



**Plan de mantenimiento y análisis de costos de equipos para trabajo seguro  
en alturas en la empresa sumiferco sf s.a.s basado en la gestión del riesgo**

Natacha Acevedo Ríos

Daniela Arboleda Monsalve

Jair Rodrigo Torres Amaya

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede Bello (Antioquia)

Programa Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo

mayo de 2022

**Plan de mantenimiento y análisis de costos de equipos para trabajo seguro  
en alturas en la empresa sumiferco sf s.a.s basado en la gestión del riesgo**

Natacha Acevedo Ríos

Daniela Arboleda Monsalve

Jair Rodrigo Torres Amaya

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de  
Administrador en Salud Ocupacional

Asesor(a)

Ingeniera en SST y magister en TIC's

Diana Vanesa Tirado Gómez

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede Bello (Antioquia)

Programa Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo

mayo de 2022

## Dedicatoria

A mi madre Lorena que nunca me dejo sola y siempre me apoyo, a mi padre Orlando que ha trabajado duro para darme este título; ellos son el pilar para alcanzar este logro, a mi hermana que vea en mi un ejemplo y pueda ella también lograr todo lo que se proponga, a mi abuela que siempre ha creído en mí y mi tía que desde la distancia siempre ha estado orgullosa, a mi esposo que a lo largo de estos años me ha visto crecer profesionalmente; nada es fácil en la vida, pero tampoco imposible. Daniela Arboleda Monsalve

Este trabajo lo dedico a mi familia quienes me han apoyado para poder llegar a culminar mis estudios, y en especial a mi hija Salomé quien ha sido mayor motivación para nunca rendirme y por ser un buen ejemplo para ella. Jair Rodrigo Torres Amaya

Este logro va dedicado a mi familia que han estado en todos los momentos de mi vida apoyándome, alentándome todos los días, a mi hermano que es mi ejemplo a seguir, a mi hijo que es mi razón de ser mejor persona, a mi mamá que ha ayudado tanto, a mis compañeros que siempre creyeron en mí. Natacha Acevedo Ríos

## **Agradecimientos**

A todas las personas entre maestros y colegas que a lo largo de este camino pusieron un granito de arena para estar hoy donde estoy, a Dios por que me guio y nunca me dejo caer, a todos mis familiares que de una manera u otra me apoyaron para lograr este título, a mi ángel que desde el cielo me siguió guiando en este camino.

primeramente gracias a dios que guio mi camino y me dio la oportunidad hoy de culminar uno más de mis sueños, que me permite hoy disfrutar este momento al lado de mi familia, gracias a ellos porque siempre han creído en mí, gracias a una persona que hoy no está física pero sé que me acompaña siempre porque gracias a ella esto hoy también es posible, a mis profesores por la paciencia y el acompañamiento en estos años, por creer en nuestro potencial y sabernos guiar aportándonos su conocimiento, a mis compañeros gracias por cumplir conmigo este sueño y por siempre estar en los buenos y malos momentos.

Primeramente, a Dios por darme la salud y la oportunidad de terminar los objetivos propuestos, a mi familia, esposa e hija que me han acompañado durante este proceso, por el tiempo que les he robado pero que de alguna manera con tanto amor sabré recompensarlas, a mis hermanos que han sido un apoyo incondicional y que siempre están dispuestos para mí, a mis compañeras de estudio que con tanto sacrificio y esfuerzo luchamos por sacar todo adelante en las buenas y en las malas.

Agradezco a mis padres que me dejaron los buenos valores para seguir el camino del bien, orientado así un crecimiento personal, con la convicción que debemos formarnos y capacitarnos para para lograr lo que deseemos, respeto, con responsabilidad y con amor.

## Contenido

1	Lista de tablas .....	8
2	Lista de figuras .....	9
3	Resumen.....	10
4	Abstract.....	11
5	Introducción .....	12
6	Justificación .....	13
7	Definición del problema .....	14
8	Pregunta de investigación .....	16
8.1	Sub. Preguntas.....	16
9	Objetivo general .....	17
9.1	Objetivos específicos .....	17
10	Marco referencial .....	18
10.1	Antecedentes.....	18
10.2	Marco legal .....	23
11	Marco teórico.....	27
11.1	Mecanismo de anclaje: Riesgo .....	28
11.2	Peligro .....	28
11.3	Trabajo en alturas .....	28
11.4	Absolvedor de Choque .....	28
11.5	Anclaje.....	29
11.6	Arnés .....	29
11.7	Baranda.....	29
11.8	Certificación .....	29
11.9	Conector.....	29
11.10	Eslinga.....	30
11.11	Líneas de vida horizontales.....	30
11.12	Líneas de vida verticales .....	30
11.13	Mosquetón .....	30
11.14	Persona competente .....	31

11.15	Lista de Verificación .....	31
11.16	Reporte de Incidentes .....	31
11.17	Reporte de Accidentes.....	31
11.18	Reporte de Equipos en mal estado .....	31
11.19	Matriz legal.....	31
12	Diseño metodológico .....	32
12.1	Enfoque de la investigación. ....	32
12.2	Tipo de estudio .....	32
12.3	Población y muestra .....	32
12.4	Instrumento recolección de datos.....	32
12.4.1	Paso 1 .....	33
12.4.2	Paso 2 .....	33
12.4.3	Paso 3 .....	33
12.4.4	Paso 4 .....	33
12.4.5	Paso 5 .....	33
13	Cronograma de actividades .....	34
14	Matriz identificación de peligros, valoración de riesgos y determinación de controles. ....	35
15	Inventario de elementos y equipos.....	37
16	Datos recolectados .....	39
16.1	Instrumento de recolección .....	39
16.2	Proceso de la obtención de la información .....	39
17	Hallazgos .....	40
17.1	Análisis de los datos (graficas) .....	40
18	Conclusiones.....	47
19	Recomendaciones .....	48
20	Referencias bibliográficas .....	49

## 1 Lista de tablas

Tabla 1 .....	34
Tabla 2 .....	36
Tabla 3 .....	44
Tabla 4 .....	44
Tabla 5 .....	45
Tabla 6 .....	45

## 2 Lista de figuras

Figura 1 .....	14
Figura 2 .....	15
Figura 3 .....	40
Figura 4 .....	42
Figura 5 .....	43

### 3 Resumen

Se realizó la visita a la empresa para conocer cuántos trabajadores laboran y cuáles eran los riesgos a lo que se exponen, cual es el tiempo de exposición y como desarrollan las actividades, se analizó la matriz de identificación de peligros, evaluación y valoración de riesgos, después se realizó un inventario de los equipos en alturas ,se realizaron las gráficas y se sacan conclusiones para la empresa sobre cómo realizar los mantenimientos a los equipos de alturas que en su totalidad son 25 equipos pero que 17 de ellos están en regular estado para su funcionamiento y esto hace que las actividades se cancelan y sean programadas, se creó un plan de mantenimiento para los equipos de trabajo seguro en alturas el cual está al alcance de todas las personas de la empresa.

*Palabras clave:* Riesgo, Alturas, Arnés, Equipos, EPP, Matriz de riesgos, mantenimiento, encuestas, seguridad.

#### 4 Abstract

The visit to the company was carried out to know how many workers work and what were the risks to which they are exposed, what is the exposure time and how they carry out the activities, the matrix of hazard identification, evaluation and risk assessment was analyzed, Afterwards, an inventory of the equipment at heights was carried out, the graphs were made and conclusions were drawn for the company on how to carry out maintenance on the equipment at heights, which in total are 25 pieces of equipment, but 17 of them are in fair condition for their use. operation and this causes activities to be canceled and scheduled, a maintenance plan was created for safe work teams at heights, which is available to everyone in the company.

*Keywords:* Risk, Heights, Harness, Equipment, PPE, Risk Matrix, maintenance, surveys, safety.

## 5 Introducción

El trabajo en alturas es una actividad de alto riesgo, por lo tanto, tiene alta probabilidad de accidentalidad y mortalidad a causa del desarrollo de aquellas actividades que se ejecuten a más de 1.50mt según la resolución 1409 del 2012.

