante las labores de mantenimiento.
- Retiro especial de los dispositivos de bloqueo y/o etiquetado.
- Cambio de turno.


### 2.1 Objetivo de los procedimientos


Prevenir accidentes laborales mediante los procedimientos de bloqueo y/o etiquetado para el control de energías peligrosas durante las labores de mantenimiento en equipos o sistemas.


### 2.2 Propósito


Aislar de toda energía que pueda causar daño al personal mediante el bloqueo y rotulado antes de iniciar con cualquier mantenimiento tanto en equipos como en los sistemas. Además de mantener la continuidad del aislamiento de las máquinas durante el cambio de turnos y al retirar los mecanismos de bloqueo y/o etiquetado en ausencia del encargado de los dispositivos.


	Departamento de Aseguramiento		Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas		Versión: 00
			Página: 24 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:		Fecha elaboración: oct-2017
<b>PBE-01. Procedimientos de bloqueo y/o etiquetado</b>			
<b>Aplicación:</b> Este procedimiento se aplicará cuando una persona está involucrada en la tarea y/o las energías presentes son la eléctrica y la mecánica de rotar.			
<b>Pasos del procedimiento</b>			
1. Preparación para apagar	1.1	Antes de realizar el mantenimiento, el técnico debe conocer la magnitud y los tipos de energías de la máquina.	
	1.2	Identifique la ubicación de los desconectores de las energías y los dispositivos de bloqueo a utilizar.	
	1.3	Determine la clase de trabajo que se debe hacer: atascamiento, cambio de partes, mantenimiento preventivo.	
	1.4	Determine el o los dispositivos de bloqueo y etiquetado necesarios.	
2. Notificación al personal afectado	2.1	Antes de colocar el bloqueo y etiquetado avise a las áreas interesadas y/o personal afectado según corresponda (Operaciones, Torre de Control o usuarios directos de la máquina) del inicio de las labores de mantenimiento y de la colocación de los dispositivos de bloqueo y etiquetado.	
3. Aislamiento de la energía	3.1	Apague el equipo siguiendo el procedimiento de la empresa.	
	3.2	Asegúrese que la máquina este en posición neutral y que el botón de arranque esté apagado.	
	3.3	Aísle el equipo de todas las fuentes de energía, ya sea de los proveedores de energía primarios y secundarios	
4. Colocación del bloqueo etiquetado	4.1	Coloque el dispositivo de bloqueo (previamente elegido) junto con la etiqueta al dispositivo de aislamiento de energía.	
5. Verificación del aislamiento	5.1	Una vez colocado el dispositivo de bloqueo, intente abrirlo.	
	5.2	Verifique la ausencia de tensión con un probador de electricidad (tester), lo cual le garantiza que el equipo no tiene corriente eléctrica.	
	5.3	Intente encender el equipo desde los controles de operación para comprobar que la máquina está apagada. Si no es posible encender la máquina, el bloqueo y etiquetado se colocó satisfactoriamente.	
	5.4	Recuerde posicionar los controles en posición neutral o apagada.	


	Departamento de Aseguramiento		Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas		Versión: 00
			Página: 25 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:		Fecha elaboración: oct-2017
<b>Continuación PBE-01. Procedimientos de bloqueo y/o etiquetado</b>			
6. Retiro de bloqueo y etiquetado	6.1	Asegúrese que los artículos no esenciales de la máquina han sido retirados y guardados.	
	6.2	Revise que todos los componentes de la máquina están en su lugar de manera segura y en estado operativo.	
	6.3	Retire los dispositivos de bloqueo y etiquetado.	
	6.4	Inicie la máquina y verifique el funcionamiento.	
	6.5	Avisé a las personas afectadas que el equipo está listo para volver a usarse.	

	Departamento de Aseguramiento		Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas		Versión: 00
			Página: 26 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:		Fecha elaboración: oct-2017
<b>PBE-02. Procedimientos de bloqueo y/o etiquetado</b>			
<p>Aplicable:</p> <p>Este procedimiento se aplicará cuando una persona está involucrada en la tarea y la energía presente es la hidráulica.</p>			
<b>Pasos del procedimiento</b>			
1. Preparación para apagar	1.1	Antes de realizar el mantenimiento, el técnico debe conocer la magnitud de la energía hidráulica.	
	1.2	Identifique la ubicación de las válvulas por bloquear y los dispositivos de bloqueo a utilizar.	
	1.3	Determine la clase de trabajo que se debe hacer: mantenimiento preventivo o correctivo.	
	1.4	Determine el o los dispositivos de bloqueo y etiquetado necesarios.	
2. Notificación al personal afectado	2.1	Antes de colocar el bloqueo y etiquetado avise a las áreas interesadas y/o personal afectado según corresponda (Operaciones, Torre de Control o usuarios directos de la máquina) del inicio de las labores de mantenimiento y de la colocación de los dispositivos de bloqueo y etiquetado.	
3. Aislamiento de la energía	3.1	Cierre el flujo del líquido según el procedimiento de la empresa.	
4. Colocación del bloqueo etiquetado	4.1	Coloque el dispositivo de bloqueo (elegido previamente) junto con la etiqueta en la válvula.	
5. Verificación del aislamiento	5.1	Una vez colocado el dispositivo de bloqueo, intente abrirlo.	
	5.2	Verifique la ausencia de presión en el manómetro.	
6. Liberación de energía almacenada	6.1	Drene el líquido almacenado en las tuberías o líneas hidráulicas.	
	6.2	Verifique que efectivamente no hay paso del líquido.	
7. Retiro de bloqueo y etiquetado	7.1	Asegúrese que los artículos no esenciales han sido retirados y guardados.	
	7.2	Revise que todos los componentes están en su lugar de manera segura y en estado operativo.	
	7.3	Retire los dispositivos de bloqueo y etiquetado.	
	7.4	Abra la válvula y verifique la presión en el manómetro.	
	7.5	Avise a las personas afectadas que el equipo o servicio está listo para volver a usarse.	


	Departamento de Aseguramiento		Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas		Versión: 00
			Página: 27 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:		Fecha elaboración: oct-2017
<b>PBE-03. Procedimientos de bloqueo y/o etiquetado</b>			
<b>Aplicación:</b> Este procedimiento se aplicará cuando una persona está involucrada en la tarea y la energía presente es la mecánica de resorte.			
<b>Pasos del procedimiento</b>			
1. Preparación para apagar	1.1	Antes de realizar el mantenimiento, el técnico debe conocer la ubicación del resorte.	
	1.2	Identifique la ubicación de los desconectores de la energía y los dispositivos de bloqueo a utilizar.	
	1.3	Determine la clase de trabajo que se debe hacer: cambio de partes, atascamiento, mantenimiento preventivo o correctivo.	
	1.4	Determine el o los dispositivos de bloqueo y etiquetado necesarios.	
2. Notificación al personal afectado	2.1	Antes de colocar el bloqueo y etiquetado avise a las áreas interesadas y/o personal afectado según corresponda (Operaciones, Torre de Control o usuarios directos de la máquina) del inicio de las labores de mantenimiento y de la colocación de los dispositivos de bloqueo y etiquetado.	
3. Aislamiento de la energía	3.1	Apague el equipo siguiendo el procedimiento de la empresa.	
4. Colocación del bloqueo etiquetado	4.1	Asegúrese que la máquina esté en posición neutral y que el botón de arranque esté apagado.	
	4.2	Con el dispositivo previamente elegido, colóquelo en el desconector de energía de la máquina.	
5. Verificación del aislamiento	5.1	Una vez colocado el dispositivo de bloqueo, intente abrirlo.	
	5.2	Verifique la ausencia de tensión con un probador de electricidad (tester).	
	5.3	Intente encender el equipo desde los controles de operación para comprobar que la máquina está apagada. Si no es posible encender la máquina, el bloqueo y etiquetado se colocó satisfactoriamente.	
	5.4	Recuerde posicionar los controles en posición neutral o apagada.	


	Departamento de Aseguramiento		Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas		Versión: 00
			Página: 28 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:		Fecha elaboración: oct-2017
<b>Continuación PBE-03. Procedimientos de bloqueo y/o etiquetado</b>			
6. Liberación de energía almacenada	6.1	Libere la tensión del resorte según lo indicado por el fabricante del equipo.	
7. Retiro de bloqueo y etiquetado	7.1	Asegúrese que los artículos no esenciales han sido retirados y guardados.	
	7.2	Revise que todos los componentes están en su lugar de manera segura y en estado operativo.	
	7.3	Retire los dispositivos de bloqueo y etiquetado.	
	7.4	Inicie la máquina y verifique el funcionamiento.	
	7.5	Avise a las personas afectadas que el equipo o servicio está listo para volver a usarse.	


	Departamento de Aseguramiento		Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas		Versión: 00
			Página: 29 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:		Fecha elaboración: oct-2017
<b>PBE-04. Procedimientos de bloqueo y/o etiquetado</b>			
<p>Aplicación:</p> <p>Este procedimiento aplica cuando el mantenimiento por realizar posee energías de tipo eléctrico y mecánico de rotar, además, la tarea involucra a más de una persona.</p>			
<b>Pasos del procedimiento</b>			
1. Preparación para apagar	1.1	Antes de realizar el mantenimiento, las personas involucradas deben conocer la magnitud y los tipos de energías de la máquina.	
	1.2	Identificación de la ubicación de los <u>desconectores</u> de las energías y los dispositivos de bloqueo a utilizar (para uso múltiple e individual).	
	1.3	Determinar la clase de trabajo que se debe hacer: atascamiento, cambio de partes, mantenimiento preventivo.	
	1.4	La persona encargada de la cuadrilla debe conocer la cantidad de personas que formarán parte de la tarea.	
	1.5	Se determina el dispositivo de bloqueo múltiple por emplear. Además, cada técnico deberá portar su dispositivo de bloqueo y etiquetado.	
2. Notificación al personal afectado	2.1	Antes de la colocación del bloqueo y etiquetado avise a las áreas interesadas y/o personal afectado según corresponda (Operaciones, Torre de Control o usuarios directos de la máquina) del inicio de las labores de mantenimiento y de la colocación de los dispositivos de bloqueo y etiquetado.	
3. Aislamiento de la energía	3.1	Apagar el equipo siguiendo el procedimiento de la empresa.	
	3.2	Asegurar que la máquina esté en posición neutral y que el botón de arranque esté apagado.	
	3.3	Aislar el equipo de todas las fuentes de energía, ya sea de los proveedores de energía primarios y secundarios.	
4. Colocación del bloqueo etiquetado	4.1	El dispositivo de bloqueo múltiple se colocará en el aislamiento de energía de la máquina.	
	4.2	Cada técnico participante del mantenimiento deberá colocar el dispositivo de bloqueo junto con la etiqueta al dispositivo de bloqueo múltiple.	
5. Verificación del aislamiento	5.1	Una vez colocado los dispositivos de bloqueos, se intentará abrirlos.	
	5.2	Se verifica la ausencia de tensión con un probador de electricidad (tester).	
	5.3	Intente encender el equipo desde los controles de operación para verificar que la máquina está apagada y sin energía. Si no es posible encender la máquina, el bloqueo y etiquetado se colocó satisfactoriamente.	


