

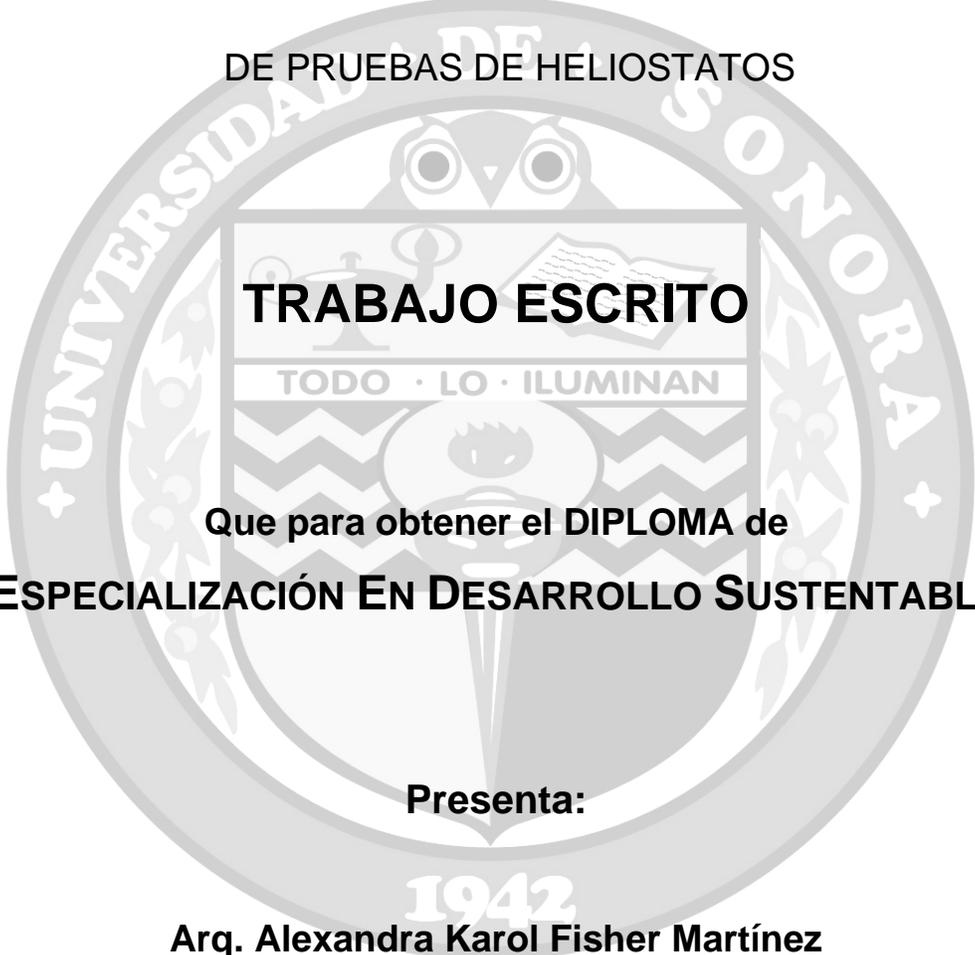
# **UNIVERSIDAD DE SONORA**

**DIVISIÓN DE INGENIERIA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS PARA UN CAMPO**

**DE PRUEBAS DE HELIOSTATOS**

The seal of the University of Sonora is a circular emblem. It features a central shield with a scale of justice, a book, and a torch. Above the shield is an owl. Below the shield is a banner with the motto "TODO · LO · ILUMINAN". The shield is flanked by two figures. The entire seal is surrounded by the text "UNIVERSIDAD DE SONORA" and the year "1942" at the bottom.

**TRABAJO ESCRITO**

**TODOS · LO · ILUMINAN**

**Que para obtener el DIPLOMA de  
ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO SUSTENTABLE**

**Presenta:**

**Arq. Alexandra Karol Fisher Martínez**

**Director de Tesina:**

**Dra. Nora Elba Munguía Vega**

**HERMOSILLO, SONORA**

**Agosto, 21 del 2020**

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

## **Contenido:**

<b>I. Resumen</b> .....	<b>1</b>
<b>I. Abstract</b> .....	<b>2</b>
<b>II. Objetivo General:</b> .....	<b>3</b>
<b>III. Objetivos Específicos:</b> .....	<b>3</b>
<b>IV. ANALISIS LITERARIO</b> .....	<b>4</b>
4.1 <i>Gestión de Riesgos</i> .....	4
4.2 <i>Estándares Internacionales para la Prevención de Riesgos</i> .....	5
4.3 <i>Campo de Heliostatos</i> .....	7
4.4 <i>Riesgos Ocupacionales en un Campo de Heliostatos</i> .....	9
<b>V. METODOLOGÍA</b> .....	<b>11</b>
<b>VI. RESULTADOS</b> .....	<b>13</b>
6.1 <i>Identificación y Evaluación de Riesgos</i> .....	13
6.1.1 <i>Recolección de información existente de los riesgos en el área de trabajo.</i> .....	13
6.1.2 <i>Inspección del lugar de trabajo por riesgos de seguridad.</i> .....	16
6.1.3 <i>Identificación de riesgos de salud</i> .....	17
6.1.4 <i>Investigación de incidentes</i> .....	19
6.1.5 <i>Identificación de riesgos asociados con situaciones fuera de rutina</i> .....	20
6.1.6 <i>Caracterizar la naturaleza de los riesgos identificados.</i> .....	20
6.2 <i>Prevención y Control de Riesgos</i> .....	22
6.2.1 <i>Identificar opciones de control.</i> .....	22
6.2.2 <i>Selección de controles</i> .....	23
6.2.3 <i>Desarrollar y actualizar un plan de control de riesgos</i> .....	26
6.2.4 <i>Seleccionar controles para proteger a los trabajadores durante operaciones no rutinarias o emergencias.</i> .....	41
6.3 <i>Educación y Entrenamiento</i> .....	43
<b>VII. DISCUSIÓN</b> .....	<b>44</b>
<b>VIII. CONCLUSIONES</b> .....	<b>46</b>
<b>IX. REFERENCIAS</b> .....	<b>47</b>
<b>X. ANEXOS</b> .....	<b>53</b>
<i>Anexo 1. Encuesta aplicada a los trabajadores del campo de heliostatos.</i> .....	53
Anexo 1.1. <i>Listado de preguntas para obtener los datos generales del área de estudio</i> .....	53
Anexo 1.2 <i>Datos generales del área de estudio y trabajadores del lugar.</i> .....	54

<i>Anexo 2. Checklists para determinar los riesgos en el área de trabajo: Pisos irregulares – resbalosos.</i> .....	57
Anexo 2.1 Checklist 01 Pisos irregulares-resbalosos: Oficinas .....	57
Anexo 2.2 Checklist 01 Pisos irregulares-resbalosos: Torre .....	58
<i>Anexo 3. Checklists para determinar los riesgos en el área de trabajo: Vehículos en movimiento.</i> .....	59
Anexo 3.1 Checklist 02 Vehículos en movimiento: Exteriores .....	59
<i>Anexo 4. Checklists para determinar los riesgos en el área de trabajo: Piezas de maquinarias móviles.</i> .....	60
Anexo 4.1 Checklist 03 Piezas de maquinarias móviles: Oficinas-Taller .....	60
Anexo 4.2 Checklist 03 Piezas de maquinarias móviles: Torre .....	61
Anexo 4.3 Checklist 03 Piezas de maquinarias móviles: Exteriores .....	62
<i>Anexo 5. Checklists para determinar los riesgos en el área de trabajo: Instalación eléctrica.</i> .....	63
Anexo 5.1 Checklist 04 Instalación eléctrica: Torre .....	63
Anexo 5.2 Checklist 04 Instalación eléctrica: Oficinas .....	64
Anexo 5.3 Checklist 04 Instalación eléctrica: Exteriores .....	65
<i>Anexo 6. Checklists para determinar los riesgos en el área de trabajo: Fuego.</i> .....	66
Anexo 6.1 Checklist 05 Fuego: Oficinas .....	66
Anexo 6.2 Checklist 05 Fuego: Torre .....	67
<i>Anexo 7. Checklists para determinar los riesgos en el área de trabajo: Iluminación.</i> .....	68
Anexo 7.1 Checklist 06 Iluminación: Oficinas .....	68
Anexo 7.2 Checklist 06 Iluminación: Torre .....	69

## **Índice de Tablas**

Tabla 1 Observaciones en Oficinas .....	14
Tabla 2 Observaciones en Torre.....	14
Tabla 3 Observaciones en Exteriores .....	15
Tabla 4 Checklist General.....	15
Tabla 5 Riesgos de Seguridad en Oficinas .....	16
Tabla 6 Riesgos de Seguridad en Torre.....	17
Tabla 7 Riesgos de Seguridad en Exteriores .....	17
Tabla 8 Riesgos Físicos.....	18
Tabla 9 Riesgos Biológicos.....	18
Tabla 10 Riesgos Químicos .....	18
Tabla 11 Riesgos Identificados e Incidentes .....	21
Tabla 12. Probabilidad y severidad de consecuencias.....	23
Tabla 13 Selección de controles: Oficinas .....	24
Tabla 14 Selección de controles: Torre.....	25
Tabla 15 Selección de controles: Exteriores .....	25
Tabla 16. Riesgos Severos .....	26

Tabla 17. Fragmento de Tabla A1 de la NOM-017-STPS-2008. ....	28
Determinación del equipo de protección personal.....	28
Tabla 18. Radiación ultravioleta NOM-013-STPS-1993 .....	31
Tabla 19 Riesgos: Daño Medio.....	32
Tabla 20 Fragmento 2 de tabla A.1 de la NOM-017-STPS-2008.....	34
Determinación del EPP .....	34
Tabla 21 Riesgos: Daño Moderado.....	38

## ***Índice de Imágenes***

Imagen 1 Campo de Heliostatos diagrama .....	13
Imagen 2 Jerarquía de Controles.....	22
Imagen 3 Área de escalera.....	27
Imagen 4 Terraza .....	27
Imagen 5 Área de enfriamiento y escaleras .....	27
Imagen 6 Área de pruebas .....	27
Imagen 7 Área de enfriamiento.....	27
Imagen 8 Mezzanine.....	27
Imagen 9 Polea improvisada.....	29
Imagen 10 Apoyo de polea improvisada .....	29
Imagen 11 Área de heliostatos .....	30
Imagen 12 Área de heliostatos .....	30
Imagen 13 Acceso a torre .....	33
Imagen 14 Taller.....	33
Imagen 15 Heliostatos .....	33
Imagen 16 Fragmentos de espejo de heliostatos.....	33
Imagen 17 Taller pasillos .....	35
Imagen 18 Taller.....	35
Imagen 19 Salida de emergencia bloqueada .....	36
Imagen 20 Extintor bloqueado .....	36
Imagen 21 mezzanine en torre .....	39
Imagen 22 Área de oficinas .....	39
Imagen 23 Área de oficinas .....	40
Imagen 24 Acceso a torre .....	40
Imagen 25 Área de enfriamiento.....	41
Imagen 26 Área de pruebas.....	41

## I. Resumen

En este trabajo se realizó una investigación acerca de los riesgos ocupacionales a los que los trabajadores de un campo de heliostatos están expuestos, en este caso en el Laboratorio Nacional de Sistemas de Concentración Solar y Química Solar, LACYQS, en la ciudad de Hermosillo, Sonora. Se encontró que los riesgos a los que los trabajadores están mayormente expuestos son riesgos de seguridad, físicos y biológicos.

Los riesgos de seguridad identificados en el LACYQS pueden surgir debido a la falta de espacios para almacenar las herramientas de trabajo y la falta de organización de las áreas de trabajo, lo que puede ocasionar caídas de objetos, resbalones y tropiezos al personal. Es por ello que para evitar lesiones provocados por estos riesgos se recomienda seguir los lineamientos establecidos en las NOM-017-STPS-2008, NOM-113-STPS-2009 y NOM-115-STPS-2009 estas enfocadas en el equipo de protección personal para los trabajadores, también se recomienda el seguimiento de las NOM-026-STPS-2008 para los señalamientos de seguridad y prevención, así como la NOM-002-STPS-2010 para la protección del trabajador en caso de incendios.

Para los riesgos físicos como la exposición a las altas temperaturas y radiación ya que el personal de LACYQS realiza trabajos de investigación en campo y mantenimiento a los heliostatos, se recomienda seguir con los lineamientos de la NOM-013-STPS-1993 para la protección de los trabajadores de radiaciones electromagnéticas no ionizantes. En el caso de los riesgos biológicos como las picaduras de insectos y reptiles venenosos, pero principalmente la exposición de heces fecales de pichones que se resguardan en la torre central del campo de heliostatos, y ya que el contacto constante con el excremento de pichones puede provocar afectaciones serias en la salud de quienes laboran ahí, las recomendaciones generales son de limpieza y mantenimiento del área de trabajo, así como la instalación de ahuyentadores de fauna, en este caso para pichones.

De modo que para la solución y/o reducción de estos riesgos se propone un programa de prevención de riesgos siguiendo manuales publicados por la OSHA, así como las normas oficiales mexicanas en términos de salud y seguridad en el trabajo.

## I. Abstract

In this work, an investigation about the occupational risks to which the workers of a heliostat field are exposed was carried out, in this particular case at the National Laboratory of Solar Concentration Systems and Solar Chemistry, LACYQS, in the city of Hermosillo, Sonora. The risks to which workers are most exposed are found to be safety, physical and biological risks.

The security risks identified in the LACYQS can arise due to the lack of spaces to store work tools and the lack of organization in the working areas, which can cause objects to fall and to the personnel to trip or slip, that is why to avoid injuries caused by these risks, is recommended to follow the guidelines established in NOM-017-STPS-2008, NOM-113-STPS-2009 and NOM-115-STPS-2009 which are focused on personal protective equipment for workers, the guidelines of NOM-026-STPS-2008 are also recommended for safety and prevention signs, as well as NOM-002-STPS-2010 for workers protection in case of fires.

Since LACYQS personnel carry out field research and maintenance work on heliostats for physical risks such as exposure to high temperatures and radiation, it is recommended to follow the guidelines of NOM-013-STPS-1993 for the protection of workers from non-ionizing electromagnetic radiation. In the case of biological risks, such as poisonous insects and reptile bites, but mainly the exposure of feces of the pigeons that sheltered in the central tower of the heliostat field, the constant contact with pigeons droppings can cause severe affectations in the health of those who work there; therefore the general recommendations are for cleaning and maintenance of the work area, as well as the installation of scare devices, in this case for pigeons.

So, for the solution or reduction of these risks, a risk prevention program is proposed following manuals published by OSHA and the official Mexican standards in terms of health and safety at work.

## **II. Objetivo General:**

Contribuir a la prevención, reducción y/o eliminación de riesgos ocupacionales asociados a las operaciones realizadas en un Campo de Pruebas de Heliostatos

## **III. Objetivos Específicos:**

- Realizar un análisis del estado del arte sobre la integración de un programa de prevención de riesgos, que se ajuste a las características de las áreas y/o instalaciones y de los riesgos que puedan encontrarse en ellas.
- Diagnosticar los factores de riesgo que puedan afectar la salud e integridad física del trabajador.
- Evaluar los riesgos ocupacionales encontrados a través de métodos de evaluación de riesgos determinados por reglamentos específicos, de no existir alguno, evaluarlos mediante criterios y normatividades establecidas por organizaciones o instituciones oficiales.
- Proponer alternativas de reducción de riesgos mediante un programa de prevención de riesgos

## IV. ANALISIS LITERARIO

### 4.1 Gestión de Riesgos

El mayor desafío de la prevención es lograr que los peligros que puedan presentarse en una situación laboral no se transformen en riesgos (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social et al., 2014). En el ámbito laboral, los riesgos son las posibilidades de que un trabajador sufra una enfermedad profesional o un accidente vinculado a su trabajo (STPS, 2017). La Secretaría del Trabajo y Previsión Social, (2014) en el reglamento Federal de Salud y Seguridad en el Trabajo define el riesgo como la correlación de la peligrosidad de uno o varios factores y la exposición de los trabajadores con la posibilidad de causar efectos adversos para su vida, integridad física o salud, o dañar al centro de trabajo. Es por ello que se necesita establecer un sistema para gestionar el riesgo de enfermedades causadas por las actividades laborales (CONIAC, 2015).

Un sistema de gestión de riesgos laborales correctamente implantado en una empresa u organización permite controlar los riesgos y accidentes, reducir costos y mejorar el desempeño de los trabajadores (ISOTools, 2019). El diseño y la implementación de la gestión de riesgos laborales depende de las necesidades particulares de cada organización, sus objetivos concretos, su contexto, estructura, operaciones, procesos operativos, proyectos y servicios (Molano y Arévalo, 2013). Los principios básicos del proceso de evaluación y gestión de riesgos laborales se basan en la expectativa, el reconocimiento, la evaluación y el control de los riesgos que surgen en o desde el lugar de trabajo y que son perjudiciales para la salud y el bienestar de los trabajadores (ILO, 2016).

La identificación de los peligros es el primer paso en la gestión de riesgos, aquellos que no son detectados llevarían a no identificar las medidas preventivas que es necesario implementar para prevenir daños en el lugar de trabajo (Industrial Health, 2019). La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, por sus siglas en inglés, OSHA, (2016a) menciona que a menudo las acciones se toman solo después de que un trabajador se lesiona o se enferma, se publica un nuevo reglamento, o una inspección externa encuentra un problema que debe corregirse. Así pues, aunque se han hecho muchos progresos todavía hay demasiadas lesiones en el lugar de trabajo, muertes y casos de enfermedades ocupacionales (Hoffman, Zohar y Burke, 2017).