Los equipos de altura tiene un costo significativo en el mercado pues deben ser certificados por entidades competentes y brindar al trabajador una máxima seguridad en su uso, sin embargo, para su buen funcionamiento los equipos requieren un mantenimiento adecuado, por tal motivo en este trabajo se diseñó un programa de mantenimiento de equipos de altura según la normatividad vigente respondiendo a las necesidades identificadas en la que se logró reducir los costos de la empresa SUMIFERCO SF S.A.S, pues en la actualidad estaban adquiriendo equipos con una frecuencia superior a la estipulada debido a que no se estaban realizando los debidos mantenimiento generando un incremento en los costos y se estaban dejando de ejecutar trabajos ocasionando mayores pérdidas para la empresa.

## 6 Justificación

Se identificaron las condiciones y estado de los equipos que se utilizan para los trabajos en altura en la empresa SUMIFERCO SF S.A.S, buscando reducir los costos y brindando a los trabajadores mejor seguridad al momento de ejecutar las actividades de alto riesgo como lo es el trabajo en alturas con la finalidad de promover, prevenir, controlar y mitigar los accidentes laborales con el adecuado manejo de los equipos de altura y su mantenimiento.

Implementar un plan de mantenimiento que permita la renovación de los equipos de trabajo en alturas para la empresa SUMIFERCO SF S.A.S creando seguridad en los procesos y disminuyendo la probabilidad de ocurrencia de accidentes laborales.

Es importante resaltar que las condiciones de trabajo deben ser óptimas para el desarrollo de las actividades pues para la empresa es de suma importancia la seguridad de todos sus colaboradores, sin embargo, el desgaste de estos equipos es evidente por lo tanto se tomaron medidas para un mejor desempeño de los mismos y reducir costos en la empresa.

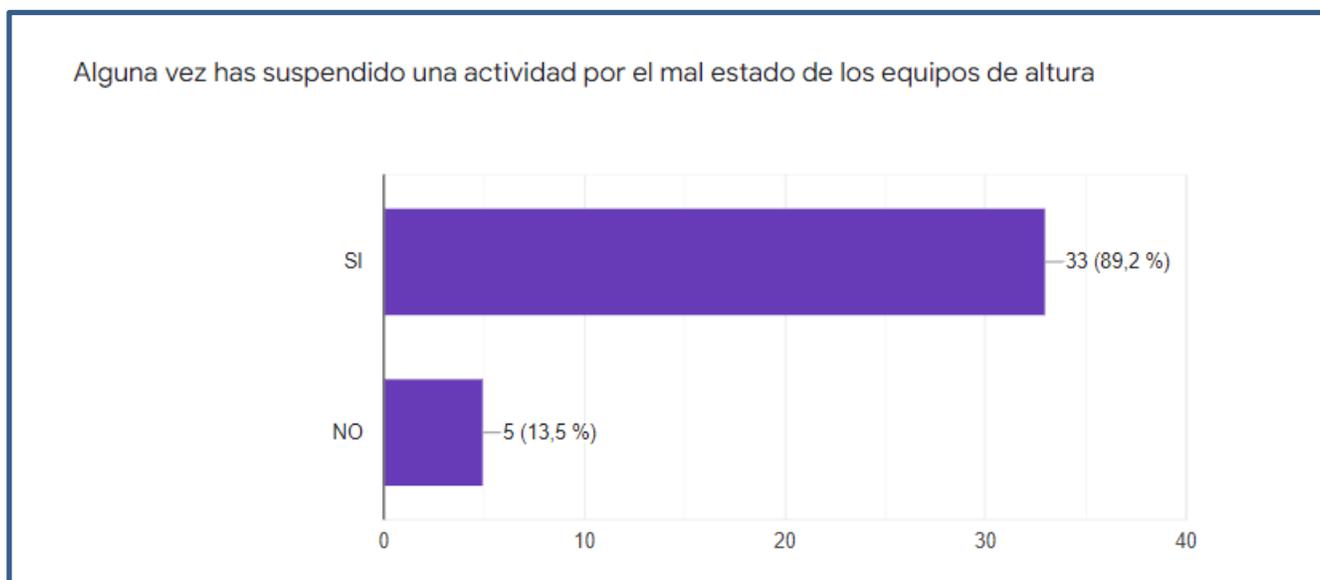
## 7 Definición del problema

SUMIFERCO SF S.A.S es una empresa del sector construcción que se dedica al mantenimiento preventivo y correctivo de las cubiertas de las grandes industrias, este tipo de trabajos se realizan de manera rutinaria por lo cual día a día los trabajadores utilizan los equipos para trabajo en altura y están expuestos a este riesgo.

Es cierto que el no cumplimiento de las normas puede aumentar la probabilidad de ocurrencia de un accidente, sin embargo, el exceso de confianza también se considera uno de los aspectos importancia en la ocurrencia de estos, ya que puede hacer que se perciban ciertos riesgos como insignificantes. Esta falta de percepción del riesgo puede implicar comportamientos imprudentes debido a que no se toman las medidas de seguridad necesarias, poniendo en peligro no sólo la seguridad del trabajador que adopta esta conducta sino también la de sus compañeros de trabajo

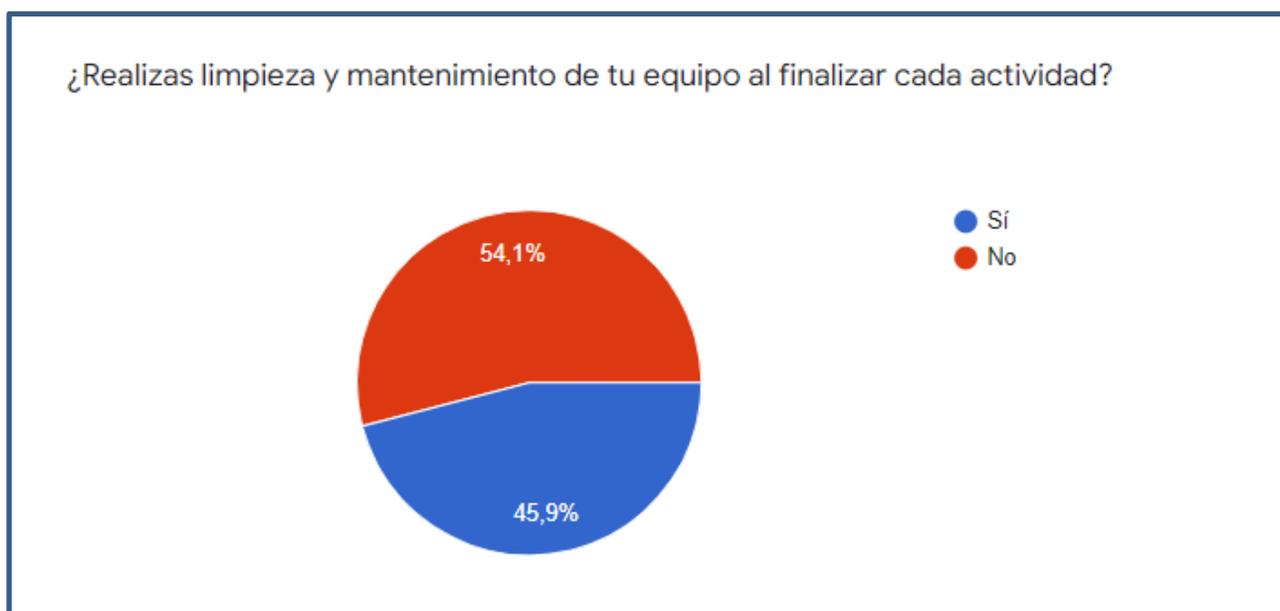
**Figura 1.**

### ***Encuesta de actividades***



**Fuente: Elaboración propia**

Al realizar una visita a la empresa se logró identificar que se han suspendido trabajos por el mal estado de los equipos generándole un incremento en los costos a la empresa pues así el trabajo sea cancelado por el cliente la empresa debe pagarles el día a sus colaboradores.

**Figura 2*****Encuesta retraso de actividades*****Fuente: Elaboración propia**

El uso constante de los equipos al ser tarea rutinaria genera mayor desgaste de estos y su contaminación es excesiva por el sudor de los trabajadores, los materiales que manejan e incluso las condiciones climáticas.

## **8      Pregunta de investigación**

¿Es rentable para una empresa adquirir de manera constante equipos de trabajo seguro en altura o es más estratégicos realizar los mantenimientos preventivos a los equipos de trabajo, con el fin de reducir los costos?