	Departamento de Aseguramiento		Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas		Versión: 00
			Página: 30 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:		Fecha elaboración: oct-2017
Continuación PBE-04. Procedimientos de bloqueo y/o etiquetado			
6. Retiro de bloqueo y etiquetado	6.1	Recuerde posicionar los controles en neutral o apagado.	
	6.2	Con el mantenimiento realizado se realiza una inspección para asegurarse que los artículos no esenciales de la máquina han sido retirados y guardados.	
	6.3	Revise que todos los componentes de la máquina están en su lugar de manera segura y en estado operativo.	
	6.4	Cada técnico retirará su dispositivo de bloqueo y etiquetado.	
	6.5	La persona encargada de la cuadrilla retira el dispositivo de bloqueo múltiple.	
	6.6	La persona encargada iniciará la máquina y verificará el funcionamiento correcto de la misma.	
	6.7	Por último, se avisará a las personas afectadas que el equipo está listo para volver a usarse.	





	Departamento de Aseguramiento		Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas		Versión: 00
			Página: 31 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:		Fecha elaboración: oct-2017
<b>PBE-05. Procedimientos de bloqueo y/o etiquetado</b>			
<b>Aplicación:</b> Este procedimiento aplica cuando el mantenimiento en los equipos involucra energía hidráulica y más de una persona.			
<b>Pasos del procedimiento</b>			
1. Preparación para apagar	1.1	Antes de realizar el mantenimiento, los técnicos deben conocer la magnitud de la energía hidráulica.	
	1.2	Identificación de la ubicación de las válvulas por bloquear y de los dispositivos de bloqueo a utilizar (para uso múltiple e individual).	
	1.3	Determinación de la clase de trabajo que se debe hacer: cambio de partes, mantenimiento preventivo.	
	1.4	La persona a cargo de la cuadrilla de trabajo debe conocer la cantidad de personas involucradas en la tarea para determinar el dispositivo de bloqueo múltiple.	
2. Notificación al personal afectado	2.1	Antes de la colocación del bloqueo y etiquetado avise a las áreas interesadas y/o personal afectado según corresponda (Operaciones, Torre de Control o usuarios directos de la máquina) del inicio de las labores de mantenimiento y de la colocación de los dispositivos de bloqueo y etiquetado.	
3. Aislamiento de la energía	3.1	Cierre el flujo del líquido según el procedimiento de la empresa.	
4. Colocación del bloqueo etiquetado	4.1	El dispositivo de bloqueo múltiple se colocará en la válvula que cierra el flujo.	
	4.2	Cada técnico participante del mantenimiento deberá colocar el dispositivo de bloqueo junto con la etiqueta al dispositivo de bloqueo múltiple.	
5. Verificación del aislamiento	5.1	Una vez colocados los dispositivos de bloqueos, se intentará abrirlos.	
	5.2	Verificación de la ausencia de presión en el manómetro.	
6. Liberación de energía almacenada	6.1	Drene el líquido almacenado en las tuberías o líneas hidráulicas.	
	6.2	Se verificará que efectivamente no hay paso del líquido.	


	Departamento de Aseguramiento		Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas		Versión: 00
			Página: 32 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:		Fecha elaboración: oct-2017
Continuación PBE-05. Procedimientos de bloqueo y/o etiquetado			
7. Retiro de bloqueo y etiquetado	7.1	La persona a cargo del mantenimiento (con ayuda de sus compañeros) debe asegurar que los artículos no esenciales del sistema han sido retirados y guardados.	
	7.2	La persona a cargo de la cuadrilla deberá revisar que todos los componentes están en su lugar de manera segura y en estado operativo.	
	7.3	Cada técnico retirará su dispositivo de bloqueo y etiquetado.	
	7.4	La persona encargada de la cuadrilla retira el dispositivo de bloqueo múltiple.	
	7.5	Restauración del paso del fluido y verificación de la presión en el manómetro.	
	7.6	Se avisará a las personas afectadas que el servicio está listo para volver a usarse.	


	Departamento de Aseguramiento		Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas		Versión: 00
			Página: 33 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:		Fecha elaboración: oct-2017
<b>PBE-06. Procedimientos de bloqueo y/o etiquetado</b>			
<b>Aplicación:</b> Este procedimiento aplica cuando el mantenimiento en los equipos involucra energía mecánica de resorte y cuando la labor es realizada por más de una persona.			
<b>Pasos del procedimiento</b>			
1. Preparación para apagar	1.1	Antes de realizar el mantenimiento, los técnicos deben conocer la ubicación del resorte.	
	1.2	Identificación de la ubicación del desconector de la energía y los tipos de bloqueo a utilizar (de uso múltiple e individual).	
	1.3	Determinación de la clase de trabajo que se debe hacer: cambio de partes, atascamiento, mantenimiento preventivo.	
	1.4	La persona a cargo de la labor debe conocer la cantidad de personas involucradas en la tarea para determinar el dispositivo de bloqueo múltiple.	
2. Notificación al personal afectado	2.1	Antes de colocar el bloqueo y etiquetado avise a las áreas interesadas y/o personal afectado según corresponda (Operaciones, Torre de Control o usuarios directos de la máquina) del inicio de las labores de mantenimiento y de la colocación de los dispositivos de bloqueo y etiquetado.	
3. Aislamiento de la energía	3.1	Se debe apagar el equipo siguiendo el procedimiento de la empresa.	
4. Colocación del bloqueo etiquetado	4.1	Asegúrese que la máquina esté en posición neutral y que el botón de arranque esté apagado.	
	4.2	La aldaba de bloqueo grupal se colocará en el interruptor principal de la máquina.	
	4.3	Cada técnico participante del mantenimiento deberá colocar el dispositivo de bloqueo junto con la etiqueta al dispositivo de bloqueo múltiple.	
5. Verificación del aislamiento	5.1	Una vez colocado el dispositivo de bloqueo, intente abrirlo.	
	5.2	Verifique la ausencia de tensión con un probador de electricidad (tester).	
	5.3	Intente encender el equipo desde los controles de operación para comprobar que la máquina está desenergizada. Si no es posible encender la máquina, el bloqueo y etiquetado se colocó satisfactoriamente.	
	5.4	Recuerde posicionar los controles en posición neutral o apagada.	
6. Liberación de energía almacenada	6.1	Liberación de la tensión del resorte según lo indicado por el fabricante del equipo, antes de iniciar con las tareas de mantenimiento.	

	Departamento de Aseguramiento		Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas		Versión: 00
			Página: 34 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:		Fecha elaboración: oct-2017
<b>Continuación PBE-06. Procedimientos de bloqueo y/o etiquetado</b>			
7. Retiro de bloqueo y etiquetado	7.1	La persona a cargo de la tarea debe asegurar (con ayuda de sus compañeros) que los artículos no esenciales han sido retirados del área de trabajo y guardados.	
	7.2	Verificar que todos los componentes de la máquina están en su lugar de manera segura y en estado operativo.	
	7.3	Cada técnico retirará su dispositivo de bloqueo y etiquetado.	
	7.4	La persona encargada de la cuadrilla retira el dispositivo de bloqueo múltiple.	
	7.5	La persona encargada iniciará la máquina y verificará el funcionamiento correcto de la misma.	
	7.6	Se avisará a las personas afectadas que el equipo o servicio está listo para volver a usarse.	

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 35 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017
<b>PBE-07. Retiro especial de los dispositivos de bloqueo y/o etiquetado</b>		
<p>Aplicación:</p> <p>Se deberá hacer un retiro especial cuando el empleado que colocó el bloqueo y/o etiquetado no se encuentra disponible para su remoción.</p>		
<b>Pasos del procedimiento</b>		
1	Llenar el formulario para el retiro especial de un dispositivo de bloqueo y/o etiquetado	
2	El encargado del turno (gerente, supervisor o coordinar) del Departamento de Mantenimiento deberá liderar la acción.	
3	Se debe comprobar que la máquina se ha reparado y es completamente seguro retirar el dispositivo de bloqueo y/o etiquetado.	
4	Verificar que el técnico que aplicó el bloqueo y/o etiquetado no se encuentra en las instalaciones.	
5	Retirar el dispositivo de bloqueo y/o etiquetado.	
6	Tratar de comunicarse con el técnico encargado del mantenimiento para informarle que la tarea se ha finalizado y del retiro de los dispositivos de bloqueo y/o etiquetado.	

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 36 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017
<b>PBE-08. Cambio de turno</b>		
<p>Aplicación:</p> <p>Este procedimiento se aplicará únicamente cuando la tarea de mantenimiento no ha terminado y hay un cambio de turno.</p>		
<b>Pasos del procedimiento</b>		
1	Si la tarea de mantenimiento no ha terminado y es necesario cambiar de turno, el técnico o la persona a cargo de la cuadrilla se comunicará e informará acerca del avance de la labor a la persona responsable de seguir el trabajo.	
2	Todos los trabajadores involucrados se harán presentes donde se colocó el bloque y/o etiquetado y retirarán sus dispositivos. Seguidamente, se retirarán del lugar del trabajo.	
3	La persona(s) que dará continuidad al mantenimiento colocará su dispositivo de bloqueo y/o etiquetado según la energía que se ocupe controlar.	
4	Si el trabajo es grupal, la persona a cargo de la cuadrilla informará acerca del estado y avance de la tarea de mantenimiento, antes de comenzar a trabajar.	