Para aplicar medidas preventivas dentro del trabajo, se debe realizar una evaluación de riesgos para cada tarea y para cada trabajador (Papadopoulos et al., 2010). El procedimiento de evaluación de riesgos puede adaptarse fácilmente al tamaño y la actividad de la empresa, así como a los recursos y habilidades disponibles (ILO, 2011). Guevara M. (2015) menciona que se ha evidenciado que la evaluación de riesgos de los lugares de trabajo, equipos, agentes físicos, químicos y biológicos, factores psicosociales, etc., disminuyen la accidentalidad y el ausentismo laboral, lo cual redundará en tiempo productivo para las organizaciones. De modo que es necesario realizar una evaluación de riesgos para proporcionar información de apoyo para los gerentes de las empresas y definir mejor las prioridades de intervención que promueven un uso efectivo de los recursos (Rodrigues et al., 2015).

Otro componente común en la gestión es el control y seguimiento de riesgos, el cual adoptará y promoverá una política que describa las medidas de seguridad, las responsabilidades de la administración y los empleados (Radu et al., 2013). El control y seguimiento de riesgos consta de todos los pasos necesarios para proteger a los trabajadores de la exposición a una sustancia o sistema, la capacitación y los procedimientos requeridos para monitorear la exposición de los trabajadores y su salud a peligros tales como productos químicos, materiales o sustancias u otros tipos de peligros como ruido y vibraciones (CCOHS, 2020). Es por ello que para lograr un ambiente de trabajo saludable, debe haber monitoreo en el lugar de trabajo, lo cual implica una vigilancia sistemática de los factores en el entorno laboral y las prácticas laborales que puedan afectar la salud de los trabajadores (Alli, 2008).

#### **4.2 Estándares Internacionales para la Prevención de Riesgos**

En la mayoría de los países existen leyes nacionales e incluso locales que exigen a los empresarios garantizar un mínimo de protección a los trabajadores contra los riesgos laborales (OMS, 2010). Los estándares de gestión de seguridad y salud ocupacional, por sus siglas en inglés, OHSMS, especifican los requisitos para un sistema de gestión de salud y seguridad ocupacional, por sus siglas en inglés, OHS, a fin de permitir que una organización desarrolle e implemente una estrategia que tenga en cuenta los requisitos legales sobre los riesgos de OHS (Marhaviilas et al., 2018). Se han desarrollado una variedad de marcos y pautas de OHSMS, por ejemplo, la Serie de Evaluación de Salud y Seguridad Ocupacional, siglas en inglés, OHSAS 18001, el Estándar Británico, siglas en

inglés, BS 8800 y las pautas de la Organización Internacional del Trabajo, siglas en inglés, ILO (Yazdani et al., 2015).

El Estándar Británico por sus siglas en inglés BS, ha tenido un rol importante en el desarrollo de estándares para ayudar a las organizaciones para un manejo responsable en sistemas de gestión de calidad, medio ambiente y salud y seguridad (BSI, 2020). Una gran variedad de certificaciones de la Organización Internacional de Normalización, por sus siglas en inglés, ISO, son ofrecidas por la BS; desde la gestión de riesgos, hasta lineamientos aeroespaciales (Lee, 2014). Como ejemplo, la norma OHSAS 18001 ha sido desarrollada a partir de los criterios establecidos por la norma BS 8800 (ISOTools, 2015). Estos estándares fueron creados para ser compatibles con otras normas de sistema de gestión como la norma ISO 9001:2000, calidad, e ISO 14001:2004, ambiental, de manera que se pueda facilitar su integración a diferentes sistemas de gestión ya sea de calidad, ambiental o salud y seguridad ocupacional (OHSAS Project Group, 2007).

En el 2016, la norma OHSAS 18001 fue remplazada por un nuevo estándar internacional, ISO 45001, que proporciona un marco de gestión para la prevención de muertes y lesiones en el trabajo (da Silva y Gonçalves, 2019). Esta norma puede ser aplicable en cualquier organización sin importar su tamaño, tipo o naturaleza ya que presenta la misma estructura de las demás normas ISO (Chiquito, Loor y Rodríguez, 2016). Además, la norma ISO 45001 por ser diseñada para el apoyo a compañías y organizaciones alrededor del mundo en la búsqueda del bienestar y seguridad de quienes trabajan para ellos contribuye con el objetivo número 8, de los objetivos de desarrollo sustentable, ODS, que promueve el trabajo digno y crecimiento económico (ISO, 2018).

En el caso de la ILO, publica las pautas ILO-OSH 2001, que define los elementos esenciales y las funciones del marco de gestión de un OSH, ambos para organizaciones y sistemas nacionales (ILO, 2011). Las recomendaciones dadas en estas pautas son destinadas para el uso de todos aquellos que tengan responsabilidad en la gestión de salud y seguridad (ILO, 2009). Lo anterior con el objetivo de promover un nuevo enfoque hacia la cultura de la salud y el trabajo, fomentando la participación de trabajadores de todos los niveles dentro de la estructura de las empresas (ISSA, 2013). De modo que los diferentes estándares de OHSMS, como las normas ISO, ILO-OSH2001 y otras, siguen en su mayoría el mismo progreso de principio a fin (Marhaviolas et al., 2018).

A partir de entonces, se han desarrollado una variedad de normas, reglas y auditorías basadas en las OHSMS en sectores públicos, privados y sin fines de lucro. (Yoon et al., 2013). Tal es el caso de Corea del Sur, que desarrolló KOSHA 18001 el cual es un sistema de aprobación en el que la estructura de gestión de una empresa se examina para luego reconocer si esta satisface los requisitos de los OHSMS (KOSHA, 2018). En Estados Unidos, en julio del 2005, la American National Standards Institute, ANSI, aprobó un nuevo estándar de OHSMS designado ANSI/AIHA Z10-2005 (Roberts, 2014). Este estándar provee diversos recursos para aquellos que sean nuevos en la evaluación de riesgos (Manuele, 2014).

Otro ejemplo es México, el cual ésta suscrito a diversos convenios con ILO; estos convenios cuentan con las principales disposiciones en materia de protección de la salud y seguridad ocupacional (Trejo, 2013). Además, cuenta con una amplia legislación en esta materia, teniendo como base la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, seguido por leyes e instrumentos normativos-administrativos (STPS, 2017). De modo que la seguridad y salud en el trabajo se encuentra regulada por diversas disposiciones contenidas en la Constitución Política, la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la Ley Federal del Trabajo, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo, así como por las normas oficiales mexicanas , entre otros (STPS, 2012).

#### **4.3 Campo de Heliostatos**

Los campos de heliostatos forman parte de los sistemas de concentración solar, los cuales son sistemas de mayor rendimiento en la generación de potencia debido a que permiten alcanzar temperaturas muy elevadas (González, 2014). De los diferentes sistemas de concentración solar, hay tres que son predominantes, estos son: el de canal parabólico, reflectores lineales Fresnel y la de torre solar, también conocida como sistema receptor central (Instituto Mexicano del Petróleo, 2018). En el caso de las plantas de torre central, la generación de energía eléctrica se centra en la radiación solar concentrada en una torre (Durán y Taddei, 2013).

Las plantas de torre central son uno de los sistemas más prometedores en el campo de la producción de electricidad a gran escala mediante energía solar (Cruz et al., 2017). Sin embargo, a pesar de sus ventajas, este tipo de plantas se enfrentan a muchos desafíos como lo es el capital intensivo (Sastry, 2017). El elemento más importante del costo en

estas plantas son los heliostatos, los cuales contribuyen con un estimado del 40% del total del costo de la planta (Pfahl, 2014). De modo que las torres de energía deben tener costos de capital y operación y mantenimiento bajos para poder competir con la energía eléctrica de bajo costo producida por otras fuentes como la hidroeléctrica (Buck et al., 2014).

Los heliostatos son espejos planos o levemente convexos que se encuentran distribuidos de tal manera que la radiación solar la reflejan hacia la parte superior de la torre, donde regularmente se coloca el receptor (Ledesma-Jaime et al., 2016). Las superficies reflectantes de los heliostatos pueden ser de diferentes materiales, siendo el vidrio el más común por su durabilidad y buena reflectancia (Carvajal, 2018). En los últimos años se han buscado materiales alternativos para sustituir al vidrio sin poder lograrlo debido a problemas relacionados con su mantenimiento y durabilidad, lo que ocasiona pérdidas en la reflectividad (Caminero, 2014). Por lo tanto, la reducción del costo del material debe ser mayor que la pérdida en reflectividad, multiplicado por el costo específico del heliostato completo (Buck et al., 2014).

A principios de los años ochenta se construyeron las primeras plantas de prueba en España, la planta CESA-1; en Italia, la planta Aurelios; y en Japón, la planta Sunshine (LACYQS, 2015). Estados Unidos logro ser uno de los pioneros en la producción a gran escala de energía eléctrica debido a los proyectos denominados Solar One ,1982-1988, y Solar Two, 1997-1999 (Bernardelli, 2010). En 2006 se construyó la planta PS10, la primera planta comercial de torre central en Sevilla, España (Pitz-Paal, 2014). En el 2009 fue seguido por la planta PS20 en Sevilla, España; la Sierra Sun Tower en Lancaster, EU y la planta Jülich en Jülich, Alemania (Behar, Khellaf y Mohammedi, 2013). En el año 2011 la planta Gemasolar en Sevilla, España, era la planta más competitiva del mercado, pudiendo producir energía las 24 horas del día (Iriarte, 2013).

En Latinoamérica, actualmente se encuentra en proceso de iniciar actividades el complejo solar Cerro Dominador; una planta fotovoltaica que también integra una planta termosolar, en el desierto de Atacama en Chile; esta planta termosolar es la primera en América Latina (López, 2019). En México son varios los grupos que están trabajando en la investigación y desarrollo de tecnologías solares (Estrada, 2013). En el 2011, se inauguró el primer proyecto de un sistema de concentración solar de potencia de torre central realizado en toda Latinoamérica (Enríquez, 2015). Este proyecto es realizado por el Laboratorio Nacional de Concentración Solar y Química Solar, el cual realiza investigaciones enfocadas al

desarrollo de proyectos de concentración solar y química solar en Sonora (PROmexico, 2018).

#### **4.4 Riesgos Ocupacionales en un Campo de Heliostatos**

La energía solar es una de las energías renovables que ha tenido un mayor desarrollo (CEPYME, 2013). Invertir en tecnología solar, no solo conduce a aumentar el número de instalaciones, sino que también tiene un incremento sustancial en la generación de nuevos empleos (Samaniego, 2019). Sin embargo, cada tipo de proceso de producción de energía renovable presenta riesgos laborales únicos en la construcción, operación y mantenimiento de sus instalaciones (Schulte et al., 2016). El personal dedicado a la instalación de estos sistemas se ve expuesto a una gran variedad de riesgos, ya que deben realizar tareas muy diversas como trabajos en altura, intemperie, conexiones eléctricas, entre otras (Junta de Castilla y León, 2009).

Para recolectar energía solar a gran escala se requieren de grandes extensiones de terreno donde haya mayor radiación, como lugares desérticos y alejados (CEPYME, 2013). La exposición constante de los trabajadores a las radiaciones solares puede tener efectos adversos sobre la salud, como quemaduras solares u otras enfermedades como cáncer cutáneo, melanomas, cataratas entre otros causadas por la exposición excesiva a la radiación ultravioleta (Fundación Laboral de la Construcción, 2015). Además de estos riesgos, se encuentran los relacionados con el calor, las lesiones y la reducción de la productividad debido a que la carga total de calor excede las capacidades del cuerpo para mantener una función normal (NIOSH, 2016).

En un campo de heliostatos existen diferentes situaciones posiblemente riesgosas: una de ellas es el tiempo en el que el personal da mantenimiento a este tipo instalaciones, ya que el cuerpo humano se encuentra expuesto a radiación a diferentes longitudes de onda producido por los helióstatos, durante períodos de exposición que pueden ser prolongados (Samaniego, 2012). La exposición al calor extremo puede aumentar el riesgo de lesiones, ya que puede provocar palmas sudorosas, gafas de seguridad empañadas, mareos entre otros que pueden llevar a riesgos adicionales (NIOSH, 2016). Otro de los riesgos que se pueden presentar debido a que también se trabaja en alturas es la caída de objetos, caídas, resbalones, tropezones que pueden llevar a trastornos musculoesqueléticos (OSHA, 2016b).

Otro tipo de riesgo son los físicos, que son aquellos que amenazan la seguridad física del trabajador, en donde las actividades desarrolladas en el área de trabajo puedan incluir condiciones inseguras (CCOHS, 2020). Dichos riesgos, en términos más generales incluyen fuentes de daños como electricidad, calor, vibración, ruido, contacto con equipos y superficies, resbalones, tropiezos, caídas y radiación, por nombrar algunos. (Spurlock, 2017). Por ejemplo, los riesgos de caídas están presentes en la mayoría de los sitios de trabajo siendo un riesgo diario para los trabajadores, considerando como riesgo el trabajar a más de 4 pies de altura (OSHA, 2011).

Por otro lado, estas plantas son ubicadas a las afueras de ciudades (Cadelo, 2019); por lo que los trabajadores pueden estar expuestos a una cierta cantidad de riesgos biológicos específicos para su ocupación y el entorno en el que trabajan (S.I.A., 2012). Los riesgos biológicos incluyen enfermedades transmitidas por fauna e insectos venenosos, así como plantas venenosas (CDC, 2015). Entre los animales que pueden ocasionar lesiones en los seres humanos por acción de sus venenos están los invertebrados, como los arácnidos, arañas, escorpiones, arañas del desierto, los ácaros, chinches y garrapatas, quilópodos, ciempiés, y hexápodos, abejas, avispas, mariposas y mosquitos (Fakhir, 2012).

La preocupación por la salud y bienestar físico de los trabajadores ha llevado a que instituciones de diferentes países desarrollen lineamientos que se adapten según el tipo de actividades desarrolladas y los riesgos que conllevan, para así aminorar o evitar accidentes. Los riesgos se pueden encontrar en cualquier clase de trabajo, desde actividades realizadas en interiores como en exteriores. Un ejemplo de actividades en exteriores son las que se realizan en los campos de heliostatos, donde los trabajadores se ven expuestos a diferentes tipos de riesgos como: caídas, mordeduras y/o picaduras de animales, y la constante exposición a la radiación solar. Es por ello que la implementación de un programa de gestión de riesgos sirve como una herramienta para la protección de los trabajadores en su área de trabajo.

## V. METODOLOGÍA

### a) Tipo de estudio

El estudio a realizar es de tipo mixto, se desarrollará a partir de las observaciones realizadas en el área de estudio, además de la obtención de datos estadísticos a partir de la aplicación de encuestas a los trabajadores para así conocer los riesgos potenciales a los que están expuestos.

### b) Diseño Metodológico

El diseño metodológico que se utilizará está basado en la guía Recomendaciones Prácticas para Programas de Salud y Seguridad de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, por sus siglas en inglés, OSHA. El programa se desarrollará de la siguiente manera:

- **Identificación y evaluación de riesgos**

Se realizará a partir de la recolección, organización y revisión de la información de los trabajadores para así determinar los tipos de riesgos que se puedan presentar y a cuáles de estos los trabajadores están expuestos o pueden ser propensos.

- **Prevención y control de riesgos**

Con la ayuda del diagrama de Jerarquía de Riesgos del Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional, por sus siglas en inglés, NIOSH, para un sistema de control de riesgos, se podrán seleccionar las acciones a realizar para la protección del trabajador durante emergencias y actividades rutinarias y no rutinarias.

- **Educación y entrenamiento**

Brindarle al trabajador el conocimiento de la utilización del programa para que así puedan contribuir en su desarrollo e implementación

### c) Alcance

El estudio se realizará a partir del mes de agosto del 2019 hasta julio del 2020 en el Laboratorio Nacional de Sistemas de Concentración Solar y Química Solar, LACYQS, ubicado en la ciudad de Hermosillo, Sonora.

#### **d) Preguntas de Investigación**

- ¿Existe riesgo en la integridad física de las personas por la presencia y exposición a riesgos ocupacionales en un campo de heliostatos?
- ¿Es posible la prevención, identificación y reducción de riesgos en el campo de heliostatos?

#### **e) Objeto de estudio**

Se estudiarán los procesos y prácticas que se llevan a cabo en una jornada laboral, para determinar el tipo de riesgos ocupacionales a los que se encuentran expuestos.

#### **f) Selección del objeto de estudio o del lugar que ubica al objeto de estudio**

El motivo de la selección del objeto de estudio es debido a causas de conveniencia, se solicitó un programa de riesgos por parte de quienes laboran en LACYQS ya que en sus actividades diarias se ven expuestos a diferentes tipos de riesgos.

#### **g) Instrumentos de recolección y manejo de datos**

Aplicación de encuestas basadas en formularios propuestos por la OSHA, reportes fotográficos, y la utilización del siguiente software:

- Software de hojas de cálculo Excel
- Software de procesamiento de textos Word

## VI. RESULTADOS

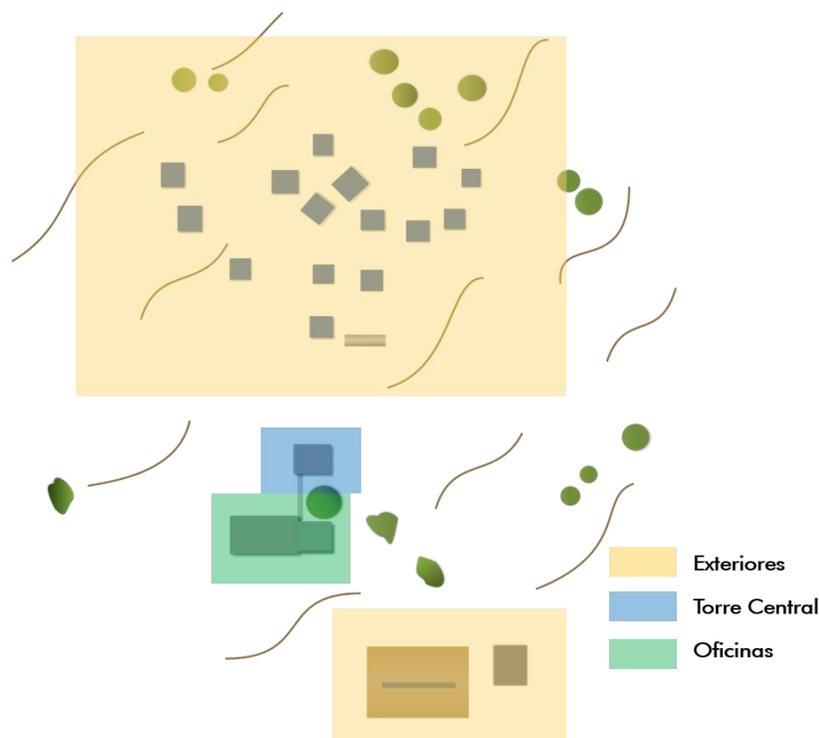
### 6.1 Identificación y Evaluación de Riesgos

Una de las principales causas de lesiones, enfermedades, e incidentes es por la falta de identificación y reconocimiento de peligros que están presentes o que pudieran haber sido previstos (OSHA, 2016a).