### **8.1    Sub. Preguntas**

- ¿Los mantenimientos preventivos a los equipos generan más durabilidad a lo largo del tiempo?
- ¿Qué beneficios tiene la empresa al realizar los mantenimientos a tiempo?

## **9 Objetivo general**

Diseñar un plan de mantenimiento para reducir los costos en los equipos de trabajo seguro en alturas utilizados por la empresa SUMIFERCO SF S.A.S para la mejora continua del sistema de gestión y protección contra caídas.

### **9.1 Objetivos específicos**

- Realizar inspección de los equipos de altura en compañía del proveedor y los trabajadores.
- Analizar el uso de los equipos de altura para definir la periodicidad de los mantenimientos.
- Crear documento en el cual se plasme el plan de mantenimiento, mejora y costos de los equipos de altura.
- Diagnosticar el estado actual de los equipos y tomar acciones de mejora.
- Establecer las actividades necesarias para la ejecución del mantenimiento preventivo.

## 10 Marco referencial

### 10.1 Antecedentes

Anteriormente, no se tenía mucho conocimiento sobre el mantenimiento de equipos y la importancia que estos requieren, buscando preservar la vida de los trabajadores.

Después de varios estudios consultados se logra evidenciar los sobrecostos que esto genera en las empresas; por esto surge la necesidad de realizar un seguimiento a estos equipos, realizando mantenimientos constantes, ayudando a obtener información sobre el ciclo de vida de cada equipo y cuáles son los costos de mantenimiento y reemplazo.

Según Edwin Alexander Rativa Sáenz Y Juan Esteban Espinosa Triana en un estudio realizado en el 2021, sobre: Análisis estadístico de confiabilidad para equipos de elevación tipo Manlift (Plataforma de elevación para trabajo en alturas). Aportan que el ejecutar un mantenimiento oportuno, genera confianza a la hora de realizar trabajos en alturas. Basados en fallas obtenidas anteriormente por la no realización de estos, buscando implementar procesos de mejora con la realización constante de mantenimiento.

Con esta evaluación de la no realización de mantenimientos preventivos; se une a la investigación dando refuerzo sobre los costos que esto genera, realizada por Jaime Ayala Arancibia en el año 2013, con el artículo: Evaluación financiera para la implementación de equipo para trabajo en altura. Que realiza un seguimiento a una

empresa familiar, sobre la inversión realizada a los equipos que se utilizan y adicional a esto, la importancia de tener una personal capacitado.

En cuanto a las pérdidas económicas, también se habla de la pérdida de vidas que se da al realizar actividades de trabajos en alturas, estas antes mentadas obteniendo fuertes pérdidas y hasta llegar al cierre de una empresa; es por esto que en el Hospital Universitario de Ceuta (H.U.C). Ceuta. España. Hacen una investigación en 2017. Sobre: Medicina y seguridad del trabajo. Trabajo en alturas, cuando un arnés sostiene la vida. (Servicio de Prevención de Riesgos Laborales). Que nos aporta el conocimiento sobre los accidentes y la forma de disminuir los riesgos de estos, se le da relevancia cuando se habla de preservar la vida realizando los adecuados mantenimientos en los equipos utilizados en alturas.

Una de las formas de disminuir estos riesgos es generando una conciencia preventiva en las personas que realizan este tipo de actividades o las que se encuentran a cargo de estas tareas. Como lo muestra la investigación realizada por Camargo, Francy Vera, Arthur en el 2002, sobre: Diseño del programa de trabajo en alturas basado en el sistema de seguridad y salud en el trabajo para el sector construcción. Donde resalta la importancia de fomentar la capacitación para disminuir la accidentabilidad.

Muchos de estos trabajos de investigación hablan sobre los riesgos de realizar trabajos en alturas y de obtener los elementos necesarios para realizarlo, pero Oscar Valencia Aguirre, en el año 2009. Con el artículo: Importación y comercialización de equipos de acceso para trabajo en alturas xpertia S.A.S. Donde no solo se evidencian los temas que se trataron anteriormente, si no que hace énfasis, en que muchas

empresas no cuentan con la normativa legal vigente para realizar trabajos en alturas y se evidencia que en Colombia no se existe una ley los penalice por lo cual, existen muchos vacíos en cuanto al funcionamiento de los elementos de protección y el mantenimiento que se les debe realizar, que es de suma importancia para que estos trabajos puedan realizarse correctamente.

Como un ejemplo de todo lo antes mencionado Juan Janqui realiza una investigación en una unidad educativa en (2017) sobre: Evaluación del uso de protección personal y la prevención de riesgos físicos en los trabajos de altura en el mantenimiento de la unidad educativa maría auxiliadora. Donde sobresalta algo muy importante y es que los trabajadores tengan la adecuada capacitación y adicional a esto tengan conocimiento de los equipos que están utilizando y su adecuado uso.

Por otra parte, es importante mencionar la gestión del mantenimiento en los equipos que se manejan en ciertas empresas, es por esto que, Manuel Zegarra nos habla en 2016 sobre: indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados; que profundiza en la solución técnica que se le debe dar a cada equipo realizando la implementación de las buenas prácticas en su manejo.

Uno de los problemas que más se evidencian es que la actividad de mantenimiento de los equipos en las empresas, no requerían de un personal calificado y no se le otorgaba la importancia que este se merece, por lo que un estudio de investigación que realiza scientia et técnica en el 2006 se refiere a la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad, que forman parte global del mantenimiento de los equipos.

Estos mantenimientos consisten en una tarea designada, con el fin de garantizar y prolongar la vida útil de los equipos, conservando su productividad durante el mayor tiempo posible, de esto nos habla Santiago García Garrido, en su manual, organización y gestión integral de mantenimiento en el 2003, donde incluye los costos que puede llegar a tener una empresa reemplazando equipos por falta de mantenimiento oportuno.

Tal y como lo muestra Dacio Alejandro Álvarez Ancco donde también muestra la importancia de este mantenimiento, basado en los buenos manejos y el mejoramiento de la calidad resaltando las 5 S, donde no solo el mantenimiento es importante, si no el orden y la forma de almacenamiento.

Un riesgo inminente dentro de las labores que se puedan realizar o presentar en diferentes empresas o actividades es el trabajo en alturas; por ello “es una realidad laboral: los efectos del riesgo de caídas en alturas, cuando se materializan tienen siempre un nivel de gravedad considerables y unas clara connotaciones negativas.” (MARTINEZ, P.17) por tal razón el trabajo en alturas siendo un riesgo significativo debe ser tratado y enfocado de manera adecuada, estableciendo unos procedimientos, velando siempre por la seguridad y protección de los trabajadores que realizar estas actividades.

Según la HSE (health and safety executive) es importante seleccionar el equipo adecuado para el trabajo que se valla a ejecutar, porque depende de este que proporcione una mayor seguridad para el trabajador; Por tal motivo la HSE afirma que los inspectores del estado buscan donde se realicen trabajos en alturas los contratistas cumplan:

- Inspección y mantenimiento del equipo como es debido.

- Tener procedimientos para la elección del equipo correcto.
- Asegurarse de que los trabajadores son competentes para usar el equipo.

Argumentando la importancia de la HSE sobre las inspecciones, llevar a cabo estas actividades de supervisión, ayudan a la identificación de las buenas prácticas de los trabajos en alturas y mitigación de los riesgos, por eso a través de los contratistas es indispensable ejercer unas medidas de control y supervisión para asegurarse que estén trabajando en buenas condiciones y seguras.

Por esto, es importante obtener una buena identificación tanto de las tareas que se están ejecutando, el tipo de personal que se requiere para la realización de estas y la planificación del mantenimiento de los equipo, de esto nos habla William Olarte y Marcela Botero en el artículo la importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción, evidenciando que la importancia de los pasos antes mencionados para así, poder llegar a obtener niveles altos de calidad y productividad en las empresas.

Todos aquellos encargados de la seguridad y salud de los trabajadores deberán proporcionar las condiciones adecuadas para la realización de los trabajos por tal motivo, el mantenimiento de estos hace parte de esta actividad. Nos proporciona información Enrique Miguel Rivera en su tesis realizada en el año 2011, sistema de gestión del mantenimiento industrial, donde podemos evidenciar el correcto manejo de la implementación de un sistema de mantenimiento y en cuanto a esto reflejando la disminución de costos.