	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 37 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017
<b>Formulario para el retiro especial de un dispositivo de bloqueo y/o etiquetado</b>		
El retiro especial de un dispositivo de bloqueo aplica cuando el colaborador autorizado y responsable de los dispositivos no se encuentra disponible para la remoción.		
Hora del retiro de los dispositivos:		Fecha del retiro de los dispositivos:
Nombre de la persona autorizada y responsable del bloqueo y/o etiquetado por retirar:		Horario de trabajo de la persona responsable del dispositivo por remover:
Nombre del supervisor o coordinador a cargo de remover el dispositivo:		
Indique la razón del retiro especial:		
Nombre de la máquina o sistema donde se colocó el dispositivo:		
Tipo de dispositivo:		
Ubicación del dispositivo:		
Firma del gerente, supervisor o coordinador a cargo		

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 38 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017


### 2.3 Tipos de dispositivos



Dada la variedad de máquinas, la existencia de tableros eléctricos y sistemas hidráulicos, los dispositivos de bloqueos deben de ser diferentes y aptos según la energía que se desea controlar, el cuadro 9 muestra los dispositivos propuestos para este programa. La elección del dispositivo y la forma de uso, son temas de capacitación y se abarcaran en el capítulo 4.


Cuadro 9. Dispositivos de bloqueo


Nombre	Imagen
Aldabas de acero	






	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 39 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017


Nombre	Imagen
Candados	
Cajas de bloqueo múltiples	

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 40 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017


Nombre	Imagen
Bloqueo para válvula universal	
Bases para cobertores de botón	

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 41 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

Nombre	Imagen
Bloqueo de botón/hongo 22mm o 33mm	
Bloque para breaker simples	

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 42 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017


Nombre	Imagen
Bloqueo para breaker 3phs 480/600 V	
Bloqueo para válvula de bola, tuberías de 2" a 8"	
Bloqueo de válvula de bola (diámetro ¼ a 1")	

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00 Página: 43 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

Nombre	Imagen
Bloqueo de válvula pequeña tipo mariposa	
Bloqueo cable de acero para válvulas de compuerta grande	
Bloqueo para válvula redonda ajustable	

Fuente: Brady. 2014; Escobar, A. 2017



	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 45 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

### Capítulo 3. Aplicación para la generación de ayudas de colocación de dispositivos de bloqueo

La aplicación computacional se creó para permitir que el usuario acceda a los diferentes procedimientos desde las computadoras ubicadas en el hangar de Mantenimiento, antes de iniciar con los trabajos. Así se facilita la escogencia de los dispositivos de bloqueo y se repasan los pasos para el control de la energía del equipo o del sistema. La instalación de la aplicación en las computadoras se realizará una vez que el personal haya sido capacitado.


#### 3.1 Utilización de la aplicación computacional

- El diseño de la herramienta es sencillo y fácil de usar. Al abrir el documento de Excel aparecerá el botón de inicio (ver figura 2).



Figura 2. Inicio de la aplicación computacional.

Fuente: Escobar, A. 2017

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 46 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

- Al oprimir el botón de “Inicio” se muestra la segunda ventana que permite la escogencia del procedimiento que se utilizará, ver figura 3.

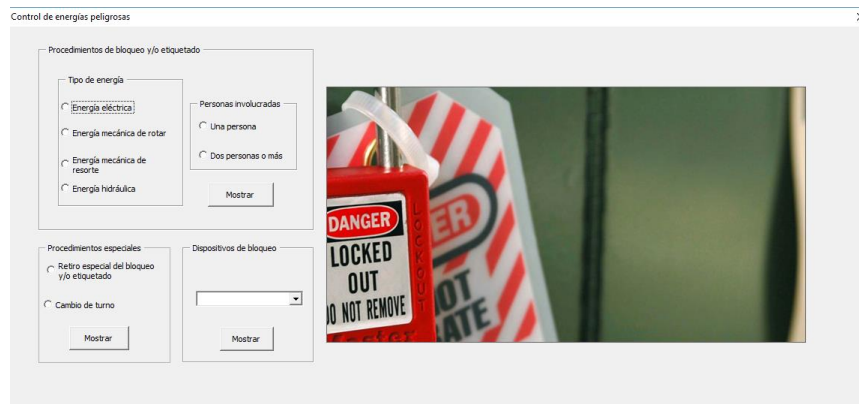



Figura 3. Ventana para elegir el procedimiento de bloqueo y/o etiquetado

Fuente: Escobar, A. 2017.

- En el primer recuadro (ver figura 4) se elige el tipo de energía por bloquear y la cantidad de personas involucradas, posteriormente, se oprime el botón de mostrar.



	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 47 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

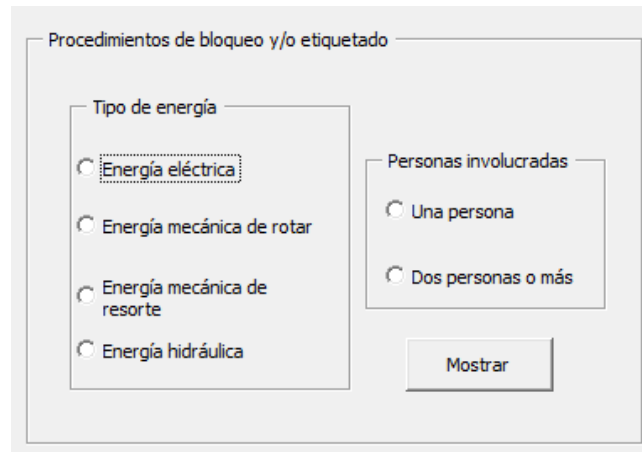
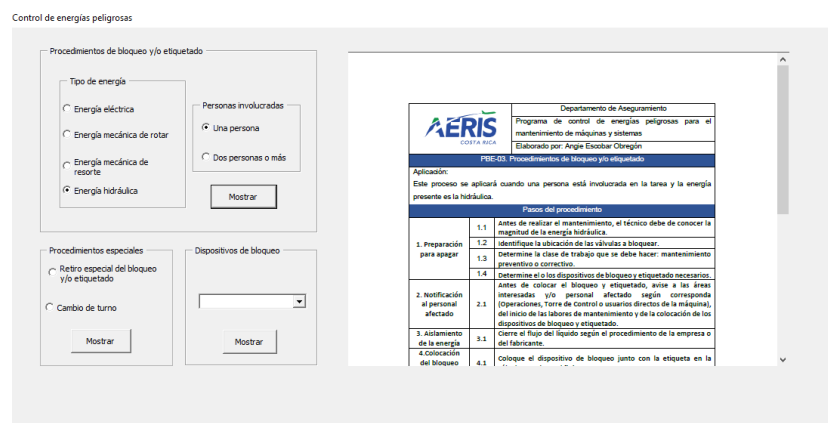


Figura 4. Recuadro para elegir el procedimiento de bloqueo y/o etiquetado

Fuente: Escobar, A. 2017.


- Al oprimir el botón de mostrar, aparece el procedimiento elegido (ver figura 5).



Pasos del procedimiento:	
1.1	Antes de realizar el mantenimiento, el técnico debe de conocer la magnitud de la energía hidráulica.
1.2	Identifique la ubicación de las válvulas a bloquear.
1.3	Determine la clase de trabajo que se debe hacer: mantenimiento preventivo o correctivo.
1.4	Determine el o los dispositivos de bloqueo y etiquetado necesarios.
2.1	Antes de colocar el bloqueo y etiquetado, avise a las áreas interesadas y/o personal afectado según corresponda (Operaciones, Torre de Control o usuarios directos de la máquina), del inicio de las labores de mantenimiento y de la colocación de los dispositivos de bloqueo y etiquetado.
3.1	Cierre el flujo del líquido según el procedimiento de la empresa o del fabricante.
4.1	Coloque el dispositivo de bloqueo junto con la etiqueta en la

Figura 5. Visualización del procedimiento

Fuente: Escobar, A. 2017.

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 48 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

- La segunda caja permite la elección del procedimiento de cambio de turno o del retiro especial del dispositivo de bloqueo. Con el procedimiento especial elegido se da clic en el botón de “mostrar” (ubicado en la misma caja), ver la figura 6. Inmediatamente aparece el procedimiento elegido (ver figura 7).

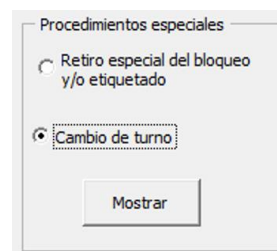
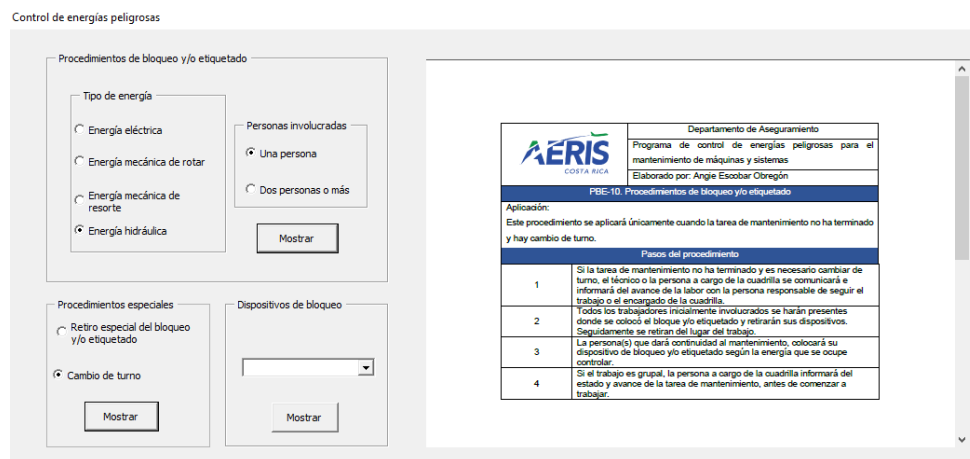


Figura 6. Procedimientos especiales


Fuente: Escobar, A. 2017.