El primer paso en la metodología es la identificación y evaluación de riesgos. Para llevar a cabo este paso se realiza una recolección de datos a través de encuestas, consultas con los trabajadores acerca de sus actividades diarias, así como los accidentes que hayan tenido en el lugar y los riesgos que ya hayan sido detectados y las medidas que se tomaron para prevenirlos.

#### 6.1.1 Recolección de información existente de los riesgos en el área de trabajo.

Se realiza una encuesta a los trabajadores para conocer los riesgos que ya han detectado, ver anexo 1, además de hacer recorridos en el lugar. Se dividió el campo de heliostatos en 3 áreas: oficinas, torre y exteriores (ver imagen 1).



**Imagen 1 Campo de Heliostatos diagrama**

Fuente: Elaboración propia

En estas áreas se pudo observar lo siguiente:

**Tabla 1 Observaciones en Oficinas**

ÁREA	OBSERVACIONES	
<b>OFICINAS</b>	Taller	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstrucción de objetos como: escalera portátil en pasillo de circulación, herramienta de trabajo fuera de su lugar.</li> <li>• Posible caída de objetos: Cajas de almacenamiento y herramientas de trabajo mal colocadas.</li> <li>• Equipos contra incendios obstruidos</li> <li>• Químicos en ubicación incorrecta</li> <li>• Etiquetados de manera incorrecta</li> <li>• Cableado expuesto</li> </ul>
	Área de Investigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cableado expuesto</li> <li>• Caída de objetos como: herramientas de trabajo mal colocadas.</li> </ul>
	Área de cubículos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin detectores de humo</li> <li>• Señalización no fija</li> </ul>
	Pasillo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstrucción de objetos: tambos de almacenamiento, sillas y mesas en pasillo</li> </ul>
	Área común	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstrucciones en circulación: sillas, mesas</li> <li>• Sin detectores de humo</li> </ul>
	Acceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extintores sin mantenimiento</li> <li>• Salidas de emergencia bloqueadas.</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 2 Observaciones en Torre**

ÁREA	OBSERVACIONES	
<b>TORRE</b>	Acceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstrucción por maquinarias</li> </ul>
	Escaleras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barandales flojos</li> <li>• Excremento de palomas</li> </ul>
	Equipos de enfriamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstrucción por tuberías, herramientas de trabajo</li> <li>• Áreas sin protección (piso sin terminar, falta de barandales)</li> <li>• Posibilidad de que las aves ingresen a los equipos</li> <li>• Área de mezzanine sin protección</li> </ul>
	Área de Pruebas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición a radiación</li> <li>• Piso mojado</li> <li>• Área de mezzanine sin protección</li> </ul>
	Terraza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área sin barandales</li> <li>• Elementos sobrepuestos (improvisación de poleas)</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3 Observaciones en Exteriores**

ÁREA		OBSERVACIONES
<b>EXTERIORES</b>	Área de Heliostatos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición a rayos UV</li> <li>• Exposición a altas temperaturas</li> <li>• Exposición a picaduras de arañas, serpientes, insectos</li> <li>• Vidrios en suelo</li> <li>• Caída de objetos como: vidrios de los espejos de los heliostatos</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

Con las observaciones realizadas se puede llenar el formato que a continuación se presenta para tener una idea más clara de los posibles riesgos que pueden existir en el área de trabajo:

**Tabla 4 Checklist General**

Checklist General			
No.	Riesgos	Sí	No
A	B	C	D
1	Superficies resbalosas o irregulares (que puedan causar caídas, resbalones, tropiezos, etc.)	X	
2	Máquinas o vehículos en movimiento	X	
3	Partes móviles de máquinas	X	
4	Objetos y/o partes con superficies peligrosas (puntiagudas, ásperas, etc.)	X	
5	Superficies calientes o frías, materiales (ubicación, almacenamiento), etc.	X	
6	Trabajos realizados en alturas	X	
7	Herramientas manuales (ubicadas fuera de su área de trabajo)	X	
8	Alta presión		X
9	Instalaciones y equipamiento eléctricos	X	
10	Incendio	X	
11	Explosiones	X	
12	Almacenamiento de sustancias químicas (incluido polvo) en el aire	X	
13	Ruido		X
14	Vibración mano-brazo	X	
15	Vibración cuerpo completo		X
16	Radiación UV, IR, láser y microondas	X	
17	Campos electromagnéticos		X
18	Climas fríos o cálidos	X	
19	Levantar y transportar cargas	X	
20	Trabajo que implique mala postura	X	
21	Riesgos biológicos (Virus, parásitos, moho, bacteria)	X	
22	Estrés, violencia, acoso (acoso)		X
23	Otros: especificar debajo: Riesgos por contacto con animales ponzoñosos		
	*Anexos de checklists		

Fuente: OSHA, 2007

### 6.1.2 Inspección del lugar de trabajo por riesgos de seguridad.

Con las observaciones realizadas y la información obtenida por parte de los trabajadores se clasifican los posibles riesgos. En las siguientes tablas se muestran los riesgos considerados como posibles riesgos de caídas y/o resbalones, riesgos eléctricos, falta de mantenimiento de equipos, la falta de mantenimiento en los sistemas contra incendios, y la falta de mantenimiento y limpieza del lugar.

La tabla 5 indica que los riesgos más probables en el área de oficinas son por caídas y resbalones, mantenimiento y limpieza del lugar y falta de mantenimiento en los sistemas contra incendios.

**Tabla 5 Riesgos de Seguridad en Oficinas**

ÁREA	RIESGOS DE SEGURIDAD	
<b>OFICINAS</b>	Taller	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstrucción de objetos como: escalera portátil en pasillo de circulación, herramienta de trabajo fuera de su lugar.</li> <li>• Posible caída de objetos: Cajas de almacenamiento y herramientas de trabajo mal colocadas.</li> <li>• Obstrucción al acceso de equipos contraincendios</li> <li>• Cableado expuesto</li> </ul>
	Área de Investigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cableado expuesto</li> <li>• Caída de objetos como: herramientas de trabajo mal colocadas.</li> </ul>
	Área de cubículos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausencia de detectores de humo</li> <li>• Señalización no fija</li> </ul>
	Pasillo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstrucción de objetos en el área como: tambos de almacenamiento, sillas y mesas en pasillo</li> </ul>
	Área común	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstrucciones en circulación: sillas, mesas</li> <li>• Sin detectores de humo</li> </ul>
	Acceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extintores sin mantenimiento ubicados en el área</li> <li>• Salidas de emergencia ubicadas cerca del área de acceso se encuentran bloqueadas.</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 6 indica los riesgos que se pueden encontrar o que ya han sido detectados en el área de la torre, estos riesgos son caídas o resbalones, y la falta de mantenimiento del lugar.

**Tabla 6 Riesgos de Seguridad en Torre**

ÁREA		RIESGOS DE SEGURIDAD
<b>TORRE</b>	Acceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstrucción por maquinarias</li> </ul>
	Escaleras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barandales flojos</li> </ul>
	Equipos de enfriamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstrucción por tuberías, herramientas de trabajo</li> <li>• Áreas sin protección (piso sin terminar, falta de barandales)</li> <li>• Área de mezzanine sin protección</li> </ul>
	Área de Pruebas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piso mojado</li> <li>• Área de mezzanine sin protección</li> </ul>
	Terraza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área sin barandales</li> <li>• Elementos sobrepuestos (improvisación de poleas)</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 7 indica que en el área de exteriores los riesgos de seguridad detectados o probables son caídas de objetos y/o resbalones.

**Tabla 7 Riesgos de Seguridad en Exteriores**

ÁREA		RIESGOS DE SEGURIDAD
<b>EXTERIORES</b>	Área de Heliostatos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vidrios en suelo</li> <li>• Caída de objetos como: vidrios de los espejos de los heliostatos</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

### 6.1.3 Identificación de riesgos de salud

Después de identificar los riesgos de seguridad, se identifican aquellos en los que la salud del trabajador se ve directamente involucrada, estos pueden ser riesgos físicos, riesgos biológicos, riesgos químicos y riesgos ergonómicos.

Los riesgos físicos fueron ubicados en las siguientes áreas: en el área de pruebas de la torre los trabajadores se exponen a radiación indirecta, mientras que en exteriores se exponen tanto a radiación UV así como a las altas temperaturas que llegan a alcanzar los 50°C.

**Tabla 8 Riesgos Físicos**

ÁREA		RIESGOS FÍSICOS
<b>TORRE</b>	Área de pruebas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposición a radiación</li> </ul>
<b>EXTERIORES</b>	Área de Heliostatos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposición a rayos UV</li> <li>Exposición a altas temperaturas</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

Los riesgos biológicos identificados son en las escaleras de la torre en donde las aves tienen acceso y mantienen las escaleras de los últimos niveles cubiertos de heces fecales, así como en el interior del área de pruebas y de los equipos de enfriamiento. En exteriores los trabajadores se encuentran expuestos a picaduras de arañas, que en ocasiones se encuentran ocultas en el área de mantenimiento de los heliostatos, además de estar expuestos a otros animales como serpientes e insectos.

**Tabla 9 Riesgos Biológicos**

ÁREA		RIESGOS BIOLÓGICOS
<b>TORRE</b>	Área de pruebas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Excremento de palomas</li> </ul>
<b>EXTERIORES</b>	Área de Heliostatos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposición a picaduras de arañas, serpientes, insectos</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

Los riesgos químicos se identificaron en las oficinas en el área de taller, en donde mantienen sustancias en lugares erróneos y su etiquetado no es el indicado.

**Tabla 10 Riesgos Químicos**

ÁREA		RIESGOS QUÍMICOS
<b>OFICINAS</b>	Taller	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sustancias como anticongelantes en ubicación incorrecta (mesas de trabajo, suelo).</li> <li>Etiquetados de manera incorrecta</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

#### **6.1.4 Investigación de incidentes**

La investigación de incidentes se realiza a partir del seguimiento de los accidentes que se han presentado en el área de trabajo y aquellos que estuvieron a punto de ocurrir. A partir de estos datos se identifica cuál es el área en donde ocurrieron o pudieron ocurrir, el propósito de este punto es encontrar cuáles son las posibles causas de estos incidentes. En el caso del campo de heliostatos la presencia de incidentes ha sido poca, a través de los cuestionarios aplicados y entrevistas con los trabajadores estos incidentes son enlistados a continuación:

- Corte por vidrios en el área de heliostatos
- Agotamiento por calor
- Contacto con animales ponzoñosos como: víboras de cascabel, alacranes, viudas negras y tarántulas.
- Alergias

El primer incidente en la lista es cortaduras por trozos de vidrio en el suelo; debido a que los espejos de los heliostatos están expuestos al exterior, es muy común que algunos de estos sean quebrados por circunstancias climáticas como viento, lluvias, etc., animales, caídas de objetos o en su manejo de instalación y mantenimiento. La causa de este incidente fue debido a que no se utilizó equipo de protección adecuado, en este caso la utilización de guantes al momento de recolectar los trozos.

El segundo incidente, agotamiento por calor, se presentó en visitantes del área que debido a las altas temperaturas sufrieron de mareos y descompensación, los cuales fueron atendidos inmediatamente por los encargados del campo de heliostatos.

El contacto con animales ponzoñosos es el más común, sobre todo con arácnidos como viudas negras o tarántulas, que son fauna de la región. A pesar de que se ha tenido contacto con estos arácnidos no ha habido reportes de picaduras o mordeduras, así como el caso de las víboras de cascabel que se han encontrado dentro de los controles de los heliostatos y en las áreas cercanas.

Las alergias reportadas se han presentado en los visitantes del área y no en los trabajadores, esto debido a que el campo de heliostatos se encuentra en una zona no urbana y la exposición a polvo y polen es inevitable debido a la flora silvestre que se encuentra a los alrededores.

### **6.1.5 Identificación de riesgos asociados con situaciones fuera de rutina**

En este punto los riesgos a identificar son aquellos que puedan ocurrir en procedimientos no rutinarios. Ejemplos de posibles escenarios para que estos riesgos se presenten: incendios y explosiones, colapso de estructuras, emergencias médicas, violencia en el área de trabajo, emergencias por desastres naturales, derrame de químicos y tareas no rutinarias como mantenimientos realizados de manera inconsistente.

En el campo de heliostatos estos riesgos se pueden identificar en los procesos de mantenimiento o instalación, que, aunque son parte de sus actividades, estas se realizan de manera esporádica, otro evento que puede generar riesgos de este tipo es la recepción de visitantes que pueden ser en grupos de 10 hasta 40 personas en el día.

Los incidentes ocurridos en el campo de heliostatos con respecto a estas actividades han sido por emergencias médicas como el agotamiento por calor y presencia de alergias en algunos visitantes.

### **6.1.6 Caracterizar la naturaleza de los riesgos identificados**

En este paso se evalúan y comprenden los riesgos identificados y los tipos de incidentes que podrían resultar de la exposición de los trabajadores a esos riesgos. La evaluación de estos riesgos permite realizar el seguimiento para determinar los controles de prevención adecuados para estos riesgos. La siguiente tabla muestra los riesgos identificados, las posibles causas y afectaciones que pueden tener hacia el trabajador.

**Tabla 11 Riesgos Identificados e Incidentes**

<b>RIESGOS IDENTIFICADOS</b>	<b>CAUSAS:</b>	<b>PUEDE PROVOCAR:</b>
<b>SEGURIDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstrucción de objetos como: escalera portátil en pasillo, herramienta de trabajo, tambos de almacenamiento en pasillo, sillas o mesas en pasillo, tuberías</li> <li>• Caída de objetos como cajas de almacenamiento, herramientas de trabajo, vidrios.</li> <li>• Obstrucción por maquinarias</li> <li>• Áreas sin protección: falta de barandales, piso sin terminar.</li> <li>• Elementos sobrepuestos</li> <li>• Pisos mojados.</li> <li>• cableado expuesto</li> <li>• Extintores obstruidos</li> <li>• Extintores sin mantenimiento</li> <li>• Áreas sin detectores de humo</li> <li>• Señalización contraincendios no fija</li> <li>• Salidas de emergencia bloqueada</li> </ul>	<p>Caídas o tropiezos que pueden llevar a lesiones leves como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Heridas,</li> <li>• Contusiones,</li> <li>• Torceduras,</li> <li>• Luxaciones,</li> <li>• Esguinces,</li> <li>• Cortes.</li> </ul> <p>Lesiones graves como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fracturas,</li> <li>• Aplastamientos,</li> <li>• Amputaciones de algún miembro, traumatismos</li> </ul> <p>Electricidad/ incendios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calambres,</li> <li>• Contracciones musculares,</li> <li>• Quemaduras,</li> <li>• Asfixia,</li> <li>• Intoxicación por humo,</li> <li>• Lesiones múltiples,</li> <li>• Quemaduras que pueden provocar la muerte</li> </ul>
<b>FÍSICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición a rayos UV</li> <li>• Exposición a altas temperaturas</li> <li>• Exposición a radiación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desmayos,</li> <li>• Insolación,</li> <li>• Golpe de calor,</li> <li>• Sarpullido,</li> <li>• Calambres por calor,</li> <li>• Agotamiento</li> <li>• Quemaduras,</li> <li>• Cáncer de piel,</li> <li>• Lesiones oculares</li> </ul>
<b>BIOLÓGICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excremento de palomas</li> <li>• Exposición a picaduras de arañas, serpientes, insectos</li> <li>• Exposición a flora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfermedades como: Criptococosis, salmonelosis, psitacosis, alveolitis alérgica e histoplasmosis</li> <li>• Envenenamiento cutáneo,</li> <li>• Envenenamiento neurológico,</li> <li>• Urticaria,</li> <li>• Ampollas,</li> <li>• Asfixia por picaduras,</li> <li>• Inflamación,</li> <li>• Hemorragias,</li> <li>• Desvanecimientos</li> <li>• Muerte</li> </ul>
<b>QUÍMICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Químicos en ubicación incorrecta</li> <li>• Etiquetados de manera incorrecta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Irritación en la piel,</li> <li>• Asfixia,</li> <li>• Reacciones alérgicas</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

## 6.2 Prevención y Control de Riesgos

Después de identificar los riesgos en el área de trabajo, el siguiente paso es definir los controles a utilizar para prevenir riesgos y así poder evitar lesiones, enfermedades e incidentes.

### 6.2.1 Identificar opciones de control

Las opciones de control pueden ser identificadas a partir de estándares o lineamientos dados por la OSHA, NIOSH u otras instituciones, además de lugares de trabajo donde se hayan implementado medidas de control.

Los controles de riesgos identificados son tomados del diagrama de jerarquías presentado por la NIOSH, en este diagrama se consideran los siguientes puntos:

- Eliminación del riesgo: en el cual se retira por completo la causa del peligro
- Substitución: La causa del peligro es reemplazada por algo que sea de menor riesgo.
- Controles de ingeniería: Separar a las personas del peligro antes de que entren en contacto con él.
- Controles administrativos: Cambiar la manera en la que se desarrollan las actividades en el área de trabajo.
- Equipo de protección personal: En caso de que ninguna de las opciones anteriores haya sido posible, el personal deberá entonces utilizar el equipo de protección personal indicado para su área de trabajo.
- En la imagen 2 se muestra el orden de estos puntos, desde cuales son los más efectivos a los menos efectivos.