## 10.2 Marco legal

Norma	Ente emisor	Descripción
Resolución 1409 de 2012	Ministerio de trabajo	<p>Por la cual se establece el “Reglamento de Seguridad para protección contra caídas en trabajo de alturas”</p> <p>En el artículo 2. Nos aporta sobre cómo se debe aplicar los estándares del equipo, que estén certificados y que el personal este con formación en el uso de las mismas.</p>
Resolución 1903 de 2013	Ministerio de trabajo	<p>Por la cual se modifica el numeral 5° del artículo 10 y el parágrafo 4° del artículo 11 de la Resolución 1409 de 2012 y se dictan otras disposiciones. La modificación hace referencia a las instituciones autorizadas para impartir capacitación en trabajo seguro en alturas.</p> <p>Nos aporta que la importancia de tener los certificados de afiliación a los riesgos laborales, y que el sistema de gestión en salud y seguridad cuente con el programa de verificación de calidad de los equipos.</p>

Decreto 723 de 2013	Presidencia de la republica	<p>Sistema General de Riesgos Laborales de las personas vinculadas a través de un contrato formal de prestación de servicios con entidades o instituciones públicas o privadas y de los trabajadores independientes que laboren en actividades de alto riesgo.</p> <p>Comentario: Deroga el decreto 2800 de 2003</p> <p>Nos establece cual es el tipo de contrato formal por prestación de servicios.</p>
Decreto 1072 de 2015	Ministerio de trabajo	<p>Por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.</p> <p>Esta contempla las obligaciones del empleador con relación al sistema de gestión de salud y seguridad en el trabajo.</p>
Resolución 2400 de 1979	Ministerio de trabajo y seguridad social	<p>Se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.</p> <p>Esta resolución nos establece como preservar la salud mental y psicológica estableciendo una condicione de higiene y bienestar para los trabajadores.</p>

Resolución 1401 de 2007	Ministerio de la protección social	Se reglamenta la investigación de incidentes y accidentes de trabajo.  La resolución en el capítulo 1, nos describe las generalidades de los incidentes y accidentes estableciendo obligaciones y requisitos mínimos para realizar las investigaciones con el fin de identificar las causas, hechos y situaciones que las haya causado.
Decreto 1443 de 2014	Presencia de república	Disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)  Este decreto tiene por objeto mejorar las condiciones, el medio ambiente del trabajo y la salud.
Decreto 2090 de 2003	Presidencia de la república	Por el cual se definen las actividades de alto riesgo para la salud del trabajador y se modifican y señalan las condiciones, requisitos y beneficios del régimen de pensiones de los trabajadores que laboran en dichas actividades.  Esta ley es aplicable a todas las personas que ejercen labores de alto riesgo
Constitución política de Colombia	Presidencia de la república	El trabajo es un derecho y una obligación social y goza, en todas sus modalidades, de la especial protección del Estado.

Art. 25 de 1991		Toda persona tiene derecho a un trabajo en condiciones dignas y justas
Constitución política de Colombia Art. 48 de 1991	Presidencia de la republica	La Seguridad Social es un servicio público de carácter obligatorio que se prestará bajo la dirección, coordinación y control del Estado, en sujeción a los principios de eficiencia, universalidad y solidaridad, en los términos que establezca la Ley
Resolución 4272 de 2021	El ministerio de trabajo	Por la cual se establece los requisitos mínimos de seguridad para el desarrollo de trabajo en altura.  La resolución en el artículo I, II, nos habla sobre el programa de protección y las medidas de prevención contra caídas en alturas.

## 11 Marco teórico

El precio promedio de los equipos de altura esta entre \$100.000 y 350.000 mil pesos colombianos estos equipos están diseñados para durar 5 años en ciertas condiciones y con garantías tales como las INSAFE que fabrica equipos de la mejor calidad, todos sus productos son diseñados y desarrollados bajo estrictos controles de calidad y respondiendo a las necesidades de los diferentes sectores, cumpliendo con normas internaciones y nacionales que permiten que los productos estén certificados y constantemente actualizados de acuerdo a las exigencias.

Por lo tanto, es de suma importancia que para realizar trabajos en altura no solo es necesario tener los equipos si no que se deben realizar ciertas tareas previas para un mejor resultado minimizando la ocurrencia de los accidentes y evitando sobre costos a la empresa, por lo tanto, para realizar labores en altura se debe contar con certificado actualizado, de acuerdo a cada nivel que especifica la resolución 1409 del 2012 Nivel 1 Básico, Nivel 2 Medio, Nivel 3 Avanzado.

- Todos los equipos de seguridad para trabajos en alturas, deben tener una inspección visual antes de ser utilizados en caso de haber duda debe desecharse hasta que se hagan las pruebas necesarias por un experto
- Los equipos y accesorios que se utilizan para trabajos en alturas, deben evaluarse anualmente; deben ser específicos y que determinen el perfecto estado o el deterioro del equipo; si el equipo no pasa la inspección, debe darse de baja, especificar las causas y reemplazarse.
- Se debe contar con certificado escrito de cada elemento de los equipos, realizado por una entidad certificada y avalada en caso de presentarse caída

desde altura, se debe en forma obligatoria realizar inspección de los equipos, accesorios y líneas de vida involucrados, antes de volverlos a poner en servicio.

- La inspección de los soportes, líneas de vida y anclajes, se deben realizar anualmente y contar con la certificación técnica.

### **11.1 Mecanismo de anclaje: Riesgo**

Probabilidad de ocurrencia de un evento de características negativas. (Strauss, 2011)

### **11.2 Peligro**

Según el decreto 1443 del 2014 “fuente, situación o acto potencial que causa daño en la salud o en los trabajadores en los equipos o en las instalaciones”.

### **11.3 Trabajo en alturas**

Se define como cualquier actividad o desplazamiento que realiza el trabajador mientras este expuesto a un riesgo de caída desde distinto nivel, cuya diferencia sea diferente a 1,50 mt de altura con respecto del plano horizontal inferior más próximo. (Garavito, 2009).

### **11.4 Absolvedor de Choque**

Equipo diseñado para disminuir las fuerzas de impacto en el cuerpo del trabajador al momento de presentarse una caída de alturas

### **11.5 Anclaje**

Punto certificado seguro en el cual se puede conectar un equipo de protección personal para caídas con una resistencia mínima de 5000 libras (2.272 Kg) por persona conectada.

### **11.6 Arnés**

Es un equipo de protección individual contra caídas conformado por correas cosidas y debidamente aseguradas con sistemas para conectar otros equipos y distribuir en varias partes del cuerpo el impacto que se llegue a generar en caso de una caída.

### **11.7 Baranda**

Sistema de protección contra caídas colectivas el cual se instala al borde de un lugar donde se pueda presentar una caída y debe garantizar una resistencia ante un impacto horizontal y tener una protección a nivel del suelo para evitar la caída de objetos.

### **11.8 Certificación**

Acreditación por medio de un documento el cual se expide al final de un proceso si cumple con las exigencias que dicho proceso.

### **11.9 Conector**

Equipo que permite unir el arnés del trabajador al punto de anclaje certificado.

### **11.10 Eslinga**

Equipo de protección contra caídas individual con una longitud máxima de 1.50 puede ser fabricado en cuerda, reata, cable de acero o cadena; cuenta con ganchos para facilitar su conexión al arnés y puntos de anclaje certificados algunas pueden tener absorbedor de choque.

### **11.11 Líneas de vida horizontales**

Es un sistema de cables de acero, cuerdas o rieles debidamente anclados a una estructura donde se realizará el trabajo en alturas, el cual permite la conexión de los equipos personales de protección contra caídas y el desplazamiento del trabajador sobre la superficie.

### **11.12 Líneas de vida verticales**

Es un sistema de cables de acero o cuerdas debidamente anclados en un punto superior al lugar de trabajo que protegen al trabajador en su desplazamiento vertical (ascenso/descenso).