Pasos del procedimiento	
1	Si la tarea de mantenimiento no ha terminado y es necesario cambiar de turno, el técnico o la persona a cargo de la cuadrilla se comunicará e informará del avance de la labor con la persona responsable de seguir el trabajo o el encargado de la cuadrilla.
2	Todos los trabajadores inicialmente involucrados se harán presentes donde se colocó el bloque y/o etiquetado y retirarán sus dispositivos. Seguidamente se retirarán del lugar del trabajo.
3	La persona(s) que dará continuidad al mantenimiento, colocará su dispositivo de bloqueo y/o etiquetado según la energía que se ocupe controlar.
4	Si el trabajo es grupal, la persona a cargo de la cuadrilla informará del estado y avance de la tarea de mantenimiento, antes de comenzar a trabajar.

Figura 7. Visualización del procedimiento especial

Fuente: Escobar, A. 2017.

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 49 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

- La última caja figura 8 se creó con el objetivo de facilitar la escogencia de los dispositivos por emplear durante el mantenimiento. Al igual que las cajas anteriores, se escoge lo que se quiere visualizar y se da clic en el botón de “mostrar”, enseguida aparece el documento elegido, figura 9.

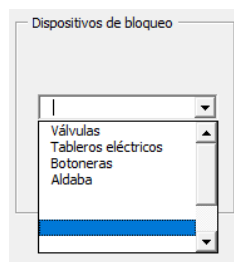


Figura 8. Dispositivos de bloqueo

Fuente: Escobar, A. 2017.

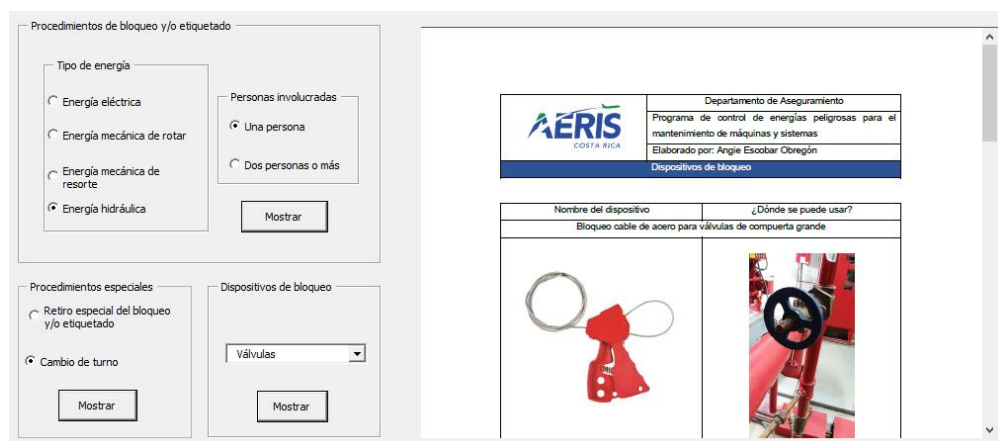



Figura 9. Visualización del dispositivo

Fuente: Escobar, A. 2017.

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 50 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

- Para cerrar la aplicación se oprime la “x” que se encuentra en la esquina superior derecha (figura 10).

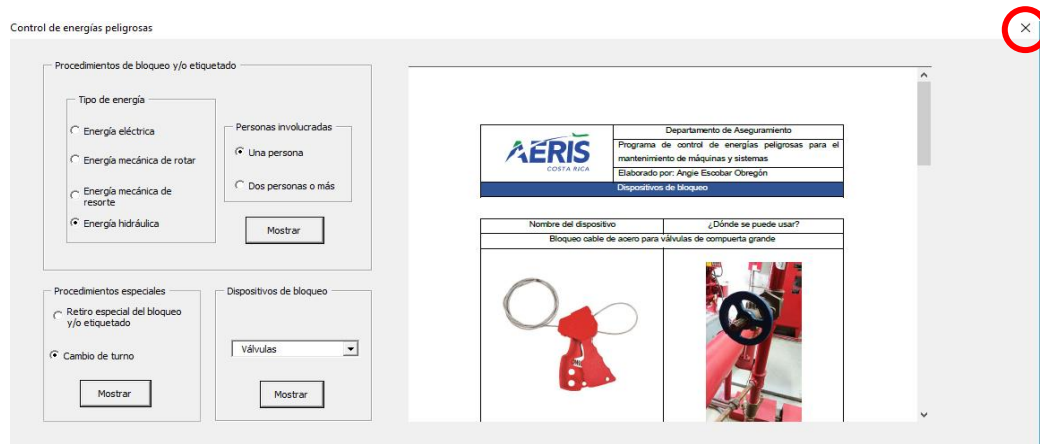



Figura 10. Cierre de la aplicación computacional

Fuente: Escobar, A. 2017.

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 51 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

#### Capítulo 4. Capacitación y formación

La formación de los colaboradores en el tema de energías peligrosas y su control permitirá aumentar los conocimientos acerca del tema y facilitará la aplicación de los dispositivos de bloqueo y/o etiquetado durante las tareas de mantenimiento que lo requieran. Es importante señalar que se deberá capacitar nuevamente al personal cuando se presenten las siguientes situaciones:


- Las máquinas o sistemas fueron modificados y representen nuevos peligros.
- Incorporación de nuevos equipos, los cuales poseen peligros diferentes a las máquinas existentes.
- Cuando hay un cambio en el control de la energía.
- Si mediante las inspecciones se identifica que los procedimientos establecidos se desarrollan de manera incorrecta.


El cuadro 10 indica la cantidad de entrenamientos y el tiempo necesario para llevar a cabo cada actividad.


Cuadro 10. Temas para las capacitaciones

Número de capacitación	Temas	Duración
1	Introducción a las energías peligrosas	1 hora con 30 min
2	Procedimientos y situaciones especiales	1 hora con 30 min
3	Aplicación de los procedimientos	1 hora con 30 min


Fuente: Escobar, A. 2017.


	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 52 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017
<b>Primera capacitación: introducción a las energías peligrosas</b>		
Nombre del encargado de la capacitación:		
Esta capacitación está dirigida al personal del Departamento de:		
Temas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propósito y función del bloqueo y/o etiquetado</li> <li>• Terminología</li> <li>• Identificación de las energías presentes en la máquina o sistema y las magnitudes correspondientes</li> <li>• Protección total del empleado</li> <li>• Etapas generales de los procedimientos</li> </ul>	
Objetivo	Explicar a los colaboradores el tema de control de energías peligrosas y su importancia.	
Recursos necesarios	Sala de reuniones Presentación digital Pizarra acrílica Marcadores para la pizarra Papelería Lapiceros Documentos impresos Computadora Proyector Refrigerios Lista de control de asistencia	


	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 53 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017
<b>Evaluación de la primera capacitación, introducción a las energías peligrosas</b>		
<p>I parte. Marque con una "X" la opción correcta</p> <p>1. ¿Cuál es el propósito principal de bloquear y rotular una máquina?</p> <p>a. Colocar un dispositivo de bloqueo  b. Prevenir que alguien use el equipo  c. Aislar el equipo de sus fuentes de energía (asegurar que no se puede encender)  d. Solo A y B</p> <p>2. ¿En qué situación habría que bloquear una máquina?</p> <p>a. Cambio de una cadena  b. Limpieza, lubricación o mantenimiento en general  c. Liberación de mecanismos atorados  d. Todas las anteriores</p> <p>3. Para tener un colaborador con protección total se debe colocar:</p> <p>a. Dispositivos de bloqueo como el candado  b. Solo una etiqueta  c. Bloqueo y etiqueta colocados en puntos diferentes  d. Bloqueo y etiqueta colocados en el mismo punto.</p> <p>4. El dispositivo de candado es más seguro que utilizar solo la etiqueta.</p> <p>a. Falso  b. Verdadero</p> <p>Respuestas:  1→c/ 2→d / 3→d / 4→a</p>	<p>Conteste las siguientes preguntas</p> <p>1. Mencione 4 lesiones producto de la liberación de energías de manera repentina.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> </ul> <p>2. ¿Por qué es importante el control de energías peligrosas?</p> <p>3. Ordene con los números del 1 al 5 y de forma ascendente (menor a mayor) el orden correcto de los pasos para bloquear y/o etiquetar.</p> <p>___ Aislar la energía</p> <p>___ Colocar el bloqueo y/o etiquetado</p> <p>___Apagar el equipo o sistema</p> <p>___Retirar el bloqueo y/o etiquetado</p> <p>___Preparar el equipo para apagarlo</p> <p>Respuesta de la pregunta 3:  3, 4, 2, 5 y 1.</p>	


	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 54 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017
Continuación de la evaluación de la primera capacitación: introducción a las energías peligrosas		
III Parte. Asocie las palabras de la columna de la izquierda con el significado correcto.		
a. Dispositivo de aislamiento de energía b. Protección total del trabajador c. Energizado d. Empleado afectado e. Empleado autorizado f. Bloqueo g. Empleado afectado	___ Persona que ocupa de la máquina o equipo para realizar sus labores.  ___ Empleado que bloquea y/o etiqueta las máquinas o equipos.  ___ Lugar donde se coloca el dispositivo de aislamiento de energía.  ___ Dispositivo mecánico que físicamente previene la transmisión o liberación de energía.  ___ Persona que ocupa de la máquina o equipo para realizar sus labores.  ___ Conectado a una fuente de energía o que contiene energía residual o almacenada.  ___ Cuando se usa el dispositivo de cierre junto con la etiqueta (en el mismo lugar).  Respuesta del pareo: d, e, f, a, g, c y b.	