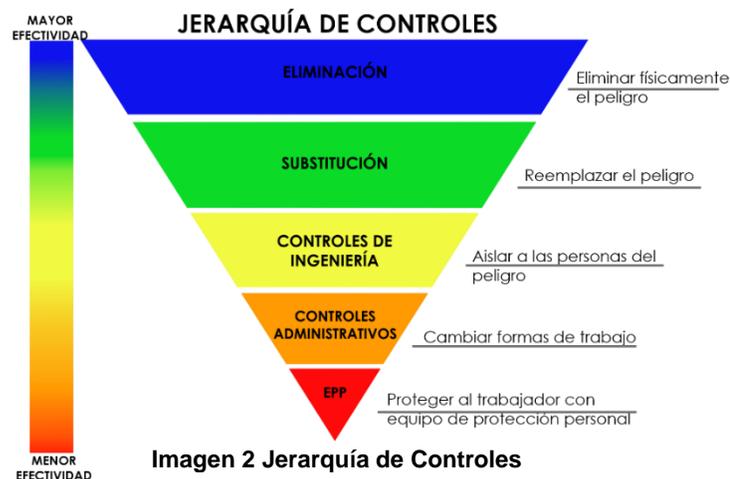


Imagen 2 Jerarquía de Controles

Fuente: OSHA. 2007

### 6.2.2 Selección de controles

Con la opción de controles identificada, se procede a darles un valor a los riesgos ya enlistados. En este caso con el apoyo de formularios establecidos por la OSHA.

Se definirá la severidad del posible riesgo para así identificarlo en uno de los controles dentro del diagrama de jerarquías de la NIOSH. En la siguiente tabla se muestra cómo se les dará una clasificación acorde a la severidad y probabilidad que estos riesgos puedan tener.

**Tabla 12. Probabilidad y severidad de consecuencias**

<b>SEVERIDAD DE DAÑOS</b>			
<b>Probabilidad</b>	Moderado	Medio	Severo
<b>Altamente improbable</b>	Leve (1)	Leve (1)	Medio (2)
<b>Probable</b>	Leve (1)	Medio (2)	Alto (3)
<b>Altamente probable</b>	Medio (2)	Alto (3)	Alto (3)

Fuente: OSHA, 2007

- Altamente improbable quiere decir que el riesgo no debería materializarse durante toda la vida laboral del trabajador.
- Si es considerado probable significa que el riesgo podría materializarse muy pocas veces durante la vida laboral del trabajador.
- Altamente probable, quiere decir que el riesgo puede presentarse en repetidas ocasiones durante la vida laboral del trabajador.
- Si el riesgo se clasifica como daño moderado, indica que puede causar accidentes o enfermedades sin efectos prolongados como irritación en ojos, dolor de cabeza.
- Si se considera como daño medio, los accidentes o enfermedades pueden causar efectos moderados pero prolongados como heridas, fracturas, quemaduras de segundo grado, alergias.
- Si se clasifica como daño severo puede causar accidentes y enfermedades que pueden causar efectos o consecuencias graves hasta la muerte como amputaciones, fracturas complejas que pueden llevar a discapacidades, cáncer, quemaduras de tercer grado entre otros.

Con el apoyo de la tabla de *Riesgos identificados e incidentes* y los checklists realizados anteriormente, ver anexos, se pueden clasificar los riesgos para así determinar la gravedad

y la probabilidad de que se presenten en el área de trabajo. Los riesgos en esta ocasión serán identificados por área, como anteriormente se hizo en las observaciones.

En la tabla 13 se muestra la clasificación y los controles recomendados para el área de oficinas, así como en la tabla 14 para el área de la torre y la tabla 15 para exteriores.

**Tabla 13 Selección de controles: Oficinas**

<b>OFICINAS</b>				
<b>Área</b>	<b>Riesgos</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Severidad</b>	<b>Control recomendado</b>
TALLER:	Caída de objetos	Probable	Daño medio	Controles de ingeniería
	Resbalones, tropiezos.	Probable	Daño medio	Controles de ingeniería
	Incendios	Poco probable	Daño medio	Eliminación
Área de investigación	Caída de objetos	Probable	Daño moderado	Controles de ingeniería
	Resbalones, tropiezos.	Poco probable	Daño moderado	Controles de ingeniería
	Incendios	Poco probable	Daño medio	Eliminación
Área de cubículos	Caída de objetos.	Poco probable	Daño moderado	Controles de ingeniería
	Resbalones, tropiezos	Poco probable	Daño moderado	Controles de ingeniería
	Incendios	Poco probable	Daño medio	Eliminación
Pasillo	Caída de objetos	Poco probable	Daño moderado	Controles de ingeniería
	Resbalones, tropiezos	Probable	Daño moderado	Controles de ingeniería
	Incendios	Poco probable	Daño medio	Eliminación
Área Común	Caída de objetos	Poco probable	Daño moderado	Controles de ingeniería
	Resbalones, tropiezos.	Poco probable	Daño moderado	Controles de ingeniería
	Incendios	Poco probable	Daño medio	Eliminación
Acceso	Caída de objetos.	Poco probable	Daño moderado	Controles de ingeniería
	Resbalones, tropiezos.	Poco probable	Daño moderado	Controles de ingeniería
	Incendios	Poco probable	Daño medio	Eliminación

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14 Selección de controles: Torre**

<b>TORRE</b>				
<b>AREA</b>	<b>Riesgos</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Severidad</b>	<b>Control recomendado</b>
Acceso	Caída de objetos	Probable	Daño medio	Eliminación
	Resbalones, tropiezos.	Probable	Daño moderado	Controles Administrativos
Escaleras	Caída de objetos	Probable	Daño moderado	Eliminación
	Resbalones, tropiezos, caídas.	Probable	Daño Severo	Controles de ingeniería / EPP
	Agentes biológicos	Probable	Daño moderado	Eliminación/Controles de ingeniería
Equipos de enfriamiento	Caída de objetos.	Probable	Daño moderado	Eliminación
	Resbalones, tropiezos, caídas	Probable	Daño Severo	Eliminación/Controles de ingeniería
	Agentes biológicos	Probable	Daño moderado	Eliminación
Área de pruebas	Caída de objetos	Probable	Daño moderado	Eliminación
	Resbalones, tropiezos, caídas	Probable	Daño severo	Eliminación/controles de ingeniería
	Agentes biológicos	Probable	Daño moderado	Eliminación
	Exposición a radiación	Probable	Daño severo	EPP
Terraza	Caída de objetos	Probable	Daño Severo	Eliminación
	Resbalones, tropiezos, caídas.	Probable	Daño severo	Controles de ingeniería / EPP

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15 Selección de controles: Exteriores**

<b>EXTERIORES</b>				
<b>AREA</b>	<b>Riesgos</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Severidad</b>	<b>Control recomendado</b>
Área de heliostatos	Caída de objetos	Probable	Daño medio	EPP
	Agentes biológicos	Probable	Daño medio	Controles de ingeniería
	Altas temperaturas	Altamente probable	Daño medio	Controles administrativos / EPP
	Radiación	Altamente probable	Daño Severo	Controles administrativos / EPP

Fuente: Elaboración propia

### 6.2.3 Desarrollar y actualizar un plan de control de riesgos

En el plan de control de riesgos se describe como serán implementados los controles seleccionados. Para llevarlo a cabo se toma como prioridad los riesgos clasificados como severos. En la tabla 16 se muestran los riesgos que pueden provocar daños severos.

**Tabla 16. Riesgos Severos**

DAÑO SEVERO			
RIESGOS	Probabilidad	Área	Control recomendado
Resbalones, tropiezos, caídas	Probable	Escaleras	Controles de Ingeniería / EPP
		Equipos de Enfriamiento	Eliminación / Controles de Ingeniería
		Área de pruebas	Eliminación / Controles de Ingeniería
		Terraza	Controles de Ingeniería / EPP
Caída de objetos	Probable	Terraza	Eliminación
Exposición a radiación	Probable	Área de pruebas	EPP
	Altamente Probable	Área de heliostatos	Controles administrativos / EPP

Fuente: Elaboración propia

#### **A) Daños Severos: Riesgos de resbalones, tropiezos y caídas.**

Los riesgos de resbalones, tropiezos y caídas en escaleras, equipos de enfriamiento, área de pruebas y terraza se clasifican como riesgos que pueden causar daños severos debido a que las lesiones provocados por estos pueden tener consecuencias y efectos graves que incluso pueden provocar la muerte.

En la torre central en el área de escaleras se detectaron barandales flojos, y suciedad causada por el excremento de palomas (ver Imagen 3) para reducir las probabilidades de accidentes los controles seleccionados son los controles de ingeniería y equipo de protección personal. En el área de la terraza se detectó la falta de protección para evitar caídas (ver Imagen 4) al igual que en el área de las escaleras (ver Imagen 5) se recomiendan los controles de ingeniería y de equipo de protección personal.

En el área de pruebas y equipos de enfriamiento se recomienda la eliminación de los posibles riesgos, además de utilizar controles de ingeniería, esto debido a que en estas áreas se detectó la falta de mantenimiento (ver imagen 6 y 7) además de falta de protección en las áreas de mezzanine (ver imagen 8) así como falta de barandales y terminación

incompleta del piso. En las siguientes imágenes se muestra el estado en el que se encuentran estas áreas:



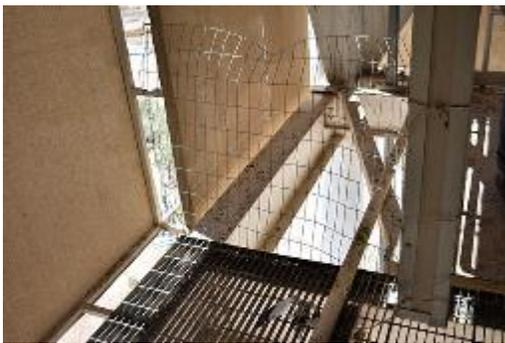
**Imagen 3 Área de escalera**

Fuente: Archivo propio



**Imagen 4 Terraza**

Fuente: Archivo propio



**Imagen 5 Área de enfriamiento y escaleras**

Fuente: Archivo propio



**Imagen 6 Área de pruebas**

Fuente: Archivo propio



**Imagen 7 Área de enfriamiento**

Fuente: Archivo propio



**Imagen 8 Mezzanine**

Fuente: Archivo propio

A continuación, se describen los controles propuestos:

### **Equipo de protección personal:**

Para escaleras y terraza en la torre central se recomienda, de acuerdo con la norma oficial mexicana, NOM-017-STPS-2008, para el equipo de protección personal, la utilización de cascos contra impacto especificados en la NOM-115-STPS-2009 y calzado ocupacional especificados en la NOM-113-STPS-2009.

**Tabla 17. Fragmento de Tabla A1 de la NOM-017-STPS-2008.  
Determinación del equipo de protección personal**

<b>DETERMINACIÓN DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>		
<b>Clave y región anatómica</b>	<b>Clave y EPP</b>	<b>Tipo de riesgo en función de la actividad del trabajador</b>
1) Cabeza	A) Casco contra impacto	A) Golpeado por algo, que sea una posibilidad de riesgo continuo inherente a su actividad.
7) Extremidades inferiores	A) Calzado ocupacional	A) Proteger a la persona contra golpes, machacamientos, resbalones, etc.

Fuente: NOM-017-STPS-2008

### **Eliminación:**

Tanto en el área de pruebas como en la de enfriamiento las principales causas de caídas, resbalones y tropiezos es la falta de mantenimiento y orden en el área, así como piso sin terminación y falta de barandales en las áreas de mezzanine, al igual que señalamientos para advertir que se debe de circular con precaución.

Se recomienda mantener el piso libre de obstáculos, es decir:

- Colocar las herramientas de trabajo en un área adecuada, para ello es necesario realizar un inventario de las herramientas que sean indispensables, de no serlo, retirarlas del área de trabajo, así como asignar un área o compartimiento en donde guardarlas.
- En el caso de elementos como tuberías de PVC que no se pueden retirar del suelo debido a la función que realizan, señalarlos apropiadamente como se indican en la NOM-026-STPS-2008.
- Colocar barandales en área de mezzanine y en las áreas donde quedó inconclusa la instalación.
- Colocar el piso faltante.

## Controles de Ingeniería

Los controles de ingeniería recomendados, en este caso para todas las áreas de la torre central son:

- Señalamientos apropiados para indicar las áreas en donde se debe portar equipo de protección personal, señalar la ubicación de elementos que por su función no se pueden reubicar y que puedan causar un accidente, lo anterior según la NOM-026-STPS-2008.
- Realizar revisiones al menos cada 3 meses, para verificar el buen mantenimiento de las instalaciones.
- Remover todo elemento que no sea indispensable para las actividades realizadas en las instalaciones.
- En escaleras, mantener los escalones libres de excremento de palomas realizando limpiezas periódicas, al menos dos veces por semana.

### B) Daños Severos: Caída de objetos

El riesgo de caída de objetos en la torre central se clasifica como riesgos que pueden causar daño severo ya que se detectaron en el área de terraza, en donde cuentan con objetos que de no tener el manejo adecuado pueden provocar accidentes fatales (ver imagen 9 y 10).



**Imagen 9 Polea improvisada**

Fuente: Archivo propio



**Imagen 10 Apoyo de polea improvisada**

Fuente: Archivo propio

## Eliminación

En el área de terraza el elemento de mayor riesgo es una polea improvisada, la cual se encuentra sostenida sobre lo que se presume sería un cubo de elevador, en caso de caer este elemento o los objetos que estén manipulando con ella, puede provocar lesiones severas. En este caso se recomienda:

- Retirar la polea improvisada, o en su defecto instalar una que cuente con las características apropiadas para el tipo de uso destinado.

## C) Daños Severos: Exposición a radiación

Los riesgos por exposición a radiación fueron detectados en el área de pruebas y en el área de heliostatos, esto debido a que en ambas partes los trabajadores son expuestos ya sea indirecta o directamente a las radiaciones ultravioletas.

En el área de pruebas, dentro de la torre central, los trabajadores se ven expuestos a radiación indirecta provocada por la concentración de energía que es dirigida por los heliostatos hacia el receptor que se encuentra en esta área realizando pruebas, en esta área los trabajadores se ven expuestos únicamente los días en los que se realizan las pruebas, lo cual no es un ejercicio diario.

Donde los trabajadores tienen mayor exposición es en el área de heliostatos ya que todas las actividades que se realizan son bajo el sol, siendo más susceptibles a la radiación directa debido a que sus actividades son realizadas a campo abierto (ver imagen 11 y 12). Se recomienda la utilización de equipo de protección personal tanto para el área de pruebas y heliostatos, mientras que los controles administrativos se recomiendan al área de heliostatos.



**Imagen 11 Área de heliostatos**

Fuente: Archivo propio



**Imagen 12 Área de heliostatos**

Fuente: Archivo propio

## Equipo de protección personal

Las recomendaciones para el equipo de protección personal son a partir de las publicadas por la NIOSH, 2013.

- Utilizar ropa holgada, de colores claros y de materiales transpirables como el algodón.
- Usar sombreros de ala ancha cuando sea posible.
- La ropa debe de proteger todas las extremidades, para así evitar quemaduras en la piel o alguna otra afectación.
- Protección ocular, es decir lentes de sol etiquetados con protección 100% UV o UV400, que protejan contra los rayos UVA y UVB.

## Controles administrativos

La NOM-013-STPS-1993 indica los límites permisibles de exposición a radiación ultravioleta como se muestra en la tabla 18:

**Tabla 18. Radiación ultravioleta NOM-013-STPS-1993**

<b>TABLA V. RADIACIÓN ULTRAVIOLETA</b>		
<b>Longitud de onda en nanómetros (nm)</b>	<b>Tiempo de exposición máximo por día</b>	<b>Nivel por mJ/cm<sup>2</sup></b>
200	8 horas	100 mJ/cm <sup>2</sup>
210	8 horas	40 mJ/cm <sup>2</sup>
220	8 horas	25 mJ/cm <sup>2</sup>
230	8 horas	16 mJ/cm <sup>2</sup>
240	8 horas	10 mJ/cm <sup>2</sup>
250	8 horas	7.0 mJ/cm <sup>2</sup>
254	8 horas	6.0 mJ/cm <sup>2</sup>
260	8 horas	4.6 mJ/cm <sup>2</sup>
270	8 horas	3.0 mJ/cm <sup>2</sup>
290	8 horas	4.7 mJ/cm <sup>2</sup>
300	8 horas	10.0 mJ/cm <sup>2</sup>
305	8 horas	40.0 mJ/cm <sup>2</sup>
310	8 horas	200.0 mJ/cm <sup>2</sup>
315	8 horas	1000.0 mJ/cm <sup>2</sup>
315 A 400	Tiempos menores a 1000 segundos	1 J/cm <sup>2</sup>
315	Tiempos mayores a 1000 segundos	1 mW/cm <sup>2</sup>

Fuente: NOM-013-STPS-1993

Las actividades realizadas en exteriores en la planta solar de Hermosillo tienen una duración estimada de 2 horas y muy raras veces sobrepasan las 4 horas, sin embargo, se deben considerar las siguientes recomendaciones:

- Establecer horarios de trabajo y de descanso adecuados.
- Garantizar áreas de sombra o frescas.
- Si es posible, cambiar actividades que se realizan en horarios de mayor exposición a un horario donde la exposición sea menor.