### **11.13 Mosquetón**

Herramienta para trabajo seguro en alturas que nos permite conectarnos a otros equipos para rescate o puntos de anclaje; está fabricado en metal y tiene forma de argolla

#### **11.14 Persona competente**

Persona que luego de ser capacitada puede identificar peligros y riesgos en el sitio donde se llevaran a cabo trabajos de altura, aplicando medidas correctivas eficientes para controlar las posibles consecuencias

#### **11.15 Lista de Verificación**

Es un formato escrito para verificar las condiciones de seguridad de las personas que están trabajando en altura. El permiso para trabajo en alturas incluye una “Lista de verificación” de las condiciones de seguridad.

#### **11.16 Reporte de Incidentes**

Cualquier situación que pudo generar algún daño o perturbación en el trabajador se debe reportar mediante un formato y ser reportado al coordinador de seguridad o el emisor del permiso.

#### **11.17 Reporte de Accidentes**

Todo accidente debe ser reportado a la Coordinación de Seguridad y Salud en el Trabajo mediante un formato establecido.

#### **11.18 Reporte de Equipos en mal estado**

Todo equipo que se encuentre con fallas debe ser reportado al coordinador y dejar dicha anomalía plasmada en el formato de reportes

#### **11.19 Matriz legal**

Todos los requisitos y normas que exige una empresa acorde a su actividad económica, esta debe actualizarse constantemente de acuerdo a las nuevas disposiciones exigidas.

## **12 Diseño metodológico**

### **12.1 Enfoque de la investigación.**

La investigación sobre el plan de mantenimiento y análisis de costos en equipos para trabajo seguro en alturas en la empresa SUMIFERCO SF S.A.S tuvo un enfoque cualicuantitativo, debido a que se realizó un análisis observacional al estado de los 25 equipos, herramientas y demás implementos para el trabajo seguro en alturas y se ejecutaron encuestas a los colaboradores de la empresa.

### **12.2 Tipo de estudio**

Se realizó una investigación de tipo observacional, transversal de asociación, dado que se dieron algunas características de los equipos de trabajo en alturas en relación al evento y de tipo transversal, ya que realizó una sola medición en un período de tiempo y se analizaron simultáneamente la variable independiente y las dependientes.

### **12.3 Población y muestra**

Para recolección se tuvo en cuenta los 25 reportes de los equipos en mal estado y los costos que estos acarrearán a realizar su mantenimiento de 18 equipos de alturas.

### **12.4 Instrumento recolección de datos**

Para recolección de datos se tuvo en cuenta los reportes de los equipos en mal estado y los costos que estos acarrearán al realizar su mantenimiento, estos reportes reposan en la minuta de actividades y algunas fueron verbales, este programa de mantenimiento se construye bajo el ciclo PHVA

#### **12.4.1 Paso 1**

Identificación de los equipos que están en mal estado y que tienen un sobre costo el remplazarlo. En esta fase se realizó una revisión de riesgos para determinar las falencias de los equipos según las actividades diarias.

#### **12.4.2 Paso 2**

Se realizo la matriz de identificación de peligros y valoración del riesgo bajo la guía GTC 45, en la cual se identificaron los riesgos asociados a la actividad laboral, se formularon recomendaciones de control y se verifico la efectividad de medidas existentes.

#### **12.4.3 Paso 3**

Evaluación en los puestos de trabajo con una lista de chequeo para identificar las condiciones de las herramientas y equipos; si las características cumplen con las medidas necesarias para que los trabajadores cumplan con el desarrollo de sus actividades de forma segura.

#### **12.4.4 Paso 4**

A partir de los resultados obtenidos en las encuestas se emitió a la empresa, recomendaciones y los cambios que se deben hacer para ejecutar de optima manera el plan de mantenimiento de los equipos.

#### **12.4.5 Paso 5**

Se diseño un plan de mantenimiento a los equipos en el cual se brinda la educación al personal, se planifica de qué manera se van a realizar dichos mantenimientos con el fin de cumplir con el objetivo pactado.

## 13 Cronograma de actividades

Tabla 1. Cronograma de actividades

Actividades	Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección de la información	■	■														
Planteamiento del problema, objetivos y justificación			■													
Marco teórico y diseño metodológico				■												
Inspección a las herramientas					■	■										
Matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos							■									
Análisis de los resultados									■							
Conclusiones y recomendaciones										■						
Cambios para controlar los riesgos											■	■				
Plan de mantenimiento													■	■		

Fuente: Elaboración propia

## 14 Matriz identificación de peligros, valoración de riesgos y determinación de controles.

Figura 3

Matriz GTC 45, Trabajos de Altura

SUMIFERCO SF S.A.S																										
SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO																										
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS RIESGOS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO																										
CODIGO		SF-002		VERSIÓN		3		VIGENCIA		2022		PÁGINA		1 de 1												
PROCESO	Zona o Lugar	ACTIVIDADES	RUTINARIA SI/ NO	PELIGROS		CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO			VALORACIÓN DEL RIESGO	CRITERIOS PARA CONTROLES	MEDIDAS DE INTERVENCIÓN		RESPONSABLE DE LA GESTIÓN										
				Descripción	Clasificación	Efectos Posibles	Fuente	Medio	Individuo	Nivel de Detención	Nivel de Exposición	Nivel de Probabilidad	Interpretación Nivel de Probabilidad	Nivel de Riesgo e Intervención	Interpretación del Nivel de Riesgo	Aceptabilidad del Riesgo	Nº de Equivocas	Pror. Consecuencia	Existencia Requisito Legal (Resolución 1789)	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingeniería	Controles Administrativos, Señalización, Advertencia	Equipos/ Elementos de Protección Personal	Responsable	
TRABAJO EN ALTURAS	EMPRESAS CONTRATISTAS	Impermeabilización de ruinas y canoas, cambio de tejas,	SI	Trabajos en alturas	Condiciones de seguridad	Caídas a diferente nivel, politraumatismos.	Lineas de vida fijas a una estructura o puntos de anclaje	Capacitación en trabajo en alturas, Realización de permisos para trabajos en alturas	Equipos para trabajos en alturas (eslingas, arnés, casco con barbuquejo, línea de vida, freno, puntos de anclaje)	6	3	18	Alto	10	180	II	Aceptable	4	muerle	si	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Inspección a equipos para trabajos en alturas, Capacitación en trabajo en alturas, Exámenes médicos ocupacionales para determinar la aptitud para laborar en alturas, charlas de seguridad	Equipos para trabajos en alturas (eslingas, arnés de cuerpo completo, casco con barbuquejo, línea de vida portátil, freno de seguridad, puntos de anclaje)	Gestión Humana y Coordinadora del SG-SST, Dirección administrativa

Fuente: Elaboración de la empresa

Al realizar la matriz de identificación de peligros, valoración de riesgos y determinación de controles en trabajo en alturas, se encontró que los procesos realizados por los trabajadores todas son actividades de alto riesgo.

En cuanto a los métodos de controles se muestra que no existe ningún control para la fuente, ni en el medio por lo que es necesario realizar capacitación en el individuo en inspección de los equipos y buen uso de las mismas, ya que las actividades presentan un nivel riesgo alto, y la mayoría tiene que ver con las herramientas y equipos (arnés) que se encuentren en regular estado he inapropiados para las actividades.

Las peores consecuencias para los riesgos en alturas se encuentran relacionadas con caídas, golpes y atrapa miento lo que puede llevar a incapacidades incluso hasta la muerte

**Tabla 2. Variables**

<b>Estatus</b>	<b>¿Cómo se conoció que trabajo realizar?</b>	<b>Estrategias</b>
<b>Preventivo</b>	<p>Por el programa y manual de mantenimiento o porque los equipos mostraron un error o defectos, pero sin perder su calidad de uso.</p> <p>Utilizar estadísticas o software especializados y no pierda la calidad de uso.</p>	<b>Mantenimiento Preventivo</b>

<b>Mantenimiento correctivo</b>	Se basa en el acondicionamiento o sustitución de partes una vez que estas fallan.
<b>Mantenimiento detectivo</b>	Examina con frecuencia las partes de los equipos en general, para corroborar que funcional de manera funcional, en caso contrario se sustituye
<b>Mantenimiento preventivo</b>	Servicios de inspección, conservación, control y restauración del equipo, con la finalidad de detectar, prevenir y corregir defectos y evitar fallas
<b>Mantenimiento predictivo</b>	Seguimiento del desgaste de las piezas o componentes del equipo prioritarios a través de análisis o estimación estadística para determinar el tiempo de cambio.