	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 55 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017
<b>Segunda capacitación: procedimientos y situaciones especiales</b>		
Nombre del encargado de la capacitación:		
Esta capacitación está dirigida al personal del Departamento de:		
Temas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de dispositivos de bloqueo.</li> <li>• Elección y colocación de los dispositivos.</li> <li>• Tipos de procedimientos.</li> <li>• Aplicación del retiro especial del bloqueo y/o etiquetado.</li> <li>• Explicación de la aplicación computacional.</li> </ul>	
Objetivo	Explicar los diferentes procedimientos, así como los dispositivos de bloqueo y/o etiquetado de este programa de control de energías peligrosas.	
Recursos necesarios	Sala de reuniones Presentación digital Pizarra acrílica Marcadores para la pizarra Papelería Lapiceros Documentos impresos Computadora Proyector Refrigerios Lista de control de asistencia Dispositivos existentes de bloqueo	

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 56 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017
<b>Evaluación de la segunda capacitación</b>		
Conteste las siguientes preguntas		
<p>1. ¿Cuándo se debe aplicar un retiro especial de los dispositivos de bloqueo?</p> <p>2. ¿Cuál es la diferencia entre un procedimiento simple y un procedimiento complejo?</p> <p>3. ¿En qué ocasiones se usa un procedimiento complejo?</p> <p>4. ¿Qué dispositivos se pueden usar para llevar a cabo un procedimiento complejo?</p> <p>5. Mencione el nombre de los equipos o sistemas donde haya que liberar energía antes de comenzar con la actividad de mantenimiento.</p>		

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 57 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017
<b>Tercera capacitación: aplicación de los procedimientos</b>		
Tema	<ul style="list-style-type: none"> <li>Práctica de la aplicación del bloqueo y/o etiquetado (recreación de una escena).</li> </ul>	
Objetivo	Aplicar los conceptos y procedimientos adquiridos de las primeras dos capacitaciones.	
Recursos necesarios	Sala de reuniones Pizarra acrílica Marcadores para la pizarra Papelería Lapiceros Documentos impresos Computadora Aplicación computacional Refrigerios Lista de control de asistencia Dispositivos de bloque y/o etiquetado	

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 58 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017
<b>Dinámica para la tercera capacitación: aplicación de los procedimientos</b>		
Nombre del encargado de la capacitación:		
Esta capacitación está dirigida al personal del Departamento de:		
Dinámica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El encargado de la capacitación organiza grupos de trabajo y les da un caso ficticio.</li> <li>• Las personas participantes deben escoger el procedimiento que se adecue al caso, así como los dispositivos de bloqueo y/o etiquetado y si fuera necesario las boletas de los casos especiales.</li> <li>• Los participantes realizarán el procedimiento como si estuvieran en campo.</li> <li>• Una vez terminada la dinámica, se conversa de los pasos realizados y se aclaran las dudas.</li> </ul>	
Evaluación por parte del instructor	El instructor estará anuente a anotar aquellas fallas que se puedan cometer durante la actividad.	
<b>Observaciones</b>		
El instructor dispone de este espacio para las observaciones y/o fotografías.		


	Departamento de Aseguramiento		Código: P-14073	
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas		Versión: 00	
			Página: 59 de 74	
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:		Fecha elaboración: oct-2017	
<b>Control de asistencia</b>				
Fecha:			Tema	
Hora inicio:				
Lugar:				
Nombre	Apellidos	Departamento	Empresa	Firma
Horas efectivas de la capacitación:			Hora final:	
Nombre del instructor			Firma del instructor	



	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 60 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

## 5. Investigación de accidentes e incidentes


Este programa pretende prevenir accidentes por el contacto con los puntos de operación de las máquinas y sistemas durante las labores de mantenimiento realizadas por el Departamento de Mantenimiento de Aeris; sin embargo, es posible que se materialice un accidente o que ocurra un cuasi accidente. Como parte del programa se establece el medio para estudiar estos casos.


La herramienta de análisis de accidentes e incidentes está conformada por 4 pasos, los cuales permitirán que la Encargada de Seguridad y Salud Ocupacional pueda entender el fenómeno, encontrar la causa raíz e identificar el paso que presentó falencia durante la aplicación del método. Por último, encontrar el área que requiere ser reforzada y plantear las acciones que se tomarán.

	Departamento de Aseguramiento		Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas		Versión: 00
			Página: 61 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:		Fecha elaboración: oct-2017
<b>Herramienta de análisis de accidentes e incidentes</b>			
<b>Generalidades</b>			
Encargada de la investigación			
¿En cuál turno de trabajo ocurrió el suceso?			
Hora del suceso			
<b>Paso 1</b>	<b>Análisis 5W +1H</b>		
	Esta herramienta tiene como objetivo entender el fenómeno mediante las siguientes preguntas:		
	¿Qué?	Detalle el mecanismo del accidente (golpe, atrapamiento, otros).	
	¿Dónde?	Indique el nombre de la máquina, lugar donde se ubica la misma y específicamente dónde ocurrió el suceso (motor, faja, rodillo, etc).	
	¿Cuándo?	En qué momento de la actividad se presentó el accidente o incidente.	
	¿Quién?	Cómo se originó el mecanismo.	
	¿Cuál?	Frecuencia con la que pasan sucesos de la misma naturaleza (mes, trimestral, etc).	
	¿Cómo?	Cómo se originó el mecanismo.	
<b>Paso 2</b>	<b>5 porqués</b>		
	El objetivo es analizar las causas que originan el accidente o incidente, de manera regresiva.		
	¿Por qué 1?		
	¿Por qué 2?		
	¿Por qué 3?		
	¿Por qué 4?		
	¿Por qué 5?		
Causa-raíz del accidente o incidente			

	Departamento de Aseguramiento		Código: P-14073		
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas		Versión: 00		
			Página: 62 de 74		
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:		Fecha elaboración: oct-2017		
Continuación de la herramienta de análisis de accidentes e incidentes					
Paso 3	Cronología de eventos				
	Indique los pasos realizados y seguidamente escriba el proceso correcto de la tarea para identificar el paso del procedimiento que presentó falencia durante el trabajo de mantenimiento.				
	Lo realizado				
	1	2	3	4	5
					
	Lo que se debió realizar				
	1	2	3	4	5
	¿Qué parte del procedimiento no se realizó?				



	Departamento de Aseguramiento		Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas		Versión: 00
			Página: 63 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:		Fecha elaboración: oct-2017
Continuación de la herramienta de análisis de accidentes e incidentes			
Paso 4	Conclusiones y acciones por tomar		
	¿Cuáles fueron las causas?	Área por fortalecer	Acciones por tomar


	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00 Página: 64 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017


## Capítulo 6. Evaluación, mejora y control de cambios del programa


### 6.1 Evaluación del programa


Con la finalidad de asegurar que los procedimientos se están aplicando de manera adecuada, se debe de realizar una inspección al menos una vez al año; para este programa se plantean dos inspecciones de campo por año. La primera inspección será realizada por la encargada de Seguridad y Salud Ocupacional de Aeris. Esta revisión consiste en identificar máquinas o sistemas que se hayan instalado durante el año y revisar los procedimientos existentes; por último, observar y evaluar la aplicación del bloqueo y/o etiquetado en campo.

La segunda inspección valorará únicamente la aplicación del procedimiento de bloqueo y/o etiquetado en campo, y la realizará un profesional en Seguridad Laboral con conocimiento en el tema y ajeno a la empresa, quien podrá utilizar la herramienta de evaluación de este documento. A continuación, se presentan las herramientas para ejecutar las revisiones.

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073		
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00		
		Página: 65 de 74		
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017		
<b>Inspección de máquinas o sistemas nuevos</b>				
Identificación de la máquina o sistema				
Nombre:				
Ubicación:				
Función:				
Revisión de máquinas y sistemas, tipos de energías				
Nombre de la(s) energía presente	Ubicación	Puede ser bloqueado		Tipo de bloqueo que requiere
		Sí	No	
Evidencias (observaciones, fotografías, otros)				
Con base en los resultados de esta herramienta, se debe revisar si los procedimientos existentes son funcionales.				


	Departamento de Aseguramiento		Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas		Versión: 00
			Página: 66 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:		Fecha elaboración: oct-2017
<b>Inspección en campo, bloqueo/etiquetado</b>			
Aspectos generales			
Nombre de la persona autorizada:			
Fecha de aplicación:			
Turno de trabajo:			
Nombre de la máquina:			
Ubicación de la máquina:			
Tipo(s) de energía			
Marque la energía presente			
<input type="checkbox"/> Eléctrica	<input type="checkbox"/> Mecánica <input type="checkbox"/> Rotar <input type="checkbox"/> Resorte	<input type="checkbox"/> Hidráulica	<input type="checkbox"/> Otras, indique:
Revisión del procedimiento			
1. Identifique el procedimiento que se debe revisar <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Simple</li> <li>b. Complejo</li> <li>c. Requerimientos especiales <ul style="list-style-type: none"> <li>o Liberación de energía</li> <li>o Realización de pruebas durante la labor</li> </ul> </li> </ol> 2. Con el procedimiento identificado, marque con una "x" el porcentaje de cumplimiento de la sección. Si alguna de las casillas no cumple al 100%, debe explicar el no cumplimiento.			
Sección del procedimiento	Nivel de cumplimiento		
	100%	50%	0%
Preparación para el apagado			
El apagado de la máquina			
Liberar la energía almacenada *			
Aislamiento del equipo			
Colocación del dispositivo de bloqueo o etiquetado			


	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073	
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00	
		Página: 67 de 74	
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017	
Continuación inspección en campo, bloqueo/etiquetado			
Sección del procedimiento	Nivel de cumplimiento		
	100%	50%	0%
Retiro de los dispositivos de bloqueo o etiquetado			
Comentarios			
Evidencias			

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 68 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017


## 6.2 Mejora para el programa

Las evaluaciones del programa permiten identificar las oportunidades de mejora, implicando cambios en el documento. Las modificaciones que pueda sufrir el documento se deberán documentar, bajo el siguiente formato:

	Departamento de Aseguramiento		Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas		Versión: 00
			Página: 69 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:		Fecha elaboración: oct-2017
<b>Mejora del programa</b>			
Nombre de la persona que propone la mejora:			
Mejora número (consecutivo):		Fecha:	
Indique cuales son los aspectos que requieren mejoras:			
Justifique el por qué se deben de implementar las mejoras:			
Evidencia fotográfica (si es posible):			

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 70 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017
<b>Mejora del programa</b>		
Indique las mejoras a implementar:		
¿Cómo se van a implementar las mejoras?		
Firma de quién propone las mejoras:	Firma de aprobación del jefe del Departamento de Aseguramiento:	



	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 71 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

### 6.3 Control de cambios


Este apartado reúne los componentes establecidos para el control de cambios (cuadro 11), los cuales están presentes en diferentes capítulos del programa:

Cuadro 11. Nombre de los controles establecidos en el programa

Nombre del control	Apartado
Formación y capacitación	Capítulo 4
Evaluación del programa	Capítulo 5. Sección 5.1
Mejoras para el programa	Capítulo 5. Sección 5.2

Fuente: Escobar, A. 2017.