Revisados los riesgos que pueden provocar daños severos, se continúa con los riesgos que pueden provocar daños medios, los cuales se muestran en la tabla 19:

**Tabla 19 Riesgos: Daño Medio**

DAÑO MEDIO			
RIESGOS	Probabilidad	Área	Control recomendado
Caída de objetos	Probable	Acceso torre	Eliminación
		Taller	Controles Administrativos
		Área de heliostatos	EPP
Resbalones, tropiezos, caídas	Probable	Taller	Controles Administrativos
Incendios	Poco probable	Oficinas (todas las áreas)	Eliminación
Agentes Biológicos	Probable	Área de heliostatos	Controles de Ingeniería
Altas temperaturas	Altamente probable	Área de heliostatos	Controles administrativos / EPP

Fuente: Elaboración propia

### **A) Daño Medio: Caída de Objetos**

Se detectaron como riesgos la caída de objetos que pueden provocar daño medio en el acceso a la torre, en el taller dentro de las oficinas y en el área de heliostatos. En el acceso a la torre se consideraron como posibles causas de accidentes, mobiliario o herramientas que por su ubicación dificultan la circulación en el área (ver imagen 13). En el taller, la falta de mantenimiento y orden son propicios para un posible accidente, como la caída de herramientas mal ubicadas o una sobrecarga en los anaqueles (ver imagen 14). En el área de heliostatos, la caída de vidrios por parte de los espejos de los heliostatos es considerados como riesgos (ver imagen 15 y 16).



**Imagen 13 Acceso a torre**

Fuente: Archivo propio



**Imagen 14 Taller**

Fuente: Archivo propio



**Imagen 15 Heliostatos**

Fuente: Archivo propio



**Imagen 16 Fragmentos de espejo de heliostatos**

Fuente: Archivo propio

### **Eliminación:**

Debido a que el acceso a la torre es un área de dimensiones chicas. Se consideran los controles de eliminación con las siguientes recomendaciones:

- Realizar un inventario del mobiliario y herramientas para determinar cuáles son indispensables en el área, de no ser indispensables retirarlos.
- Mantener el área de circulación libre, evitando la acumulación de basura y materiales que no estén en uso.

### **Controles Administrativos:**

Para el área del taller se proponen controles administrativos, ya que las actividades realizadas aquí no pueden ser reubicadas se recomienda lo siguiente:

- Realizar un inventario del mobiliario y herramientas para determinar cuáles son indispensables en el área, de no ser indispensables, retirarlos.

- Asignar espacios específicos para las actividades que se desarrollan en el área.
- Asignar espacios para las diferentes herramientas que se utilizan en el taller, evitando su acumulación para evitar caídas.
- Retirar o reubicar según el caso el mobiliario o herramientas que obstruyan el paso y/o que puedan caer sobre los trabajadores.

**Equipo de protección personal:**

Se propone equipo de protección personal para el área de heliostatos, esto debido a que las actividades realizadas son exclusivas del lugar, es decir, que no se pueden cambiar. Anteriormente en la sección de daños severos se recomendó también el uso de equipo de protección personal, en este caso se enfoca al manejo del material en caso de manipulación de vidrios rotos o cambio de espejos en los heliostatos.

- Utilizar cascos de protección especificados en la NOM-115-STPS-2009 y calzado ocupacional especificados en la NOM-113-STPS-2009.
- Evitar remover fragmentos de vidrio con las manos sin protección.
- Utilizar guantes de protección especificados en la NOM-017-STPS-2008, como se muestra en la tabla 20.

**Tabla 20 Fragmento 2 de tabla A.1 de la NOM-017-STPS-2008.  
Determinación del EPP**

<b>DETERMINACIÓN DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>		
<b>Clave y región anatómica</b>	<b>Clave y EPP</b>	<b>Tipo de riesgo en función de la actividad del trabajador</b>
5) Extremidades superiores	D) Guantes	D) Hay una gran variedad de guantes: tela, carnaza, piel, pvc, látex, entre otros. Dependiendo del tipo de protección que se requiere, actividades expuestas a corte, vidrio, etc.

Fuente: NOM-017-STPS-2008

**B) Daño medio: Resbalones, tropiezos y caídas**

En el área del taller se detectaron elementos que pueden provocar resbalones, tropiezos y caídas entre los trabajadores. Al ser un área de tamaño reducidas, la acumulación de objetos como herramientas mal ubicadas, así como aquellos que no son de esa área puede provocar este tipo de accidentes (ver imagen 17 y 18).



**Imagen 17 Taller pasillos**

Fuente: Archivo propio



**Imagen 18 Taller**

Fuente: Archivo propio

### **Controles administrativos:**

Para reducir las probabilidades que estos riesgos se recomiendan lo siguiente:

- Realizar un inventario del mobiliario y herramientas para determinar cuáles son indispensables en el área, de no ser indispensables, retirarlos.
- Asignar espacios específicos para las actividades que se desarrollan en el área.
- Asignar espacios para las diferentes herramientas que se utilizan en el taller, evitando su acumulación en el área de trabajo, así como en la circulación.
- Retirar o reubicar según el caso el mobiliario o herramientas que obstruyan el paso y/o que puedan propiciar caídas entre los trabajadores.

### **C) Daño medio: Incendios**

En el área de oficinas se consideran los riesgos de incendios debido a la falta de detectores de humo en algunas de las áreas, falta de servicio en los extintores y aunque cuentan con los señalamientos adecuados algunos de ellos no se encuentran fijados, además de que algunas salidas de emergencia se encuentran bloqueadas (ver imagen 19 y 20).



**Imagen 19 Salida de emergencia bloqueada**

Fuente: Archivo propio



**Imagen 20 Extintor bloqueado**

Fuente: Archivo propio

### **Eliminación:**

Para el área de oficinas se hacen las siguientes recomendaciones:

- Realizar el mantenimiento adecuado a los extintores según la NOM-002-STPS-2010
- Verificar que los señalamientos contraincendios sean los indicados según la NOM-026-STPS-2008.
- Retirar las obstrucciones de las puertas de emergencia, así como de cualquier objeto que dificulte el acceso a extintores.
- Colocar detectores de incendio (humo, calor etc.) según la NOM-002-STPS-2010 en caso de ser necesarios en las áreas en donde no se tienen instalados.

### **D) Daño medio: Agentes biológicos**

Estos riesgos se identificaron en el área de heliostatos, los trabajadores al realizar sus actividades se ven expuestos a un encuentro con animales de la región como serpientes, arañas y otro tipo de insecto que pudiera ser peligroso para los trabajadores.

### **Controles de Ingeniería:**

Debido a que la posible exposición a este tipo de animales es inevitable, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Realizar limpieza de matorrales, así como evitar la acumulación de escombros.
- Realizar inspecciones del área para identificar una posible área de peligro como nidos de serpientes, entre otros animales ponzoñosos.
- Capacitar a los trabajadores con respecto a las medidas que deben tomar en caso de que alguno haya sido mordido o picado por alguno de estos animales.
- Revisar calzado, vestimenta y equipos de protección personal que se encuentra en el área antes de vestirla.

### **E) Daño medio: Altas temperaturas**

Los riesgos por altas temperaturas son relacionados al área de heliostatos, en donde los trabajadores se ven expuestos debido a las actividades que se desarrollan ahí, como mantenimiento, elaboración de proyectos, entre otros.

#### **Controles administrativos:**

Las recomendaciones por controles administrativos serán en este caso similares a las dadas en los riesgos de exposición a radiación.

- Establecer horarios de trabajo y de descanso adecuados.
- Garantizar áreas de sombra o frescas.
- Si es posible, cambiar actividades que se realizan en horarios de mayor exposición a un horario donde la exposición sea menor.
- Asegurarse que los trabajadores no muestren algún malestar que pueda ser agravado por la exposición a altas temperaturas.

#### **Equipo de protección personal:**

Las recomendaciones para el equipo de protección personal son similares a las expuestas en los riesgos de exposición a radiación.

- Utilizar ropa holgada, de colores claros y de materiales transpirables como el algodón.
- Usar sombreros de ala ancha cuando sea posible.
- La ropa debe de proteger todas las extremidades, para así evitar quemaduras en la piel o alguna otra afectación.
- Protección ocular, es decir lentes de sol etiquetados con protección 100% UV o UV400, que protejan contra los rayos UVA y UVB.

- Utilizar equipo de protección como cascos u otros elementos que puedan provocar el aumento de la temperatura corporal a menos de que sea indispensable, de no ser necesarios evitarlos para evitar algún padecimiento como insolación, estrés por calor entre otros.

Los riesgos en los que los daños son moderados son enlistados al final, ya que como se menciona anteriormente, son riesgos que es muy poco probable que puedan provocar lesiones de gravedad. En la tabla se muestra aquellos riesgos de daños moderados

**Tabla 21 Riesgos: Daño Moderado**

DAÑO MODERADO			
RIESGOS	Probabilidad	Área	Control recomendado
Caída de objetos	Probable	Oficinas (todas las áreas)	Controles Administrativos
		Escaleras (torre)	Eliminación
		Equipos de enfriamiento	Eliminación
		Área de pruebas	Eliminación
Resbalones, tropiezos, caídas	Poco probable	Oficinas (todas las áreas)	Controles Administrativos
	Probable	Acceso torre	Controles Administrativos
Agentes Biológicos	Probable	Escaleras torre	Eliminación
		Equipos de enfriamiento	Eliminación / Controles de Ingeniería
		Área de pruebas	Eliminación / Controles de Ingeniería

Fuente: Elaboración propia

### **A) Daño moderado: Caída de objetos**

Se detectaron como riesgos la caída de objetos que pueden provocar daño moderado en el área de enfriamiento, de pruebas y escaleras en la torre, así como en el área de oficinas. Tanto en el área de pruebas y enfriamiento se consideraron como posibles causas herramientas y objetos mal ubicados o que no pertenecen al área (ver imagen 21) en el área de escaleras se consideran poco probables. Lo mismo ocurre en el área de oficinas donde objetos que no pertenecen al área obstruyen la circulación o se encuentran mal ubicados (ver imagen 22).



**Imagen 21 mezzanine en torre**

Fuente: Archivo propio



**Imagen 22 Área de oficinas**

Fuente: Archivo propio

### **Controles Administrativos:**

Las recomendaciones para el área de oficinas son las siguientes:

- Realizar un inventario del mobiliario y herramientas para determinar cuáles son indispensables en el área, de no ser indispensables, retirarlos.
- Retirar o reubicar según el caso el mobiliario o herramientas que obstruyan el paso y/o que puedan propiciar caídas entre los trabajadores.

### **Eliminación:**

Las áreas de enfriamiento y de prueba son de dimensiones reducidas es por ello que se consideran los controles de eliminación con las siguientes recomendaciones:

- Realizar un inventario del mobiliario y herramientas para determinar cuáles son indispensables en el área, de no ser indispensables retirarlos.
- Mantener el área de circulación libre, evitando la acumulación de basura y materiales que no estén en uso.

### **B) Daño moderado: Resbalones, tropiezos y caídas.**

En el área de oficinas (ver imagen 23) y acceso a la torre (ver imagen 24) se detectó elementos que pueden provocar resbalones, tropiezos y caídas entre los trabajadores. Al ser espacios de tamaños reducidos, la acumulación de objetos como herramientas mal ubicadas, así como aquellos que no son de esas áreas pueden provocar este tipo de accidentes.



**Imagen 23** Área de oficinas

Fuente: Archivo propio



**Imagen 24** Acceso a torre

Fuente: Archivo propio

### **Controles administrativos:**

En el área de oficinas y acceso a la torre, para reducir las probabilidades de estos riesgos se recomienda lo siguiente:

- Realizar un inventario del mobiliario y herramientas para determinar cuáles son indispensables en el área, de no ser indispensables, retirarlos.
- Asignar espacios específicos para las actividades que se desarrollan en el área.
- Evitar la acumulación de herramientas u otros objetos, así como el de basura en las áreas de circulación y en las de trabajo.
- Retirar o reubicar según el caso el mobiliario o herramientas que obstruyan el paso y/o que puedan propiciar caídas entre los trabajadores.

### **C) Daño moderado: Agentes biológicos**

Estos riesgos se identificaron en el área de la torre, específicamente en los espacios donde se encuentran con protección solar por mallas de tela, donde suelen anidar palomas provocando que el área de escaleras este sucio por su excremento, al igual que en algunas partes del área de pruebas, así como en el área de enfriamiento (ver Imagen 25 y 26).



**Imagen 25 Área de enfriamiento**

Fuente: Archivo propio



**Imagen 26 Área de pruebas**

Fuente: Archivo propio

### **Eliminación:**

Para este tipo de riesgos se hacen las siguientes recomendaciones:

- Para evitar lastimar a las aves, en este caso las palomas, se puede optar por la utilización de ahuyentadores de ultrasonidos, los cuales se activan al sentir la presencia de estos animales tanto de día como de noche.
- Colocación de redes anti-palomas, las cuales evitan que estas aniden en las áreas.
- Mantener las áreas limpias, evitando el acumulamiento de objetos, basura u otros elementos que permitan el anidamiento de estas aves.

### **Controles de Ingeniería:**

Además de controles de eliminación, se proponen controles de ingeniería, para asegurar la disminución de estos riesgos:

- Hacer revisiones constantes de que los dispositivos, tal como los ahuyentadores estén funcionando correctamente.
- Mantener las áreas limpias para evitar el acumulamiento de objetos, basura u otros elementos que permitan el anidamiento de estas aves.

#### **6.2.4 Seleccionar controles para proteger a los trabajadores durante operaciones no rutinarias o emergencias.**

Las actividades no rutinarias en el campo de heliostatos son aquellas en donde reciben visitas por parte de la Universidad de Sonora, así como de otras universidades o institutos. Se reciben visitas al menos 10 veces al año, estas pueden ser de 10 a 40 personas en un

día, también reciben alumnos y/o investigadores que realicen veranos de investigación, o algún posgrado.

Las visitas que se realizan en grupos pueden durar entre dos y 4 horas y se desarrollan de la siguiente manera:

- Se les hace un recorrido en el área de oficinas, explicando las áreas y lo que realizan en ellas.
- Después del área de oficinas, se les lleva a la torre central en donde visitan todas las áreas, así como la terraza.
- Se continúa a llevar al grupo al área de heliostatos, explicar el funcionamiento de estos, así como cualquier proyecto que se esté realizando en el área.

Las visitas al igual que los trabajadores se encuentran expuesto a los mismos riesgos. En este caso se le dará mayor énfasis a los riesgos físicos y riesgos de seguridad como caídas, resbalones y tropiezos, así como el de caída de objetos.

Para los riesgos físicos, como la exposición a radiación solar y altas temperaturas, al igual que para los riesgos de seguridad se recomiendan los siguientes controles:

#### **Controles Administrativos:**

Hacer recomendaciones a las instituciones con previo aviso sobre la vestimenta ideal para evitar riesgos como quemaduras, insolación, desmayos, entre otros.

- Mantener las áreas libres de objetos que dificulten la circulación, para evitar tropiezos y/o caídas.
- Realizar un horario de visitas en el que la exposición a las altas temperaturas y radiación sea menor.
- Tener áreas sombreadas donde las visitas puedan tener descansos.
- La Plataforma Solar de Hermosillo, PSH, deberá contar con los equipos de protección suficientes para sus visitantes.

#### **Equipo de protección personal**

La PSH debe de proporcionar a los visitantes el equipo de protección personal adecuado para evitar lesiones, en este caso cascos de protección.

- Recomendar a las instituciones que los alumnos utilicen zapato cerrado, de preferencia de suela gruesa.

### 6.3 Educación y Entrenamiento

Para poder implementar los controles seleccionados en el área de trabajo según el plan de riesgos desarrollado los trabajadores deben de conocerlo y participar en las actividades de prevención. Es por ello que se deben de seguir las siguientes recomendaciones:

- Se debe de llevar a cabo a partir de las prioridades establecidas, es decir, que los riesgos que puedan causar daños severos deben de ser atendidos a la brevedad.
- Los controles deben de ser posibles de aplicar en caso de tener recursos limitados, sin embargo, los trabajadores siempre deben de estar protegidos ante los posibles riesgos.
- Las medidas más simples deben de ser aplicadas a la brevedad sin importar el nivel de riesgo que sean, tales como realizar mantenimiento general, limpieza, organización de herramientas y objetos que puedan provocar caídas o tropiezos.
- Los trabajadores deben de conocer el plan de riesgos para poder así aplicarlo, y tener una respuesta adecuada en caso de presentarse alguno de los riesgos identificados.
- Capacitar a los trabajadores en la forma correcta de identificar y clasificar los posibles riesgos.
- En caso de que alguna medida de prevención requiera de capacitación, los encargados del área de trabajo deberán de buscar cursos de capacitación para aplicar correctamente las medidas de prevención.
- Designar un equipo para verificar que las medidas de prevención y control identificadas sean constantemente monitoreadas para asegurar que estas funcionen adecuadamente.

## VII. DISCUSIÓN

Con los resultados obtenidos a través de esta investigación se resalta que los mayores riesgos a los que se encuentran expuestos los trabajadores en la Plataforma Solar de Hermosillo, PSH, son la exposición a altas temperaturas y radiación, pero también se encuentran expuestos a otro tipo de riesgos como la exposición a agentes biológicos. Las actividades en la PSH no solo se limitan a campo, también se realizan actividades en oficina y taller, de modo que no solo están expuestos a los riesgos antes mencionados, sino que también se exponen a caídas de objetos, tropiezos y resbalones. A pesar de que los trabajadores se encuentran en constante contacto con estos riesgos, no cuentan con medidas preventivas.

A partir de un análisis de la literatura, se encontraron diferentes reglamentos, guías y lineamientos por parte de instituciones como la OSHA, NIOSH y gobiernos de diferentes países donde los trabajadores se ven expuestos a riesgos físicos, biológicos y químicos. Se han desarrollado reglamentos para trabajos en alturas como en la construcción, exposición a temperaturas extremas, frío o caliente, como en la industria y trabajos en la intemperie como la agricultura, construcción, entre otros. Sin embargo, en el caso de los riesgos en un campo de heliostatos y de cómo prevenirlos la información es poca. Los riesgos de mayor mención en un campo de heliostatos es la exposición a radiación y altas temperaturas; ya que, estas plantas se deben de localizar en áreas de ambientes soleados provocando que los trabajadores se vean expuestos a este tipo de riesgos (Samaniego, 2019).