**Fuente: Elaboración propia**

## 15 Inventario de elementos y equipos

Elementos	Características y cantidad de equipos actuales en la empresa
	<p><b>Eslinga en Y:</b> Resistencia de 5000 lb, sistema de absorción de energía que reduzca el impacto en las caídas.</p> <p>Resistente a la tensión y a la abrasión. Un gancho tipo americano de doble seguro de 19 mm y dos de 65 mm.</p> <p>Norma ANSI Z359-1 - 2007</p> <p><b>Cantidad: 25</b></p>
	<p><b>Mosquetones Conector:</b> Mosquetón de seguridad en acero inoxidable, tipo D, con seguro automático que previene accidentes por apertura, forma asimétrica para correcta orientación</p> <p>Resistencia: 50 Kn. Apertura de 15mm a 19mm, certificación de calidad nacional y en su ausencia internacional, debe contar con longitud de 2.80m sin activar el absorbedor.</p> <p><b>Cantidad: 25</b></p>

	<p><b>Sistema de Anclaje Tipo Tie Off:</b> En reata de poliéster de alta resistencia.</p> <p>Elaborada con argolla en D dieléctrica.</p> <p>De alta resistencia a tensión de rotura.</p> <p>Hebilla graduable con recubrimiento en PVC con ojete reforzado.</p> <p><b>Cantidad: 25</b></p>
	<p><b>Casco Dieléctrico con Barboquejo:</b></p> <p>Casco con resistencia y absorción ante impactos para alturas, cuenta con barboquejo de cuatro puntos de apoyo, sin visera.</p> <p><b>Cantidad: 22</b></p>
	<p><b>Arnés:</b> Arnés de cuerpo completo, con sistema de detección de caídas y posicionamiento con soportelumbar, porta herramientas y sistema para descanso controlado, fabricado en reata de 45 mm de ancho, reata nylon de alta resistencia a la tensión y abrasión, con herrajes argolla, costuras fabricadas en hilo y nylon de alta resistencia y de color diferente a la reata para facilitar su identificación, norma ANSI Z359-1-2007.</p> <p><b>Cantidad: 22</b></p>

## **16 Datos recolectados**

Para este estudio se utilizó una fuente de información primaria, la cual está conformada por la base de datos de los trabajadores contratados por la empresa, con el fin de determinar el tiempo de uso de los equipos al servicio en las actividades.

### **16.1 Instrumento de recolección**

El instrumento de recolección que se utilizó fue una encuesta que se aplica a los trabajadores de SUMIFERCO S.A.S. La encuesta indaga sobre factores del estado de los equipos que pueden afectar a los trabajadores y cuál es el estado real de los equipos en alturas.

### **16.2 Proceso de la obtención de la información**

La encuesta se realizó a inicios de marzo de 2022, los investigadores realizan capacitación de la técnica aplicada que ayuda con la recolección de la información, se realizó visita a la empresa en donde se explicó el alcance del proyecto

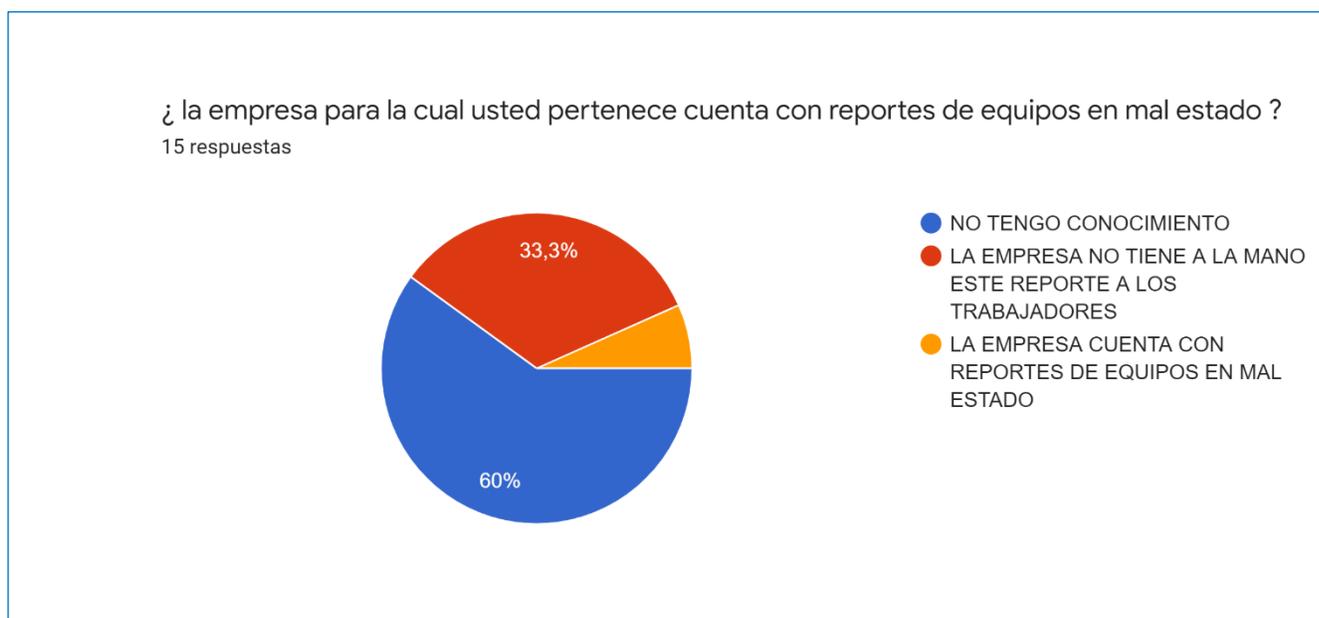
## 17 Hallazgos

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfubYwFFEm819enUmw-tp\\_q7grK6SrZGhnNkZURJTvlp\\_VRA/viewform?usp=sf link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfubYwFFEm819enUmw-tp_q7grK6SrZGhnNkZURJTvlp_VRA/viewform?usp=sf_link)

### 17.1 Análisis de los datos (graficas)

Figura 4

***¿La empresa para la cual usted pertenece cuenta con reportes de equipos en mal estado?***

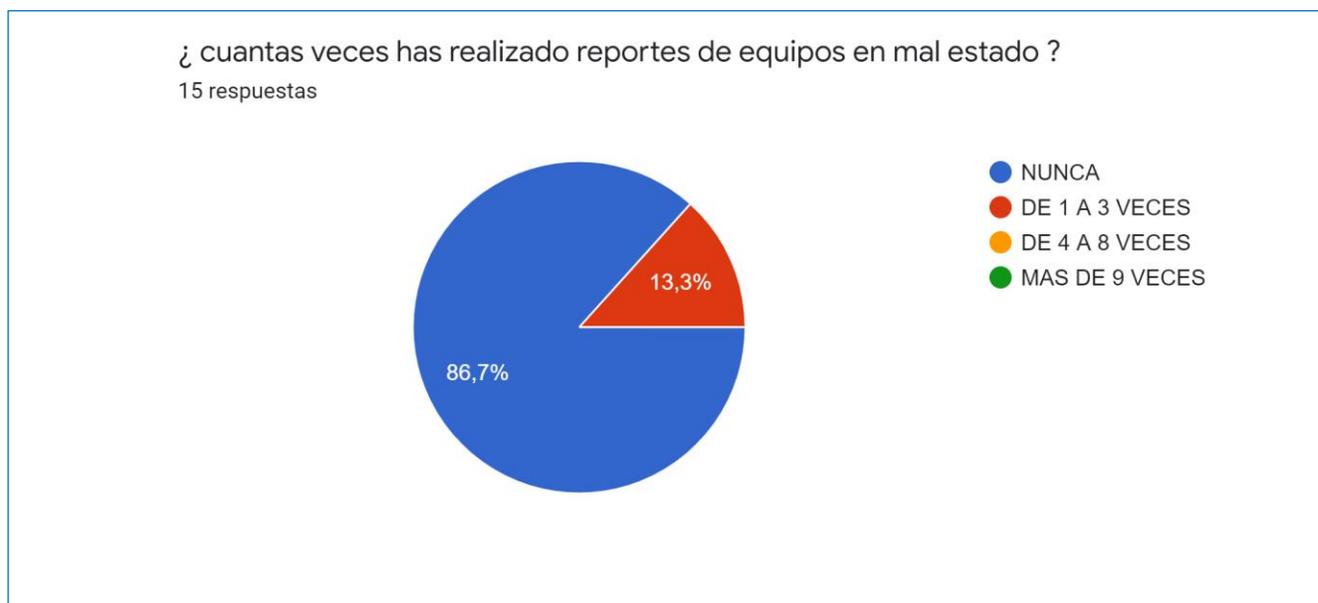


**Fuente: Elaboración propia**

Se evidencio que la empresa no cuenta con un formato para los reportes de los equipos en mal estado y no se socializan los pasos a seguir cuando se presenta un daño con un equipo.