Además, se incluye el formato para llevar el orden y seguimiento de los controles de cambios.


	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 72 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

**Control de cambios**

Este formato deberá completarse cada vez que:

- Se desarrolle una capacitación o una recaptación.
- Se aplique la evaluación del programa.
- Se plantee y desarrolle una mejora al programa.


Nombre del control aplicado	Nombre del responsable	Fecha de aplicación	Indique si el control afecta a una o más áreas. ¿Cuáles?	¿Cómo se comunicarán los cambios?

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 73 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

## Capítulo 7. Conclusiones y recomendaciones

### 7.1. Conclusiones

- Involucrar al personal del Departamento de Mantenimiento en la identificación de mejoras del programa, buscando culturizar en el tema de seguridad laboral.
- Por la distribución y dimensiones de los equipos, es posible que personal ajeno a Aeris puede acceder a los controles de las máquinas.
- La inspección anual del programa de control de energías se deberá llevar a cabo por una persona no perteneciente a la empresa y por la encargada de salud y seguridad de Aeris.
- La cantidad de dispositivos de bloqueo y/o etiquetado son la base para poder implementar el programa, sin embargo, se debe considerar el aumento en máquinas y sistemas por el crecimiento importante en infraestructura del AIJS.
- La herramienta computacional se diseñó pensada como material de apoyo para el personal de Mantenimiento, ya que tienen acceso a las computadoras.

	Departamento de Aseguramiento	Código: P-14073
	Programa de control de energías peligrosas para el mantenimiento de máquinas y sistemas	Versión: 00
		Página: 74 de 74
Elaborado por: Angie Escobar Obregón	Revisado por:	Fecha elaboración: oct-2017

## 7.2. Recomendaciones

- Crear grupos de trabajos dentro del Departamento de Mantenimiento para desarrollar mapas de riesgo por máquinas y sistemas, identificando la ubicación de los dispositivos de aislación de energía (por ejemplo, las válvulas, interruptores y tableros eléctricos). Dichos mapas formarán parte de nuevas versiones del programa de control de energías peligrosas y se podrán colocar en los paneles o controles de las máquinas.
- Coordinar con el área de identificaciones que en la capacitación se incluya un carné de identificación (formación obligatoria para personal de cualquier entidad que se encuentre dentro del AIJS) referente al tema de control de energías peligrosas.
- Buscar métodos alternativos para reforzar el bloqueo y etiquetado en los lugares que son de fácil acceso a interruptores centrales o paneles de control para que restrinjan el paso a las personas mientras se ejecuta el mantenimiento.
- La persona invitada para realizar la inspección deberá tener experiencia en la implementación de un programa de energías peligrosas.
- Cuando los departamentos involucrados en la implementación del programa consideren aumentar los dispositivos de bloque y etiquetado, podrán consultar a los técnicos acerca de cuáles mecanismos hacen falta para mejorar el control de energías peligrosas.
- Al modificar o incrementar los procedimientos se debe alimentar la herramienta computacional, además de incorporar la forma de uso indicados en los manuales de los dispositivos una vez adquiridos, tanto en el documento como en la herramienta.

## Bibliografía

- Aeris Holding Costa Rica S.A. (2016). *MPO-Volumen 12- Programa de Mantenimiento*.  
Obtenido de <http://sjoairport.com/es/aeris/operaciones/>
- Aeris Holding Costa Rica S.A. (2017a). *Mantenimiento*. Obtenido de  
[aerisholdingcostarica.sharepoint.com](http://aerisholdingcostarica.sharepoint.com)
- Aeris Holding Costa Rica S.A. (2017b). *Operaciones*. Obtenido de  
[aerisholdingcostarica.sharepoint.com](http://aerisholdingcostarica.sharepoint.com)
- Aeris Holding Costa Rica S.A. (2016). *Manual de Operaciones de Aeropuerto. Programa de Mantenimiento. Vol 12*. Obtenido de  
<http://sjoairport.com/es/aeris/operaciones/>
- Aeris Holding Costa Rica S.A. (2017). *Nuestra empresa*. Obtenido de  
<http://fly2sanjose.com/es/aeris/espanol-quienes-somos/>
- Aeris Holding Costa Rica S.A. (2017c). *Calidad*. Obtenido de  
[aerisholdingcostarica.sharepoint.com](http://aerisholdingcostarica.sharepoint.com)
- Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. (2008). *Las ventajas de una buena salud y seguridad en el trabajo*. Obtenido de  
<https://osha.europa.eu/es/tools-and-publications/publications/factsheets/77>
- Álvarez, S. (2016). *Propuesta de un Sistema de Gestión de la Seguridad Ocupacional, para el servicio de Nutrición, del Hospital Dr. Maximiliano Peralta Jiménez, basado en la norma OHSAS 18001 2007: Sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo* (Trabajo de grado, Instituto Tecnológico de Costa Rica).  
Obtenido de: <http://repositoriotec.tec.ac.cr>
- Arellano, D., Correa, F., & Doria, O. (2008). *Seguridad industrial y salud en el trabajo a bajo costo: (un enfoque práctico)*. México, D.F: Instituto Politécnico Nacional.  
Obtenido de <http://www.ebrary.com>

- Brady. (2014). Catálogo de soluciones para bloqueo y etiquetado. Recuperado de [http://www.bradylatinamerica.com/esmx/downloads?filename=Lockout\\_Tagout\\_Catalog\\_Latin\\_America.pdf](http://www.bradylatinamerica.com/esmx/downloads?filename=Lockout_Tagout_Catalog_Latin_America.pdf)
- Beaudoux, E., Douxchamps, F., de Crombrughe, G., Gueneau, M., & Nieuwrekerk, M. (1992). *Guía metodológica de apoyo a proyectos y acciones para el desarrollo: "de la identificación a la evaluación"*. Bruxelles: IEPALA.
- Bejarano, A. (2012). Propuesta de una estrategia para el desarrollo de un sistema integrado de gestión de Ambiente, seguridad y salud en el trabajo en Aeris Holding Costa Rica S.A. (Trabajo de grado). Cartago, Costa Rica.
- Bulzacchelli, M., Vernick, J., Sorock, G., Webster, D., & Lees, P. (2008). Circumstances of fatal lockout/tagout-related injuries in manufacturing. *American Journal of Industrial Medicine*, 51(10), 728-734. doi:10.1002/ajim.20630
- Chávez, D. (2008). *Conceptos y técnicas de recolección de datos en la investigación*. Obtenido de [http://perso.unifr.ch/derechopenal/assets/files/articulos/a\\_20080521\\_56.pdf](http://perso.unifr.ch/derechopenal/assets/files/articulos/a_20080521_56.pdf)
- Cordero, Z. V. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1), 155-165. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>
- Fleitman, J. (2007). *Evaluación integral para implementar modelos de calidad* (Vol. 1). México: Pax México. Obtenido de [books.google.co.cr/books](http://books.google.co.cr/books)
- Forero, J. (2017). *Identificación de condiciones sub estándar en el proceso de control de energías peligrosas en dos (2) empresas del sector metalmeccánico en la ciudad de Manizales (Caldas) en el 2016*. (Trabajo de grado, Universidad de Quindío). Obtenido de <https://bdigital.uniquindio.edu.co/handle/001/1617>
- García, E. (2013). *Bloqueo y señalización de equipos de trabajo*. (F. T. Industrial, Ed.) Obtenido de <http://www.tecnicaindustrial.es>

- Henao, R. (2014). *Riesgos eléctricos y mecánicos* (2 ed.). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones. Obtenido de <http://www.ebrary.com>
- Hérmnandez Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Métodología de la investigación* (Vol. 4). México: Mcgraw-Hill.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2009). *Boletín de prevención de riesgos laborales para la Formación Profesional*. Obtenido de <http://www.insht.es/InshtWeb>
- INTECO. (2016). *INTE 31-09-09:2016. Salud y seguridad en el trabajo. Requisitos para la elaboración de programas de salud y seguridad en el trabajo*. Costa Rica: INTECO.
- ISO. (2016). *ISO 9001:2000 Sistemas de gestión de la calidad-Requisitos*. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/21823.html>
- J.J. Keller & Associates, Inc. (2013). *OSHA Compliance Manual for General Industry*. Wisconsin: J.J Keller.
- Lopez, P. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad: métodos para la mejora continua y la solución de problemas*. Madrid, España: FC Editorial. Obtenido de <http://www.ebrary.com>
- Maldonado, J. (2011). *Gestión de procesos (o gestión por procesos)*. Madrid, España: B - EUMED. Obtenido de <http://www.ebrary.com>
- Marcelino, M., & Ramírez, D. (2014). *Administración de la calidad: nuevas perspectivas*. México D.F, México: Grupo Editorial Patria. Obtenido de <http://www.ebrary.com>
- Meana, P. P. (2017). *Gestión de inventarios UF0476*. España: Paraninfo.
- Microsoft. (2017). *Gráficos de columnas*. Obtenido de [msdn.microsoft.com](https://msdn.microsoft.com)
- Míguez Pérez , M., & Bastos , A. (2006). *Introducción a la gestión de stocks: El proceso de control, valoración y gestión del stock*. España: Ideaspropias Editorial.