Quienes trabajan al aire libre como en la construcción, agricultura, paisajismo, etc., se encuentran principalmente expuestos a riesgos biológicos como exposición a reptiles e insectos venenosos (Schulte et al., 2016). Como se observó en la realización de este trabajo, los trabajadores del campo de heliostatos no están exentos a este tipo de riesgos, y sin embargo es muy poca la mención de ello. Las medidas preventivas para este tipo de riesgos se enfocan a los trabajos relacionados con agronomía, agricultura, etc., de modo que para sugerir métodos de prevención, se pueden consultar estos manuales, pero es probable que sean de poca ayuda, ya que la exposición a estos riesgos sucede de maneras y condiciones diferentes.

Las normas mexicanas, a pesar de manejar regulaciones para la seguridad y salud en el trabajo aún carecen de regulaciones más específicas. Como es el caso del equipo de protección personal para la exposición a altas temperaturas en trabajos al aire libre. La

información es de manera general de modo que algunas características de estas normas son poco aplicables al campo de heliostatos. Manuales, lineamientos y/o reglamentos para este tipo de establecimientos son escasos y de estos en su mayoría son desarrollados por las mismas empresas que realizan trabajos con plantas de torre central, por lo tanto, si se desea aplicar medidas preventivas los reglamentos y/o guías a consultar serán de diferentes fuentes y en su caso por el tipo de riesgo que se quiere eliminar.

Las razones por las que no se encuentra la información suficiente relacionada con los campos de heliostatos se puede deber a que la instalación de plantas solares como tal son relativamente nuevas, es decir, las primeras plantas iniciaron a mediados de los 80's a modo de prueba. Las características de las plantas solares que se encuentran alrededor del mundo son diferentes entre sí, teniendo en común los riesgos a la exposición a radiación y altas temperaturas, de modo que los riesgos que pueden resultar en cada una de ellas pueden ser de una naturaleza diferente provocando que la literatura con respecto a este tipo de áreas sea poca.

## VIII. CONCLUSIONES

Con la metodología utilizada en base a análisis desarrollados por la OSHA, los resultados obtenidos fueron que los riesgos ocupacionales identificados no solo afectan la integridad física de quienes laboran en el LACYQS, sino que también hay riesgos que repercuten directamente en su salud. Estos riesgos no solo afectan al personal, sino que también pueden afectar a los visitantes que reciben a lo largo del año. Los riesgos identificados fueron físicos, de seguridad y biológicos; donde los riesgos con repercusiones más serias son los de carácter físico, como la exposición a altas temperaturas y radiación ultravioleta, y riesgos biológicos, como la exposición al excremento de pichones, que pueden causar serias enfermedades a los trabajadores.

Los riesgos físicos y biológicos, pueden provocar afectaciones severas en la salud del trabajador, sin embargo, estas no son de repercusiones inmediatas, es por ello que se considera de mayor urgencia la prevención y/o eliminación de los riesgos de seguridad, ya que estos son a los que los trabajadores se encuentran expuestos durante toda su jornada laboral dentro de todas las áreas de la PSH, así como ser, en caso de suceder un accidente, de repercusiones inmediatas y que pueden ser de lesiones leves hasta graves. A pesar de ser los que pueden ocurrir con mayor frecuencia, estos riesgos se pueden solucionar con medidas rápidas como el dar mantenimiento y limpieza en las áreas de trabajo, eliminando obstrucciones y elementos que puedan caer sobre los trabajadores o provocar caídas y/o tropiezos, o en caso de ocurrir incendios, que los trabajadores puedan salir de las instalaciones sin complicación alguna.

Con lo anterior, se concluye que es posible la prevención, identificación y reducción de riesgos en el campo de heliostatos, ya que las áreas de trabajo, a pesar de que en ellas se detectaron riesgos que se consideraron de daño severo, las soluciones no requieren en su mayoría de una inversión económica y tiempo altas, si no de mejor organización por parte de quienes laboran ahí. Además de concluir que la aplicación de un programa de prevención de riesgos en el LACYQS es una opción viable para la protección de los trabajadores, identificando los riesgos existentes, así como la anticipación de posibles riesgos que pudieran surgir dentro del LACYQS.

## IX.REFERENCIAS

- Alli, B. (2008). *Fundamental principles of occupational health and safety*. Publicado por ILO, International Labour Organization [pdf] Disponible en: <[https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/@publ/documents/publication/wcms\\_093550.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/@publ/documents/publication/wcms_093550.pdf)> [Consultado el 02/1/2020]
- Behar, O., Khellaf, A. y Mohammedi, K. (2013). *A review of studies on central receiver solar thermal power plants*. [pdf] Disponible en: < DOI: [10.1016/j.rser.2013.02.017](https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.02.017)> [Consultado el 24/1/2020]
- Bernardelli, F. (2010). *Energía solar termodinámica en América Latina: Los casos de Brasil Chile y México*. [pdf] Disponible en: <<https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3867/S2011006.pdf?sequence=1>> [Consultado el 24/1/2020]
- Buck, R. et al. (2014). *Sistemas de torre solar. Estado y perspectiva*. [pdf] Disponible en: <<https://www.4echile.cl/4echile/wp-content/uploads/2017/03/Sistemas-de-Torre-Solar.pdf>> [Consultado el 23/1/2020]
- BSI. British Standards Institution, (2020). *Our history*. [online] Disponible en: < <https://www.bsigroup.com/en-US/About-BSI/Our-history/#chapter2> > [Consultado el 15/1/2020]
- Cadelo, L. (2019). *Las plantas fotovoltaicas: Prevención en las energías renovables*. [pdf] Disponible en: <<http://www.seguridad-laboral.es/prl-por-sectores/otros/las-plantas-fotovoltaicas-prevencion-en-las-energias-renovables>> [Consultado el 25/1/2020]
- Caminero, V. (2014). *Análisis económico de viabilidad de una planta termo-solar*. [pdf] Disponible en: <<https://repositorio.comillas.edu/jspui/bitstream/11531/1297/1/PFC000046.pdf>> [Consultado el 20/1/2020]
- Carvajal, C. (2018). *Diseño y construcción de un helióstato con seguimiento solar en dos ejes para re-direccionar radiación incidente hacia un disco concentrador parabólico*. [pdf] Disponible en: <<https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/41565/3560900257549UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [Consultado el 16/1/2020]
- CEPYME Aragón (2013). *Medidas preventivas a adoptar por los instaladores de placas de energía solar fotovoltaica y fototérmica*. [pdf] Disponible en: <[https://enuveprod-universitatpolit.netdna-ssl.com/php\\_preencionintegral/sites/default/files/noticia/37994/field\\_adjuntos/2013-fpri-02.pdf](https://enuveprod-universitatpolit.netdna-ssl.com/php_preencionintegral/sites/default/files/noticia/37994/field_adjuntos/2013-fpri-02.pdf)> [Consultado el 27/1/2020]
- CEPYME Aragón (2013). *Manual de procedimientos de trabajo seguro en la actividad de instalación y mantenimiento de paneles de energía solar fototérmica y fotovoltaica*. [pdf] Disponible en: <<http://equiposproteccion.com/wp-content/uploads/2013/02/manual-de-paneles-fototermica-y-fotovoltaica.pdf>> [Consultado el 30/1/2020]
- CCOHS.Canadian Centre for Occupational Health and Safety (2020) *Hazard control*. [online] Disponible en: < [https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprogram/hazard\\_control.html](https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprogram/hazard_control.html)> [Consultado el 02/1/2020]
- CCOHS.Canadian Centre for Occupational Health and Safety (2020) *Hazards*. [online] Disponible en: <<https://www.ccohs.ca/topics/hazards/physical/>> [Consultado el 28/1/2020]
- CDC. Center for disease control and prevention (2015). *Hazards to outdoor workers*. [pdf] Disponible en: <<https://www.cdc.gov/niosh/topics/outdoor/default.html>> [Consultado el 30/1/2020]
- Chiquito, S., Loor, B. y Rodríguez, S. (2016). *Sistema de seguridad y salud en el trabajo. Transición de las OHSAS 18001:2007 a la nueva ISO 45001*. [pdf] Disponible en: <[https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/389/pdf\\_243](https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/389/pdf_243)> [Consultado el 16/1/2020]
- COFEPRIS, (2020). *Prevención contra animales ponzoñosos*. [online] Disponible en: < <http://revistacofepris.salud.gob.mx/n/no4/eneste.html>> [Consultado el 15/VI/2020]

- CONIAC (2015). *Occupational health risk management in construction: A guide to the key issues of occupational health provision*. [pdf] Disponible en: < <https://www.hse.gov.uk/aboutus/meetings/iacs/coniac/coniac-oh-guidance.pdf> > [Consultado el 16/XII/2019]
- Cruz, N. et al. (2017). *Diseño de un método genético paralelo para la optimización continua del campo de heliostatos*. [pdf] Disponible en: < [https://www.researchgate.net/publication/319999058\\_Diseño\\_de\\_un\\_método\\_genético\\_paralelo\\_para\\_la\\_optimización\\_continua\\_del\\_campo\\_de\\_heliostatos](https://www.researchgate.net/publication/319999058_Diseño_de_un_método_genético_paralelo_para_la_optimización_continua_del_campo_de_heliostatos) > [Consultado el 22/I/2020]
- da Silva, S. y Gonçalves, F. (2019). *Critical factors of success and barriers to the implementation of occupational health and safety managements systems: A systematic review of literature*. [pdf] Disponible en < doi: [10.1016/j.ssci.2019.03.026](https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.03.026) > [Consultado el 30/XII/2019]
- Diario Oficial de la Federación, DOF (2008). *Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo*. [pdf] Disponible en: < <https://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-017.pdf> > [Consultado el 10/VI/2020]
- Diario Oficial de la Federación, DOF (2009). *Norma Oficial Mexicana NOM-113-STPS-2009, Seguridad-Equipo de protección personal-calzado de protección-clasificación, especificaciones y métodos de prueba*. [Online] Disponible en: < <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3924/stps1/stps1.htm> > [Consultado el 10/VI/2020]
- Diario Oficial de la Federación, DOF (2009). *Norma Oficial Mexicana NOM-115-STPS-2009, Seguridad-Equipo de protección personal-cascos de protección-clasificación, especificaciones y métodos de prueba*. [Online] Disponible en: < <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3925/stps2/stps2.htm> > [Consultado el 09/VI/2020]
- Diario Oficial de la Federación, DOF (2008) *Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías*. [Online] Disponible en: < <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3541/stps.htm> > [Consultado el 09/VI/2020]
- Diario Oficial de la Federación, DOF (2010) *Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo*. [Online] Disponible en: < [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5170410](http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5170410) > [Consultado el 10/VI/2020]
- Diario Oficial de la Federación, DOF (1993) *Norma Oficial Mexicana NOM-013-STPS-1993. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generan radiaciones electromagnéticas no ionizantes*. [Online] Disponible en: < <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/stps/stps013.pdf> > [Consultado el 12/VI/2020]
- Duran, M. y Taddei, J. (2013). *Una perspectiva internacional sobre las experiencias de manufactura de heliostatos para su desarrollo en México*. [pdf] Disponible en: < [https://anes.org.mx/wp-content/uploads/2019/05/RER\\_122017.pdf](https://anes.org.mx/wp-content/uploads/2019/05/RER_122017.pdf) > [Consultado el 20/I/2020]
- Enríquez, E. (2015) *Diseño e implementación de un banco de pruebas para un sistema de control embebido de heliostatos*. [pdf] Disponible en: < <http://www.repositorioinstitucional.uson.mx/bitstream/handle/unison/415/enriquezmontoyaelberthandresm.pdf?sequence=1> > [Consultado el 27/I/2020]
- Estrada, C. (2013). *Transición energética, energías renovables y energía solar de potencia*. [pdf] Disponible en: < <https://www.redalyc.org/pdf/570/57030971010.pdf> > [Consultado el 24/I/2020]
- Fakhri, Z. (2012). *Riesgos biológicos*. [pdf] Disponible en: < <https://www.insst.es/documents/94886/162520/Cap%C3%ADtulo+38.+Riesgos+biol%C3%B3gicos> > [Consultado el 31/I/2020]
- Fundación laboral de la construcción, (2015). *Buenas prácticas para la prevención de los riesgos laborales de los trabajadores expuestos a condiciones climatológicas adversas*. [pdf] Disponible en: < <https://www.diba.cat/documents/467843/118493136/ARCH5810aeac982df.pdf/508cf2e5-2d63-4ba9-85ae-b96b5b65cefe> > [Consultado el 31/I/2020]

- González, C. (2014). *Optimización de la altura de torre en campos de heliostatos circulares*. [pdf] Disponible en: <[https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/26441/TFG\\_Carolina\\_Gonzalez\\_Quintero\\_2014.pdf?sequence=1](https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/26441/TFG_Carolina_Gonzalez_Quintero_2014.pdf?sequence=1)> [Consultado el 22/I/2020]
- Guevara, M. (2015). *La importancia de prevenir los riesgos laborales en una organización*. [pdf] Disponible en: <<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6499/ENSAYO%20DE%20GRADO.pdf;jsessionid=C2BC0037D49177BE60C35AA6EEAF16C4?sequence=1>> [Consultado el 20/XII/2019]
- Hoffman, D., Zohar, D. y Burke, M. (2017). *100 Years of occupational safety research: From basic protections work analysis to a multilevel view of workplace safety and risk*. [pdf] Disponible en: <<https://doi.org/10.1037/apl0000114>> [Consultado el 19/XII/2019]
- Instituto Mexicano del Petróleo (2018). *Reporte de inteligencia tecnológica. Energía termosolar*. [pdf] Disponible en: <[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/341706/IT\\_TERMO\\_SOLAR\\_Final\\_Rev\\_1.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/341706/IT_TERMO_SOLAR_Final_Rev_1.pdf)> [Consultado el 22/I/2020]
- ILO. International Labour Organization (2009). *Guidelines on occupational safety and health management systems. ILO-OSH 2001. Second edition 2009*. [pdf] Disponible en: <[https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms\\_107727.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms_107727.pdf)> [Consultado el 14/I/2020]
- ILO.org (2011). *OSH management system: A tool for continual improvement*. [pdf] Disponible en: <[https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms\\_153930.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_153930.pdf)> [Consultado el 09/XI/2019]
- ILO.org (2016). *Occupational safety and health management system*. [pdf] Disponible en: <[https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---africa/---ro-addis\\_ababa/---sro-cairo/documents/publication/wcms\\_622420.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---africa/---ro-addis_ababa/---sro-cairo/documents/publication/wcms_622420.pdf)> [Consultado el 09/XII/2019]
- Industrial Health (2019). *Importance of hazard identification in risk management*. [pdf] Disponible en: <[10.2486/indhealth.57\\_300](10.2486/indhealth.57_300)> [Consultado el 16/XII/2019]
- Iriarte, C. (2013). *Automatización de sistemas de control para campo de heliostatos*. [pdf] Disponible en: <[http://www.concentracionsolar.org.mx/images/pdf/tesis/m6\\_cuitlahuac\\_corregida.pdf](http://www.concentracionsolar.org.mx/images/pdf/tesis/m6_cuitlahuac_corregida.pdf)> [Consultado el 15/I/2020]
- ISSA. International Social Security Association (2013). *Sistema de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo (SG-SST) conforme a las directrices ILO-OSH 2001*. [pdf] Disponible en: <<https://www.issa.int/documents/10192/4148908/Occupational+Safety+and+Health+Management+System+OS+MHS+folll-es-ES/76b9387b-f55c-47be-a682-5baa7921ab29>> [Consultado el 16/I/2020]
- ISO. International Organization for Standardization (2018). *Contributing to the UN Sustainable Development Goals with ISO standards*. [pdf] Disponible en: <<https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100429.pdf>> [Consultado el 15/I/2020]
- ISOTools (2015). *La norma OHSAS 18001. Una herramienta para la gestión de la seguridad y salud ocupacional*. [pdf] Disponible en: <<https://www.isotools.org/pdfs-pro/ebook-ohsas-18001-gestion-seguridad-salud-ocupacional.pdf>> [Consultado el 03/I/2020]
- ISOTools(2019). *¿Cuál es el propósito de la gestión de riesgos?*. [online] Disponible en: <<https://www.isotools.org/2019/11/25/cual-es-el-proposito-de-la-gestion-de-riesgos/>> [Consultado el 09/XII/2019]
- Junta de Castilla y León (2009). *Prevención de riesgos en la instalación de energía solar térmica y fotovoltaica*. [pdf] Disponible en: <<https://www.aepsal.com/instalacion-de-energia-solar/>> [Consultado el 27/I/2020]
- Kosha.or (2018). 03.KOSHA 18001. [online] Disponible en: <<http://www.kosha.or.kr/english/business/KOSHA18001.do>> [Consultado el 19/I/2020]