**Figura 5**

***¿Cuántas veces has realizado reportes de equipos en mal estado?***

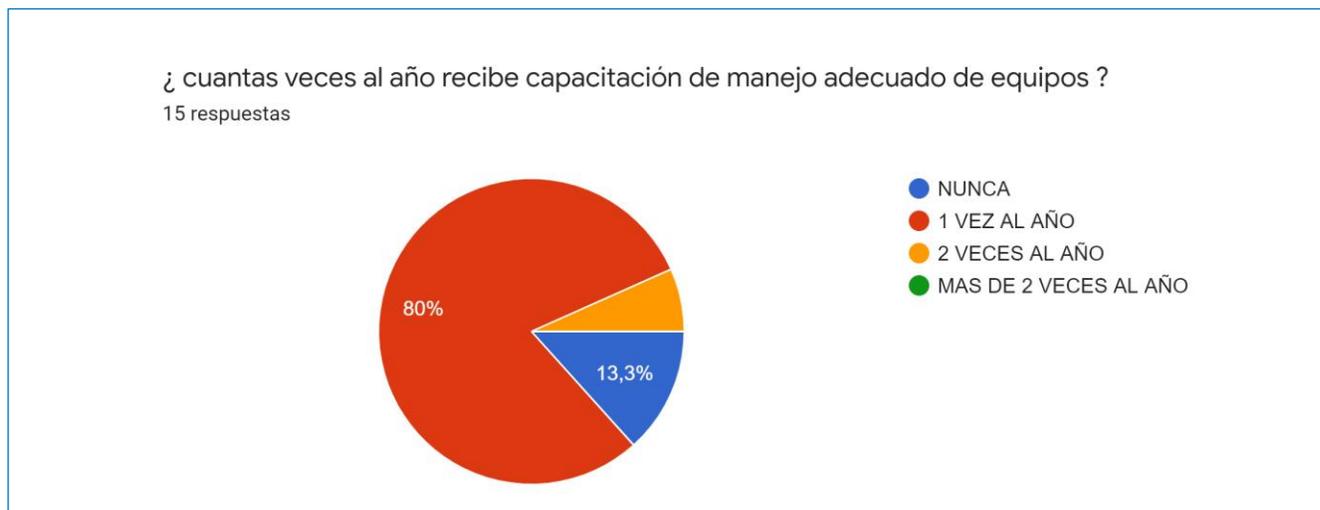


**Fuente: Elaboración propia**

Como la empresa no contaba con el formato para el reporte de equipos en mal estado, los empleados solo informaban verbalmente.

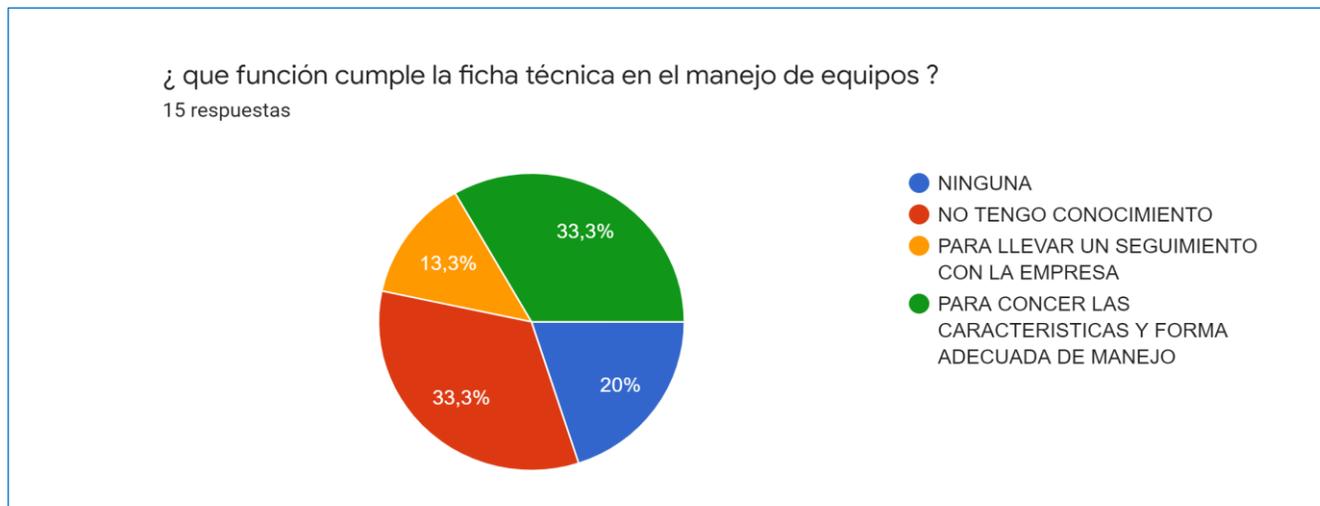
**Figura 6.**

***¿Cuántas veces al año recibe capacitación de manejo adecuado de equipos?***



**Fuente: Elaboración propia**

La empresa no brinda capacitaciones ni forma al personal en manejo adecuado de los equipos por lo cual se le recomendó a la empresa implementar capacitaciones sobre este tema y mantener en continua formación a sus colaboradores

**Figura 7****¿Qué función cumple la ficha técnica en el manejo de equipos?**

**Fuente: Elaboración propia**

La ficha técnica debe estar al alcance de todas las personas de la empresa pues en ella se plasma toda la información importante sobre los equipos y como debe ser su uso; en esta grafica podemos evidenciar que el 53,3 % de las personas de la empresa no tiene conocimiento de estas.

**Tabla 3. Costos de equipos de altura**

Tabla de Costos de Equipos			
Marca	Valor	Tiempo de duración	Descripción
Linktech	\$ 145.000	3 años	Arnés dieléctrico de seguridad de cuatro (4) puntos de conexión especial para trabajos de posicionamiento, detención, restricción, ascenso y descenso controlado. Capacidad máxima de 140kg (310lbs) incluyendo ropa, calzado y cualquier otra herramienta de
Insafe	\$ 249.000	5 años	Arnés en X de cuerpo entero en reata polyester. 4 ARGOLLAS EN ACERO posee 1 argolla dorsal en "D" para la detención y restricción de caídas, 2 argollas laterales en "D" para posicionamiento a un punto fijo, 1 argolla frontal en "D" para ascenso y descenso controlado.
3M	\$ 198.900	3 años	Arnés para posicionamiento ascenso estilo cruzado para arco de soldadura, Arnés para arco de soldadura - Presillas en la cincha dorsales de rescate, Arnés para silla para trabajos verticales, Arnés de posicionamiento ascenso estilo cruzado
Safety work	\$ 319.147	5 años	Arnés dieléctrico multipropósito de cuatro (4) puntos de conexión tipo D

**Fuente: Elaboración propia**

Según la tabla anterior se obtuvo información de varios proveedores acerca de cuatro diferentes marcas de arnés de cuerpo completo, todos con las mismas especificaciones, pero con diferentes tiempos de duración; se evidenció que el costo de estos equipos tiende a ser muy elevado por tal motivo su tiempo de vida útil es de tantos años siempre y cuando se sigan las recomendaciones pertinentes frente a sus mantenimientos para su perfecta conservación.