- Miranda, F., Chamorro, A., & Rubio, S. (2007). *Introducción a la gestión de la calidad*. Madrid, España: Delta Publicaciones. Obtenido de books.google.co.cr
- NFFS. (2007). *Administración de Seguridad y Salud*. Obtenido de [https://www.osha.gov/dte/grant\\_materials/fy05/46e5-ht13.html](https://www.osha.gov/dte/grant_materials/fy05/46e5-ht13.html)
- NFPA. (2015). Estableciendo una condición eléctricamente segura. En N. F. Association, *Seguridad Eléctrica en los centros de trabajo* (págs. 110.4-120.2). Quincy: NFPA. Obtenido de <http://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=70E>
- NIOSH. (2011). *Uso de procedimientos de bloqueo e identificación con etiquetas para prevenir lesiones y muertes cuando se realiza el mantenimiento de maquinarias*. Obtenido de [www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/wp-solutions/2011-156\\_sp/](http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/wp-solutions/2011-156_sp/)
- Organización Panamericana de la Salud. (2016). *Elaboración de lista de verificación*. Obtenido de [http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10935%3A2015-elaboracion-listas-verificacion&catid=7679%3Aauditoria&lang=es](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10935%3A2015-elaboracion-listas-verificacion&catid=7679%3Aauditoria&lang=es)
- OSHA. (2002). *Candado/etiqueta*. Obtenido de [https://www.osha.gov/OshDoc/data\\_General\\_Facts/lockout-tagout-spanish.pdf](https://www.osha.gov/OshDoc/data_General_Facts/lockout-tagout-spanish.pdf)
- OSHA. (2006). *CCH OSHA Standards for General Industry* (2 ed.). Chicago: CCH Editorial Staff Publication.
- Pensis. (2015). *Es hora de despegar*. Obtenido de <https://www.tec.ac.cr/pensis/articulos/hora-despegar>
- Poder Ejecutivo. (12 de mayo de 1980). *Reglamento General de Seguridad e Higiene de Trabajo* [Decreto 11429 de 1980]. Obtenido de [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=57797&nValor3=63367&strTipM=TC#up](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=57797&nValor3=63367&strTipM=TC#up)



- Quirós, A. (2016). *Estadística II para Ingeniería. Código 3328*. San José: UNED.
- Robert, A. J. (2015). *Diseño e Implementación de un programa de cinco eses en el Departamento de Mantenimiento de AERIS HOLDING Costa Rica, Gestor del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría* (Trabajo de Grado, Instituto Tecnológico de Costa Rica). Obtenido de: <http://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6108>
- Rutherford County Government. (2014). *Bloqueo/etiquetado*. Obtenido de [http://rutherfordcountyttn.gov/insurance/documents/lockout\\_tagout\\_safet](http://rutherfordcountyttn.gov/insurance/documents/lockout_tagout_safet)
- TIBCO Software Inc. (2014). *¿Qué es un gráfico de barras?* Recuperado de [https://docs.tibco.com/pub/spotfire\\_web\\_player/6.0.0-november-2013/es-ES/WebHelp/GUID-6023CECC-E502-4AE1-B5C5-FFE5DAF6FAE2.html](https://docs.tibco.com/pub/spotfire_web_player/6.0.0-november-2013/es-ES/WebHelp/GUID-6023CECC-E502-4AE1-B5C5-FFE5DAF6FAE2.html)
- UAW. (2017). *Let's be our brothers' and sisters' keepers*. Obtenido de <https://uaw.org/solidarity-magazine/lets-brothers-sisters-keepers/>
- Westcott Company. (1995). *Guía del empleado para cierre y etiquetado ("lockout") de máquinas. Control de energías peligrosas*. Obtenido de [repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/755/1/cierre\\_bloqueo\\_maquinas.pdf+&cd=1&hl=en&ct=clnk](repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/755/1/cierre_bloqueo_maquinas.pdf+&cd=1&hl=en&ct=clnk)
- Zandanel, A. (2016). *Introducción a la física: la energía: transformaciones, transferencias y su aprovechamiento*. Buenos Aires, Argentina: Maipue. doi:<http://www.ebrary.com>

## Apéndices

La siguiente lista de verificación se aplicó en cada actividad de mantenimiento, tanto en la realización de trabajos en los equipos como en el sistema de agua potable, y se empleó durante el período del análisis actual de la empresa.

Apéndice 1. Lista de Verificación basado en OSHA 29 CFR 1910.147

Lista de verificación basada en OSHA 29 CFR 1910.147				
Nombre del equipo				
Localización del equipo				
Descripción de la tarea				
Cantidad de personas involucradas				
El equipo o máquina, tiene la capacidad de ser (1910.147(c)(2)):	Bloqueado	Etiquetado	Bloqueado/etiquetado	
El equipo o máquina tiene la capacidad de almacenar energía (1910.147(d)(5)):	Sí: ___ No: ___			
Apartado	Requerimiento	Sí	No	Observaciones
Preparación para el apagado				
1910.147(d)(1)	El empleado tiene el conocimiento del tipo y magnitud de la energía, los peligros de la energía que se deben controlar y el método o medios para lograrlo.			
El apagado de la máquina				
1910.147(d)(2)	La máquina se apaga siguiendo los procedimientos establecidos.			
Aislamiento del equipo				
1910.147(d)(3)	Los dispositivos aisladores de energía necesarios para controlar la energía de la			

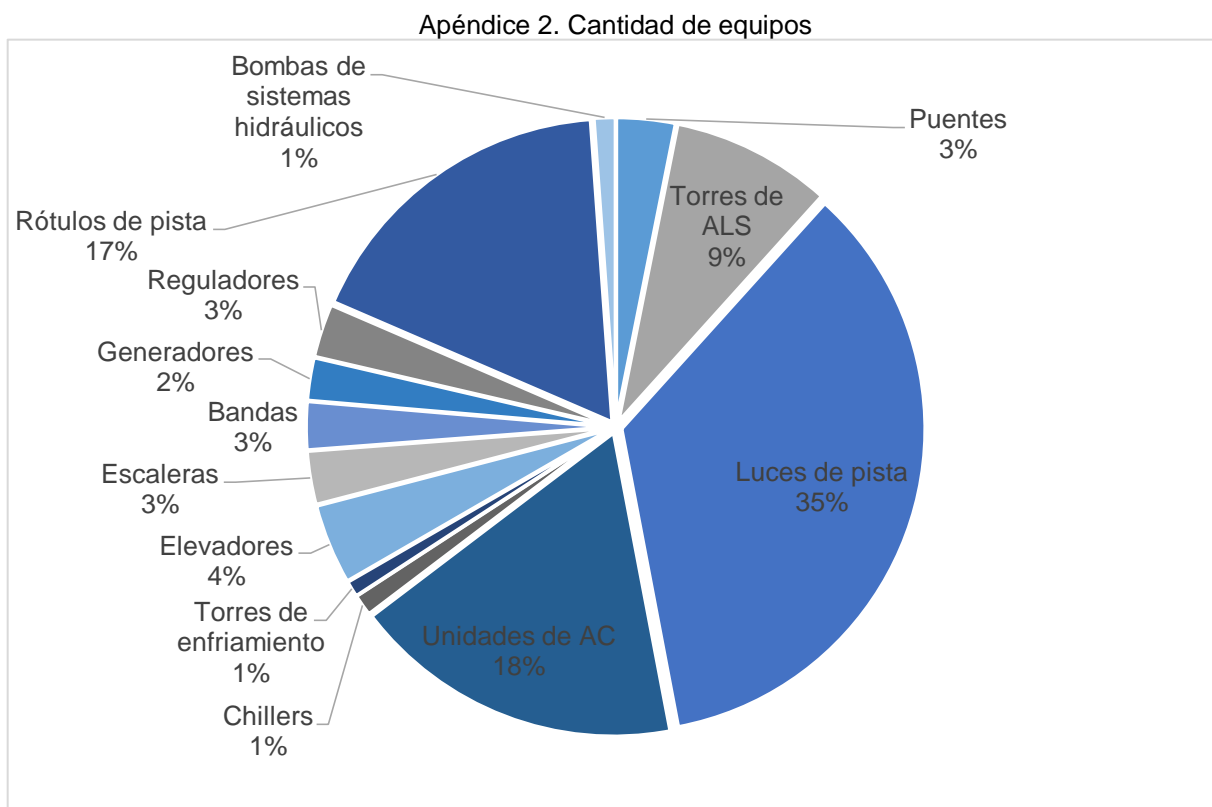
Lista de verificación basada en OSHA 29 CFR 1910.147			
	máquina o del equipo están ubicados y operados físicamente, de tal manera que se pueda aislar la máquina o el equipo de la(s) fuente (s) de energía.		
Colocación del bloqueo y etiquetado			
1910.147(d)(4)(i)	Los dispositivos de bloqueo y/o rotulación se fijan a cada dispositivo de aislamiento de la energía.		
1910.147(d)(4)(ii)	Los dispositivos de bloqueo se fijarán de manera que mantengan los dispositivos aisladores de energía en una posición "segura" o "apagada".		
1910.147 (d) (4) (iii)	Los dispositivos de etiqueta, cuando se utilicen, deberán colocarse de tal manera que se indique claramente que está prohibido el funcionamiento o el movimiento de los dispositivos del equipo.		
Energía almacenada			
1910.147(d)(5)(i)	Después de la aplicación bloqueo/etiquetado, toda la energía almacenada o residual potencialmente peligrosa debe ser relevada, desconectada, restringida y de otra manera segura.		
1910.147(d)(5)(ii)	Si la máquina o equipo puede reaccumular energía a un nivel peligroso, se continúa la		

Lista de verificación basada en OSHA 29 CFR 1910.147				
	verificación del aislamiento hasta que se complete el mantenimiento o hasta que ya no exista la posibilidad de dicha acumulación.			
1910.147(d)(6)	El empleado verifica que el aislamiento y la desenergización de la máquina o equipo se han cumplido.			
Retiro del bloqueo/etiquetado				
1910.147(e)(1)	Se inspecciona la máquina o equipo para asegurar que los elementos no esenciales han sido removidos y para asegurar que la máquina o los componentes del equipo estén operativamente intactos.			
1910.147(e)(2)(i)	Se verificará el área de trabajo para asegurar que todos los empleados estén en una zona fuera de la zona de peligro.			
1910.147(e)(2)(ii)	Después de que se hayan retirado los dispositivos de bloqueo o de etiqueta y antes de que se inicie una máquina o equipo, se notifica a los empleados afectados que se han retirado los dispositivos de bloqueo o etiqueta.			
Requerimientos adicionales para las pruebas del equipo o máquina				
1910.147(f)(1)(i)	Se retira de la máquina o del equipo cualquier herramienta y/o materiales.			

Lista de verificación basada en OSHA 29 CFR 1910.147			
1910.147(f)(1)(ii)	Los empleados cercanos son retirados del área de la máquina o equipo.		
1910.147(f)(1)(iii)	Remoción de los dispositivos de bloqueo/etiquetado.		
1910.147(f)(1)(iv)	Energizar y realizar la prueba correspondiente a la máquina.		
1910.147(f)(1)(v)	Desenergizar todos los sistemas y volver a aplicar las medidas de control de energía y continuar con las labores.		