- LACYQS. Laboratorio Nacional de Sistemas de Concentración Solar y Química Solar (2015). *Sistemas de torre central*. [pdf] Disponible en: <<http://www.concentracionssolar.org.mx/concentracion-solar/torre-central>> [Consultado el 20/II/2020]
- Lee, A. (2014). *British Standards Institution*. [pdf] Disponible en: <[https://labor.history.ucsb.edu/sites/secure.lsit.ucsb.edu/hist.d7\\_labor/files/sitefiles/CSR\\_Research\\_Files/BSI%20Summary%20Essay.pdf](https://labor.history.ucsb.edu/sites/secure.lsit.ucsb.edu/hist.d7_labor/files/sitefiles/CSR_Research_Files/BSI%20Summary%20Essay.pdf)> [Consultado el 15/II/2020]
- Ledesma-Jaime, R. et al. (2016). *Análisis dinámico estructural de un heliostato concentrador de energía solar*. [pdf] Disponible en: <[http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Energia\\_Quimica\\_y\\_Fisica/vol3num8/Revista\\_Energia\\_Quimica\\_Fisica\\_V3\\_N8\\_1.pdf](http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Energia_Quimica_y_Fisica/vol3num8/Revista_Energia_Quimica_Fisica_V3_N8_1.pdf)> [Consultado el 24/II/2020]
- López, V. (2019). *Desarrollo y desafíos de proyectos de generación de energía solar fotovoltaica en Chile*. [pdf] Disponible en: <<https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/47150/3560900260742UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [Consultado el 27/II/2020]
- Manuele, F. (2014). *ANSI / AIHA / ASSE Z10-2012. An overview of the Occupational Health & Safety Management Systems Standards*. [pdf] Disponible en: <[https://aeasseincludes.asp.org/professionalsafety/pastissues/059/04/F3\\_Manuele\\_0414.pdf](https://aeasseincludes.asp.org/professionalsafety/pastissues/059/04/F3_Manuele_0414.pdf)> [Consultado el 19/II/2020]
- Marhaviilas, P. et al. (2018). *International Occupational Health and Safety Management-Systems Standards as a frame for the sustainability: Mapping the territory*. [pdf] Disponible en: <<https://doi.org/10.3390/su10103663>> [Consultado el: 03/II/ 2020]
- Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social et al. (2014) *Salud y seguridad en el trabajo (SST). Aportes para una cultura de la prevención*. [pdf]. Disponible en: <[https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@americas/@ro-lima/@ilo-buenos\\_aires/documents/publication/wcms\\_248685.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@americas/@ro-lima/@ilo-buenos_aires/documents/publication/wcms_248685.pdf)> [Consultado el 10/XII/2019]
- Molano, J. y Arévalo, N. (2013). *De la salud ocupacional a la gestión de la seguridad y salud en el trabajo: más que semántica, una transformación del sistema de riesgos laborales*. [pdf] Disponible en: <<https://www.redalyc.org/pdf/818/81828690003.pdf>> [Consultado el 10/XII/2019]
- NIOSH (2011). *Protecting workers from heat illness*. [pdf] Disponible en: <<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-174/pdfs/2011-174.pdf>> [Consultado el 21/VI/2020]
- NIOSH(2013). *Preventing heat-related illness or death of outdoor workers*. [pdf] Disponible en: <<https://www.cdc.gov/niosh/docs/wp-solutions/2013-143/pdfs/2013-143.pdf?id=10.26616/NIOSH PUB2013143>> [Consultado el 21/VI/2020]
- NIOSH (2016). *Occupational exposure to heat and hot environments*. [pdf] Disponible en: <<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-106/default.html>> [Consultado el 06/XI/2019]
- OHSAS Project Group, (2007). *OHSAS 18001:2007. Serie de evaluación en seguridad y salud ocupacional: Sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional- Requisitos* [pdf] Disponible en: <<https://www.normasiso.net/wp-content/uploads/2016/02/ohsas-18001-2007.pdf>> [Consultado el 16/II/2020]
- OMS. Organización Mundial de la Salud (2010). *Ambientes de trabajo saludables: un modelo para la acción*. [pdf] Disponible en: <[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44317/9789243599311\\_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44317/9789243599311_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)> [Consultado el 02/II/2020]
- OSHA (2011). *Construction focus four: fall hazards*. [pdf] Disponible en: <[https://www.osha.gov/dte/outreach/construction/focus\\_four/falls/falls\\_ig.pdf](https://www.osha.gov/dte/outreach/construction/focus_four/falls/falls_ig.pdf)> [Consultado el 01/II/2020]
- OSHA (2016a). *Recommended practices for safety and health programs*. [pdf] Disponible en: <[https://www.osha.gov/shpguidelines/docs/OSHA\\_SHP\\_Recommended\\_Practices.pdf](https://www.osha.gov/shpguidelines/docs/OSHA_SHP_Recommended_Practices.pdf)> [Consultado el 15/XII/2019]

- OSHA (2016b). *La SST y las aplicaciones de energía solar a pequeña escala*. [pdf] Disponible en: <<https://osha.europa.eu/es/publications/e-fact-68-osh-and-small-scale-solar-energy-applications>> [Consultado el 27/II/2020]
- OSHA (2020). *Occupational Safety and Health Standards. Personal Protective Equipment*. [online] Disponible en: <<https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.132>> [Consultado el 05/VI/2020]
- Papadopoulos, G. et al (2010). *Occupational and public health and safety in a changing work environment: An integrated approach for risk assessment and prevention*. [pdf] Disponible en: <<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2009.11.002>> [Consultado el 10/XII/2019]
- Pfahl, A. (2014). *Survey of heliostat concepts for cost reduction*. [pdf] Disponible en: <<https://doi.org/10.1115/1.4024243>> [Consultado el 24/II/2020]
- Pitz-Paal, R. (2014). *Solar energy – concentrating solar power. Future energy*, 405-431. [pdf] Disponible en: <<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-099424-6.00019-3>> [Consultado el 23/II/2020]
- PROMéxico (2018). *Mapa de ruta de energía de Sonora*. [pdf] Disponible en: <<http://www.coees.sonora.gob.mx/images/archivos/mapa-de-ruta-de-energia-sonora-final-8-agosto.pdf>> [Consultado el 27/II/2020]
- Radu, T. et al. (2013). *Occupational risk management in industry*. [pdf] Disponible en: <[https://www.researchgate.net/publication/333809280\\_OCCUPATIONAL\\_RISK\\_MANAGEMENT\\_IN\\_INDUSTRY](https://www.researchgate.net/publication/333809280_OCCUPATIONAL_RISK_MANAGEMENT_IN_INDUSTRY)> [Consultado el 19/XII/2019]
- Rioja Salud (2020). *Prevención de riesgos laborales en el sector sanitario-Riesgo accidente de trabajo*. [Online] Disponible en: <<https://www.riojasalud.es/profesionales/prevencion-de-riesgos/872-prevencion-de-riesgos-laborales-en-el-sector-sanitario?start=1>> [Consultado el 05/VI/2020]
- Roberts, D. (2014). *Integrating OHSMS, risk management & electrical safety*. [pdf] Disponible en: <[Doi:10.1109/ESW.2014.6766912](https://doi.org/10.1109/ESW.2014.6766912)> [Consultado el 18/II/2020]
- Rodrigues, M. et al. (2016). *Occupational risk assessment at Olive Oil Mills: Limitations new perspectives*. [pdf] Disponible en: <<http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v83n196.56604>> [Consultado el 02/II/2020]
- Samaniego, D. et al., (2019). *Solar energy industry workers under climate change: A risk assessment of the level of heat stress experienced by a worker based on measured data*. [pdf] Disponible en: <<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.04.042>> [Consultado el 25/II/2020]
- Samaniego, D. (2012). *Medición de los niveles de exposición a radiación solar concentrada en una instalación de aprovechamiento de energía solar de tipo torre central para la estimación de riesgos a la salud humana*. [pdf] Disponible en: <<http://www.concentrationsolar.org.mx/publicaciones/tesis/item/104-medicion-de-los-niveles-de-exposicion-a-radiacion-solar-concentrada-en-una-instalacion-de-aprovechamiento-de-energia-solar-de-tipo-torre-central-para-la-estimacion-de-riesgos-a-la-salud-hum>> [Consultado el 25/II/2020]
- Sastry, A. (2017). *Heliostat cost reduction for power tower plants*. [pdf] Disponible en: <[https://www.academia.edu/31746350/Heliostat\\_Cost\\_Reduction\\_for\\_Power\\_Tower\\_Plants](https://www.academia.edu/31746350/Heliostat_Cost_Reduction_for_Power_Tower_Plants)> [Consultado el 20/II/2020]
- Schulte, P. et al. (2016). *Advancing the framework for considering the effects of climate change on worker safety and health*. [pdf] Disponible en: <<https://doi.org/10.1080/15459624.2016.1179388>> [Consultado el 28/II/2020]
- S.I.A. Safety Institute of Australia Ltd (2012). *Biological hazards*. [pdf] Disponible en: <<https://www.ohsbok.org.au/wp-content/uploads/2013/12/18-Hazard-Biological.pdf>> [Consultado el 30/II/2020]
- Spurlock, B. (2017). *Physical hazards of the workplace*. [pdf] Disponible en: <<https://doi.org/10.1201/9781315374413>> [Consultado el 31/II/2020]

- STPS. Secretaría del Trabajo y Previsión Social (2012). *Marco Normativo de Seguridad y Salud en el Trabajo*. [online] Disponible en: < <http://asinom.stps.gob.mx:8145/Centro/CentroMarcoNormativo.aspx>> [Consultado el 19/I/2020]
- STPS. Secretaría del Trabajo y Previsión Social (2014). *Reglamento Federal de Salud y Seguridad en el Trabajo*. [pdf] Disponible en: < [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/134257/Reglamento\\_Federal\\_de\\_Seguridad\\_y\\_Salud\\_en\\_el\\_Trabajo.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/134257/Reglamento_Federal_de_Seguridad_y_Salud_en_el_Trabajo.pdf) > [Consultado el 30/XII/2019]
- STPS. Secretaría del Trabajo y Previsión Social (2017). *Seguridad y salud en el trabajo en México: Avances, retos y desafíos*. [pdf] Disponible en: < [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/279153/Libro-Seguridad\\_y\\_salud\\_en\\_el\\_trabajo\\_en\\_Mexico-Avances\\_\\_retos\\_y\\_desafios\\_\\_Digital\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/279153/Libro-Seguridad_y_salud_en_el_trabajo_en_Mexico-Avances__retos_y_desafios__Digital_.pdf) > [Consultado el 15/XII/2019]
- Trejo, K. (2013). *La protección de la salud y la seguridad en el trabajo como derechos humanos*. Disponible en: < <https://www.redalyc.org/pdf/325/32528954011.pdf>> [Consultado el 17/I/2020]
- Yazdani, A. et al. (2015). *How compatible are participatory ergonomics programs with occupational health and safety management systems?*. [pdf]. Disponible en: < doi:10.5271/sjweh.3467 > [Consultado el 06/IX/2019]
- Yoon, S. et al. (2013). *Effect of occupational health and safety management system on work-related accident rate and differences of occupational health and safety management system awareness between managers in South Korea's construction industry*. [pdf] Disponible en: <10.1016/j.shaw.2013.10.002> [Consultado el 17/I/2020]

## X. ANEXOS

### Anexo 1. Encuesta aplicada a los trabajadores del campo de heliostatos.

A continuación, se muestran los resultados de la encuesta aplicada a los trabajadores del campo de heliostatos.

#### Anexo 1.1. Listado de preguntas para obtener los datos generales del área de estudio

DATOS GENERALES	
Preguntas	
01	¿Dónde se encuentra el área de trabajo?
02	¿Qué tareas se realizan?
03	¿Qué riesgos han sido ya identificados y sus fuentes?
04	¿Cuáles son las consecuencias potenciales de riesgos existentes?
05	Medidas de prevención utilizadas
06	¿Qué accidentes, enfermedades ocupacionales y otras afectaciones a la salud se han reportado?
07	Horario laboral
08	Trabajos que se realizan
09	Áreas de mayor uso
10	¿Quiénes trabajan ahí (Trabajadores de tiempo completo y medio tiempo, visitantes, trabajadores fuera de sitio)?
11	¿Cuál es el tipo de equipo de trabajo, materiales y procesos que se utilizan (dependiendo el trabajador)?
12	Preparación para actuar en caso de accidentes (conocimiento de primeros auxilios, números de emergencia, transporte)
13	¿Qué requerimientos de protección están relacionados con el área de trabajo?

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 1.2 Datos generales del área de estudio y trabajadores del lugar.

<b>DATOS GENERALES DEL ÁREA DE TRABAJO</b>	
Área de trabajo:	Planta Solar de Hermosillo
Tareas que se realizan en la PSH:	Mantenimiento y diseño de sistemas de adquisición de datos y control
Riesgos ya identificados y sus fuentes:	Viuda negra, cascabel, alacrán, cortadas de vidrio
Consecuencias potenciales de riesgos existentes:	Incapacidad médica
Medidas de prevención utilizadas:	Cascos, lentes
Accidentes, enfermedades ocupacionales y otras afectaciones a la salud reportadas:	Influenza, resfriados, alergias
<b>INVESTIGADORES</b>	
Nombre:	<b>RAMIRO CALLEJA</b>
Área de trabajo	PSH
Horario Laboral	7:00 a 15:00 hrs
Trabajos que se realizan	Programación, desarrollo de controles, mantenimiento de equipos, armado de prototipos, apoyo técnico en proyectos de investigación, atención de visitantes, atención y dirección de estudiantes.
Áreas de mayor de uso	CEToC, FV, CL, Edificio, Estación Solarimétrica
Tipo de trabajador	TC
Cuál es el tipo de trabajo y materiales	Instrumentación electrónica, herramientas eléctricas (taladro, caudín, multímetro), herramientas mecánicas (desarmadores, pinzas, llaves), manejo de grúa.
Preparación para actuar en caso de accidentes (conocimiento de primeros auxilios, números de emergencia, transporte)	---
Requerimientos de protección relacionados con el área de trabajo	Cascos, lentes
<hr/>	
Nombre:	<b>PABLO SOSA</b>
Área de trabajo:	PSH
Horario Laboral:	7:00 a 15:00 hrs.
Trabajos que se realizan:	Mantenimiento de equipos, diseño mecánico, armado de prototipos, fabricación de piezas, apoyo técnico en proyectos de investigación, atención de visitantes, atención y dirección de estudiantes.
Áreas de mayor de uso:	Edificio, CEToC
Tipo de trabajador:	TC
Cuál es el tipo de trabajo y materiales:	Herramientas eléctricas (taladro, pulidor, torno, fresa, soldadora, cortadora), herramientas mecánicas (desarmadores, pinzas, llaves) manejo de grúa.
Preparación para actuar en caso de accidentes (conocimiento de primeros auxilios, números de emergencia, transporte):	---
Requerimientos de protección relacionados con el área de trabajo:	Lentes de seguridad oscuros y claros. Guantes para mecánico y de carnaza. Zapatos de seguridad. Cubrebocas para polvos. Protección auditiva.

Continuación:

INVESTIGADORES	
Nombre:	<b>RODOLFO PEÓN</b>
Área de trabajo:	PSH
Horario Laboral:	7:00 a 15:00 hrs.
Trabajos que se realizan:	Programación, desarrollo de controles, mantenimiento de equipos, armado de prototipos, apoyo técnico en proyectos de investigación, atención a visitantes, atención y dirección de estudiantes.
Áreas de mayor de uso:	Edificio, FV.
Tipo de trabajador:	TC
Cuál es el tipo de trabajo y materiales:	Herramientas eléctricas (taladro, cautín, multímetro), herramientas mecánicas (desarmadores, pinzas, llaves) manejo de grúa.
Preparación para actuar en caso de accidentes ( conocimiento de primeros auxilios, números de emergencia, transporte)	
Requerimientos de protección relacionados con el área de trabajo:	

Nombre:	<b>CUITLÁHUAC IRIARTE</b>
Área de trabajo:	PSH
Horario Laboral:	7:00 a 15:00 hrs
Trabajos que se realizan:	Programación, desarrollo de controles, mantenimiento de equipos, armado de prototipos, apoyo técnico en proyectos de investigación, atención de visitantes, atención y dirección de estudiantes.
Áreas de mayor de uso:	Edificio, CEToC
Tipo de trabajador:	TC
Cuál es el tipo de trabajo y materiales:	Herramientas eléctricas (taladro, cautín, multímetro), herramientas mecánicas (desarmadores, pinzas, llaves) manejo de grúa.
Preparación para actuar en caso de accidentes (conocimiento de primeros auxilios, números de emergencia, transporte):	---
Requerimientos de protección relacionados con el área de trabajo:	---

Continuación:

INVESTIGADORES	
Nombre:	<b>RICARDO PÉREZ</b>
Área de trabajo:	PSH-UNISON
Horario Laboral:	Variable
Trabajos que se realizan:	Desarrollo de proyectos de investigación, atención y dirección de estudiantes.
Áreas de mayor de uso:	CEToC, FV, CL, Edificio
Tipo de trabajador	TC
Cuál es el tipo de trabajo y materiales:	Herramientas eléctricas, herramientas mecánicas, manejo de grúa.
Preparación para actuar en caso de accidentes (conocimiento de primeros auxilios, números de emergencia, transporte):	---
Requerimientos de protección relacionados con el área de trabajo:	---

Nomenclatura	Descripción de áreas
PSH	Plataforma Solar de Hermosillo
UNISON	Universidad de Sonora
CEToC	Campo Experimental de Torre Central
FV	Fotovoltaicos
CL	Concentradores Lineales

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 2. Checklists para determinar los riesgos en el área de trabajo: Pisos irregulares – resbalosos.**

Los siguientes checklists están divididos para determinar los riesgos posibles en las diferentes áreas:

**Anexo 2.1 Checklist 01 Pisos irregulares-resbalosos: Oficinas**

OFICINAS			
Checklist 01: Pisos Irregulares-Resbalosos			
Preguntas		Sí	No
01	¿Los pisos tienen áreas irregulares, acabados sueltos, agujeros, derrames etc.?		X
02	¿Los pisos se encuentran ocasionalmente resbalosos, e.g., cuando están mojados debido a la pendiente, derrame de líquidos (e.g., aceite), lluvia o lodo, o polvo debido a los procesos de trabajo?		X
03	¿Hay umbrales u otros cambios de nivel en los pisos?		X
04	¿Hay cables de arrastre en el piso?		X
05	¿Pueden los trabajadores caerse o resbalarse debido a un calzado inadecuado?		X
06	¿Los pisos se mantienen limpios?	X	
07	¿Hay obstrucciones y objetos (excluyendo aquellos que no se pueden quitar) que quedan en las áreas de trabajo?	X	
08	¿Hay obstrucciones que no se puedan quitar marcados?		X
09	¿Todas las rutas de tráfico se encuentran marcadas adecuadamente?	X	
10	¿Es adecuada la iluminación de pisos y rutas de tráfico?	X	
11	Otros: especifique.		