**Tabla 4. Compra de equipos**

Costos de equipos cada 5 años			
Especificación	Cantidad	Valor	Total
Árnes de Cuerpo Completo	25	\$ 249.000	\$ 6.225.000
Eslinga en Y	25	\$ 89.900	\$ 2.247.500
Línea de vida portátil	15	\$ 1.500.000	\$ 22.500.000
Cascos de seguridad	25	\$ 35.000	\$ 875.000
Mosquetones	50	\$ 50.000	\$ 2.500.000
Freno de seguridad	25	\$ 239.900	\$ 5.997.500
		<b>Total General</b>	<b>\$ 40.345.000</b>

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla 5. Compra de equipos anual**

Costos de equipos cada año			
Especificación	Cantidad	Valor	Total
Árnes de Cuerpo Completo	20	\$ 249.000	\$ 4.980.000
Eslinga en Y	15	\$ 89.900	\$ 1.348.500
Línea de vida portátil	5	\$ 1.500.000	\$ 7.500.000
Cascos de seguridad	25	\$ 35.000	\$ 875.000
Mosquetones	25	\$ 50.000	\$ 1.250.000
Freno de seguridad	12	\$ 239.900	\$ 2.878.800
		<b>Total General</b>	<b>\$ 18.832.300</b>

**Fuente: Elaboración propia**

En la tabla número 2 se pudo agrupar todos los gastos en equipos de altura que tiene estipulada la empresa cada 5 años y en la tabla número 3 podemos evidenciar los gastos anuales que debe hacer la empresa por los mismos equipos debido a que no se tenía implementado un plan de mantenimiento.

**Tabla. 6 costos de adquisición de equipos de altura**

Sumatoria de costos		Inversión cada 5 años
Anualmente	\$ 18.832.300	<b>\$ 40.345.000</b>
Si cada año se reponen estos equipos	\$ 94.161.500	

**Fuente: Elaboración propia**

Se pudo evidenciar en la tabla número 4 que el incremento de los costos de la empresa está triplicado al tener que estar comprando equipos cada año y no como se tiene estipulado de hacerlo cada 5 años, los costos de la empresa se están viendo sumamente afectados por tal motivo se ratifica la importancia de crear un plan de mantenimiento para que en la empresa no se sigan generando estos sobre costos y tampoco se vea afectada la ejecución de los trabajos programados.

## 18 Conclusiones.

- Al diseñar un plan de mantenimiento de los equipos se pudo reducir considerablemente los costos en la empresa debido a que ya no tienen que adquirir los equipos cada año si no cada 5 años como lo tiene estipulado la empresa y como lo ofrece el fabricante.
- Se realizó la inspección de los equipos de altura en compañía del proveedor y los trabajadores por medio de un formato el cual nos permitió conocer la realidad del estado de los equipos.
- Se analizó el uso de los equipos de altura mediante el formato de inspecciones y se definió que los mantenimientos de estos se deben hacer cada 8 días puesto que son de uso diario y la contaminación es excesiva
  1. Humedecer un paño con agua y jabón neutro deslizándolo sobre el equipo hasta retirar rastros de suciedad (No se debe usar cepillo ya que puede alterar las fibras)
  2. Dejar secar a la sombra
  3. Limpiar los componentes metálicos con un paño seco
- Se creó un plan de mantenimiento el cual está al alcance de todo el personal de la empresa y con este se logró reducir los costos en compra de equipos pues sus mantenimientos han sido eficientes

## 19 Recomendaciones

**Teniendo en cuenta los hallazgos en la investigación se recomienda la empresa SIMIFERCO SF S.A.S:**

- Se recomienda implementar programas educativos y preventivos que promuevan el cumplimiento de los programas instaurados en la empresa; con el fin de tener colaboradores que continuamente estén en formación.

Dicha formación puede ser en limpieza de equipos, instrumentos para limpieza, cuidado y almacenamiento adecuado.

- Diligenciar correctamente el formato de inspección pre operacional de los equipos para continuar con el control de los mismos y dar un seguimiento eficaz.
- Seguir adquiriendo los equipos certificados mediante los proveedores que actualmente están afiliados a la empresa para garantizar su cumplimiento y llevar el control de compra de los equipos
- Se recomienda revisar anualmente el plan de mantenimiento de equipos para mantener actualizada la base de datos y seguir fomentando el autocuidado.

## 20 Referencias bibliográficas

- **Ministerio de Trabajo.** (28 de 03 de 2017). Resolución 1138 Se establece los requisitos técnicos y de seguridad para proveedores del servicio de capacitación y entrenamiento en protección contra caídas en trabajo en alturas. Obtenido de Google.com:  
<https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/647970/Resoluci%C3%B3n+No+1178.pdf>.
- Rativa Sáenz Edwin Alexander; Espinosa Triana Juan Esteban. (2021). Análisis estadístico de confiabilidad para equipos de elevación tipo Manlift (Plataforma de elevación para trabajo en alturas).  
<https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/2040>
- Ayala Arancibia, Jaime. (2013). Evaluación financiera para la implementación de equipo para trabajo en altura.  
<http://repositorio.umayor.cl/xmlui/handle/sibum/3294>
- Hospital Universitario de Ceuta (H.U.C). Ceuta. España. (2017). Medicina y seguridad del trabajo. Trabajo en alturas, cuando un arnés sostiene la vida. (Servicio de Prevención de Riesgos Laborales).  
[https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0465-546X2017000100085](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2017000100085)
- Camargo, Francly Vera, Arthur. (2002). Diseño del programa de trabajo en alturas basado en el sistema de seguridad y salud en el trabajo para el sector construcción. <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/535>.

- García Garrido, Santiago. García Garrido, Santiago. (2003). organización y gestión integral de mantenimiento. [Ediciones Díaz de Santos](#). [Página de créditos](#).
- **Agencia europea para seguridad y salud en el trabajo (EU-OSHA). Mantenimiento y SST. Panorama estadístico [facts 990] Bilbao: EU-OSHA, 2010, 2P. ISSN 1681-2085, TE-AE-09-090-ES-C, Disponible en: <https://osha.europa.eu/es/%20publications/factsheets/90>**
- Janqui, Juan. (2017). Evaluación del uso de protección personal y la prevención de riesgos físicos en los trabajos de altura en el mantenimiento de la unidad educativa María Auxiliadora. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4376>
- Zegarra, Manuel, (2016). indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesado. <http://dx.doi.org/10.21503/cyd.v19i1.1219>
- scientia et technica, (2006). La confiabilidad, disponibilidad, y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. **[PDF]** [La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento.](#)
- Valencia Aguirre, Oscar. (2009). Importación y comercialización de equipos de acceso para trabajo en alturas xpertia S.A.S. <http://repositorio.esumer.edu.co/jspui/handle/esumer/1604>
- Buitrago, J. A., & Riaño Pardo, E. A. (2018). Estudio de factibilidad para la construcción y puesta en marcha de un centro de entrenamiento de

trabajo en alturas en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá DC).

- Álvarez Ancco, Dacio Alejandro. (2019). Metodología de las 5s en la calidad de servicios de mantenimiento de equipos en empresas industriales. <https://hdl.handle.net/11537/27391>.
- Olarte, William. Botero, Marcela. (2010). Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. <https://www.redalyc.org/pdf/849/84917316066.pdf>.
- Rivera Rubio, Enrique Miguel. (2011). sistema de gestión del mantenimiento industrial. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/1661>.
- Intxaurburu Clemente, M. G., & Ochoa Laburu, C. (2005). Una revisión teórica de la herramienta de benchmarking.
- José Fabián Gracia Vera y Martin Jean Mario Gómez Sánchez. (2019). Accidentalidad de Trabajo en Alturas en Colombia, especialmente en el sector de la. Obtenido de Google.com:  
<https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/9518/GomezMartin2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Los%20trabajos%20en%20alturas%20aportan,a%C3%B1os%20realizando%20trabajos%20en%20alturas>.
- **Norma Técnica Colombiana.** (16 de 07 de 2014). NTC6072 CENTROS DE FORMACIÓN Y ENTRENAMIENTO. Obtenido de Google.com:  
<https://www.safetysas.com/safety1/normatividad/NTC6072.doc%20Centros%20de%20Formaci>

%C3%B3n%20y%20entrenamiento%20en%20Proteccion%20contra%20c  
aidas.pdf

- Martínez, JR.: Conceptos básicos de seguridad relacionados con el trabajo realizado en altura. Trabajos en altura Seguridad y uso de EPI contra caídas. Found Confemetal. 1(2011) 12-14
- Bedoya, E.: Conceptos relacionados con el trabajo en altura. Manual de Trabajo en altura. Alfa Omega. 1 (2015) 60-62