Fuente: Escobar, A. (2017); J.J. Keller & Associates, Inc. (2013).

El presente apéndice tiene la finalidad de mostrar gráficamente los equipos que forman parte de este proyecto de graduación.



Fuente: Escobar, A. 2017.

Debido a la variedad de equipos instalados en el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría y que algunos de ellos son de uso exclusivo para los aeropuertos, se muestra en el siguiente apéndice fotografías de cada uno de los equipos con la finalidad de poder ubicar al lector a través de las páginas del presente proyecto de graduación.

Apéndice 3. Equipos del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría

Nombre del equipo	Imagen	Función
Luces de pista		<p>Son señales que le indican a la tripulación sobre los límites laterales, zona de contacto del tren de aterrizaje, el inicio y fin de la pista.</p>
Rótulos de pista		<p>Le indican a la tripulación el nombre de las intercepciones en las superficies de rodaje.</p>
Unidades de AC		<p>Permiten recircular el aire en un área específica, filtrarlo y dependiendo del sistema el aire se puede calentar o enfriar.</p>

Nombre del equipo	Imagen	Función
Torres de ALS		<p>Permiten que el piloto reconozca la dirección de la pista y además sirven de guía para que el piloto pueda alinear la aeronave con la pista.</p>
Elevadores		<p>Es un medio de transporte vertical, capaz de mover personas u objetos de un nivel a otro.</p>
Puentes de abordaje		<p>Es una manga de longitud variable que conecta al avión con el edificio, permitiendo el acceso de los pasajeros y de la tripulación de la sala de abordaje al avión y viceversa.</p>
Escaleras eléctricas		<p>Las escaleras al igual que los elevadores transportan personas de una planta a otra sin la necesidad de que los usuarios tengan que subir gradas.</p>



Nombre del equipo	Imagen	Función
Reguladores		<p>Los reguladores suministran de potencia a los circuitos en serie de iluminación para aeropuertos en varios niveles de intensidad</p>
Bandas transportadoras de equipaje		<p>Es un sistema unidireccional utilizado para transportar equipaje o mercancías de un área en un nivel específico a otro sitio.</p>
Generadores		<p>Genera energía eléctrica y entra en funcionamiento únicamente cuando se va la energía en el AIJS.</p>

Fuente: Escobar, A. 2017.

Tanto el apéndice 4 y el apéndice 5 muestran la ubicación entre los paneles y el punto de trabajo cuando se ejecutan los mantenimientos de las diferentes máquinas. Esto muestra que el técnico responsable de la tarea no tiene el control absoluto sobre el equipo, por lo que deben recurrir a la comunicación radial o confiar en que las personas que rodean estos paneles no activen las máquinas.

Apéndice 4. Distancia y ubicación del punto de trabajo y panel de control en los puentes de abordajes



Fuente: Escobar, A. 2017.

Apéndice 5. Distancia y ubicación del punto de trabajo y panel de control de las Torres ALS



Fuente: Airbus Imagery CNES & Escobar, A. 2017.

El propósito del apéndice 6 es mostrar al lector la caja eléctrica que posee cada torre ALS.

Apéndice 6. Caja eléctrica de una torre ALS



Fuente: Escobar, A. 2017.

Al igual que el apéndice 4 y el apéndice 5), el apéndice 7 busca enseñar que el técnico encargado de la tarea no tiene el control de los controles, en este caso, sobre las luces de pista, ya que la distancia de la superficie de rodaje es de 3,560 km.

Apéndice 7. Distancia y ubicación del punto de trabajo y panel de control de las luces de pista



Fuente: Airbus Imagery CNES & Escobar, A. 2017.

En el cuadro del apéndice 8 se muestran las actividades evaluadas junto con los tres aspectos que diferencian las labores de mantenimiento y las labores de producción. Como se puede observar en ninguna de las tareas se cumple simultáneamente con los tres requisitos (rutinaria, repetitivo e integral).

Apéndice 8. Identificación del tipo de tareas en las diferentes máquinas

Nombre del equipo donde se realiza la labor	Tipo de tarea				
	Producción normal			Mantenimiento	
	Rutinaria	Repetitivo	Integral		
				Retirar un dispositivo de seguridad o parte de la armazón de la máquina	Colocación de cualquier parte del cuerpo dentro del equipo o en el punto de operación
Aire acondicionado (Manejadora)	Sí	No	Sí	Es necesario abrir las puertas de la manejadora	Introducción de todo el cuerpo en la unidad
Sistema de agua potable	No	No	Sí	Retiro de válvula	Las manos en contacto con la tubería, específicamente donde pasa el flujo.
Rótulos de pista	No	No	Sí	Retiro de tapa superior	Las manos dentro del rótulo
Bandas transportadoras	Sí	No	Sí	No se requiere	Introducción de todo el cuerpo en la banda
Torre ALS	Sí	No	Sí	No se requiere	Manos en contacto con el punto energizado
Reguladores	No	No	Sí	Retiro de parte de la armazón del regulador y apertura de tapa frontal	Manos dentro del regulador
Luces de pista	No	No	Sí	Retiro de la tapa de la caja	Introducción del cuerpo en las cajas eléctricas (ubicados en la pista activa)
Elevador	No	No	Sí	No se requiere	Introducción del cuerpo en las partes mecánicas del ascensor

Nombre del equipo donde se realiza la labor	Tipo de tarea				
	Producción normal			Mantenimiento	
	Rutinaria	Repetitivo	Integral	Retirar un dispositivo de seguridad o parte de la armazón de la máquina	Colocación de cualquier parte del cuerpo dentro del equipo o en el punto de operación
Pasarelas de abordajes	No	No	Sí	La tarea se realizó en una zona donde no se posee armazón	Manos en contacto con las partes mecánicas
Tableros	No	No		Retiro de tapa del tablero	Manos en contacto con cables y disyuntores

Fuente: Escobar, A. 2017.

El apéndice 9, enseña que en la mayoría de los mantenimientos realizados se tuvo que introducir las extremidades superiores o el cuerpo entero.

Apéndice 9. Equipos donde se introdujo alguna de parte del cuerpo

Nombre del equipo que requirió la introducción de las extremidades superiores	Nombre del equipo que requirió la introducción del cuerpo
Sistema de agua potable	Unidad de AC (Manejadora 3)
Rótulos pista	Unidad de AC (Manejadora 4)
ALS T27	Unidad de AC (Manejadora 5)
ALS T 29	Unidad de AC (Manejadora 6)
Regulador	Banda 3
	Unidad de AC (Paquete 28)
Pasarela de abordaje	Banda 4
	Luces de pista
Tablero eléctrico	Elevador
7	9
16	

Fuente: Escobar, A. 2017.



Debido a la complejidad de la labor, fue necesario que más de un técnico estuviera involucrado para la culminación de la misma, por lo que el apéndice 10 muestra cuántas personas se requirieron por tarea.

Apéndice 10. Cantidad de personas por tarea

Nombre del equipo donde se realizó el mantenimiento	Cantidad de personas
Unidad de AC (Manejadora 3)	5
Unidad de AC (Manejadora 4)	5
Unidad de AC (Manejadora 5)	5
Unidad de AC (Manejadora 6)	5
Banda 3	2
Unidad de AC (Paquete 28)	2
Banda 4	1
Luces de pista	6
Elevador	2
Sistema de agua potable	2
Rótulos pista	2
ALS T27	1
ALS T 29	1
Tablero eléctrico	4
Pasarela de abordaje	1
Regulador	3

Fuente: Escobar, A. 2017.

## Anexo

### Anexo 1. Guía de identificación de energías de NFFS

Guía de identificación de energías de la NFFS, basada en OSHA 29 CFR 1910.147				
Nombre de la empresa				
Nombre del empleado(s)				
Nombre de la máquina				
Descripción de la tarea por realizar				
<b>Energía eléctrica</b>				
Requerimiento	Sí	No	Observaciones	
¿Hay corriente eléctrica (incluyendo baterías)? Si la respuesta es positiva, escriba el número de panel de cierre central. ¿Cuánto es su voltaje?				
¿Se utiliza un dispositivo de cierre o candado?				
¿Cuántas personas estuvieron involucradas en la actividad?				
<b>Energía neumática</b>				
Requerimiento	Sí	No	Observaciones	
¿Dónde se encuentra el control principal de cierre de la válvula?				
¿Puede ser el control colocado y cerrado en la posición de "apagado"?				
¿Tiene la válvula manual de apagar un dispositivo de cerradura/candado? Si no, ¿qué se necesita para trancar la válvula a una posición apagada?				
¿Tiene el quipo una válvula de drenaje para reducir la presión a cero? Si no, ¿qué se requiere para reducir la presión?				
<b>Energía Hidráulica</b>				
Requerimiento	Sí	No	Observaciones	
¿Dónde se encuentra la válvula o el control principal?				
¿Se podría trancar la válvula en la posición de apagado? Si no, ¿cuál es el lugar más cercano para que la válvula cierre?				
¿Tiene la válvula manual de apagar un dispositivo para cerrar o usar candado? Si no, ¿qué se necesita para cerrar la válvula?				
¿Tiene la máquina una válvula o dispositivo de drenaje para reducir la presión a cero? Si no, ¿qué se requiere para reducir la presión?				

Fuente: NFFS, 2007.

Continuación del anexo 1. Guía de identificación de energías de NFFS

Guía de identificación de energías de la OSHA 29 CFR 1910.147			
Energía Mecánica			
Identifique el tipo de energía mecánica			
De motor	De resorte	De contrapeso	De rotor de tirar/jalar
De motor			
Localización de la llave para encender o método para prevenir la operación		Observaciones	
De resorte			
¿Tiene el equipo algún método de prevenir la activación de la máquina?		Sí	No
		Observaciones	
Si contesta no, ¿cómo se puede asegurar que la tensión de resorte sea relajada o contenida?			
De contrapeso			
¿Se tiene un método para prevenir el movimiento de las pesas?		Sí	No
		Observaciones	
Si contesta que no, ¿cómo se pueden asegurar las pesas?			
De rotor de tirar/jalar			
¿Existe un método para prevenir la rotación?		Sí	No
		Observaciones	
Si contesta no, ¿cómo se puede asegurar?			

Fuente: NFFS, 2007.