Fuente: OSHA, 2007

## Anexo 2.2 Checklist 01 Pisos irregulares-resbalosos: Torre

TORRE			
Checklist 01: Pisos Irregulares-Resbalosos			
Preguntas		Sí	No
01	¿Los pisos tienen áreas irregulares, acabados sueltos, agujeros, derrames etc.?	X	
02	¿Los pisos se encuentran ocasionalmente resbalosos, e.g., cuando están mojados debido a la pendiente, derrame de líquidos (e.g., aceite), lluvia o lodo, o polvo debido a los procesos de trabajo?	X	
03	¿Hay umbrales u otros cambios de nivel en los pisos?	X	
04	¿Hay cables de arrastre en el piso?		X
05	¿Pueden los trabajadores caerse o resbalarse debido a un calzado inadecuado?	X	
06	¿Los pisos se mantienen limpios?		X
07	¿Hay obstrucciones y objetos (excluyendo aquellos que no se pueden quitar) que quedan en las áreas de trabajo?	X	
08	¿Hay obstrucciones que no se puedan quitar marcados?		X
09	¿Todas las rutas de tráfico se encuentran marcadas adecuadamente?		X
10	¿Es adecuada la iluminación de pisos y rutas de tráfico?	X	
11	Otros: especifique.		

Fuente: OSHA, 2007

### Anexo 3. Checklists para determinar los riesgos en el área de trabajo: Vehículos en movimiento.

Los siguientes checklists están divididos para determinar los riesgos posibles en las diferentes áreas:

#### Anexo 3.1 Checklist 02 Vehículos en movimiento: Exteriores

EXTERIORES			
Checklist 02: Vehículos en Movimiento			
Preguntas		Sí	No
01	¿Se utilizan medios de transporte a pesar de fallas y mal funcionamiento?		X
02	¿Están sobrecargados los medios de transporte y los equipos de trabajo para la carga / descarga (e.g., vehículos, montacargas, plataformas elevadoras)?		X
03	¿Las rutas de transporte están libres de obstrucciones?	X	
04	¿Se reduce el campo de visión en las rutas de transporte?		X
05	¿Los medios de transporte son utilizados alguna vez por personas no autorizadas?	X	
06	¿Las cargas siempre están aseguradas correctamente?	X	
07	¿Se reduce el campo de visión de los conductores con cargas voluminosas?	X	
08	Otros: especifique.		

Fuente: OSHA, 2007

## Anexo 4. Checklists para determinar los riesgos en el área de trabajo: Piezas de maquinarias móviles.

Los siguientes checklists están divididos para determinar los riesgos posibles en las diferentes áreas:

### Anexo 4.1 Checklist 03 Piezas de maquinarias móviles: Oficinas-Taller

OFICINAS - TALLER			
Checklist 03: Piezas de Maquinarias Móviles			
Preguntas		Sí	No
01	¿Hay piezas móviles peligrosas en las máquinas (incluidas las piezas auxiliares) sin protección?	X	
02	¿Las protecciones de la máquina evitan suficientemente el contacto de las manos, brazos u otras partes del cuerpo de los trabajadores con piezas móviles peligrosas?		X
03	¿Están todos los protectores de la máquina asegurados firmemente y no son fácilmente extraíbles?		X
04	¿Puede un objeto caer sobre las piezas móviles de una máquina?	X	
05	¿Las salvaguardas hacen que la operación de una máquina sea inconveniente o más difícil?		X
06	¿Se puede engrasar una máquina sin quitar la protección?	X	
07	¿Es posible eliminar salvaguardas sin detener movimientos peligrosos?	X	
08	¿Hay engranajes, ruedas dentadas, poleas o volantes sin protección?		X
09	¿Hay correas expuestas o cadenas de transmisión?		X
10	¿Hay tornillos de fijación expuestos, llaves, collares, etc.?		X
11	¿Es fácil para un operador alcanzar los controles de encendido / encendido?	X	
12	¿Hay un control para más de un operador?		X
13	Otros: especifique.		

Fuente: OSHA, 2007

## Anexo 4.2 Checklist 03 Piezas de maquinarias móviles: Torre

TORRE			
Checklist 03: Piezas de Maquinarias Móviles			
	Preguntas	Sí	No
01	¿Hay piezas móviles peligrosas en las máquinas (incluidas las piezas auxiliares) sin protección?	X	
02	¿Las protecciones de la máquina evitan suficientemente el contacto de las manos, brazos u otras partes del cuerpo de los trabajadores con piezas móviles peligrosas?	X	
03	¿Están todos los protectores de la máquina asegurados firmemente y no son fácilmente extraíbles?		X
04	¿Puede un objeto caer sobre las piezas móviles de una máquina?	X	
05	¿Las salvaguardas hacen que la operación de una máquina sea inconveniente o más difícil?		X
06	¿Se puede engrasar una máquina sin quitar la protección?	X	
07	¿Es posible eliminar salvaguardas sin detener movimientos peligrosos?	X	
08	¿Hay engranajes, ruedas dentadas, poleas o volantes sin protección?		X
09	¿Hay correas expuestas o cadenas de transmisión?		X
10	¿Hay tornillos de fijación expuestos, llaves, collares, etc.?		X
11	¿Es fácil para un operador alcanzar los controles de encendido / encendido?	X	
12	¿Hay un control para más de un operador?		X
13	Otros: especifique.		

Fuente: OSHA, 2007

### Anexo 4.3 Checklist 03 Piezas de maquinarias móviles: Exteriores

EXTERIORES			
Checklist 03: Piezas de Maquinarias Móviles			
Preguntas		Sí	No
01	¿Hay piezas móviles peligrosas en las máquinas (incluidas las piezas auxiliares) sin protección?	X	
02	¿Las protecciones de la máquina evitan suficientemente el contacto de las manos, brazos u otras partes del cuerpo de los trabajadores con piezas móviles peligrosas?		X
03	¿Están todos los protectores de la máquina asegurados firmemente y no son fácilmente extraíbles?	X	
04	¿Puede un objeto caer sobre las piezas móviles de una máquina?	X	
05	¿Las salvaguardas hacen que la operación de una máquina sea inconveniente o más difícil?		X
06	¿Se puede engrasar una máquina sin quitar la protección?	X	
07	¿Es posible eliminar salvaguardas sin detener movimientos peligrosos?	-	-
08	¿Hay engranajes, ruedas dentadas, poleas o volantes sin protección?		X
09	¿Hay correas expuestas o cadenas de transmisión?		X
10	¿Hay tornillos de fijación expuestos, llaves, collares, etc.?		X
11	¿Es fácil para un operador alcanzar los controles de encendido / encendido?	X	
12	¿Hay un control para más de un operador?		X
13	Otros: especifique.		

Fuente: OSHA, 2007

**Anexo 5. Checklists para determinar los riesgos en el área de trabajo: Instalación eléctrica.**

Los siguientes checklists están divididos para determinar los riesgos posibles en las diferentes áreas:

**Anexo 5.1 Checklist 04 Instalación eléctrica: Torre**

TORRE			
Checklist 04: Instalación Eléctrica			
	Preguntas	Sí	No
01	¿Está seguro de que los dispositivos e interruptores de seguridad están en su lugar y que funcionan?	x	
02	¿Hay algún aislamiento dañado en las líneas (e.g., torceduras o cables expuestos)?		x
03	¿Hay alguna carcasa de equipo eléctrico dañada o una carcasa no protegida contra aproximaciones no autorizadas?		x
04	¿Existe alguna carcasa de equipo eléctrico sin el signo IEC-60417-5036 (un rayo negro sobre un fondo amarillo dentro de un triángulo negro)?	x	
05	¿Hay clavijas o enchufes dañados?		x
06	¿Es posible utilizar equipos eléctricos de manera incorrecta?		x
07	¿Es posible usar equipos eléctricos húmedos o usar equipos eléctricos con las manos mojadas o con ropa húmeda?	x	
08	¿Es posible trabajar en proximidad peligrosa a sistemas eléctricos?		x
09	¿Hay partes activas cerca de las áreas de trabajo?		x
10	¿Hay partes conductoras expuestas no conectadas al sistema de conexión a tierra?		x
11	¿Hay alguna carga electrostática (como cuando se reabastece de combustible)?		x
12	Otros: especifique.		

Fuente: OSHA, 2007

## Anexo 5.2 Checklist 04 Instalación eléctrica: Oficinas

OFICINAS			
Checklist 04: Instalación Eléctrica			
	Preguntas	Sí	No
01	¿Está seguro de que los dispositivos e interruptores de seguridad están en su lugar y que funcionan?	x	
02	¿Hay algún aislamiento dañado en las líneas (e.g., torceduras o cables expuestos)?		x
03	¿Hay alguna carcasa de equipo eléctrico dañada o una carcasa no protegida contra aproximaciones no autorizadas?		x
04	¿Existe alguna carcasa de equipo eléctrico sin el signo IEC-60417-5036 (un rayo negro sobre un fondo amarillo dentro de un triángulo negro)?		x
05	¿Hay clavijas o enchufes dañados?		x
06	¿Es posible utilizar equipos eléctricos de manera incorrecta?		x
07	¿Es posible usar equipos eléctricos húmedos o usar equipos eléctricos con las manos mojadas o con ropa húmeda?		x
08	¿Es posible trabajar en proximidad peligrosa a sistemas eléctricos?		x
09	¿Hay partes activas cerca de las áreas de trabajo?		x
10	¿Hay partes conductoras expuestas no conectadas al sistema de conexión a tierra?		x
11	¿Hay alguna carga electrostática (como cuando se reabastece de combustible)?		x
12	Otros: especifique.		

Fuente: OSHA, 2007

### Anexo 5.3 Checklist 04 Instalación eléctrica: Exteriores

EXTERIORES			
Checklist 04: Instalación Eléctrica			
	Preguntas	Sí	No
01	¿Está seguro de que los dispositivos e interruptores de seguridad están en su lugar y que funcionan?	x	
02	¿Hay algún aislamiento dañado en las líneas (e.g., torceduras o cables expuestos)?		x
03	¿Hay alguna carcasa de equipo eléctrico dañada o una carcasa no protegida contra aproximaciones no autorizadas?		x
04	¿Existe alguna carcasa de equipo eléctrico sin el signo IEC-60417-5036 (un rayo negro sobre un fondo amarillo dentro de un triángulo negro)?	x	
05	¿Hay clavijas o enchufes dañados?		x
06	¿Es posible utilizar equipos eléctricos de manera incorrecta?		x
07	¿Es posible usar equipos eléctricos húmedos o usar equipos eléctricos con las manos mojadas o con ropa húmeda?	x	
08	¿Es posible trabajar en proximidad peligrosa a sistemas eléctricos?		x
09	¿Hay partes activas cerca de las áreas de trabajo?		x
10	¿Hay partes conductoras expuestas no conectadas al sistema de conexión a tierra?		x
11	¿Hay alguna carga electrostática (como cuando se reabastece de combustible)?		x
12	Otros: especifique.		

Fuente: OSHA, 2007

## Anexo 6. Checklists para determinar los riesgos en el área de trabajo: Fuego.

Los siguientes checklists están divididos para determinar los riesgos posibles en las diferentes áreas:

### Anexo 6.1 Checklist 05 Fuego: Oficinas

OFICINAS			
Checklist 05: Fuego			
	Preguntas	Sí	No
01	¿Se utilizan sustancias oxidantes o inflamables, como pintura, acabadas, adhesivas y solventes?		X
02	¿Se almacenan sustancias oxidantes e inflamables en habitaciones ventiladas?	X	
03	¿Están disponibles las hojas de datos de datos de seguridad de materiales para todos los productos químicos peligrosos utilizados?		X
04	¿Hay alguna fuente de ignición (e.g., fuego abierto, equipo eléctrico, cargas electrostáticas o alta temperatura)?	X	
05	¿Están las áreas de peligro de incendio debidamente señaladas?	X	
06	¿Los empleados que usan sustancias combustibles o inflamables están regularmente informados sobre las propiedades peligrosas de estos químicos?	X	
07	¿Hay equipos contra incendios en su lugar y son adecuados?	X	
08	¿Se encuentra el equipo contra incendio disponible y con servicios regulares?		X
09	¿Se puede acceder fácilmente al equipo contra incendios?		X
10	¿Hay planes de emergencia y escape?		X
11	¿Están indicadas las rutas de escape?	X	
12	¿Hay alarmas contra incendios?	X	
13	¿Se llevan a cabo simulacros de contra incendios y alarmas?		X
14	¿Se proporciona capacitación contra incendios?		X
15	Otros: especifique.		

Fuente: OSHA, 2007

## Anexo 6.2 Checklist 05 Fuego: Torre

TORRE			
Checklist 05: Fuego			
	Preguntas	Sí	No
01	¿Se utilizan sustancias oxidantes o inflamables, como pintura, acabados, adhesivos y solventes?		X
02	¿Se almacenan sustancias oxidantes e inflamables en habitaciones ventiladas?		X
03	¿Están disponibles las hojas de datos de datos de seguridad de materiales para todos los productos químicos peligrosos utilizados?		X
04	¿Hay alguna fuente de ignición (e.g., fuego abierto, equipo eléctrico, cargas electrostáticas o alta temperatura)?	X	
05	¿Están las áreas de peligro de incendio debidamente señaladas?	X	
06	¿Los empleados que usan sustancias combustibles o inflamables están regularmente informados sobre las propiedades peligrosas de estos químicos?	X	
07	¿Hay equipos contra incendios en su lugar y son adecuados?	X	
08	¿Se encuentra el equipo contra incendios disponible y con servicios regulares?		X
09	¿Se puede acceder fácilmente al equipo contra incendios?	X	
10	¿Hay planes de emergencia y escape?		X
11	¿Están indicadas las rutas de escape?	X	
12	¿Hay alarmas contra incendios?	X	
13	¿Se llevan a cabo simulacros de contra incendios y alarmas?		X
14	¿Se proporciona capacitación contra incendios?		X
15	Otros: especifique.		

Fuente: OSHA, 2007

## Anexo 7. Checklists para determinar los riesgos en el área de trabajo: Iluminación.

Los siguientes checklists están divididos para determinar los riesgos posibles en las diferentes áreas:

### Anexo 7.1 Checklist 06 Iluminación: Oficinas

OFICINAS			
Checklist 06: Iluminación			
Preguntas		Sí	No
01	¿La iluminación en el lugar de trabajo es suficiente para realizar tareas de manera eficiente y precisa?	X	
02	¿Hay sombras visibles en el lugar de trabajo que puedan afectar la eficiencia y la precisión del trabajo?		X
03	¿La iluminación de las áreas de circulación, corredores, escaleras, cuartos de almacenamiento, etc., es adecuada para moverse de manera segura y notar cualquier obstáculo (agujeros en el suelo, objetos que yacen en el suelo, escalones, superficies resbaladizas o derrames, el borde de una plataforma, etc.)?	X	
04	¿Pueden las fuentes / superficies brillantes perjudicar la visión de los trabajadores hacia los objetos?		X
05	¿Hay alguna queja de los trabajadores relacionada con la poca visibilidad, el deslumbramiento o la iluminación inadecuada en el lugar de trabajo?		X
06	¿Existen contrastes excesivos en el campo de visión que pueden provocar fatiga o una constante adaptación de los ojos?		X
07	¿Hay reflejos velados en el área de trabajo (reflejos directos de superficies pulidas, brillantes o resplandecientes) que alteran la visibilidad de la tarea?		X
08	¿Existen grandes variaciones espaciales en la iluminación alrededor del área de trabajo que puedan generar estrés visual?		X
09	¿Los colores de los objetos y de la piel, en el entorno de trabajo, se muestran de manera natural bajo la iluminación artificial existente?	X	
10	¿Los colores de seguridad son reconocibles bajo la iluminación artificial existente?	X	
11	¿Pueden los trabajadores ver el parpadeo de la luz?		X
12	Otros: especifique.		

Fuente: OSHA, 2007

## Anexo 7.2 Checklist 06 Iluminación: Torre

TORRE			
Checklist 06: Iluminación			
Preguntas		Sí	No
01	¿La iluminación en el lugar de trabajo es suficiente para realizar tareas de manera eficiente y precisa?	x	
02	¿Hay sombras visibles en el lugar de trabajo que puedan afectar la eficiencia y la precisión del trabajo?		x
03	¿La iluminación de las áreas de circulación, corredores, escaleras, cuartos de almacenamiento, etc., es adecuada para moverse de manera segura y notar cualquier obstáculo (agujeros en el suelo, objetos que yacen en el suelo, escalones, superficies resbaladizas o derrames, el borde de una plataforma, etc.)?	x	
04	¿Pueden las fuentes / superficies brillantes perjudicar la visión de los trabajadores hacia los objetos?		x
05	¿Hay alguna queja de los trabajadores relacionada con la poca visibilidad, el deslumbramiento o la iluminación inadecuada en el lugar de trabajo?		x
06	¿Existen contrastes excesivos en el campo de visión que pueden provocar fatiga o una constante adaptación de los ojos?		x
07	¿Hay reflejos velados en el área de trabajo (reflejos directos de superficies pulidas, brillantes o resplandecientes) que alteran la visibilidad de la tarea?		x
08	¿Existen grandes variaciones espaciales en la iluminación alrededor del área de trabajo que puedan generar estrés visual?		x
09	¿Los colores de los objetos y de la piel, en el entorno de trabajo, se muestran de manera natural bajo la iluminación artificial existente?	x	
10	¿Los colores de seguridad son reconocibles bajo la iluminación artificial existente?	x	
11	¿Pueden los trabajadores ver el parpadeo de la luz?		x
12	Otros: especifique.		

Fuente: OSHA, 2007